

Mikrokontrolery XE8000



XEMICS

radzą sobie niemal bez prądu

RISC-owe kontrolery firmy XEMICS to wymarzone podzespoły dla konstruktorów zajmujących się projektowaniem systemów akwizycji danych. Mając do dyspozycji układy XE88LC01...06 reprezentujące rodzinę XE8000 można stawać wobec najtrudniejszych - energetycznie i wydajnościowo - wyzwań. Okazuje się, że na problemy, z którymi nie można sobie poradzić od dłuższego czasu jest bardzo prosta metoda. Niemal gotowe rozwiązania leżą w zasięgu ręki! Wystarczy sięgnąć!

W muzyce od pewnego czasu zapanowała moda na koncerty *unplugged*, czyli w wolnym tłumaczeniu bez prądu. Słyszemy prawdziwe brzmienia instrumentów akustycznych. Prawdziwa rozkosz dla ucha. Ciekawe, czy kiedyś nadejdą czasy, że elektronika będzie potrafiła również obyć się bez prądu? To dość przewrotne pytanie, bo przecież opiera się ona właśnie na zjawisku przepływu prądu. Faktem jest jednak, że od czasów pierwszych konstrukcji elektronicznych istnieje ciągła tendencja do systematycznego obniżania napięć zasilających, a co za tym idzie i ograniczaniu poboru prądu. Bezsporną zaletą tych dążeń jest obniżanie mocy pobieranej z zasilania, a w konsekwencji obniżanie kosztów eksploatacji urządzeń oraz minimalizację emisji zakłóceń.

Firma XEMICS wzięła sobie za punkt honoru, by jej wyroby osiągały pod tym względem parametry bliskie granic możliwości. Faktycznie, gdy się im przyjrzyć mogą zapierać dech w piersi nawet osobom mającym na co dzień do czynienia z najnowocześniejszymi produktami. Popatrzmy zatem na **tab. 1** - zestawiono w niej ważniejsze dane mikrokontrolerów rodziny XE8000. Są to układy wykonane w technologii CMOS, posiadają 8-bitowe rejestry wewnętrzne i magistralę danych oraz 22-bitowe słowo rozkazu. Stanowią własne opracowanie Xemics a. Układy te nie są kompatybilne z żadną z po-

pularnych rodzin mikrokontrolerów jak np. MCS-51, AVR, PIC, czy HC05/08. Charakteryzują się one możliwością pracy przy ultraniskim napięciu zasilającym. Nadają się więc idealnie do urządzeń zasilanych bateryjnie. Wszystkie rozkazy spośród 35 dostępnych, włącznie z mnożeniem 8*8 bitów i skokami warunkowymi są wykonywane w jednym cyklu zegara. Mamy więc do czynienia z klasycznym procesorem RISC. Jego moc obliczeniowa osiąga wartość 4 MIPS przy częstotliwości zegara 4 MHz. Wykonywanie programu odbywa się w trybie 3-poziomowego przetwarzania potokowego. Schemat blokowy rdzenia jest przedstawiony na **rys. 1**. Na uwagę zasługuje umieszczenie akumulatora *a* bezpośrednio na wyjściu jednostki arytmetyczno-logicznej (*Arithmetic Logic Unit*). Jest to rozwiązanie nietypowe dla klasycznych procesorów 8-bitowych oraz innych procesorów RISC. Dzięki temu ostatni wynik obliczony przez ALU może być bezpośrednio użyty w następnej operacji. Akumulator *a* jest przy tym dla programisty widoczny w banku rejestrów. Wskaźnik wypełnienia *V* oraz wydzielone instrukcje arytmetyczne znacznie wspomagają obliczenia na liczbach w reprezentacji U2 (uzupełnienie do dwóch). Na liście rozkazów mikrokontrolerów XE8000 figurują dwa dość nietypowe polecenia: CMVD i CMVS. Są to rozkazy warunkowego przesunięcia. Ich przydatność

Tab. 1. Zestawienie parametrów mikrokontrolerów rodziny XE8000

	Napięcie zasilające	Pamięć				Urządzenia peryferyjne							
		Programu (kB)	Programu (kśłów)	Danych (B)	LP RAM (B)	Programowany oscylator RC	Rezonator 32 kHz	Moc obliczeniowa (MIPS)	Porty we/wy	Detekcja poziomu napięcia	Watch-dog	Prescaler	Port szeregowy
XE88LC01	2,4...5,5	22	8	512	8	+	+	2	24	+	+	+	UA
XE88LC02*	1,2/2,4...5,5	22	8	1024	8	+	+	7/3	32... 60	+	+	+	UAS
XE88LC03	2,4...5,5	22	8	512	8	+	+	2	12...24	+	+	+	UA
XE88LC05	2,4...5,5	22	8	512	8	+	+	2	24	+	+	+	UA
XE88LC06*	1,2/2,4...5,5	22	8	512	8	+	+	7/3	12...24	+	+	+	UA

Objaśnienia:

LP - Low power

UA - Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

UAS - Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) + interfejs SPI

CC - licznik z funkcjami Capture/Compare

+ - funkcja dostępna

* - planowane wdrożenie

- funkcja dostępna tylko w wersji z ROM

uwidacznia się podczas operacji wyszukiwania ekstremów w tablicach danych.

