

# Mikrokontrolery XXI wieku

Na takie miano zasługują zdaniem firmy Microchip mikrokontrolery nowej rodziny PIC18Cxxx. Na pytanie, jakie są podstawy takiego określenia, postaramy się odpowiedzieć w artykule. Uzupełnieniem artykułu jest multimedialna prezentacja zawierająca także dane katalogowe, którą zamieściliśmy na płycie CD-EP3/2000.



Wprowadzenie przez firmę Microchip do oferty produkcyjnej rodziny mikrokontrolerów PIC18Cxxx nie stanowi wprawdzie wydarzenia godnego przełomu tysiącleci, jest jednak dowodem na to, że Microchip uważnie obserwuje zmiany zachodzące na rynku i potrafi na nie reagować. Dopuszczam oczywiście myśl, że z moją opinią nie zgodzi się duże grono miłośników PIC-ów oraz firmy dystrybucyjne, natomiast z pobieżnej analizy ofert innych producentów wynika, że kierunek obrany przez Microchipsa został zauważony przez nich wcześniej.

## Co w nowym PIC-u piszczy?

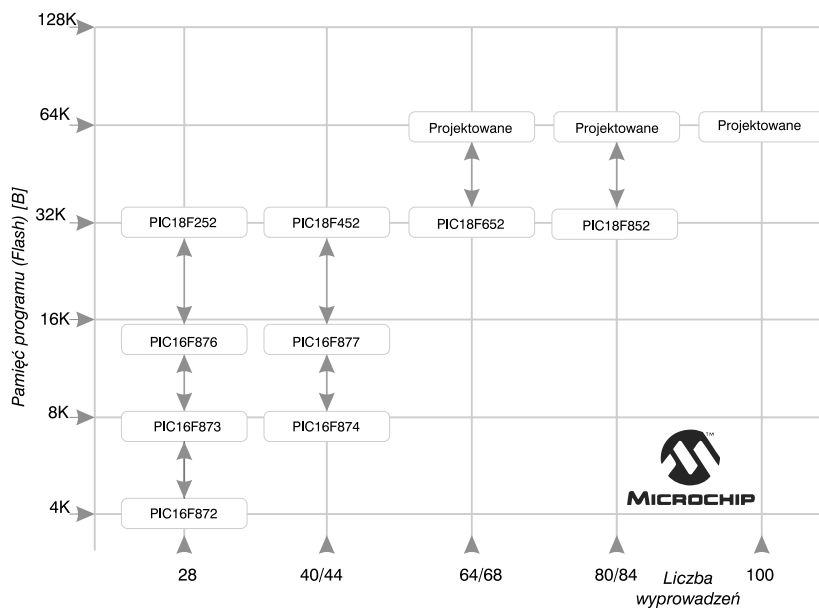
Podstawową ideą przyświecającą twórcom rodziny PIC18Cxxx było stworzenie nowej dla Microchipsa grupy mikrokontrolerów, którą w skrócie można nazwać układami z „górnej półki”. Określenie to jest uzasadnione zarówno wydajnością obliczeniową, rozbudowaną listą instrukcji, jak i znacznie większymi, niż w kontrolerach dotychczasowych wersji, możliwościami funkcjonalnych. Bardzo ważną wspólną cechą nowych mikrokon-

trolerów jest zgodność ich wyprowadzeń z dotychczas dostępnymi układami. Dzięki temu można zwiększyć moc obliczeniową już istniejących systemów bez konieczności dokonywania jakichkolwiek przeróbek obwodów drukowanych i otoczenia mikrokontrolerów.

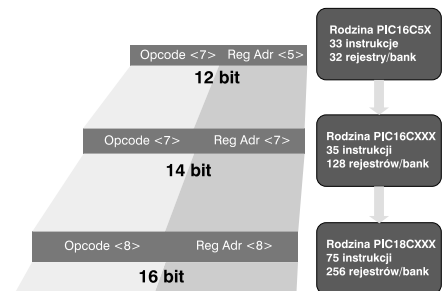
Na rys. 1 znajduje się wykres obrazujący główne parametry planowanych przez producenta kilku nowych procesorów, które pojawiają się na rynku jako pierwsze. Ponieważ podczas opracowywania tego artykułu (koniec stycznia 2000) dane dostarczone przez producenta w różnych materiałach były sprzeczne, wykres ten należy traktować jako orientacyjny.

