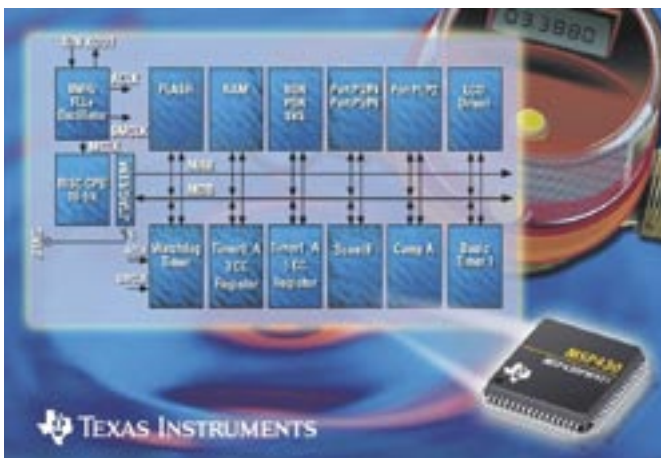


Produkowane przez Texas Instruments mikrokontrolery z rodziny MSP430 są u nas mało popularne. Na pewno wielu użytkowników odstrasza ich 16-bitowa architektura i słynne niegdyś błędy konstrukcyjne, ale – jak pokazały nasze doświadczenia – czas „błędów i wypaczeń” mają już za sobą. Teraz, ze względu na walory techniczne, niezły support i niską cenę, są prawdziwą konkurencją, także dla większości 8-bitowców.

Znane nieznane: MSP430



Przygotowując się do napisania tego artykułu, jako istotny argument za stosowaniem mikrokontrolerów MSP430 chciałem podać także ten, że producent umożliwia zamawianie bezpłatnych próbek. Niestety, z przyczyn bliżej mi nie znanych (choć można się ich domyśleć), firma TI zrezygnowała z udostępnienia programu próbkowego polskiemu elektronikom. Pomimo pytań kierowanych w tej sprawie do TI, nie



otrzymaliśmy odpowiedzi, która wyjaśniłaby dalsze zamiary tej firmy. Musimy się więc pogodzić z tym, że próbki trzeba zdobywać przy pomocy dystrybutorów, których na szczęście jest w Polsce wielu.

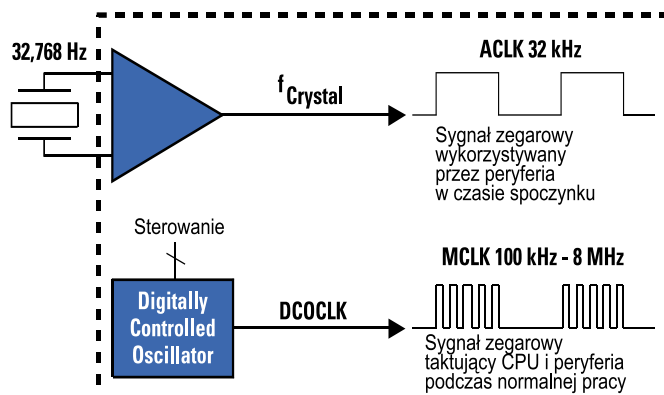


Mało prądu, dużo możliwości

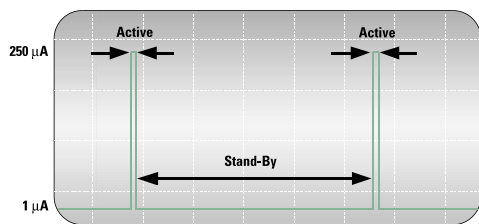
Mikrokontrolery MSP430 od początku swojego istnienia promowane były przez producenta do stosowania w aplikacjach wymagających zminimalizowania prądu pobieranego z zasilania. I rzeczywiście, rdzeń MSP430 pobiera zaledwie ok. 250 $\mu\text{A}/1$ MIPS, a duże możliwości wpłygnięcia przez użytkownika na aktywność poszczególnych peryferiów powodują, że rzeczywiste dane producenta dobrze odzwierciedlają faktyczny (w aplikacji) pobór mocy przez mikrokontrolery.

