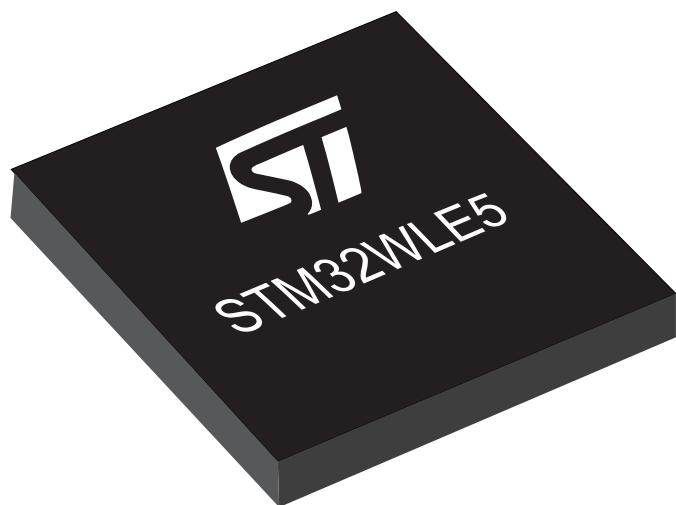


STM32WL

World's first LoRa SoC



(G)FSK

(G)MSK

BPSK_{TX}

STM32WL, czyli mikrokontroler + sub-GHz RF + LoRa w jednej obudowie

Prezentujemy najważniejsze informacje na temat nowych układów STM32WL, a zwłaszcza cechy które czynią je unikalnymi na rynku.

Od rodziny F1 do rodziny WL

STM32WL to najnowsza propozycja firmy STMicroelectronics z niezwykle popularnej grupy mikrokontrolerów STM32. Historia tych układów to okres trwający już ponad 10 lat. Jej początek sięga roku 2008, kiedy to firma ARM opracowała pierwszy rdzeń z rodziny Cortex-M, a więc Cortex-M3. Firma STMicroelectronics, widząc duży potencjał tego rozwiązania, szybko przystąpiła do projektowania opartych na nim mikrokontrolerów. Na bazie tego rdzenia powstały trzy rodziny układów: STM32F1, STM32L1 i STM32F2. Każda z tych rodzin stała się początkiem osobnej kategorii produktów: mikrokontrolerów ogólnego przeznaczenia, mikrokontrolerów o niskim poborze prądu oraz mikrokontrolerów wysokiej wydajności obliczeniowej.

W następnych latach firma ARM wprowadzała kolejne rdzenie i za każdym razem powstawała co najmniej jedna rodzina STM32, rozszerzając wcześniej zdefiniowane trzy kategorie: STM32F0 (z Cortex-M0), STM32L0 i STM32G0 (obie z Cortex-M0+), STM32F4, STM32F3, STM32L4, STM32G4 (wszystkie z Cortex-M4), STM32F7 i STM32H7 (obie z Cortex-M7) oraz STM32L5 (z Cortex-M33).

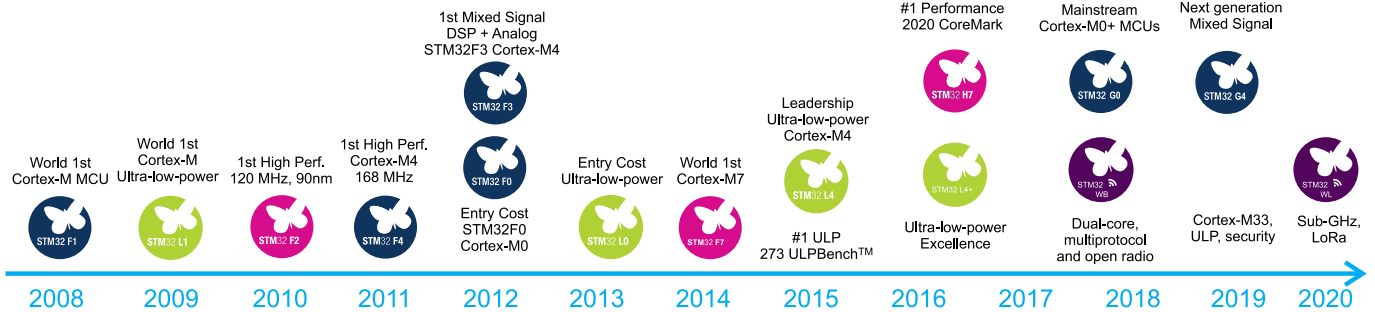
Tak kształtowała się oferta mikrokontrolerów STM32 do roku 2018, kiedy to nastąpiła znaczna zmiana poprzez wprowadzenie zupełnie nowej, czwartej kategorii: układów SoC, które łączą mikrokontroler

