



# Okiem „szpiega”

**TEMAT  
NUMERU**

## Co nas prawdopodobnie czeka w ARM-ach

## *In a dynamic world, the only constant is change...*

*Przełomowy dla rynku mikrokontrolerów rok 2004 (kiedy to pojawiły się w powszechnej sprzedaży mikrokontrolery z rodziny LPC2000) dał początek poważnej rynkowej rewolucji, której niewielu elektroników się spodziewało. Artykuł poświęcamy przybliżeniu jej przypuszczalnego dalszego przebiegu, przy czym już teraz zastrzegamy: wróżymy z fusów i nie dajemy gwarancji na skuteczność przepowiedni!*

### Zarys początków

Pojawienie się na rynku pierwszych mikrokontrolerów LPC2000 i wkrótce po nich: AT91SAM7 (Atmel), ADuC7000 (Analog Devices) i STR7 (STMicroelectronics), na początku zostało przyjęte przez konstruktorów nieufnie. Ich duża wydaj-

ność, relatywnie niskie ceny, dostępność bezpłatnych kompilatorów ARM-GCC, możliwość praktycznie beznakładowego programowania ich pamięci Flash i – co nastąpiło w bardzo krótkim czasie – debugowania pracy spowodowały, że ARM-y zdominowały rynek.

Wszystkie ARM-owe mikrokontrolery pierwszej generacji były wyposażone w rdzenie ARM7, których historia sięga 1994 roku. Pomimo 32-bitowego słowa są to rdzenie mało nowoczesne, „ciągnące” za sobą ograniczenia i niekonsekwencje wynikające z kolejnych etapów rozwoju, czego przykładem może być słabiutki kontroler przerwań i niezbyt przemyślany sposób komunikacji rdzenia z peryferiami, co objawiało się m.in. przedstawionym w EP5/2005 bardzo poważnym ograniczeniem prędkości dostępu do linii GPIO.

W 2007 roku firma STMicroelectronics wprowadziła do produkcji mikrokontrolery STR9 wyposażone w rdzeń ARM966E, ale zabieg ten niewiele zmienił na rynku: po

ARM nomenklaturą przyjętą w nazewnictwie rdzeni i architektur spowodował, że wielu konstruktorów gubi się w jej zakamarkach. Podobny problem występuje w przypadku linii Cortex, która składa się z trzech rodzin:

**ARM Cortex-A** – procesory przeznaczone do stosowania w urządzeniach wyposażonych w systemy operacyjne, wymagające dużej wydajności. Obsługiwane formaty rozkazów: ARM, Thumb oraz Thumb-2.

**ARM Cortex-R** – procesory zoptymalizowane pod kątem stosowania w aplikacjach czasu rzeczywistego. Obsługiwane formaty rozkazów: ARM, Thumb oraz Thumb-2.

**ARM Cortex-M** – tanie mikrokontrolery przeznaczone dla aplikacji typu *embedded*. Obsługiwane są wyłącznie polecenia Thumb-2.

W każdej z rodzin występuje kilka wariantów rdzeni, na przykład (stan na koniec lipca 2010):

- w rodzinie Cortex-A: Cortex-A5, Cortex-A8 i Cortex-A9,
- w rodzinie Cortex-R: Cortex-R4,
- w rodzinie Cortex-M: Cortex-M0, Cortex-M1, Cortex-M3 i Cortex-M4.

Poszczególne warianty mogą się między sobą znacznie różnić, jak w skrajnym przypadku Cortex-M0 i Cortex-M4, ale zachowują kompatybilność programową.

krótkim panowaniu architektury ARMv4 (taką stosowano w większości rdzeni ARM7), dużymi krokami nadchodziła kolejna nowa era: era unifikacji.

### Corteksowy przełom

Inżynierowie z formy ARM zdawali sobie sprawę z niedoskonałości rdzeni starych generacji i na początku XXI wieku rozpoczęli prace nad projektem jednolitego, w pełni skalowalnego rdzenia, który mógłby być stosowany zarówno w szybkich mikroprocesorach przeznaczonych do użycia w wymagających aplikacjach multimedialnych, jak i w tanich mikrokontrolerach wykorzystywanych w urządzeniach zasilanych bateryjnie. Kolej-

