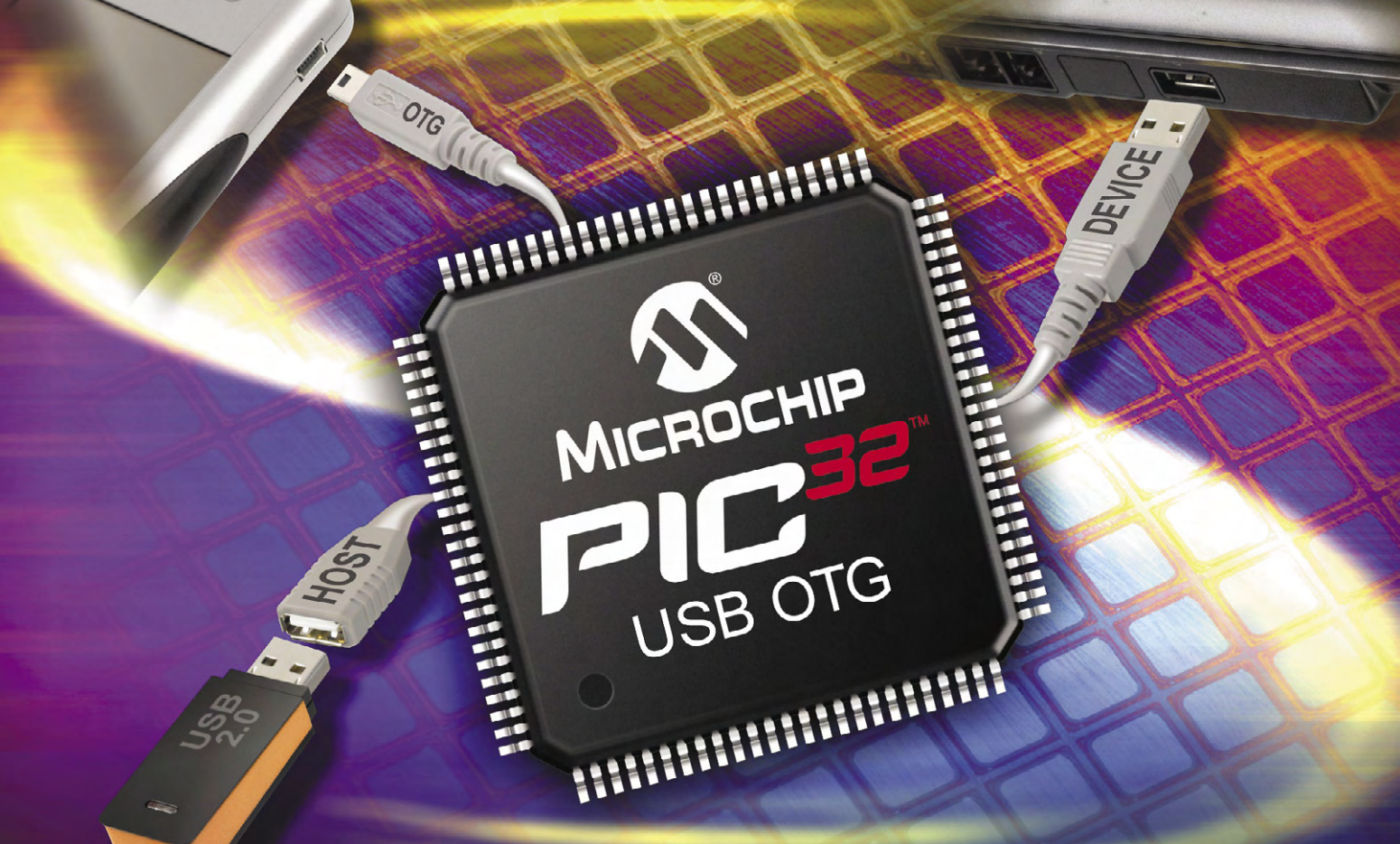




Mikrokontrolery PIC32 z interfejsem USB OTG

Firma Microchip, producent dobrze znanych na naszym rynku procesorów 8-bitowych, planuje poszerzenie rodziny swoich 32-bitowych mikrokontrolerów PIC32. W nowe układy jest wbudowany interfejs USB OTG (On-The-Go). Powoli, ale nieustępliwie, zastępuje on wysłużony interfejs RS232 do komunikacji z komputerem PC. Rozszerzenie standardu USB 2.0 OTG pozwala na dodanie niektórych funkcji Hosta USB urządzeniom podrzędnym