## Pamięć

Drugim, bardzo istotnym, założeniem twórców rodziny PIC18Cxxx było opracowanie układów kompatybilnych na poziomie kodu źródłowego z mikrokontrolerami, które zdobyły już uznanie i popularność na rynku. Według zapewnienia producenta, każdy program napisany w assemblerze lub C dla dowolnego ze starszych mikrokontrolerów można zrekompilować dla PIC18Cxxx bez konieczności dokonywania jakichkolwiek przeróbek (nie dotyczy to programów dla PIC17C, które trzeba modyfikować). Jednym ze sposobów utrzymania kompatybilności nowych procesorów „w dół” był prosty zabieg poszerzenia słowa instrukcji do 16 bitów, które zastąpiło dotychczasowe słowo 12 lub 14-bitowe (rys. 2). Nie oznacza to jednak, że procesory PIC18Cxxx są wyposażone w 16-bitowe ALU - wszystkie instrukcje nadal operują na danych 8-bitowych. Pamięć pro-

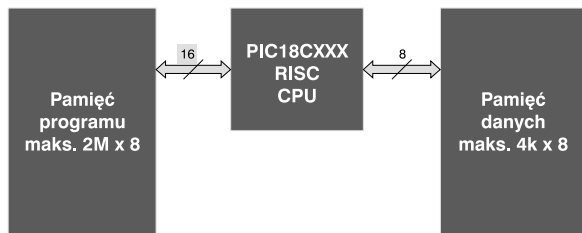


Rys. 1.



Rys. 2.

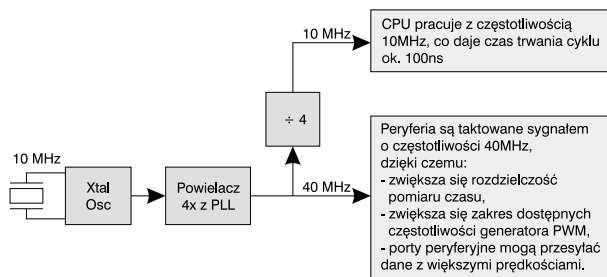
Zestawienie procesorów serii PIC18, które powinny być dostępne w najbliższych tygodniach.										
Oznaczenie	Pamięć programu OTP/Flash [B]	Pamięć danych EEPROM [B]	Pamięć danych RAM [B]	Liczba wejść przetwornika A/C	Liczba portów I/O	Port szeregowy (10-bitowy)	Modulator PWM	Timery 8/16-bitowe/watchdog	Programowanie w systemie	Liczba wyprowadzeń
PIC18C242	16k	-	512	5	23	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	Tak	28
PIC18C442	16k	-	512	8	34	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	Tak	40/44
PIC18C252	32k	-	1536	5	23	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	Tak	28
PIC18C452	32k	-	1536	8	34	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	-	40/44
PIC18C601	Bez ROM-u	-	1024	12	31	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	-	64/68
PIC18C801	Bez ROM-u	-	1024	12	53	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	Tak	80/84
PIC18F242	16k (Flash)	256	512	5	23	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	Tak	28
PIC18F442	16k (Flash)	256	512	8	34	USART/I <sup>2</sup> C/SPI	2	1/3/1	Tak	40/44
PIC18F652	32k (Flash)	256	2048	12 (12-bitowy przetwornik)	52	USART (2)/I <sup>2</sup> C/SPI	5	1/3/1	Tak	64/68
PIC18F852	32k (Flash)	256	2048	16 (12-bitowy przetwornik)	68	USART (2)/I <sup>2</sup> C/SPI	5	1/3/1	Tak	80/84



Rys. 3.

gramu jest w związku z tym logicznie oddzielona od pamięci danych (rys. 3). Jak widać na tym rysunku, możliwości adresowe procesorów PIC18Cxxx są znacznie większe niż dotychczas produkowanych. Zmienił się także sposób adresowania pamięci programu i danych - dostęp do ich zasobów jest już w pełni liniowy.

