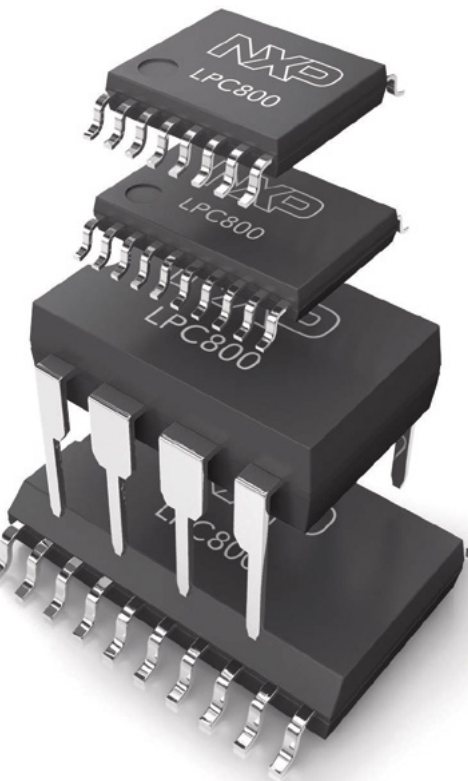


LPC800, czyli kolejny zwiastun końca 8-bitowców



13 listopada 2012 firma NXP zapowiedziała wprowadzenie nowej rodziny mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M0+. Nowe układy mają zastąpić mikrokontrolery 8-bitowe, zwłaszcza z serii LPC900. Jednak bliższe przyjrzenie się ofercie NXP ujawnia, że LPC800 jest groźnym konkurentem dla małych 8-bitowych mikrokontrolerów z rodzin ATtiny, PIC12 i PIC16.

Dodatkowe informacje:

Sprzedż mikrokontrolerów LPC800 ma się rozpocząć w lutym 2013. Spodziewana cena najtańszej wersji w ilościach hurtowych to zaledwie 0,39 USD. Informacje nt. mikrokontrolerów LPC800 oraz przykłady oprogramowania można znaleźć na głównym portalu producenta www.nxp.com oraz na portalu poświęconym mikrokontrolerom LPC – www.lpcware.com.

Pierwotna seria LPC800 liczy pięć modeli, wyposażonych w pamięć Flash o pojemności od 4 do 16 kB i pamięć RAM o pojemności od 1 do 4 kB. Układy są wytwarzane w trzech rodzajach obudów: DIP8, TSSOP16, TSSOP20 i SO20. Uwagę zwraca bogaty repertuar bloków urządzeń peryferyjnych i ich funkcjonalność, niespotykana w innych mikrokontrolerach o podobnej liczbie wyprowadzeń. Niestety, pierwsze modele serii LPC800 nie są jeszcze wyposażone w przetwornik analogowo-cyfrowy. Podstawowe, wspólne parametry mikrokontrolerów LPC81xM wymieniono w ramce, natomiast w tabeli 1 umieszczono zestawienie różnic pomiędzy poszczególnymi typami układów.

Zasilanie

Układy LPC81xM są zasilane z jednego źródła zewnętrznego o napięciu 1,8...3,6 V. Typowy pobór prądu w stanie aktywnym przy częstotliwości pracy 12 MHz zgodnie z dokumentacją wynosi 1,4 mA, a w najgłębszym stanie uśpienia zaledwie 220 nA. Mikrokontrolery są więc znakomicie przystosowane do pracy z zasilaniem baterijnym.

Rdzeń Cortex-M0+

Rdzeń Cortex-M0+ jest następcą znanego od kilku lat rdzenia Cortex-M0, stosowanego przez NXP w mikrokontrolerach LPC11xx i LPC12xx. W porównaniu z M0 charakteryzuje się on prostszą budową, nieznacznie wyższą wydajnością, bogatszymi mechanizmami wspomaganiami uruchamiania programów oraz możliwością relokacji tablicy adresów obsługi wyjątków, tak jak w Cortex-M3. Ta ostatnia cecha ułatwia implementację aktualizacji oprogramowania w działającym urządzeniu. Istotną cechą Cortex-M0+ jest również obniżony w stosunku do M0 pobór mocy.

Źródła przebiegu synchronizującego

Domyślnie mikrokontroler startuje korzystając z wbudowanego generatora przebiegu zegarowego o częstotliwości 12 MHz i dokładności 1%. W razie potrzeby precyzyjnego odmierzenia czasu, w wersjach z obudowami o więcej niż 8 wyprowadzeniach można użyć zewnętrznego oscylatora kwarcowego lub dostarczonego z zewnątrz przebiegu prostokątnego. Jeżeli potrzebna jest wyższa częstotliwość pracy, wbudowany układ PLL może zwiększyć częstotliwość zegara 2-, 3- lub 4-krotnie. Maksymalna częstotliwość pracy mikrokontrolera wynosi 30 MHz. W zastosowaniach wymagających obniżonego poboru mocy częstotliwość przebiegu zegarowego może być dzielona przez wartość od 1 do 255.