z nadajnikiem-odbiorcą radiowym. W roku 2018 powstało pierwsze takie rozwiązanie – rodzina STM32WB (Cortex-M4 i Cortex-M0+) pozwalająca na komunikację w paśmie 2,4 GHz, sprofilowana głównie pod aplikacje wykorzystujące komunikację Bluetooth. Na początku roku 2020 do oferty trafiło drugie rozwiązanie tego typu – tytułowa rodzina STM32WL (Cortex-M4) umożliwiająca komunikację w tak zwanym paśmie sub-GHz, a cechą wyróżniającą to rozwiązanie jest modulacja LoRa. Na **rysunku 1** pokazano zestawienie wszystkich rodzin STM32 z podziałem na kategorie (różne kolory) i z informacją o roku powstania, od rodziny STM32F1 z 2008 r. do STM32WL z 2020 r.

LoRa w świecie komunikacji radiowej

Komunikacja bezprzewodowa to technologia, która rozwija się bardzo dynamicznie na przestrzeni wielu lat. Wskutek tego rozwoju opracowanych i wdrożonych zostało wiele rozwiązań. Najpopularniejsze z istniejących obecnie standardów zebrano na zestawieniu widocznym na **rysunku 2**, gdzie pogrupowano je w cztery kategorie. Różnią się one pod względem przepływności danych i odległości komunikacji. LoRa należy do kategorii LPWAN (*Low-Power Wide-Area Network*). Rozwiązania z tej grupy charakteryzują się małą przepływnością danych i dużą odległością komunikacji, a dodatkową cechą jest niski pobór energii.

LoRa to skrót od słów *Long Range*. Rozwiązanie to zostało stworzone przez francuską firmę Cycleo, która następnie została wchłonięta przez firmę Semtech, obecnego właściciela tej technologii oraz



Rysunek 1. Grafika z osią czasu pokazującą, w którym roku powstały rodziny STM32 (kolor niebieski – ogólnego przeznaczenia, kolor zielony – o niskim poborze prądu, kolor różowy – o wysokiej wydajności, kolor fioletowy – SoC radiowy)

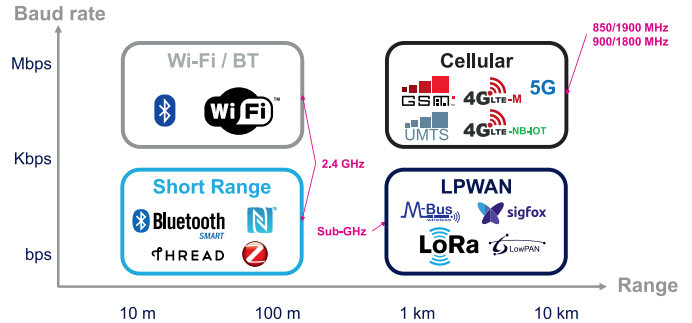
producenta układów wyposażonych w nią. Pod hasłem LoRa kryje się rodzaj modulacji typu CSS (*Chirp Spread Spectrum*), używanej w paśmie poniżej 1 GHz. Wspomniana już odległość transmisji jest kluczowym atutem tej modulacji, ponieważ umożliwia ona w dogodnych warunkach skomunikowanie dwóch punktów odległych od siebie nawet o kilkanaście kilometrów. LoRa to rozwiązanie mieszczące się w najniższej (pierwszej, fizycznej) warstwie modelu OSI. Dzięki temu wyższe warstwy mogą być definiowane pod kątem konkretnych zastosowań. Możliwość zdefiniowania tych warstw tworzy przestrzeń do kreowania standardów rynkowych. Najbardziej znanym standardem zdefiniowanym dla modulacji LoRa jest LoRaWAN, czyli protokół komunikacyjny wykorzystujący warstwę MAC (drugą) modelu OSI. Topologią sieciową w LoRaWAN jest gwiazda, w której przewidziano dwa typy urządzeń: bramkę (*gateway*) oraz węzeł (*end node*). Węzeł ma z kolei trzy kategorie, zwane klasami: A, B oraz C. Różnią się one między sobą profilem w kontekście częstotliwości i długości okresów nadawania i odbierania w paśmie radiowym.

Prezentację technologii warto zakończyć kilkoma przykładami zastosowania. Są to różnego rodzaju aplikacje, gdzie występuje potrzeba wysłania na dużą odległość niewielkiej ilości danych, raz na jakiś czas. Jednym z najlepszych przykładów aplikacji są wodomierze, gazomierze i inne liczniki mediów, które wykorzystują komunikację radiową do przesyłania danych do koncentratorów (zdalny odczyt). Innym dobrym przykładem aplikacji są różnego rodzaju czujniki z bezprzewodową transmisją danych: czujniki przemysłowe (np. poziomu cieczy w zbiornikach), czujniki w systemach inteligentnego budynku (np. temperatury/wilgotności), czujniki zajętości miejsc na parkingach, czujniki monitorujące stan zdrowia zwierząt hodowlanych, czujniki w obszarze rolnictwa (wilgotności gleby, nasłonecznienia).