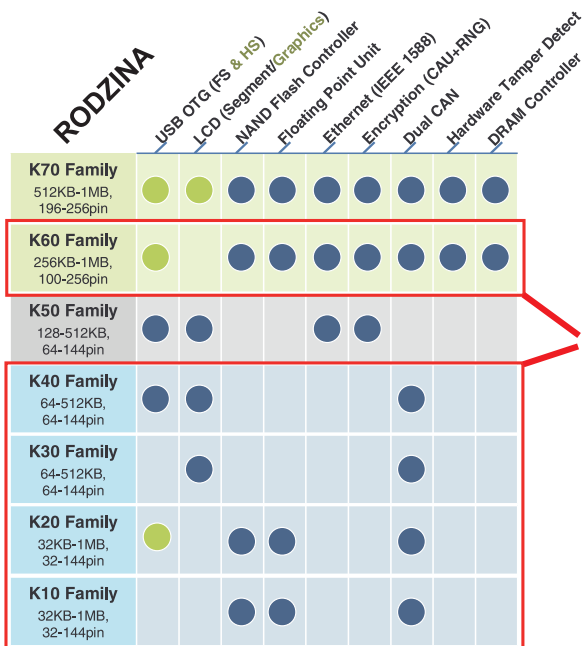
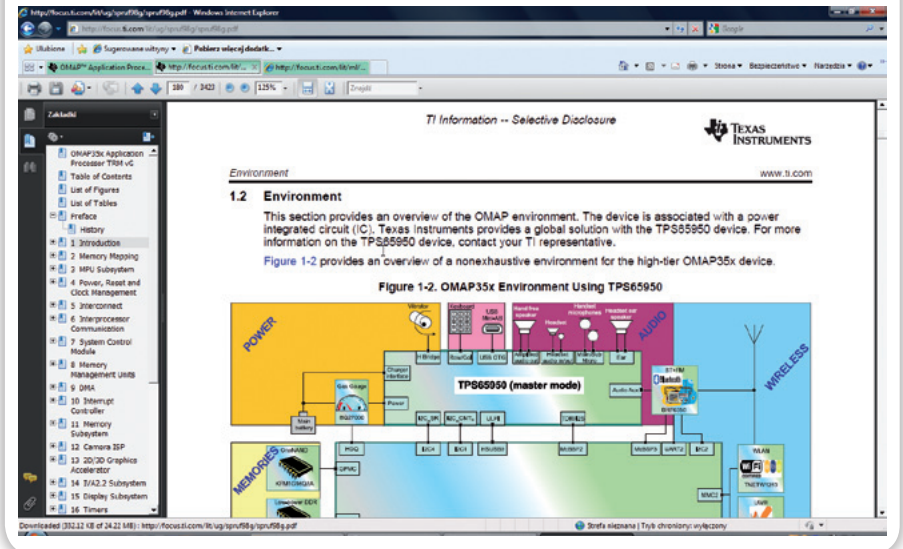
Tabela 1. Zestawienie podstawowych cech nowych mikrokontrolerów z rodziny LPC177x/1778x

Typ	Flash [kB]	SRAM [kB]	EEPROM [kB]	Ethernet MAC	USB	LCD	QEI	SD/MMC
LPC1788	512	96	4	+	H/O/D	+	+	+
LPC1787	512	96	4	-	H/O/D	+	+	+
LPC1786	256	80	4	+	H/O/D	+	+	+
LPC1785	256	80	4	-	H/O/D	+	-	+
LPC1778	512	96	4	+	H/O/D	-	+	+
LPC1777	512	96	4	-	H/O/D	-	+	+
LPC1776	256	80	4	+	H/O/D	-	+	+
LPC1774	128	40	2	-	D	-	-	-
LPC1772	64	24	2	-	D	-	-	-

Uwagi:  
 H/O/D – USB *host*/OTG/*device*  
 D – USB *device*  
 QEI – *Quadrature Encoder Interface*