Niezależny oscylator o programowanej częstotliwości i niskiej precyzji służy do synchronizacji timera *watchdog*. Może on być również używany do taktowania całego mikrokontrolera. Dostępny jest zakres częstotliwości od kilku kHz do ponad 3 MHz.

Pamięć

Wbudowana pamięć Flash jest zorganizowana w postaci stron 64-bajtowych, co stanowi istotne ulepszenie w stosunku do LPC11xx. Ułatwia to użycie tej pamięci do przechowywania danych użytkownika, np. dotyczących konfiguracji urządzenia.

Blok konfiguracji wyprowadzeń IOCON

Blok konfiguracji umożliwia wybór charakterystyki elektrycznej każdego wyprowadzenia, w tym podciągania lub ściągania i histerezy wejść oraz konfiguracji bufora wyjściowego (push-pull lub otwarty dren). Ponadto, poziomy wejściowe mogą być negowane i filtrowane w celu sprzętowego eliminowania krótkich impulsów, przy czym jest możliwe indywidualne konfigurowanie parametrów filtrowania dla poszczególnych wejść.

Porty GPIO

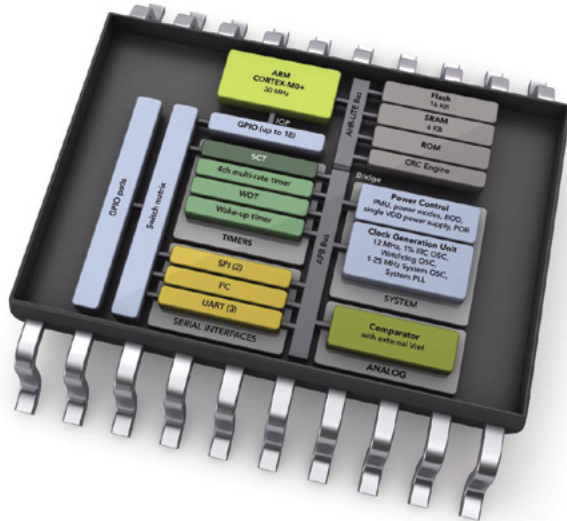
Architektura Cortex-M0+ została zmodyfikowana w stosunku Cortex-M0 tak, aby uzyskać szybki dostęp do portów wejścia i – w konsekwencji – możliwość szybkiej programowej zmiany stanów sygnałów wyjściowych. Oprócz zwykłego dostępu do odczytu i zapisu bitów portu, rejestry sterujące portów umożliwiają m.in.:

Tabela 1. Zestawienie różnic pomiędzy poszczególnymi typami układów LPC81xM

Model	Obudowa	Flash [kB]	RAM [kB]	UART	SPI
LPC810M021FN8	DIP8	4	1	2	1
LPC811M001FDH16	TSSOP16	8	2	2	1
LPC812M101FDH16	TSSOP16	16	4	3	2
LPC812M101FD20	SO20	16	4	3	1
LPC812M101FDH20	TSSOP20	16	4	3	2

Wspólne cechy układów LPC81xM:

- Rdzeń Cortex-M0+ z 1-cyklowym układem mnożącym, sterownikami przerwania NVIC, timerem SysTick i rejestrem relokacji tablicy wyjątków VTOR.
 - Maksymalna częstotliwość pracy – 30 MHz
 - Wbudowany oscylator RC 12 MHz 1%.
 - Generator PLL.
 - Możliwość przypisania każdego sygnału z cyfrowych bloków peryferyjnych do dowolnego wyprowadzenia mikrokontrolera.
 - Tryby zasilania: aktywny, Sleep, Deep Sleep, Power Down, Deep Power Down.
 - Specjalizowany timer WKT do wybudzania z trybów energooszczędnych.
 - Wybudzenie z trybu POWER DOWN przez timer WKT lub zmianę stanu dowolnego wejścia.
 - Wybudzenie z trybu DEEP POWER DOWN przez timer WKT lub wejście WAKEUP.
 - Timer MRT – 4 kanały do jednokrotnego lub periodycznego odmierzenia odcinków czasu.
 - Inteligentny timer SCT – 4 wejścia, 4 wyjścia, automat o programowanej sekwencji stanów.
 - Watchdog okienkowy WWDT.
 - Komparator analogowy z możliwością programowania napięcia odniesienia.
 - 2 lub 3 moduły UART, 1 lub 2 moduły SPI, I²C.
 - Generator CRC
- Pamięć ROM zawierająca bootloader oraz dostępne dla użytkownika procedury programowania Flash, zarządzania poborem mocy, obsługi UART i I²C.



zonym poborze mocy. Jest to istotne ulepszenie w stosunku do rodziny LPC11xx.

USART

Kolejnym modulem zasługującym na szczególną uwagę jest blok synchronicznej i asynchronicznej transmisji szeregowej. Jest on dużo wygodniejszy do użycia i oprogramowania niż podobne układy znane z serii LPC1xxx, a ponadto umożliwia budzenie mikrokontrolera ze stanu głębokiego uśpienia po wykryciu bitu startu. Ważna jest również liczba modułów USART – w zależności od typu układu są dostępne 2 lub 3 moduły. USART0 jest używany przez wbudowany bootloader.