Od zera do lidera rozwiązań LoRa

Firma Semtech sprawiła, że LoRa zyskała uznanie i rozpoznawalność na skalę światową. Technologia z rozwiązania niszowego stała się jednym ze standardów LPWAN, a układy Semtech znalazły zastosowanie w licznych aplikacjach. Atuty technologii LoRa i jej rosnąca popularność stały się argumentami, które zaważyły na decyzji STMicroelectronics o zainwestowanie w to rozwiązanie. Na przestrzeni kilku ostatnich lat firma podjęła szereg kroków w tym zakresie, dzięki czemu zamiast podążać za trendami związanymi z LoRa, sama je wyznacza. Przyjrzyjmy się najważniejszym osiągnięciom.

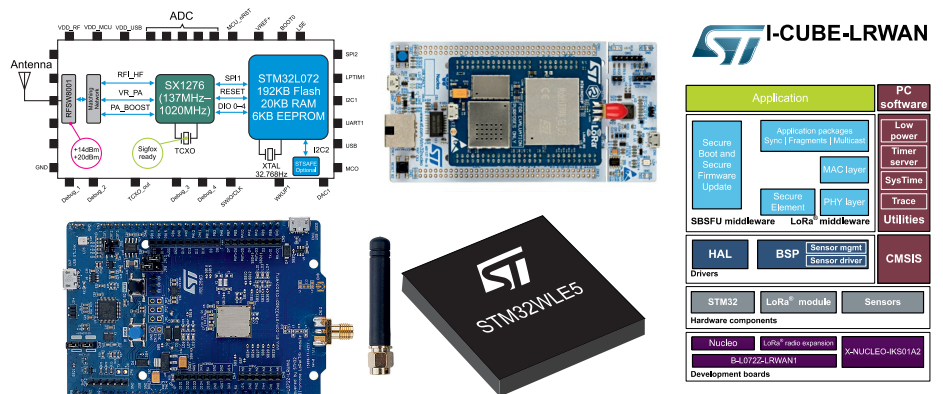
Firma STMicroelectronics nawiązała współpracę z firmą Murata w celu zaprojektowania modułu komunikacyjnego dla LoRa. Moduł ten (CMWX1ZZABZ) wykorzystuje mikrokontroler z rodziny STM32L0 oraz nadajnik-odbiorcę radiowy firmy Semtech. Układy te wraz



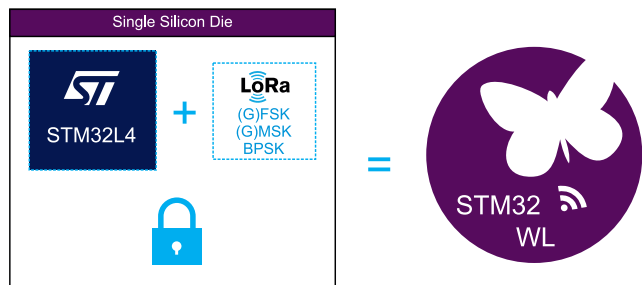
Rysunek 2. Umieszczenie technologii LoRa w konstelacji rozwiązań komunikacji bezprzewodowej

z elementami toru radiowego umieszczone są na płycie PCB o małych wymiarach. Co istotne, moduł jest otwarty, co należy rozumieć jako możliwość nie tylko sterowania modulem poprzez komendy, ale też możliwość pisania aplikacji na mikrokontroler znajdujący się w module. W celu umożliwienia łatwego rozpoczęcia pracy z modulem Muraty, firma STMicroelectronics stworzyła platformę sprzętową – płytkę B-L072Z-LRWAN1. Składa się ona z modułu, złączy sygnałowych z wyprowadzonymi pinami modułu, programatora/debuggera ST-Link i gniazda antenowego (rysunek 3).