Nowe mikrokontrolery PIC32 mają rdzeń M4K z rodziny MIPS32. Rdzenie te, podobnie jak popularne ARM, są również oferowane jako rozwiązania do implementacji przez innych producentów układów scalonych. Dominacji ARM-ów oparł się również Atmel, który w swoich 32-bitowych

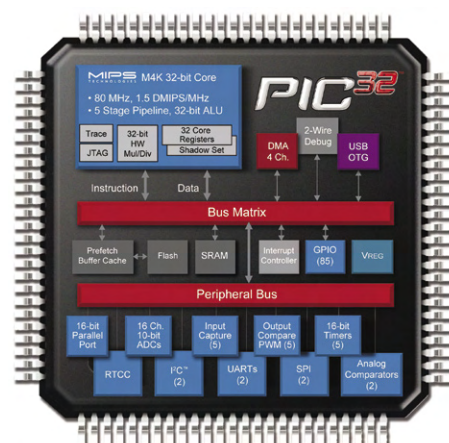
mikrokontrolerach stosuje rdzeń AVR32 (opisywany w EP1/2008).

Podstawowe parametry nowych mikrokontrolerów PIC z obsługą USB OTG zestawiono w **tab. 1**. Jak podaje producent, prędkość wykonywania kodu przez nowe układy jest bardzo wysoka. Określona parametrem

DMIPS uzyskanym w teście Dhrystone sięga 1,53 DMIPS na 1 MHz. Oznacza to, że układ wykonuje średnio półtorej instrukcji na takt zegara. Uzyskanie wysokiej wydajności było możliwe m.in. dzięki zastosowaniu 5-stopniowego przetwarzania potokowego oraz modułu sprzętowego dzielenia i mnożenia. Dzięki temu modułowi mnożenie i dzielenie

USB OTG (On-The-Go)

Standard USB OTG jest uzupełnieniem standardu interfejsu USB 2.0, w którym zaciera się rozróżnienie między urządzeniami nadrzędnymi i podrzędnymi. Pozwala więc na dodanie do urządzeń peryferyjnych funkcjonalności hosta USB. Jest więc możliwe pełnienie przez nie dwóch funkcji: urządzenia peryferyjnego (device), albo zamiennie hosta USB. Możliwe jest przy tym dynamiczne przełączanie się pomiędzy tymi funkcjami. Umożliwia to realizację połączenia typu punkt-punkt. Interfejsy USB OTG są kompatybilne ze standardem USB 2.0. W standardzie tym zostały zmniejszone również wymagania na dostarczaną moc z urządzenia pełniącego rolę hosta w celu wydłużenia pracy z zasilaniem baterijnym. Host USB OTG musi zapewnić prąd o wartości minimum 8 mA na linii zasilania VBUS przy napięciu pomiędzy 4,4 a 5,25 V. USB OTG wprowadza nowy standard wtyczki (micro AB) oraz kabli.



Rys. 1. Schemat blokowy układów PIC32



Tab. 1. Zestawienie parametrów układów PIC32 z USB

Typ	Fmax [Mhz]	Flash [KB]	RAM [kB]	Kanały DMA	Liczba kanałów przetwornika A/D	Max. Rozdzielczość przetwornika A/D	USB	Komparatory analogowe	Timery	Capture/Compare/PWM	UART/SPI/I2C	ITrace	Liczba końcówek
PIC32MX420F032H	40	32	8	-	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UART 1 – SPI 2 – I²C	-	64
PIC32MX440F128H	80	128	32	4	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UART 1 – SPI 2 – I²C	-	64
PIC32MX440F128L	80	128	32	4	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UART 2 – SPI 2 – I²C	-	100
PIC32MX440F256H	80	256	32	4	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UART 1 – SPI 2 – I²C	-	64
PIC32MX440F512H	80	512	32	4	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UART 2 – SPI 2 – I²C	instrukcje	64
PIC32MX460F256L	80	256	32	4	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UART 2 – SPI 2 – I²C	instrukcje	100
PIC32MX460F512L	80	512	32	4	16	10	USB 2.0 OTG	2	5 x 16-bit 1 x 32-bit	5 -Std. PWM 5 -Input Capture	2 – UAR 2 – SPI 2 – I²C	instrukcje	100

