

# Nowe mikrokontrolery ARM z rodziny LPC2000 firmy Philips



## PHILIPS

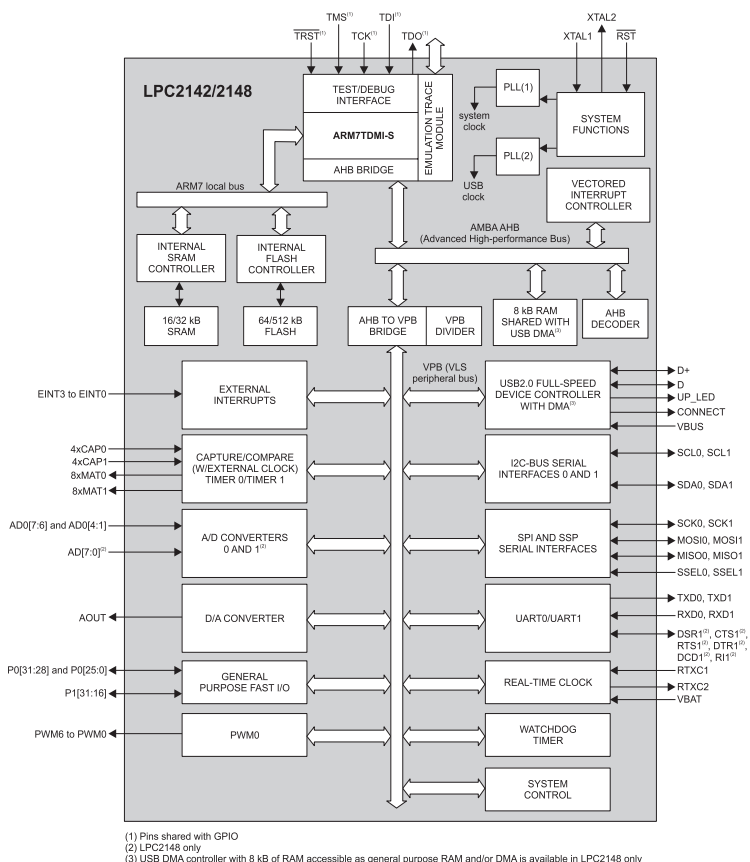
Jeszcze nie tak dawno pisaliśmy o nowych mikrokontrolerach ARM firmy Philips serii LPC213x, a już zostaliśmy uraczeni jeszcze nowszymi i – jak wszystko na to wskazuje – jeszcze lepszymi kostkami z rodziny LPC2100 o oznaczeniach LPC214x. Producent wyposażył je m.in. w szybki kontroler USB 2.0 oraz – co ważne w wielu zastosowaniach – w szybkie porty I/O.

Czytelnicy zainteresowani mikrokontrolerami ARM z pewnością pamiętają artykuł z EP5/2005 zatytułowany „Czy ARM zawsze znaczy szybki? Badanie szybkości pracy portów mikrokontrolera LPC2114 firmy Philips”. Opisywałem w nim z nieukrywaniem niezadowolonym problem wolnego dostępu do portów GPIO mikrokontrolerów rodziny LPC2100, który dyskwalifikował je w wielu praktycznych zastosowaniach i tym samym częściowo niweczył ogromny potencjał szybkościowy jaki tkwi w tych układach. Podobne głosy dały się słyszeć (czy raczej czytać) na internetowych forach dyskusyjnych, gdzie potencjalni użytkownicy ARM-ów Philipsa z lekkim niedowierzaniem i wręcz żalem pisali o tym, że porty GPIO tych układów mają rażąco niskie możliwości szybkościowe w porównaniu z ich rdzeniem. Można mieć oczywiście różne poglądy na rolę jaką pełnią porty GPIO w mikrokontrolerze o szybkim 32-bitowym rdzeniu – wszak stanowią one tylko jeden z wielu układów peryferyjnych. Jednak moim zdaniem, dostając do ręki 32-bitowy mikrokontroler a nie tylko 32-bitowe CPU, mamy prawo oczekiwać szybkich portów. Prawo takie daje nam ogromna liczba zastosowań mikrokontrolerów, w których korzysta się z szybkich portów I/O. Do tej pory w zastosowaniach takich królowały mikrokontrolery AVR i im podobne, jednak wszystko wskazuje na to, że ostatni bastion ich przewagi nad tanimi ARM-ami upadł! Jeszcze w maju Philips informował o planach wprowadzenia nowych ARM-ów, zaś z datą 22 czerwca 2005 ukazało się pierwsze wydanie noty katalogowej kostek, które – gdy już pojawią się w handlu – mają szansę znacząco ożywić świat współczesnej elektroniki cyfrowej. A szybkie porty GPIO to nie jedyne usprawnienia jakie w nich wprowadzono...