Kluczowym elementem systemu narzędzi dla LoRa jest stos protokołu LoRaWAN. Takie rozwiązanie jest oferowane przez firmę STMicroelectronics. Pakiet oprogramowania nosi nazwę I-CUBE-LRWAN. Warto podkreślić dwie cechy świadczące o elastyczności i uniwersalności tego rozwiązania. Po pierwsze, stos dostępny jest w formie kodu źródłowego, a nie skompilowanego pliku binarnego, dzięki czemu programista ma wgląd w implementację i jeśli jest taka potrzeba, może dokonać debugowania i edycji kodu. Po drugie, stos jest kompatybilny z różnymi seriami mikrokontrolerów STM32 i układów radiowych Semtech, zatem niezależnie od wybranej pary STM32+ Semtech (bądź też modułu Muraty, który przecież też jest



Rysunek 3. Rozwiązania LoRa i LoraWAN stworzone przez lub z udziałem firmy STMicroelectronics (moduł CMWX1ZZABZ, płytkę B-L072Z-LRWAN1, gateway P-NUCLEO-LRWAN2, rodzina STM32WL, pakiet I-CUBE-LRWAN)



Rysunek 4. Uproszczony schemat budowy STM32WL

takim połączeniem), stos LoRaWAN z pakietu I-CUBE-LRWAN zawsze będzie możliwy do użycia.

W przypadku użycia stosu LoRaWAN węzeł LoRa komunikuje się z gatewayem. Podczas prac rozwojowych nie zawsze istnieje możliwość użycia urządzenia komercyjnego, gdyż mimo różnych poziomów cenowych zależności od funkcjonalności, koszt takiego rozwiązania ciągle jest znaczący. Stąd pomysł firmy STMicroelectronics na realizację prostego i taniego getwaya z myślą o pracach rozwojowych. Powstały dwa takie urządzenia oparte na płytce Nucleo z mikrokontrolerem STM32 oraz płytce rozszerzeniowej z częścią radiową: gateway P-NUCLEO-LRWAN2 pracujący w paśmie 868/915/923 MHz oraz gateway P-NUCLEO-LRWAN3 pracujący w paśmie 433/470 MHz.

Chcąc mieć istotny wpływ na rozwój technologii LoRa, firma STMicroelectronics przystąpiła do organizacji LoRa Alliance. Ciało to zrzesza firmy z różnych branż: półprzewodnikowej, telekomunikacyjnej, producentów urządzeń itp. W LoRa Alliance członków łączy wspólny mianownik w postaci protokołu LoRaWAN. Organizacja ta odpowiada za prace nad LoRaWAN i za promowanie tego rozwiązania jako jednego ze standardów LPWAN. STMicroelectronics odgrywa ważną rolę w LoRa Alliance, będąc jednym ze sponsorów tej organizacji i pełniąc funkcję członka rady nadzorczej.

W końcu nadszedł moment na najbardziej spektakularną z decyzji, i w konsekwencji osiągnięcie, w tym zestawieniu. Firma STMicroelectronics stworzyła rodzinę układów STM32WL, łączącą cechy mikrokontrolerów STM32 i cechy układów radiowych LoRa firmy Semtech.

Pierwszy LoRa SoC na rynku

W roku 2015 firma STMicroelectronics nawiązała współpracę z firmą Semtech. W ramach podpisanego porozumienia podjęto się realizację wspólnego planu. W ramach pierwszego etapu tego planu firmy połączyły siły w promowaniu dwuukładowego rozwiązania, bazującego na istniejących konstrukcjach: mikrokontroler STM32+ nadajnik-odbiornik radiowy LoRa SX12xx. Wokół tej pary utworzono system narzędzi, a więc wspomniane wcześniej: stos LoRaWAN, moduły, zestaw ewaluacyjny itp. W ramach drugiego etapu planu przewidziano stworzenie jednocukładowego rozwiązania, które łączyłoby mikrokontroler STM32 i układ radiowy Semtech. Efektem tych prac jest właśnie STM32WL.

Z technicznego punktu widzenia istnieją dwie możliwości budowy jednocukładowego rozwiązania łączącego mikrokontroler i radio: rozwiązanie typu SiP oraz rozwiązanie typu SoC. W układzie SiP (*System in Package*) występują dwie krzemowe struktury półprzewodnikowe. Jedna to mikrokontroler, druga to radio. Obie struktury wykonane są w różnych procesach technologicznych, a ich połączenie zrealizowane jest za pomocą linii sygnałowych wewnątrz obudowy. W przeciwieństwie do układu SiP, w układzie SoC (*System on Chip*) znajduje się jedna krzemowa struktura półprzewodnikowa, która łączy mikrokontroler i radio. STM32WL to układ typu SoC. Zastosowany proces technologiczny to 90 nm. Należy podkreślić, że o ile istnieje na rynku szereg rozwiązań dwuukładowych dla LoRa (mikrokontroler ST lub inny + radio Semtech) oraz o ile istnieje też kilka rozwiązań jednocukładowych SiP dla LoRa, o tyle STM32WL jest pierwszym i jedynym obecnie dostępnym jednocukładowym rozwiązaniem SoC dla LoRa.