Rdzeń mikrokontrolerów MSP430 jest 16-bitowy. Wyposażono go w dużą liczbę rejestrów (16, w tym licznik rozkazów, wskaźnik stosu i rejestr statusu będące „na prawach” rejestru), które ułatwiają pracę kompilatorom języka C, co

w połączeniu z RISC-owym sposobem wykonywania instrukcji (jest ich zaledwie 27, a rdzeń jest ortogonalny) powoduje, że prezentowane procesory są wydajne. Optymalizację poboru energii ułatwia system podwójnego taktowania (**rys. 1**), który zapewnia osobne taktowanie peryferiów aktywnych w trybie obniżonego poboru mocy (generator zewnętrzny 32 kHz...8 MHz) i jednostki centralnej (100 kHz...8 MHz). Generator ten taktuje rdzeń procesora w czasie „uśpienia”, natomiast po „obudzeniu” zadanie jest wykonywane z pełną prędkością. Powoduje to oczywiście wzrost natężenia pobieranego prądu (**rys. 2**), ale jego wartość średnia (przy niewielkiej wartości ilorazu czasu wykonywania zadania/czasu oczekiwania) jest niewiele większa od prądu spoczynkowego.



Rys. 1



Rys. 2

Mikrokontrolery mocno analogowe

Kolejnym, mocno promowanym przez producenta, silnym punktem rodziny MSP430 mają być ich duże możliwości analogowe. W zależności od typu, prezentowane mikrokontrolery mogą być wyposażone w 10-/12-/14-/16-bitowe przetworniki A/C (SAR lub *sigma-delta*) i/lub 12-bitowe przetworniki C/A. Mikrokontrolery z rodzin MSP430F16x/F15x wyposażone w wewnętrzne kontrolery DMA, za pomocą których dane mogą być bezpośrednio przesyłane pomiędzy przetwornikami oraz pamięcią lub innymi układami peryferyjnymi. Odbywa się to bez udziału jednostki centralnej, która po zainicjowaniu transferu może wykonywać własny program.

Nie ma to jak moduł

Budowa procesorów MSP430 jest modułowa, dzięki czemu zachowano względnie dużą ich wzajemną kompatybilność. Zastosowana w nich architektura

von Neumana powoduje, że dostęp do wszystkich peryferiów (rys. 3) odbywa się poprzez dwie magistrale (danych i adresu). Producent oferuje dwie wersje mikrokontrolerów MSP430: z wbudowaną pamięcią Flash lub ROM. Dostępne są procesory z pamięcią programu o pojemności od 1 kB do 60 kB i pamięcią RAM od 128 do 10240 B. Pamięć Flash jest przystosowana do programowania w systemie (za pomocą *bootloadera* po pobraniu danych przez port szeregowy lub za pomocą wbudowanego interfejsu JTAG).

Producent promuje podział rodziny MSP430 na dwie grupy:

- mikrokontrolery wyposażone w interfejs LCD (oznaczone symbolami MSP430F4xx – zasilane napięciem 1,8...3,6 V, MSP430P/C3xx – zasilane napięciem 2,5...5,5 V),
- mikrokontrolery pozbawione interfejsu LCD (oznaczone symbolami MSP430F1xx, zasilane napięciem 1,8...3,6 V).

Oprócz peryferiów standardowych dla wszystkich mikrokontrolerów z prezentowanej rodziny (jak np. timer-watchdog, timery uniwersalne, konfiguro-

walne porty I/O), wybrane modele są wyposażone w komparatory analogowe, porty szeregowo różnego typu, czujniki temperatury, wzmacniacze operacyjne, dodatkowe timery o zwiększonej funkcjonalności, czy układy nadzoru zasilania.

Siła wyboru

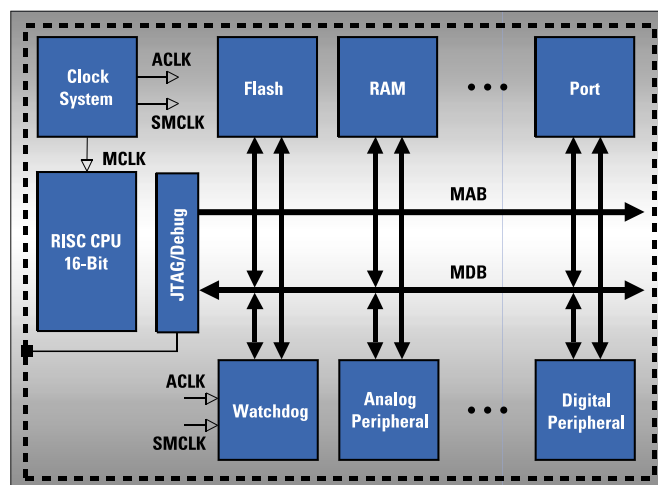
Mikrokontrolery MSP430 są dostarczane w wielu rodzajach obudów, w tym ultraminiaturowych (lecz trudnych w montażu) QFN. Są oczywiście także warianty bardzo „przyjazne” (jak choćby SOP) dla montażu ręcznego, ale wszystkie oferowane obecnie wersje są montowane w obudowach przystosowanych do montażu powierzchniowego (wybrane warianty wraz z wymiarami pokazano na

rys. 4). Różnorodność dostępnych wersji obudów pozwala dobrać właściwą do każdego typu aplikacji, a także możliwości technologicznych producenta.