### Co nowego?

Po pierwsze – jak napisałem – nowością są szybkie porty GPIO mikrokontrolerów LPC214x. Inżynierowie z firmy Philips wysłuchali chyba „głosu ludu” i projektując nowe układy rodziny LPC2100 zadbali o to, aby miały one tak szybkie porty GPIO jak to tylko możliwe. Cel ten osiągnięto poprzez relokowanie rejestrów sterujących portami w przestrzeń adresową dostępną poprzez lokalną magistralę ARM (ARM local bus), która z kolei dostępna jest bezpośrednio rdzeniowi procesora. W efekcie konstruktorzy dostali mikrokontroler posiadający 45 linii I/O które – przy takto-

waniu rdzenia z częstotliwością 60 MHz i ustawieniu takiej samej częstotliwości pracy peryferiów – mogą być przełączane z częstotliwością 15 MHz! Występuje tu więc sytuacja identyczna jak w mikrokontrolerach AVR – szybki zapis danej do portu pozwala osiągnąć częstotliwość fali prostokątnej równą 25% częstotliwości pracy rdzenia. Oprócz tego konstruktorzy mają do dyspozycji nawet 9 wejść przerwań zewnętrznych wyzwalanych dowolnym poziomem lub zboczem, zaś wszystkie końcówki portów mogą bezpośrednio współpracować



Rys. 1. Schemat blokowy mikrokontrolerów LPC2142/2148

z układami zasilanymi napięciami 5 V, co jest obecnie rozwiązaniem standardowym w mikrokontrolerach zasilanych napięciem 3,3 V.

Co ciekawe – poszczególne piny portów mogą być przypisane do pełnienia różnych funkcji za pomocą bloku rejestrów *Pin Connect Block* zawierającego rejestry PINSEL0...2. Stan bitów rejestrów IODIR (określających kierunek linii portu) ma znaczenie jedynie wtedy, gdy dla danej końcówki wybrano funkcję portu GPIO. W pozostałych przypadkach stan rejestru IODIR jest ignorowany.

Drugą z istotnych nowości jest to, że mikrokontrolery LPC214x wyposażono w szybki kontroler USB 2.0 mogący pracować w trybie DMA z dedykowaną pamięcią SRAM o wielkości do 8 kB (DMA tylko w LPC2148). Interfejs USB umożliwia transfer danych z szybkością 12 Mb/s. Elementy te widzimy na rys. 1 przedstawiającym schemat blokowy mikrokontrolerów LPC2142/2148. Kontroler USB może działać w wielu trybach transferu (*Control, Interrupt, Bulk, Isochronous transfer*) oraz generować przerwania – jeśli tylko zechce tego programista. W chwili pisania tego artykułu (koniec czerwca 2005) nie są jeszcze dostępne sterowniki USB i przykłady stosownego kodu źródłowego na mikrokontroler i na komputer PC. Udostępnienie takich przykładów byłoby moim zdaniem wspaniałym uzupełnieniem przyjaznej cenowo polityki firmy Philips dotyczącej upowszechniania mikrokontrolerów rodziny LPC2000. Kontroler USB pozwala ponadto – w mikrokontrolerze LPC2148 – na dynamiczne przełączanie pomiędzy trybem kontroli programowej a trybem DMA.

Na rys. 2 przedstawiłem jeden ze sposobów dołączenia LPC2142/2148 do komputera (hosta) przez interfejs USB. Jak widać odbywa się to bezpośrednio i przy zerowych nakładach sprzętowych.

Nowe ARM-y wyposażono oczywiście w całe mnóstwo przydatnych układów peryferyjnych, które widać na rys. 1. Znajdziemy wśród nich wiele interfejsów szeregowych – dwa szybkie synchroniczne interfejsy I2C zapewniające transfer danych z szybkością 400 kb/s, dwa moduły UART oraz moduły SPI i SSP. Interfejsy I2C mogą być skonfigurowane zarówno jako urządzenia nadrzędne (*Master*) jak i podrzędne (*Slave*). Możliwa jest też praca w systemie z wieloma układami Master. Moduł interfejsu SSP może pracować w trybie SPI, SSI lub Microwire zapewniając wysoką elastyczność wykorzystania go w aplikacji. Moduły UART posiadają wbudowane

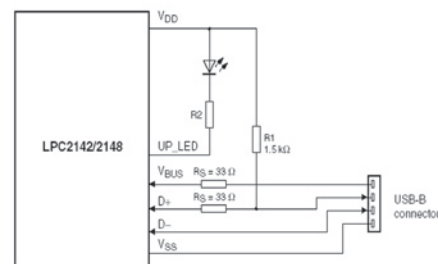
16-bajtowe bufor FIFO zarówno po stronie nadajnika jak i odbiornika oraz ulepszony moduł generowania prędkości transmisji szeregowej (*baudrate*). Generator ten pozwala ustawić szeroką gamę szybkości transmisji bez konieczności stosowania rezonatorów kwarcowych o specjalnych „okrągłych” wartościach. W modułach UART zawarto także rozwiązanie wspomagające realizację kontroli przepływu (*flow control*) zarówno programowej (protokół XON/XOFF) jak i sprzętowej.