Rozwiązanie to ma szereg zalet względem dwóch pozostałych: dużo atrakcyjniejsza cena, niższy pobór prądu, większe możliwości miniaturyzacji, mniejszy BOM (*Bill of Material*) i w konsekwencji prostszy projekt PCB. Funkcjonalnie STM32WL to połączenie dwóch układów: mikrokontrolera low-power z rodziny STM32L4 oraz nadajnika-odbiornika radiowego SX1261/2 (rysunek 4).

Elementy składowe STM32WL

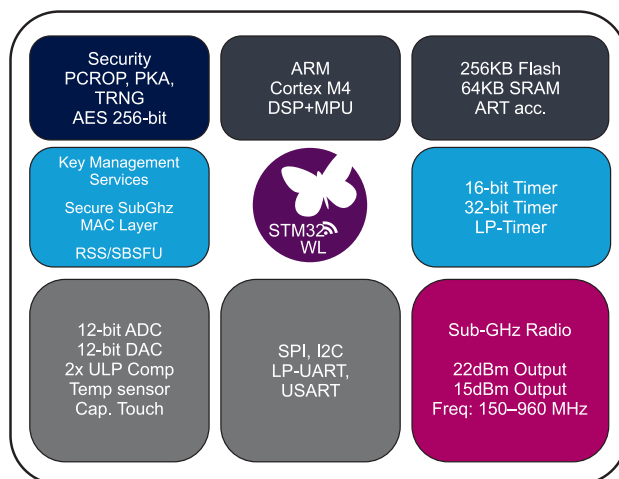
W układach STM32WL można wyróżnić kilka bloków funkcjonalnych: procesor, pamięć, część radiową, liczniki, interfejsy komunikacyjne, zasoby analogowe oraz peryferia zwiększające bezpieczeństwo aplikacji. Schemat blokowy ilustrujący elementy składowe STM32WL pokazano na rysunku 5.

Zastosowany w STM32WL procesor ma rdzeń ARM z grupy Cortex-M. Nie mogło być inaczej, ponieważ jednostki Cortex-M są znakiem rozpoznawczym rodziny układów STM32 i ich głównym elementem wspólnym. W przypadku STM32WL zastosowano jednostkę Cortex-M4, która pod kątem wydajności plasuje się pomiędzy prostymi rdzeniami Cortex-M0/M0+ a rdzeniem Cortex-M7 o znacznej wydajności obliczeniowej. Cortex-M4 składa się z jednostki przetwarzania danych (CPU), interfejsu do programowania/debugowania JTAG i SWD, bloku przerwań NVIC, modułu MPU oraz licznika systemowego SysTick. Maksymalna częstotliwość pracy rdzenia w STM32WL to 48 MHz.

Do dyspozycji jest do 256 kB pamięci Flash oraz do 64 kB pamięci SRAM. Tak znaczna pojemność pamięci daje nie tylko komfort pracy, ale też możliwość definiowania bogatej funkcjonalności aplikacji. W tym kontekście dla STM32WL można z jednej strony przewidzieć liczne zadania typowe dla mikrokontrolera (w tym np. obsługę interfejsów komunikacyjnych czy też akwizycję sygnałów analogowych), a z drugiej strony można z powodzeniem wkomponować zadania związane z komunikacją radiową, która może wykorzystywać protokół komunikacyjny znacznych rozmiarów. Wspomniane zasoby pamięci to wartości maksymalne, co znaczy, że dostępne są również warianty STM32WL z mniejszą pamięcią, przewidziane do prostych aplikacji.

Wydajność układu STM32WL zwiększa jednostka ART Accelerator, która działając jak pamięć cache, redukuje liczbę tak zwanych cykli *wait states* dla pamięci Flash. Innym elementem architektury związanym z pamięcią jest moduł DMA. Element ten może zostać wykorzystany do transferu danych z peryferiów do pamięci SRAM. W tym samym czasie rdzeń może realizować inne zadania, co finalnie również przekłada się na podniesienie wydajności układu.

Układy licznikowe reprezentowane są przez pięć typów timerów. Pierwszy typ to timery uniwersalne (ogólnego przeznaczenia), 32-bitowe oraz 16-bitowe. Drugim rodzajem układu licznikowego jest 16-bitowy, zaawansowany timer dysponujący dodatkowymi funkcjami



Rysunek 5. Zasoby zintegrowane w układzie STM32WL

w porównaniu do timerów ogólnego przeznaczenia. Kolejnym rodzajem licznika jest LP-Timer, który jest lepszy energooszczędny od swoich standardowych odpowiedników oraz ma bardzo przydatną cechę w postaci możliwości cyklicznego wybudzania mikrokontrolera z trybu low-power. Ostatnimi rodzajami timera dostępnymi w STM32WL jest RTC (zegar czasu rzeczywistego) oraz watchdog.