Zgodnie z zapowiedziami firmy Microchip, procesory PIC18Cxxx oferowane będą w czterech wersjach: z pamięcią EPROM-OTP, reprogramowalną Flash, ROM (z maską, tylko w ilościach produkcyjnych) oraz przystosowane do pracy z zewnętrzną pamięcią programu.



Rys. 4.

### Zestaw instrukcji

Zestaw instrukcji procesorów PIC18Cxxx jest niezwykle bogaty. Pomimo założenia, że rdzeń procesora jest typu RISC, programista może wykorzystać aż 75 poleceń, w tym 4 składające się z dwóch 16-bitowych słów (m.in. CALL i GOTO). Procesory PIC18Cxxx doskonale radzą sobie z instrukcjami dostępnymi dla wszystkich procesorów rodzin PIC16 i PIC17, a dodatkowo dysponują instrukcjami realizującymi transfer danych pomiędzy pamięcią danych i programu (i vice versa), dostępna jest instrukcja mnożenia przez siebie dwóch bajtów danych, szereg instrukcji operujących na pojedynczych bitach rejestrów, nowe warunkowe instrukcje skoków oraz obsługi sprzętowego stosu (PUSH i POP).

### Optymalizacja pod kątem języków wysokiego poziomu

Twórcy procesorów rodziny PIC18Cxxx przyjęli nietypową drogę ich projektowania - z góry założono, że zastosowana architektura musi być zoptymalizowana pod kątem programów pisanych w językach wysokiego poziomu (przede wszystkim w C). Stąd właśnie duży nacisk na realizację sprzętowego stosu z łatwym dostępem do przechowywanych danych, liniowe adresowanie, dużą pojemność pamięci RAM, nowe, bardzo efektywne instrukcje skoków warunkowych, rozbudowane tryby adresowania pamięci (m.in. dostępne trzy niezależne wskaźniki danych) i sprzętowe wspomaganie operacji na tablicach.

Wykorzystanie wszystkich zalet nowych mikrokontrolerów zapewnią opracowany przez Microchip kompilator MPLAB-C18, który jest podstawowym i szczególnie zalecanym przez producenta narzędziem programistycznym.

### Peryferia

Mikrokontrolery PIC18Cxxx wyposażono w szereg interfejsów peryferyjnych o możliwościach i właściwościach nie spotykanych w dotychczas oferowanych mikrokontrolerach.

Poważnym modyfikacją poddano m.in. generator wzorcowy, który może pracować z rezonatorem kwarcowym, układem rezonansowym LC lub RC, a zewnętrzna częstotliwość taktowania może wynosić do 10MHz. Jest ona 4-krotnie powielana za pomocą generatora z PLL, dzięki czemu wszystkie peryferia są taktowane sygnałem o częstotliwości 40MHz, a jednostka centralna z częstotliwością 10MHz (rys. 4). Tak duża częstotliwość taktowania peryferiów zapewnia znacznie większą niż dotychczas rozdzielczość pomiaru czasu i umożliwia wydajne zwiększenie częstotliwości generatora PWM. Zastosowanie powielacza częstotliwości dla peryferiów powoduje, że można utrzymać na niższym poziomie moc pobieraną przez mikrokontroler (bo „rdzeń” jest taktowany z częstotliwością 10 MHz, a moc rośnie liniowo z częstotliwością) oraz niższy

poziom zakłóceń EM generowanych przez procesor do otoczenia. Mikrokontrolery PIC18Cxxx wyposażone są ponadto w alternatywny generator taktujący, który jest źródłem sygnału dla jednego z timerów i może być także wykorzystany do taktowania rdzenia mikrokontrolera (w trybie obniżonego poboru mocy). Na rys. 5 znajduje się kompletny schemat bloku generatorów.

Szereg zmian wprowadzono także w timerach, których główne elementy architektury pochodzą z PIC16Cxxx. Najważniejsze udoskonalenia to: oddzielne sygnały wzorcowe dla trybów Capture, Compare i PWM, rozdzielnie zasobów sprzętowych TMR0 i watchdoga, zastosowanie 16-bitowego bufora odczytu dla timerów oraz wbudowanie w mikrokontroler dodatkowego timera TMR3 (funkcjonalnie zbliżony do TMR1). Pewnemu rozszerzeniu uległy także możliwości konfiguracji watchdoga, m.in. jego programowe włączanie i wyłączenie.