### Prościej już było

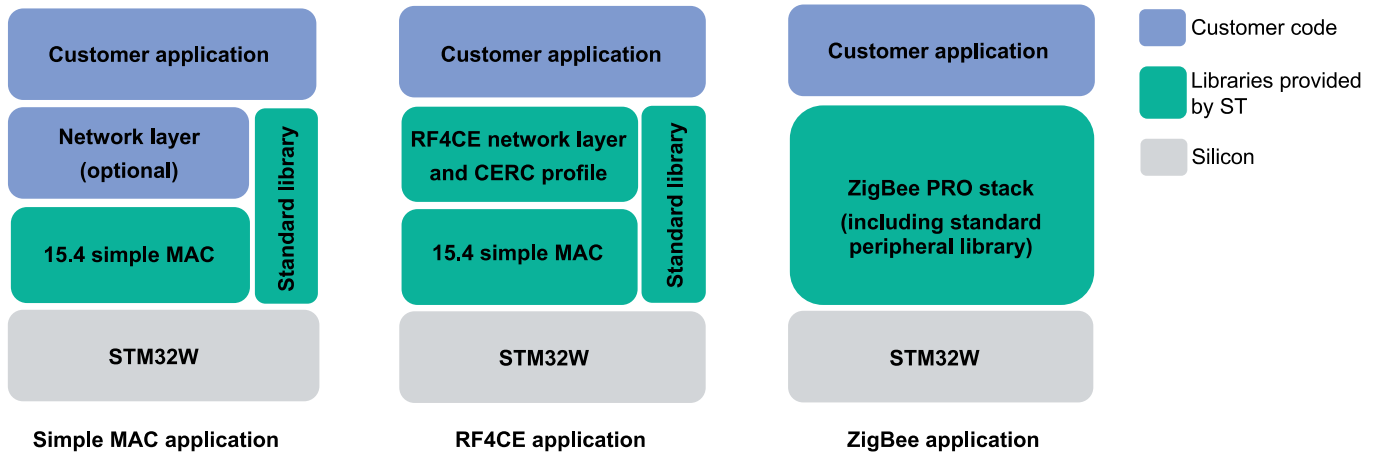
Nowoczesne mikroprocesory *embedded* to kompletne systemy jednokładowe, wyposażone nie tylko w dużą liczbę standardowych peryferii ale także zaawansowane systemy zasilania i taktowania, systemy monitorowania warunków pracy układu itp. Ogromna skala integracji powoduje, że dokumentacja tych układów ma coraz większą objętość, przykładowo *User Manual* dla popularnego mikroprocesora OMAP3530 ma niemal 3500 stron...



Rodziny wprowadzone na rynek w 2010

Rysunek 1. Zaawansowane elementy wyposażenia „starych” i „nowych” mikrokontrolerów Kinetis firmy Freescale

nym istotnym założeniem twórców koncepcji nowej architektury było zlikwidowanie dokuczliwych wad wcześniejszych rozwiązań przy jednoczesnym zachowaniu z nimi zgodności na poziomie kodu oraz optymalizacja nowych rozwiązań pod kątem zminimalizowania poboru energii. W ten sposób powstała architektura oznaczona przez ARM symbolem ARMv7, która jest jednolitą platformą dla wszystkich CPU z rodziny Cortex (za wyjątkiem Cortex-M0, w których zastosowano uproszczoną architekturę ARMv6 zgodną z pomysłem von Neumanna). Wdrożenie do produkowanych układów mikroprocesorowych jednolitej platformy sprzętowej spowodowało kolejny przełom, tym razem dotyczący przede wszystkim programistów: ARM opracował dla układów z rdzeniem Cortex pakiet bibliotek CMSIS (*Cortex Microcontroller Software Interface Standard*) z zestandardyzowanym API, które umożliwiają korzystanie z zasobów CPU i jej otoczenia bez konieczności wgłębiania się w najdrobniejsze tajniki ich budowy i funkcjonowania. Korzystanie z tych



Rysunek 2. Dostępne warianty stosów ZigBee dla mikrokontrolerów STM32W

bibliotek, zwłaszcza kiedy „dojrzeją”, zapewni programistom duży komfort pracy i to nie tylko dlatego, że pisanie programów możliwych do przenoszenia na inne mikrokontrolery (oczywiście z rdzeniem Cortex) staje się bliskie rzeczywistości.

**Plany producentów...**

...na kolejne miesiące nie są powszechnie dostępne, ale do kilku interesujących informacji udało się nam dotrzeć.