Jeśli mowa o typowych zasobach mikrokontrolerowych, to należy wspomnieć również o interfejsach komunikacyjnych. Domena ta prezentuje się dość klasycznie – do dyspozycji są standardowe interfejsy takie jak SPI, I²C oraz U(S)ART. Grupę tę uzupełnia interfejs LP-UART, który może być aktywny w trybie low-power, umożliwiając odbiór danych, jak też wybudzenie układu.

Mocną stroną STM32WL są zasoby analogowe. Mamy do dyspozycji dwa przetworniki: A/C i C/A. Przetwornik A/C typu SAR ma domyślnie rozdzielczość 12 bitów, ale w razie potrzeby z pomocą sprzętowego oversamplingu możliwe jest rozszerzenie liczby bitów wyniku do 16. Przetwornik może pracować z szybkością do 2,5 Mps i dysponuje piętnastoma kanałami pomiarowymi (dwanaście połączonych z liniami I/O oraz trzy wewnętrzne: VREF, VBAT, czujnik temperatury). Przetwornik C/A charakteryzuje się rozdzielczością 12 bitów (możliwość redukcji do 8 bitów) oraz dysponuje jednym kanałem połączonym z linią I/O. Przydatnym elementem analogowym może okazać się inne peryferium – VREFBUF. Jest to źródło napięcia o konfigurowalnej wartości (do wyboru 2,048 V lub 2,5 V) i może służyć jako napięcie odniesienia (referencyjne) dla przetwornika A/C i komponentów zewnętrznych (poprzez pin VREF+). Zasoby analogowe uzupełniają komparatory, czujnik temperatury oraz interfejsy do przycisków pojemnościowych.

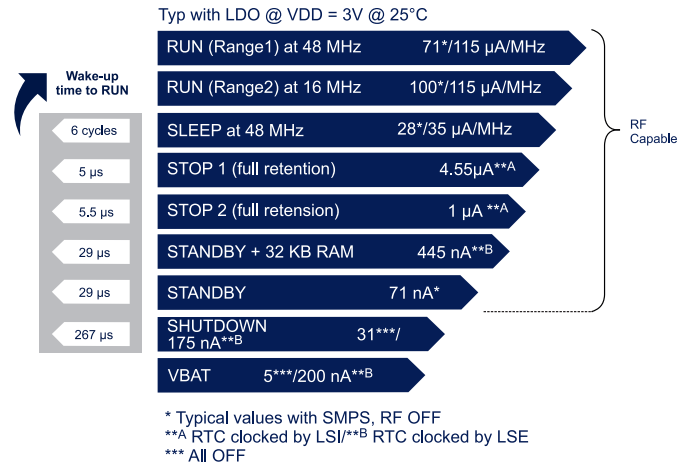
W układach STM32WL przewidziano również zasoby wpływające na bezpieczeństwo aplikacji. Składają się na nie: jednostka szyfrująca z algorytmem AES o długości klucza do 256 bitów, generator liczb losowych, moduł obliczający sumę kontrolną, zabezpieczenie zapisu i odczytu pamięci, unikalny identyfikator oraz generator publicznych kluczy.

Część radiowa układu STM32WL to nadajnik-odbiorca RF, który funkcjonalnie jest tożsamy z rozwiązaniem SX1261/2 firmy Semtech. Pozwala on na transmisję danych drogą radiową w paśmie 150...960 MHz. Komunikacja może odbywać się z użyciem jednej z następujących modulacji: LoRa, (G)FSK, (G)MSK oraz BPSK (tylko nadawanie). W warstwach wyższych możliwe jest zaimplementowanie własnego protokołu bądź używanie jednego ze standardów rynkowych, w tym np. LoRaWAN, Sigfox lub Wireless M-Bus. Radio udostępnia dwie końcówki mocy wyjściowej (do +22 dBm oraz do +15 dBm), co umożliwia spełnienie regulacji dotyczących maksymalnej mocy nadawania w rejonach na całym świecie. Co istotne, część radiowa dołączona jest do magistrali systemowej przez interfejs SPI. Oznacza to, że z punktu widzenia programisty STM32WL może być traktowany jak dwa oddzielne układy: mikrokontroler i układ radiowy, połączone interfejsem komunikacyjnym.

Idealne rozwiązanie do aplikacji energooszczędnych

Rdzeń i peryferia to nie jedyne elementy, które układy STM32WL zapożyczyły od mikrokontrolerów STM32L4. Bardzo zbliżony jest też blok zarządzania energią, dzięki czemu STM32WL to idealne układy do aplikacji zasilanych z baterii. Przyjrzyjmy się głównym rozwiązaniom z tego zakresu.