Układy LPC214x posiadają dwa 32-bitowe timery, z których każdy wyposażony jest w cztery kanały Capture/Compare. Kostki te wyposażono w sześciokanałowy moduł PWM, watchdog timer i zegar czasu rzeczywistego (RTC) mogący pracować z zewnętrznym rezonatorem kwarcowym oraz z odrębnym źródłem zasilania. RTC pobiera bardzo niewiele prądu, co predestynuje mikrokontrolery LPC214x do tworzenia wszelkich systemów wymagających pomiaru czasu rzeczywistego, które z różnych względów muszą być zasilanych bateryjnie.

Analogowy *front-end* nowych ARM-ów nie jest może imponujący, ale mieści się w ramach przyzwoitych współczesnych standardów, jakie obecnie obowiązują na rynku. Stanowią go dwa oddzielne 10-bitowe przetworniki A/C (z których jeden posiada 6 kanałów, a drugi – 8 kanałów) oraz jeden 10-bitowy przetwornik C/A. Oczywiście każdy z przetworników A/C posiada oddzielne rejestry z nim związane. Zakres napięć wejściowych wynosi 0...3,3 V zaś maksymalna szybkość przetwarzania analogowo-cyfrowego jest na poziomie 400 kHz. Przetwornik C/A posiada buforowane wyjście oraz możliwość wyboru prędkości przetwarzania, co pozwala (przy ustawieniu niskiej prędkości) radykalnie obniżyć pobierany przez niego prąd.

Podobnie jak poprzednicy, mikrokontrolery LPC214x wyposażone są w pamięć programu Flash o niemałych rozmiarach programowalną w systemie. Uwagę zwraca także duża ilość pokładowej pamięci RAM. Wielkość obu typów pamięci dla różnych przedstawicieli podrodziny LPC214x przedstawiono w tab. 1. Ich rozmiary dla mikrokontrolera LPC2148 są wręcz imponujące – 512 kB pamięci Flash i 40 kB pamięci RAM.

Programowanie pamięci Flash w systemie może odbywać się m.in. przez port szeregowy za pośrednictwem *bootloadera* i odpowiedniego oprogramowania pracującego na komputerze PC. W chwili obecnej (czerwiec 2005) program *LPC2000 Flash Utility* nie obsłu-



Rys. 3. Przykład połączenia mikrokontrolerów LPC2142/2148 z interfejsem USB

guje jeszcze nowych mikrokontrolerów, ale w najbliższym czasie z pewnością ulegnie to zmianie, podobnie jak miało to miejsce po wprowadzeniu na rynek ich nieco starszych braci – mikrokontrolerów LPC213x. Możliwe są także modyfikacje części pamięci Flash przez oprogramowanie aplikacyjne podczas pracy systemu. Kasowanie zarówno pojedynczego sektora pamięci Flash jak i jej całej zawartości trwa 400 ms, zaś zapis bloku o długości 256 bajtów zajmuje 1 ms.

### Podsumowanie

Trzeba przyznać, że nowości jakie zawarli w swoim najnowszym dziele inżynierowie firmy Philips wyglądają bardzo interesująco i mogą przynieść bardzo konkretny plon w postaci dużej popularności mikrokontrolerów LPC214x wśród konstruktorów tworzących urządzenia mikroprocesorowe. Jest bowiem bardzo prawdopodobne, że – przy rozsądnej polityce cenowej – możliwość prostego wykorzystania wbudowanego kontrolera USB i (wreszcie!) szybkie porty GPIO spopularyzują nowe mikrokontrolery na dużą skalę. Być może z czasem zastąpią one AVR-y, PIC-e i tym podobne kostki na stanowisku „dyżurnych mikrokontrolerów ogólnego zastosowania” (zgodnie z zasadami sztuki konstruktorskiej nie powinno istnieć takie pojęcie, ale siłą rzeczy istnieje). Cóż – pożyjemy, zobaczymy.

Gdy tylko wejdą one na rynek (wraz z niezbędnymi uaktualnieniami narzędzi projektowych) przetestujemy je, a o wynikach prób będziemy na bieżąco informować Czytelników EP.

**Arkadiusz Antoniak, EP**  
arkadiusz.antoniak@ep.com.pl

Tab. 1. Pojemności pamięci Flash i SRAM w mikrokontrolerach LPC214x		
Typ	Flash [kB]	SRAM [kB]
LPC2141	32	8
LPC2142	64	16
LPC2144	128	16
LPC2146	256	40
LPC2148	512	40