

# STM32

## Rodzina rośnie w siłę

W pierwszych chwilach ataku na rynek w ramach rodziny STM32 firma STMicroelectronics wprowadziła do sprzedaży 14 typów mikrokontrolerów. Były to układy w obudowach 48, 64 i 100-wyprowadzeniowych, wyposażone w pamięć Flash o pojemności do 128 kB. Teraz konstruktorzy mają do dyspozycji 46 typów mikrokontrolerów STM32, dostępnych także w obudowach QFN36 i BGA/VQFP144, wyposażonych w pamięć programu o pojemności do 512 kB. Powiększono także – do 64 kB –



ST extends  
the **STM32** family



*Jak zauważyło spore grono naszych Czytelników, mikrokontrolery STM32 promujemy na łamach dość żywiołowo. Przyczyna tego jest prosta: są to bez wątpienia mikrokontrolery przyszłości, przede wszystkim z tego powodu, że zastosowano w nich nowatorski, ARM-owy rdzeń Cortex M3.*

*Mikrokontrolerowa nowa era już nastąpiła, a w ostatnich tygodniach producent mikrokontrolerów prezentowanych w artykule poważnie ją utrwalił: rodzina STM32 rozrosła się z 14 do 46 typów mikrokontrolerów, a to dopiero początek!*

Opis rdzenia Cortex-M3 jest dostępny pod adresem:

[http://www.arm.com/products/CPUs/ARM\\_Cortex-M3.html](http://www.arm.com/products/CPUs/ARM_Cortex-M3.html)

R E K L A M A

## WYŚWIETLACZE LCD



### Moduły LCD

- alfanumeryczne
- graficzne (TFT, TN, STN, FSTN)
- panele LCD na zamówienie (wg własnego projektu)

### Touch panele

- analogowe
- cyfrowe

Rodzaje podświetleń:  
LED, EL, CCFL



01-013 Warszawa, ul. Kacza 6A  
tel. (022) 862 75 00, fax (022) 862 75 01  
e-mail: info@gamma.pl

[www.gamma.pl](http://www.gamma.pl)

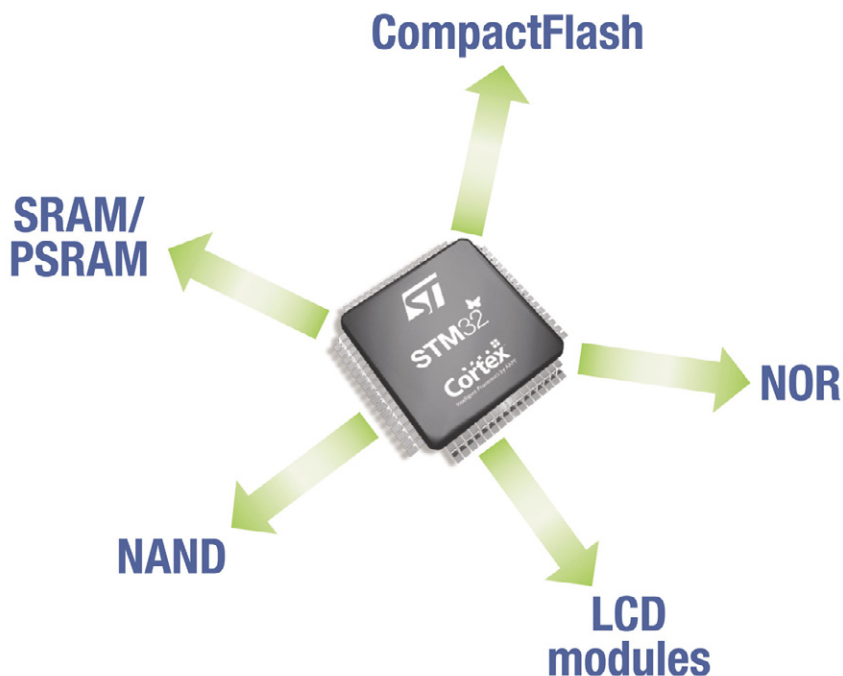
Tab. 1. Zestawienie podstawowych cech i parametrów mikrokontrolerów STM32