Jako pierwszą rzecz w aspekcie energooszczędności należy wymienić tryby pracy. Zestawienie z listą trybów pracy STM32WL, ich poborem prądu oraz czasem wybudzenia udostępniono na **rysunku 6**. Podstawowym trybem pracy jest tryb RUN, w którym kod aplikacji jest wykonywany oraz wszystkie zasoby mogą normalnie pracować. W trybie SLEEP rdzeń Cortex-M4 jest wyłączony, niemniej jednak zegary i peryferia mogą ciągle działać (np. Timer może wyzwać przetwornik A/C, a moduł DMA transferować dane z przetwornika



Rysunek 6. Tryby pracy STM32WL wraz z poborem prądu oraz czasem wybudzenia

do pamięci SRAM). W trybach RUN i SLEEP można regulować częstotliwość pracy systemu, wpływając na wydajność i pobór prądu.

STOP1 i STOP2 to klasyczne tryby low-power, podczas których działanie peryferiów ogranicza się zasadniczo do czekania na zdarzenie, które wygeneruje przerwanie (np. interfejsy, timery, linie I/O) i spowoduje wybudzenie układu oraz wznowienie wykonania kodu. Tryby te oferują niski pobór prądu, krótki czas wybudzenia oraz pełne podtrzymanie zawartości pamięci SRAM.

STANDBY oraz SHUTDOWN to tryby o najniższych poborach prądu, co jednak wiąże się z pewnymi ograniczeniami: dłuższym czasem wybudzenia, mniejszą liczbą peryferiów mogących wybudzić układ, przynajmniej częściowym brakiem podtrzymania zawartości pamięci SRAM i koniecznością wykonania resetu w momencie wybudzenia. VBAT z kolei to specjalny tryb, który stosowany jest do podtrzymania domeny backup w warunkach, gdy główne zasilanie (linie VDD) jest odłączone.

Drugą funkcjonalnością, przydatną w aplikacjach low-power, są peryferia i ich efektywne wykorzystanie do wybudzania układu. W STM32WL wszystkie peryferia zdolne do generowania przerwania mogą wybudzać układ z trybu SLEEP lub STOP1. Nawet w trybie STOP2 pewna grupa peryferiów ma ciągle tę zdolność. Są to przede wszystkim: LP-UART (wybudzenie poprzez odbiór danych), LP-Timer (wybudzenie cykliczne co zdefiniowany interwał czasu), RTC (wybudzenie cykliczne co zdefiniowany interwał czasu lub jednorazowe wybudzenie – tak zwany alarm), komparator (wybudzenie po tym, jak napięcie na wejściu przekroczy określony poziom), watchdog (wybudzenie po upłynięciu zdefiniowanego czasu), linie EXTI (wybudzenie po zmianie poziomu sygnału na linii I/O).

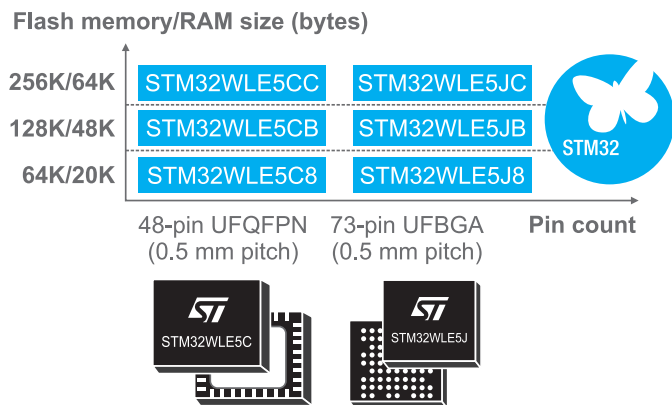
Trzecią rzeczą wartą wymienienia jest wewnętrzny obwód zasilania w STM32WL. W klasycznych mikrokontrolerach STM32 występuje regulator LDO. W nowszych seriach STM32, w tym w STM32WL do dyspozycji jest LDO oraz dodatkowo SMPS, a więc przetwornica napięcia. W trybie aktywnym mamy wybór, czy używać SMPS (niższy pobór prądu), czy LDO (mniejszy BOM). W trybach low-power wyboru już nie ma, gdyż STM32WL korzysta wtedy z LDO.