Cechą wyróżniającą omawiane mikrokontrolery jest znikomy pobór prądu zasilającego, wynoszący 300 µA przy częstotliwości zegara 1 MHz (w wersji z pamięcią MTP - *Multiple Time Programmable*) i 10 µA przy 32 kHz (minimalna częstotliwość oscylatora). W trybie uśpienia mikrokontroler czerpie ze źródła zasilania prąd o natężeniu zaledwie 100 nA. Jak wiadomo, częstotliwość taktowania procesora ma silny

wpływ na pobór prądu, co jest zjawiskiem normalnym. Do synchronizacji pracy mikrokontrolera przewidziano wewnętrzny oscylator RC, nie wymagający żadnych elementów zewnętrznych. Jest to jednak okupione stosunkowo małą jego dokładnością (ok. 2%). Można wprowadzić dołączyć zewnętrzny rezonator kwarcowy o częstotliwości 32 kHz, ale takie rozwiązanie nie zadowoli z pewnością wielu użytkowników. W aplikacjach wymagających dokładniejszych pomiarów czasu jest konieczne stosowanie

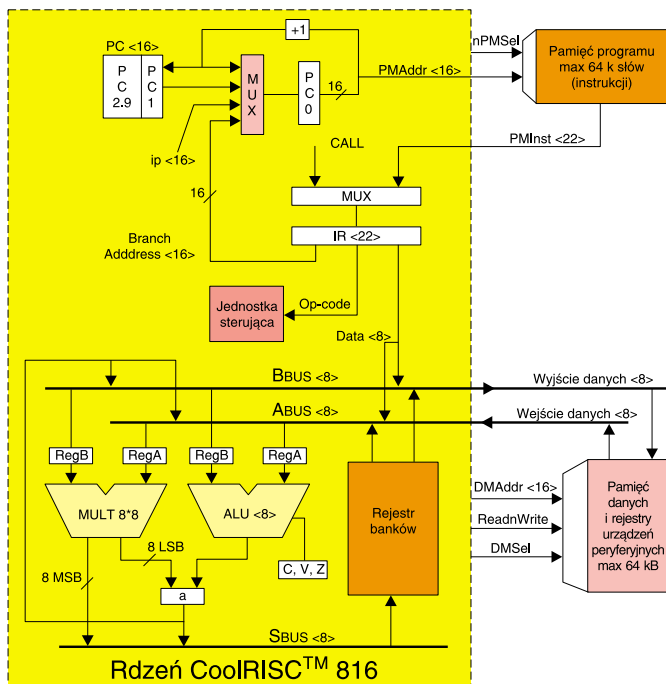
wanie zewnętrznych rezonatorów kwarcowych.

Bogate wnętrze

Bogactwo interfejsów (i ich parametry), w jakie wyposażono mikrokontrolery XE8000 umożliwiają realizację nawet najbardziej złożonych aplikacji. Szczególnie zainteresowani tymi wyrobami powinni więc być projektanci różnorodnych systemów pomiarowych, systemów akwizycji danych, rejestratorów itp. Przed przystąpieniem do prac konstrukcyjnych warto dokładnie zapoznać się z danymi technicznymi poszczególnych modeli mikrokontrolerów, gdyż różnią się one pomiędzy sobą wybranymi cechami (tab. 1). W niniejszym artykule zostaną opisane bez podziału na typy.

Dla mikrokontrolera początek pracy to pewne zerowanie. Układ zerowania wbudowany w prezentowane mikrokontrolery zaprojektowano dość nietypowo. Przewidziano mianowicie możliwość kombinacji sygnału zerującego z sygnałami występującymi na portach I/O. W pierwszej chwili nawet trudno znaleźć praktyczne zastosowanie takiego rozwiązania, ale widocznie istnieje skoro zostało uwzględnione w konstrukcji. Gdy już mikrokontroler szczęśliwie rozpocznie pracę, z pewnością będzie wykorzystywany do przetwarzania analogowo-cyfrowego bądź cyfrowo-analogowego. 8- i 16-bitowe przetworniki C/A mogą być skonfigurowane dzięki wbudowanemu specjalnemu buforowi do pracy z wyjściem prądo-