Mikrokontrolery PIC18Cxxx wyposażono w bardzo rozbudowane peryferyjne moduły komunikacyjne:

- ✓ W pełni duplexowy USART do asynchronicznej transmisji szeregowej, z możliwością transmisji zgodnie z IEE485 (adresowane węzły komunikacyjne). Można go skonfigurować także w semiduplexowym, synchronicznym trybie pracy (jako Master lub Slave).
  - ✓ Szeregowy, synchroniczny interfejs SPI (4 tryby), MicroWire lub I<sup>2</sup>C. W trybie I<sup>2</sup>C może pracować jako Master lub Slave, może także pracować w systemach z wieloma Masterami.
  - ✓ Niektóre wersje mikrokontrolerów będą wyposażane w interfejs CANBus zgodny z zaleceniami 2.0B.
  - ✓ Szeregowy, 5-liniowy interfejs ICSP umożliwiający programowanie mikrokontrolera w systemie.
- Analogowym „oknem na świat” jest wbudowany w mikrokontroler 10-bitowy (planowane są wersje 8..12 bitów) przetwornik A/C z analogowym multiplekserem na wejściu. Szybkość konwersji można programowo ustawiać, przy czym minimalny czas jej trwania wynosi 1,6µs. W zależności od wymagań aplikacji, jako napięcie odniesienia można zastosować napięcie wytwarzane przez wewnętrzne lub zewnętrzne źródło.

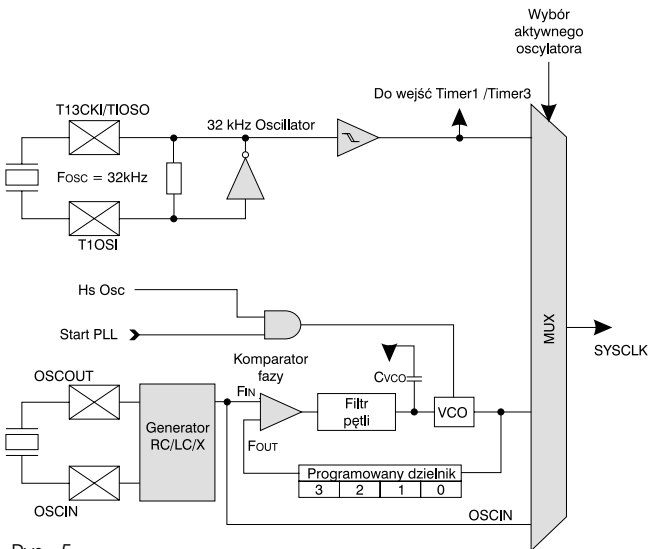
Procesory PIC18Cxxx wyposażono także w programowany detektor zbyt niskiego napięcia zasilania, który generując przerwanie sygnalizuje z wyprzedzeniem całkowity zanik napięcia.

Na rys. 6 znajduje się schemat blokowy mikrokontrolerów z podrodziny PIC18C4x2, które są jednymi z najbardziej rozbudowanych funkcjonalnie układów.

### Narzędzia

Od początku działalności na rynku mikrokontrolerów firma Microchip przywiązywała bardzo dużą wagę do narzędzi dostarczanych wraz ze swoimi produktami. Także rodzina PIC18Cxxx ma zapewniony doskonały support narzędziowy, w skład którego wchodzi:

- ✗ kompilator języka (z całym narzędziowym otoczeniem!) C MPLAB-C18 - jego wersję testową zamieszczamy na płycie CD-EP3/2000;
- ✗ upgrade oprogramowania dla PICStart Plus, dzięki któremu może on współpracować z nowymi mikrokontrolerami;



Rys. 5.

X emulator czasu rzeczywistego MPLAB-ICE, który jest jednym z najsilniejszych narzędzi tego typu.