wykonywane jest w jednym cyklu zegarowym. W celu zminimalizowania czasu obsługi przerwania, mikrokontrolery PIC32 mają podwójne zestawy rejestrów (*shadow registers*). Naprzemienne przełączanie tych rejestrów skraca czas obsługi przerwania, gdyż nie ma potrzeby zapisywania na stosie aktualnego stanu procesora. W układach PIC32 rdzenie MIPS mają rozdzielone magistrale danych i instrukcji (32-bitowe), są to więc procesory o architekturze harwardzkiej. Schemat blokowy mikrokontrolerów PIC32 przedstawiono na **rys. 1**.

Możliwości nowych 32-bitowych PIC-ów

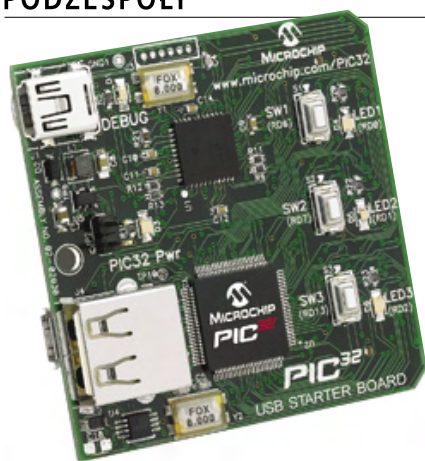
Mikrokontrolery PIC32 mają pamięć Flash o pojemności od 32 do 512 kB, w zależności od wersji mikrokontrolera, wyposażoną w moduł wstępnego pobierania danych (*pre-fetch*). Oprócz standardowych komunikacyjnych układów peryferyjnych takich, jak: UART, I²C, SPI (po dwa), w mikroprocesorach wbudowany jest moduł komunikacyjny USB OTG. Zawiera on generator sygnału zegarowego 48 MHz (wymagany w standardzie USB *low-* i *full-speed*), *transceiver*, układy komparatorów napięcia na magistrali USB, a także rezystory podciągające do napięcia zasilania lub

do masy w zależności od trybu pracy modułu. Ma również kontroler DMA do obsługi systemowej pamięci RAM oraz Flash. Do opisywanych mikrokontrolerów można również dołączyć urządzenia zewnętrzne za pomocą portu równoległego. Magistrala adresowa dla peryferiów może mieć szerokość do 16 bitów, natomiast magistrala danych może być 8- lub 16-bitowa (w mikrokontrolerach w obudowach z 64 wyprowadzeniami dostępne jest tylko 8 bitów danych). Umożliwia ona dołączenie do mikrokontrolera zewnętrznych pamięci takich, jak SRAM czy Flash, modułów LCD, innych mikrokontrolerów. Aby odciążyć jednostkę centralną od zadań związanych z transferem danych, mikrokontrolery PIC32 wyposażono w moduł DMA, który umożliwia bezpośredni transfer danych z i do modułu komunikacyjnego do i z pamięci bez udziału mikrokontrolera. Mikrokontrolery z rodziny PIC32 zostały tak zaprojektowane, aby ułatwić przenoszenie oprogramowania między różnymi modelami mikrokontrolerów, a nawet pomiędzy wersjami w różnych obudowach (64 i 100 wyprowadzenia). Mikrokontrolery muszą być zasilane napięciem od 2,3 do 3,6 V, przy czym linie wejścia-wyjścia akceptują

napięcie do 5 V. Należy tu zaznaczyć, że stwierdzenie to jest prawdziwe tylko dla czysto cyfrowych wejść. Jeżeli dana końcówka może pełnić funkcje analogowe, to maksymalne napięcie nie może przekraczać napięcia zasilania. Prąd pobierany przez te układy podczas normalnej pracy wynosi około 55 mA przy częstotliwości zegarowej 80 MHz. Mikrokontrolery PIC32 mogą pracować w kilku trybach oszczędzania energii, to jest przy zmniejszanej wartości prądu pobieranego przez układ. Moduł zarządzania energią posiada funkcje Power-On-Reset, Brown-Out-Reset oraz wykrywania niskiego napięcia zasilania.