wym lub napięciowym. Działają w pełnym zakresie napięcia zasilającego (*rail-to-rail*). Przetwornik A/C (16 + 10 bitów) wyposażono we wzmacniacz o programowanym wzmocnieniu w zakresie od 0,5 do 1000 V/V i programowanym offsecie. Nadaje się więc idealnie do współpracy z różnorodnymi czujnikami wymagającymi zarówno wejścia symetrycznego (np. popularne bipolarne czujniki ciśnienia, przyspieszenia itp.), jak i niesymetrycznego (np. czujniki tensometryczne pracujące w układzie mostkowym). Dobór zakresu przetwarzania jest ułatwiony dzięki możliwości wyboru jednego z dwóch napięć referencyjnych. Przetworniki mogą być obsługiwane poprzez przerwanie i zdarzenia, poprzez systematyczne odczytywanie bitu gotowości (*pooling*). Konwersja może być również inicjowana na życzenie. Proces zbierania danych może być prowadzony sprawnie dzięki wyposażeniu mikrokontrolera w cztery 8-bitowe liczniki/timery. Mogą być one łączone kaskadowo, pracować w trybie *capture/compare*, obsługiwać 16-bitowy PWM. Zapanowanie nad wszystkimi blokami funkcjonalnymi mikrokontrolera, szczególnie w przypadku rozbudowanych aplikacji niejednokrotnie stwarza spore kłopoty programistom. Pamiętajmy, że większość zjawisk następuje asynchronicznie, często z różnymi częstotliwościami, nie zawsze w regularnych odstępach czasu. Trudno więc byłoby je oprogramować bez przemyśla-



Rys. 1

Tab. 1. cd.

	Urządzenia peryferyjne						
	Liczniki-timery	PWM	Podwójnie buforowany DAC	Komparator LP	Zooming ADC	Rozdzielczość ADC	Sterownik LCD
XE88LC01	4 CC	2			+	16+10	
XE88LC02*	4 CC	2		4	+	16+10	120 seg
XE88LC03	4 CC	2					
XE88LC05	4 CC	2	+		+	16+10	
XE88LC06*	4 CC	2		4			

nego systemu przerwań. W mikrokontrolerach XE8000 przewidziano 19-pozycyjne przerwania od większości wewnętrznych peryferiów oraz od 8 wejść zewnętrznych.

Ale przerwania to nie wszystko, chociaż wydaje się, że wszystko już w tej dziedzinie wymyślono. Mamy więc do dyspozycji jeszcze tzw. zdarzenia (*events*), będące mechanizmem w pewnym stopniu nawet lepszym od przerwań. Nie wymagają odkładania rejestrów na stos, nie wymagają specjalnych procedur obsługi (tak jak w przypadku przerwań), są bardzo energooszczędne. Zdarzenia służą najczęściej do wyprowadzania procesora ze stanu *Halt*, ale mogą również być przydatne do wykonywania rozkazu skoku warunkowego - skocz, jeśli wystąpiło zdarzenie. Pomiar dla samego pomiaru byłby oczywiście pozbawiony sensu. Z wynikami trzeba coś dalej zrobić. Można je na przykład przedstawić na wyświetlaczu. Sięgając po układ XE88LC02 (na razie pozostający w planach produkcyjnych) nie powinno być z tym problemów. Mikrokontroler ten będzie wyposażony w interfejs 120-segmentowego, multipleksowanego wyświetlacza LCD, jednakże gdy z niego zrezygnujemy mamy do dyspozycji 32 dodatkowe linie I/O ogólnego przeznaczenia. Inną metodą zrobienia użytku z uzyskanych danych pomiarowych jest na przykład przesłanie ich do komputera, gdzie zostaną później obrobione przez

specjalizowane oprogramowanie. Do transmisji przewidziano port szeregowy - UART, pozwalający na transfer danych z szybkością od 300 do 115000 bd.

Na zewnątrz też nie jest biednie

Mikrokontroler bez programu, to jak samochód bez benzyny. Można zaryzykować twierdzenie, że pisanie i uruchomienie programu zajmuje większą część czasu przeznaczanego na opracowanie aplikacji. Bez sprawnych narzędzi proces ten może być wyjątkowo nieprzyjemny i *vice versa* - dobre środowisko uruchomieniowe, to połowa sukcesu programisty. Mając to na uwadze, producent mikrokontrolerów rodziny XE8000 zapewnił użytkownikom podstawowe narzędzia takie jak assembler, kompilator języka C, linker, librarian, debugger symboliczny obsługujący wersję źródłową programu. Dostępna jest też dokumentacja techniczna oraz programator i starter kit. Bardziej wymagający użytkownicy mogą również zakupić emulator *In-Circuit* firmy Phyton. Powyższe narzędzia będą omówione w odrębnym artykule dotyczącym zestawu ewaluacyjnego dla mikrokontrolerów XE8000.

Jarosław Doliński
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Dodatkowe informacje

Artykuł powstał w oparciu o dokumentację techniczną firmy Xemics dostarczaną przez krajowego dystrybutora (JM elektronik, tel. (32) 339-69-01, www.jm.pl) wraz ze starter kitem, a także udostępniane na stronach <http://www.xemics.com>.