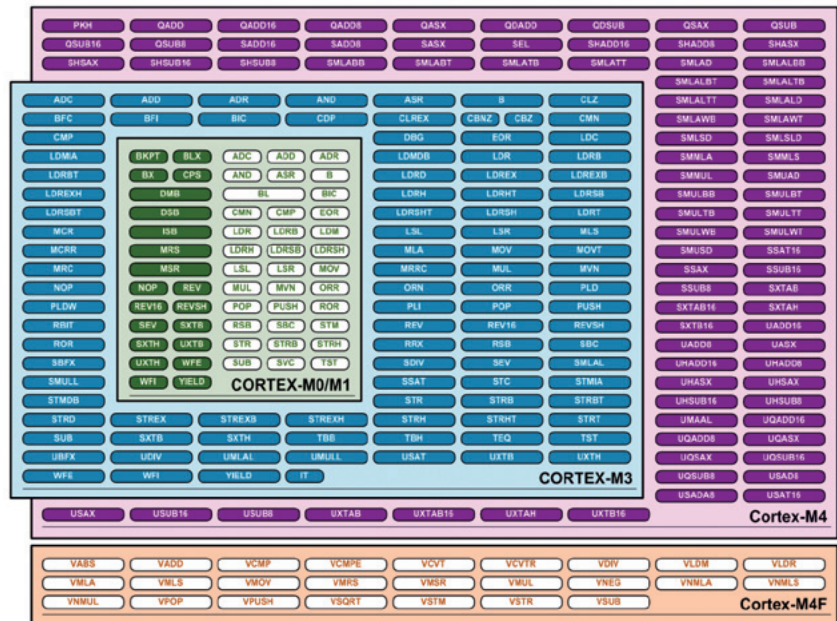
Jak zauważyli nasi stali Czytelnicy (artykuł o mikrokontrolerach Kinetis w EP 8/2010), do grona producentów mikrokontrolerów z rdzeniami Cortex (-M4) dołączyła firma Freescale. Producent oficjalnie zapowiedział wprowadzenie do sprzedaży 5 podrodziny (K10, K20, K30, K40 i K60), ale najprawdopodobniej będzie ich łącznie 7 – poza wymienionymi do produkcji trafią także podrodziny K50 (przeznaczona dla aplikacji medycznych) i K70, których wyposażenie przedstawiono na **rysunku 1**. Z informacji, jakie uzyskaliśmy, wynika, że produkcja pierwszych podrodziny Kinetis na masową skalę rozpocznie się w pierwszym kwartale 2011 roku, dwie kolejne pojawią się na rynku po wakacjach 2011.

Bogate plany na najbliższe miesiące ma także firma NXP (następca Philips Semiconductor), w ofercie której pojawią się nowości w następujących grupach:

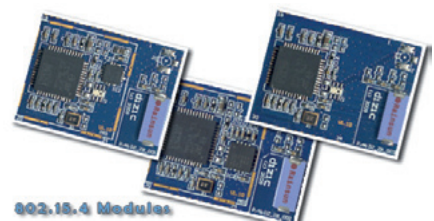
- mikrokontrolerów o dużej wydajności (z rdzeniem Cortex-M3): LPC177x i LPC178x (wyposażenie zapowiadanych modeli pokazano w **tabeli 1**, maksymalna częstotliwość taktowania tych układów wynosi 100 MHz), nieco słabiej od nich wyposażone mikrokontrolery LPC174x (do 128 kB Flash, do 32 kB SRAM, wbudowane USB host/device/OTG), LPC17Mx (wyposażone w system *anti-tamper*, do 512 kB Flash i do 96 kB SRAM),
- mikrokontrolerów o dużej wydajności (z rdzeniem Cortex-M3) z nowej rodziny LPC182x (wśród nich są zarówno mikrokontrolery z wewnętrzną pamięcią Flash o pojemności powyżej 512 kB, jak i ukła-

**Czym się różnią mikrokontrolerowe Cortexy**

Szczegółowe omawianie różnic pomiędzy rdzeniami Cortex zajęłoby kilka numerów EP, dlatego posłużymy się niezwykle wymowną ilustracją, pokazującą różnice w listach rozkazów pomiędzy rdzeniami Cortex-M. Wyraźnie widać, że ograniczenie poboru mocy przez rdzenie Cortex-M0 nie wzięło się znikąd...



- mikrokontrolerów o obniżonym poborze mocy (z rdzeniem Cortex-M0) o dodatkowo obniżonym poborze mocy: LPC111xLP (130 mA/MHz) i LPC111xULP (100 mA/MHz),
- mikrokontrolerów o obniżonym poborze mocy (z rdzeniem Cortex-M0) wyposażonych w interfejs USB i stos zapisany w nieulotnej pamięci: LPC11U1x (podobne do znanych już LPC11C1x, dostarczanych z „wbudowanym” oprogramowaniem do obsługi CAN),
- mikrokontrolerów o dużej wydajności (z rdzeniem Cortex-M3) z nowych rodzin LPC163x/LPC164x (pojemność Flash do 512 kB, SRAM d 40 kB, wbudowany interfejs USB i sterownik LCD),
- mikrokontrolerów o obniżonym poborze mocy (z rdzeniem Cortex-M3, LPC13xx), wśród których pojawią się m.in. układy wyposażone w pamięć Flash o pojemności 128 kB (obecnie do 32 kb) oraz mikrokontrolery wyposażone w większą liczbę peryferii umożliwiających pracę w aplikacjach *mixed-mode*,
- mikrokontrolerów o obniżonym poborze mocy (z rdzeniem Cortex-M0), wśród których pojawią się układy LPC12xx wyposażone w pamięć Flash o pojemności do 128 kB, a także LPC12D1x, w których strukturach zintegrowano sterowniki LCD PCF857x,