Andrzej Gawryluk, AVT

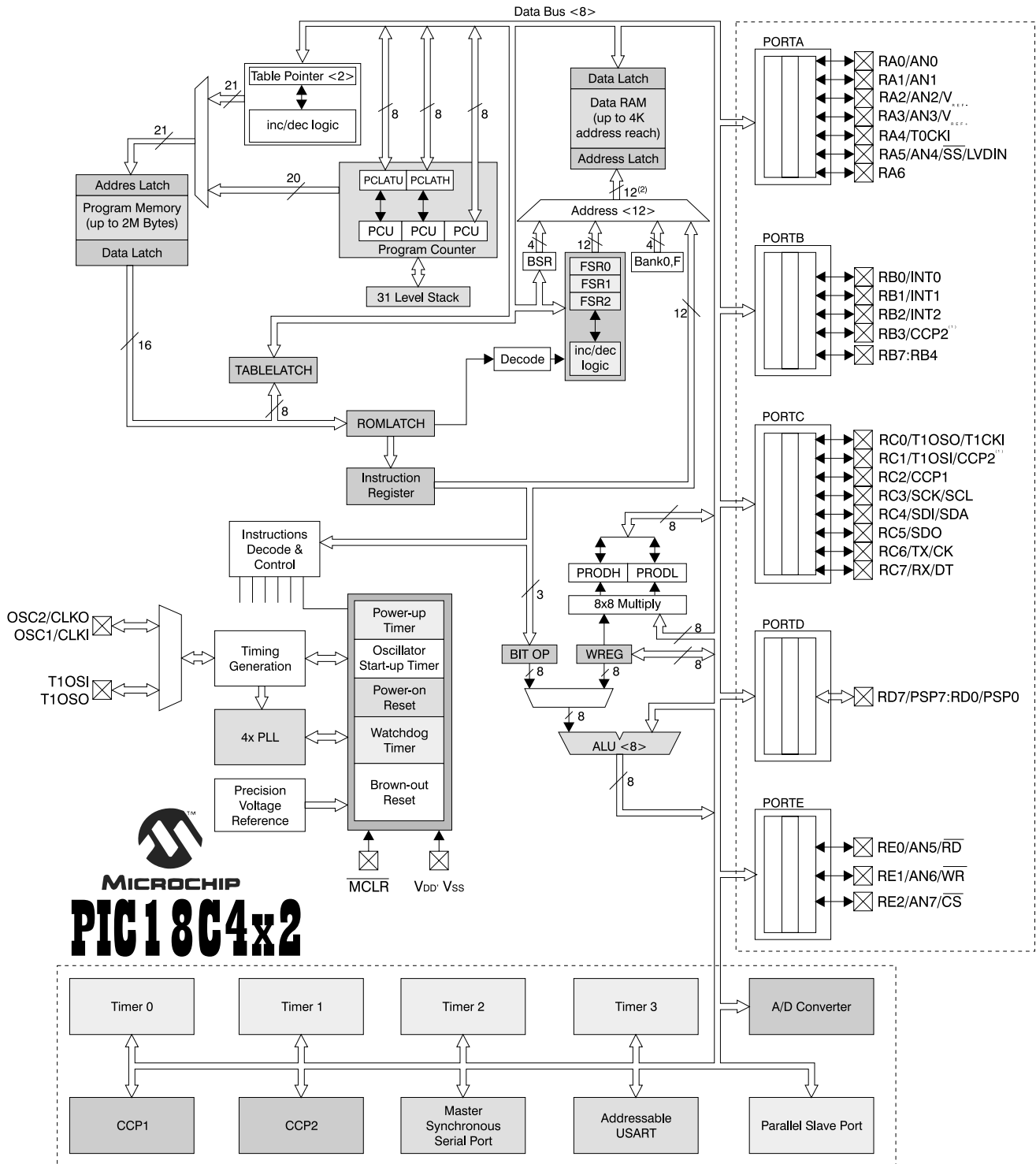
Prezentację multimedialną wraz z danymi katalogowymi publikujemy na płycie CD-EP3/2000 w katalogu \PIC18.

Testowa wersja kompilatora C dla PIC18 jest dostępna na płycie CD-EP3/2000 w katalogu \programy\mplab.



Dane zawarte w artykule są zgodne z informacjami udostępnionymi przez firmę Microchip w dniu 22.01.2000 i mogą odbiegać od publikowanych w innych materiałach.

Przedstawicielami Microchipsa w Polsce są firmy: Elbatex (tel. (0-22) 868-22-78), Future (tel. (0-22) 618-92-02) i Gamma (tel. (0-22) 663-83-76).



Rys. 6.