Oferta STM32WL

Rodzina układów STM32WL składa się z modeli, które różnią się od siebie kilkoma parametrami. Pierwszym z nich jest pojemność pamięci. Warianty są trzy i co należy podkreślić, skalowalna jest zarówno pamięć Flash, jak i SRAM. Najmniejszy pod względem pojemności pamięci układ ma 64 kB Flash oraz 20 kB SRAM. Wariant środkowy to 128 kB Flash oraz 48 kB SRAM. Finalnie układ z maksymalną pojemnością pamięci dysponuje 256 kB Flash oraz 64 kB SRAM.

Kolejny parametr rozróżniający układy STM32WL to rodzaj obudowy. Pierwszy typ to BGA73. Obudowa ta ma gabaryty 5×5 mm

PREZENTACJE



Rysunek 7. Oferta układów STM32WL: dwa typy obudowy, trzy warianty pojemności pamięci

oraz raster (odległość pomiędzy kulkami) 0,5 mm. Obudowa udostępnia łącznie 73 piny (w tym 43 linie wejścia-wyjścia). Jest to ciekawa propozycja do aplikacji, w których liczą się małe rozmiary elektroniki oraz w których konieczne może być użycie wielu wyprowadzeń do podłączenia licznych elementów peryferyjnych. Drugi typ obudowy to QFN48. Obudowa ta ma gabaryty 7x7 mm oraz raster 0,5 mm. Obudowa oferuje łącznie 48 pinów (w tym 29 linii wejścia-wyjścia). Specyfika obudowy QFN jest taka, że piny umieszczone są tylko na krawędziach obudowy, nie pod nią, jak ma to miejsce dla obudowy BGA. W konsekwencji rozprowadzenie ścieżek na płytce PCB jest prostsze, a co za tym idzie, projekt PCB jest mniej skomplikowany (mniej warstw i brak ślepych przelotek). Obudowa QFN48 jest zatem ciekawą alternatywą dla obudowy BGA73, na korzyść której przemawia niższy koszt płytki PCB. Dodatkowo montaż obudowy QFN i weryfikacja poprawnego przyłutowania wyprowadzeń nie wymaga tak specjalistycznego sprzętu jak w przypadku obudowy BGA.

Każdy z typów obudowy oferuje trzy wcześniej wymienione warianty pojemności pamięci Flash/SRAM. Łącznie oferta STM32WL

liczy zatem sześć układów. Co istotne, biorąc pod uwagę dany typ obudowy, układy z różną pojemnością pamięci są ze sobą kompatybilne pod względem zarówno sprzętowym (pin-to-pin), jak też programowym (kod aplikacji). Kompletną ofertę STM32WL pokazano na **rysunku 7**.

Podsumowanie

W ramach podsumowania przywołajmy najważniejsze zalety STM32WL zaprezentowane w artykule:

- STM32WL to pierwszy na świecie układ typu SoC łączący mikrokontroler z nadajnikiem-odbiornikiem radiowym Semtech. W efekcie jest to bardzo atrakcyjne rozwiązanie do aplikacji LoRa i LoRaWAN (pod względem ceny, poboru prądu, miniaturyzacji, BOM-u);
- Oprócz LoRa, STM32WL oferuje trzy inne modulacje, dzięki czemu jest to uniwersalny układ do aplikacji sub-GHz, chociażby do aplikacji Sigfox, Wireless M-Bus lub Mesh;
- STM32WL wykorzystuje w dużym stopniu rozwiązania z mikrokontrolerów STM32L4, a zatem jest to idealne rozwiązanie do aplikacji zasilanych z baterii;
- STM32WL to połączenie dwóch dobrze znanych podzespołów: STM32 i radia Semtech, dodatkowo zrealizowane wewnątrz krzemu w prosty sposób – interfejsem SPI. Osoby mające doświadczenie z tymi układami będą mogły szybko rozpocząć pracę z STM32WL;
- STM32WL to nie jeden układ, a rodzina układów. Do wyboru są dwa typy obudowy, w ramach których występuje efekt skalowalności pod względem pamięci Flash i SRAM, co pozwala wybrać wariant optymalny pod kątem wymagań danej aplikacji;
- STM32WL tak jak wszystkie układy STM32 objęty jest tak zwanym *longevity commitment*, a więc gwarancją produkcji 10 lat, odnawianą na początku każdego roku.

Firmy zainteresowane rozpoczęciem pracy z STM32WL zapraszamy do kontaktu z autorem artykułu.

Szymon Panecki
STMicroelectronics
szymon.panecki@st.com

REKLAMA

Wstęp do Klubu AVT Elektronika

będziesz miał prawo do korzystania z szeregu przywilejów:

- do 50% zniżki w Sklepie AVT
- darmowe prenumeraty Wydawnictwa AVT
- do 50% zniżki w Ulubionym Kiosku
- Zapraszamy do zapoznania się z zasadami Klubu!

<http://bit.ly/2GaDwtQ>