SPI i I²C

Mikrokontrolery są wyposażone w jeden lub dwa interfejsy SPI oraz jeden interfejs I²C o standardowych możliwościach.

Pamięć ROM

Pamięć ROM zawiera bootloader, procedury kasowania i programowania pamięci Flash, procedury sterowania systemem oszczędzania energii oraz procedury obsługi USART i I²C. Dzięki temu nie ma konieczności zużycia pamięci Flash na własne procedury o podobnej funkcjonalności.

Podobnie jak w mikrokontrolerach rodziny LPC1000, bootloader jest uruchamiany gdy pamięć Flash nie zawiera ważnego oprogramowania, a także, o ile programista nie zablokuje takiej możliwości, gdy podczas inicjowania procesora na wejściu portu PIO_1 panuje stan niski. Bootloader umożliwia programowanie mikrokontrolera w urządzeniu docelowym przez asynchroniczny interfejs szeregowy, np. zgodny z RS232.

Procedury programowania pamięci Flash są jedynym udokumentowanym mechanizmem dostępu do funkcji programowania i kasowania pamięci. Pozostałe procedury ułatwiają tworzenie projektów początkującym programistom.

Uruchamianie oprogramowania

Mikrokontroler jest wyposażony w typowy dla układów z rdzeniami Cortex-M interfejs SWD, umożliwiający programowanie pamięci i debugowanie programów.

Narzędzia

Wraz z ogłoszeniem nowej rodziny producent wprowadził kolejną płytke serii LPCxpresso wyposażoną w nowy mikrokontroler. Wkrótce pojawi się również środowisko LPCxpresso 5 w wersji zawierającej pełną obsługę mikrokontrolerów LPC800. W niedalekiej przyszłości można spodziewać się analogicznej obsługi we wszystkich środowiskach dla procesorów z rdzeniami Cortex-M.

Grzegorz Mazur

- indywidualny odczyt i zapis poszczególnych bitów, dostępnych pod oddzielnymi adresami,
- dostęp maskowany do odczytu i zapisu wybranych bitów (nie kolidujący z dostępem niemaskowanym do wszystkich bitów),
- ustawienie, zerowanie lub negowanie dowolnie wybranych bitów poprzez operację pojedynczego zapisu.

Porty GPIO współpracują z zaawansowanym blokiem generowania przerwania. Źródłem przerwania może być kombinacja wybranych stanów wybranych linii portów, jak również wyrażenie logiczne opisane jako suma iloczynów stanów lub zmian stanów. Sygnał wykrycia zdarzenia może być sprzętowo wyprowadzony na wyjście. W ten sposób mikrokontrolera można użyć jako szybkiej bramki logicznej o elastycznie programowanej funkcji, przy czym warto podkreślić, że funkcja logiczna jest w tym wypadku realizowana sprzętowo, a nie programowo.

Krosownica

Krosownica (*switch matrix*) jest jedną z cech wyróżniających LPC800 spośród innych mikrokontrolerów. Umożliwia ona połączenie dowolnego wyprowadzenia mikrokontrolera z dowolnym wyjściem lub wejściem cyfrowym każdego z bloków funkcjonalnych. Dzięki temu projektant może dobrać rozmieszczenie sygnałów dostępnych na wyprowadzeniach mikrokontrolera w taki sposób, by uprościć projekt płytki drukowanej.

Krosownica nie działa dla funkcji analogowych – wejścia komparatora oraz wypro-

wadzenia związane z generowaniem przebiegu zegarowego nie mogą być relokowane.

Timer wielostanowy SCT

Timer SCT przypomina zaawansowane timery dostępne w niektórych rozbudowanych mikrokontrolerach z rdzeniami Cortex-M4. Ma on pięć rejestrów porównań, do czterech wejść i do czterech wyjść. Ponadto timer jest wyposażony w konfigurowalny automat wielostanowy, umożliwiający zróżnicowanie oddziaływań wejść i stanów wyjść w poszczególnych stanach. Licznik timer może zliczać w górę lub w dół, albo działać rewersyjnie, co ułatwia generowanie symetrycznych przebiegów PWM. Z pewnością jest to najbardziej zaawansowany timer dostępny w mikrokontrolerze o takiej liczbie wyprowadzeń.

Komparator analogowy

Komparator umożliwia porównanie napięć na dwóch wejściach z zewnątrz lub porównanie jednego napięcia wejściowego z wzorcem wewnętrznym. Napięcie wzorcowe może być uzyskane z wewnętrznego źródła napięcia odniesienia, lub z dzielnika zasilanego z głównego napięcia zasilania albo z dedykowanego wejścia. Dzielnik jest programowany i ma 32 poziomych wyjściowych.

Timer budzenia WKT

Timer WKT służy do budzenia mikrokontrolera ze stanów energooszczędnych. Timer jest bardzo prosty w programowaniu i może działać w każdym ze stanów o obni-