Fotografia 3. Wygląd modułu ZigBee z mikrokontrolerem STM32W108



**BORNICO**  
od pomysłu do gotowego wyrobu

- montaż obwodów drukowanych SMT i THT
- pełna logistyczna obsługa zamówień
- doradztwo techniczne
- projektowanie urządzeń i systemów
- oprogramowanie systemów wbudowanych
- wdrażanie wyrobów do produkcji
- testy EMC i badania środowiskowe

Zakład Elektroniczny BORNICO  
ul. Małczyńska 25, 26-604 Radom, tel.: +48 48 365 58 22, fax: +48 48 365 58 21  
e-mail: bornico@bornico.com.pl, www.bornico.com.pl

- mikrokontrolerów o niewielkiej liczbie wyprowadzeń (w planach 16) i subminiaturowej obudowie (WL-CSP): LPC1102,
- mikrokontrolerów o obniżonym poborze mocy (z rdzeniem Cortex-M0) wyposażonych w wyspecjalizowane peryferie, jak na przykład timery o wysokiej rozdzielczości (LPC111T1x), czujnik temperatury i przetwornik C/A (LPC11A1x), zintegrowany sterownik wyświetlacza LCD (LPC11D1x).

Jednym z największych graczy na rynku mikrokontrolerów „corteksowych” jest STMicroelectronics, firma bardzo pilnie strzegąca wiedzy na temat swoich najbliższych planów. Jedyną prawdopodobną informacją, do jakiej udało się nam dotrzeć, jest poszerzenie rodziny STM32F o mikrokontrolery STM32F200 (alternatywna ich nazwa to STM32Plus!), o których wiadomo, że będą wyposażone m.in. w interfejs MAC Ethernet, USB-OTG, sprzętowy koprocetor kryptograficzny AES, pamięć Flash o pojemności do 1 MB, a ich rdzeń będzie taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości do 120 MHz.


Spektakularną, choć jeszcze stosunkowo słabo wypromowaną nowością w ofercie STMicroelectronics, są mikrokontrolery STM32W, w których zintegrowano rdzeń Cortex-M3 taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości 24 MHz i kompletny tor radiowy na pasmo 2,4 GHz zgodny z IEE802.15.4, dzięki czemu można go stosować jako kompletny interfejs ZigBee. Dostępne obecnie mikrokontrolery STM32W108 są dostarczane z jednym z trzech wariantów stosu ZigBee (**rysunek 2**). Widok kompletnych modułów radiowych z mikrokontrolerami STM32F108 i anteną ceramiczną pokazano na **fotografii 3**.

## Na zakończenie

Przedstawione w artykule „tajne” materiały dotyczą zaledwie wycinka planów i to nie wszystkich producentów corteksów dostępnych na naszym rynku, dlatego już na jesieni możemy spodziewać się wielu pozytywnych zaskoczeń. Producenci – jak widać – cały czas poszerzają swoje oferty i to zarówno w kierunku coraz większych częstotliwości taktowania coraz bogatszego wyposażenia, jak i w kierunku minimalizacji poboru energii i upraszczania mikrokontrolerów. Świat, w którym „czy rosyjskie, czy amerykańskie, na pewno jest zrobione na którymś Corteksie” jest tuż-tuż. Przygotowujcie się!

Piotr Zbysiński, EP  
piotr.zbysinski@ep.com.pl

R E K L A M A



**ElektronikaB2B**  
Portal branżowy dla elektroników



## Zintegrowany know-how. Rutronik i STMicroelectronics

**L6460 Sterownik do silników krokowych i wielosilnikowych systemów DC konfigurowalny poprzez interfejs SPI**

L6460 jest zoptymalizowanym sterownikiem dla układów sterowania i napędu w systemach wielosilnikowych, który cechuje wysoki poziom integracji odnośnie sterowania, zasilania i opcji dodatkowych.

- Napięcie robocze od 13V do 38V
- 4-mostkowy sterownik wielosilnikowy konfigurowalny poprzez interfejs szeregowy SPI do silników krokowych i silników prądu stałego
- Pełne zarządzanie zasilaniem w systemie wyposażonym w 3 regulatory napięcia
- Pełny zestaw zabezpieczeń

[www.rutronik.com/L6460](http://www.rutronik.com/L6460)



**RUTRONIK**  
EUROPE