Właściwości interfejsu USB mikrokontrolerów PIC32

- obsługa USB Full-Speed w trybach Host oraz Device
- obsługa USB Low-Speed w trybie Host
- obsługa USB On-The-Go (OTG)
- wbudowane rezystory podciągające (sygnalizacyjne – *signaling resistors*)
- wbudowane komparatory analogowe do monitorowania linii VBUS
- moduł nadawczo-odbiorczy USB (*transceiver*)
- sprzętowe sterowanie protokołem *handshake*
- buforowanie danych po stronie mikrokontrolera pod dowolnym adresem w systemowej pamięci RAM
- zintegrowany kontroler DMA dostępu z i do pamięci danych SRAM i Flash



Fot. 2. Starter Kit dla mikrokontrolerów PIC32

Narzędzia projektowe

Przygotowanie oprogramowania dla mikrokontrolerów PIC32 jest możliwe w darmowym środowisku MPLAB IDE. Do kompilacji programów w języku C dostępny jest kompilator

MPLAB C Compiler for PIC32 MCUs. Darmowa wersja tego programu ma ograniczenie w objętości generowanego kodu programu do 16 kB lub do 64 kB dla wersji Student Edition. Dla mikrokontrolerów PIC32 dostępny jest również emulator MPLAB REAL ICE, debugger MPLAB ICD 2 oraz uniwersalny programator PM3.

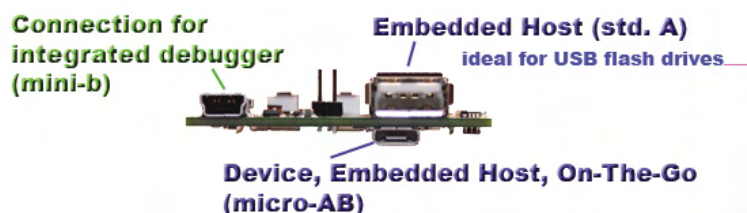
Microchip wspiera projektantów oprogramowania dla swoich 32-bitowców oferując darmowe biblioteki programowe, m.in. stos protokołów TCP/IP, obsługi interfejsu CAN lub też biblioteki audio oraz do projektowania GUI (graficznego interfejsu użytkownika). Wraz z pojawieniem się zapowiadanego zestawu uruchomieniowego PIC32 USB Starter Board (fot. 2) dla nowych mikrokontrolerów PIC32 z USB OTG, Microchip ma za-

miar opublikować również biblioteki programowe USB Dual-Role stack (na razie dostępne są stopy USB Device oraz USB Host). PIC32 USB Starter Board zawiera złącza USB: micro-AB dla USB OTG, embedded host (standardowe A) oraz mini-b służące do debugowania oraz ładowania kodu programu (rys. 3). Płytkę jest zasilana ze złącza USB.

Zakończenie

Interfejs USB zastępuje wysłużonego RS-232 w komunikacji z komputerem PC. Ciekawie zapowiadają się również nowe procesory z wbudowanymi kontrolerami USB, w tym opisywany w artykule mikrokontroler PIC32. Mam nadzieję, że również w projektach przedstawianych na łamach EP niedługo większość (jak nie wszystkie) moduły z mikrokontrolerem będą komunikowały się właśnie przez ten uniwersalny port szeregowy. Wprowadzane właśnie mikrokontrolery PIC32 wydają się być interesującą propozycją dla projektantów urządzeń z obsługą przez USB OTG.

Maciej Gołaszewski, EP
maciej.golaszewski@ep.com.pl



Rys. 3. Złącza dostępne na płytce PIC32 Starter Kit

R E K L

www.euroelektronika.pl
info@euroelektronika.pl

Biuro Handlowe
 ul. Warszawska 41 lok. 7, 05-092 Łomianki
 tel. (+48 22) 751-97-44, fax (+48 22) 751 97 74

A M A

POWER INTEGRATIONS
www.FERYSTER.pl
 FERYSTER® spółka jawna B. i Z. Sobków
 PRODUCENT ELEMENTÓW INDUKCYJNYCH

❖ **UNIwersALNE OBWODY DRUKOWANE POD KLUCZE PI**
 ❖ **NOwe RODZINY KLUCZY PI**

LinkSwitch-XT
TOP250Y TOPSwitch-GX
INFO@FERYS TER.PL

artronic
www.artronic.pl
OPTOELEKTRONIKA

LCD
 12x4 RGE tech. extend tempers

LED

NOWOŚĆ !!

baterie litowo polimer