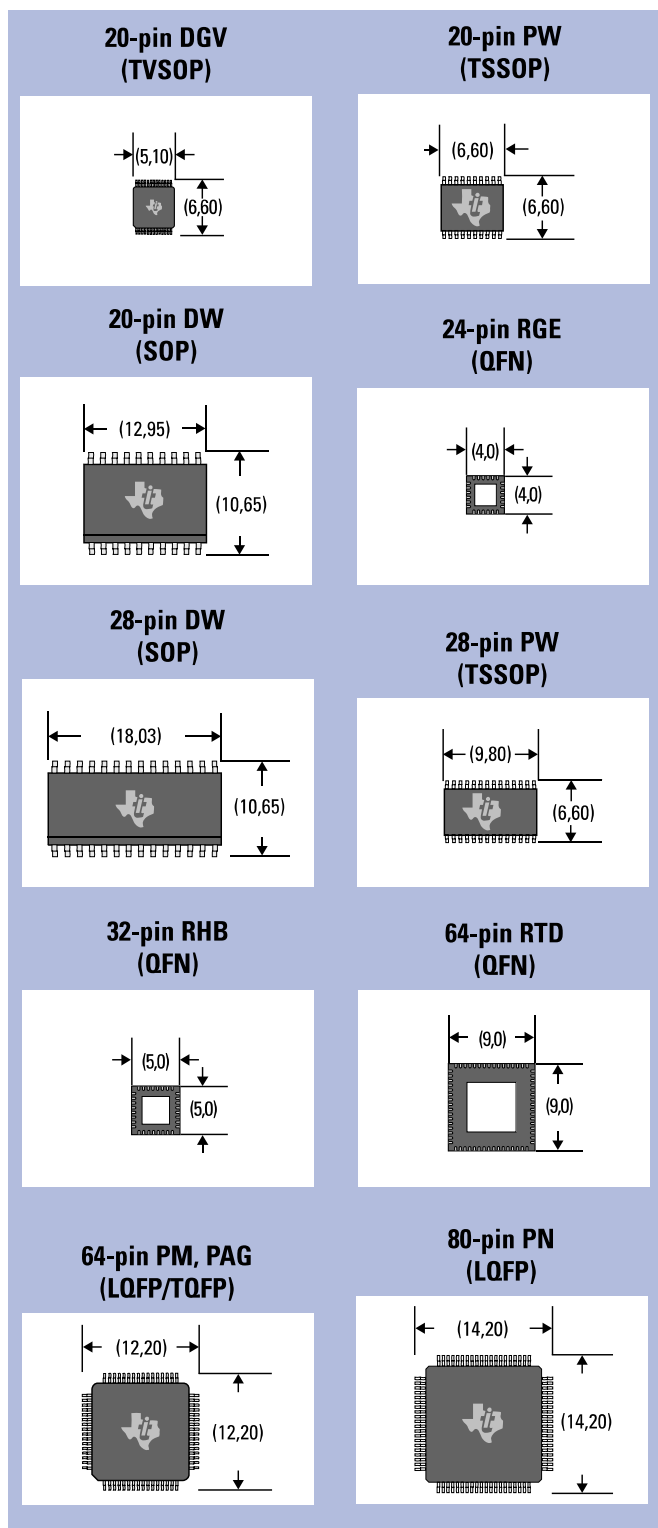
Narzędzia

Kompilatory oraz zintegrowane środowiska programistyczne oferuje wielu różnych producentów, część dostępnych wersji ewaluacyjnych publikujemy na płycie CD-EP9/2004B. Oprócz narzędzi komercyjnych, dostępny jest także bezpłatny kompilator C zintegrowany z debuggerem MSP-GCC (<http://msp gcc.sourceforge.net/>), a także szereg narzędzi sprzętowych (jak choćby interfejs JTAG) dostarczanych przez producentów niezależnych od TI.

Ponieważ większość mikrokontrolerów MSP430



Rys. 3



Rys. 4

jest wyposażona w interfejs JTAG, który umożliwia wygodne programowanie pamięci Flash, największą popularnością będą się zapewne cieszyć przystawki do PC, za pomocą których można programować pamięć Flash mikrokontrolerów po zainstalowaniu ich w sys-

temie. Opis budowy takiego narzędzia opublikujemy w jednym z najbliższych numerów EP, a tymczasem zachęcam do zapoznania się z projektem termometru zasilanego bateryjnie, którego opis publikujemy w artykule na str. 24.

Andrzej Gawryluk