Typ	Flash [kB]	SRAM [kB]	GPIO	Obudowa
STM32F101T6	32	6	26	QFN36
STM32F101T8	64	10	26	QFN36
STM32F101C6	32	6	37	LQFP48
STM32F101C8	64	10	37	LQFP48
STM32F101CB	128	16	37	LQFP48
STM32F101R6	32	6	51	LQFP64
STM32F101R8	64	10	51	LQFP64
STM32F101RB	128	16	51	LQFP64
STM32F101RC	256	32	51	LQFP64
STM32F101RD	384	48	51	LQFP64
STM32F101RE	512	48	51	LQFP64
STM32F101V8	64	10	80	BGA/LQFP100
STM32F101VB	128	16	80	BGA/LQFP100
STM32F101VC	256	32	80	BGA/LQFP100
STM32F101VD	384	48	80	BGA/LQFP100
STM32F101VE	512	48	80	BGA/LQFP100
STM32F101ZC	256	32	112	BGA/LQFP144
STM32F101ZD	384	48	112	BGA/LQFP144
STM32F101ZE	512	48	112	BGA/LQFP144
STM32F103T6	32	10	26	QFN36
STM32F103T8	64	20	26	QFN36
STM32F103C6	32	10	37	LQFP48
STM32F103C8	64	20	37	LQFP48
STM32F103CB	128	20	37	LQFP48
STM32F103R6	32	10	51	LQFP64
STM32F103R8	64	20	51	LQFP64
STM32F103RB	128	20	51	LQFP64
STM32F103RC	256	48	51	LQFP64
STM32F103RD	384	64	51	LQFP64
STM32F103RE	512	64	51	LQFP64
STM32F103V8	64	20	80	BGA/LQFP100
STM32F103VB	128	20	80	BGA/LQFP100
STM32F103VC	256	48	80	BGA/LQFP100
STM32F103VD	384	64	80	BGA/LQFP100
STM32F103VE	512	64	80	BGA/LQFP100
STM32F103ZC	256	48	112	BGA/LQFP144
STM32F103ZD	384	64	112	BGA/LQFP144
STM32F103ZE	512	64	112	BGA/LQFP144

maksymalną pojemność wewnętrznej pamięci SRAM, utrzymując jednocześnie podział rodziny na dwie linie:

- *Performance* (oznaczone prefiksami STM32F103, taktowane sygnałem zegarowym o maksymalnej częstotliwości 72 MHz, wyposażone m.in. w USB, CAN i generatory PWM),
- *Access* (oznaczone prefiksami STM32F101, taktowane sygnałem zegarowym o maksymalnej

Informacje o mikrokontrolerach z rodziny STM32 są dostępne na stronie producenta: <http://www.st.com/stm32>.



częstotliwości 36 MHz, o nieco uboższym wyposażeniu i prostszych periferiach).

Na rys. 1 pokazano uproszczone schematy blokowe mikrokontrolerów z obydwu wymienionych linii.

Jakkolwiek linia *Access* jest nieco uboższa, to podstawowe wyposażenie mikrokontrolerów STM32 jest bogate: do pięciu interfejsów USART (z możliwością pracy w trybie ISO7816, jak LIN oraz IrDA), 2 synchroniczne interfejsy szeregowe SPI, 2 interfejsy I<sup>2</sup>C, 3 uniwersalne 16-bitowe timery oraz 12-bitowe przetworniki A/C z czujnikiem temperatury, multiplekserami analogowymi na wejściu i układami próbkująco-pamiętającymi (w serii *Performance*). Dzięki sprzętowym interfejsom, obsługa pamięci SD (*Secure Digital*) i MMC (*MultiMediaCard*) zgodnych *MultiMediaCard System Specification 4.42* nie wymagają od programisty zbyt wielu zabiegów. Zakres napięć wejściowych w torze A/C wynosi 0...+3,6 V, a cyfrowe linie I/O (z drobnymi wyjątkami) są przystosowane do współpracy z układami zasilanymi napięciem +5 V. Producent nie zaniedbał wyposażenia mikrokontrolerów w dziś już niezbędny interfejs USB 2.0FS (mikrokontrolery *Performance*) oraz modny CAN2.0B – otwiera to możliwości stosowania mikrokontrolerów w wy-

magających aplikacjach przemysłowych, w czym pomaga szeroki zakres temperatur pracy (standardowo -40...+105°C, w niektórych wersjach -40...+105°C). Prezentowane mikrokontrolery wyposażono także w generatory taktujące

#### Siła rdzenia Cortex M3

Główne motywy opracowania przez firmę ARM rdzenia Cortex były następujące:

- zwiększenie prędkości wykonywania programów,
- zmniejszenie pojemności pamięci Flash koniecznej do przechowania programów, przy zachowaniu ich funkcjonalności,
- obniżenie poboru mocy podczas normalnego działania,
- zminimalizowanie powierzchni zajmowanej przez rdzeń w krzemie, przez to obniżenie ceny mikrokontrolerów.

Uzyskanie tych – w niektórych przypadkach sprzecznych – cech, wymagało zastosowania przez inżynierów firmy ARM wielu zaawansowanych rozwiązań (jak np. 3-poziomowe kolejkowanie ze spekulacyjnym mechanizmem przewidywania rozgałęzień działania programów, zwiększenie liczby poleceń wykonywanych w jednym taktie zegara, a także zastosowanie nowej listy instrukcji o nazwie Thumb 2). Zabiegi konstrukcyjne zaowocowały tym, że rdzenie Cortex osiągnęły prędkość do 1,25 DMIPS/MHz (przy 0,95 DMIPS/MHz w przypadku ARM7TDMI), pobierając jednocześnie podczas pracy ok. 35% mniej energii niż zbliżony ARM7TDMI.

Standardowym wyposażeniem rdzenia Cortex M3 jest kontroler przerwań NVIC (*Nested Vectored Interrupt Controller*), który poza dogodną obsługą od strony programisty, charakteryzuje się krótkim, do tego przewidywalnym czasem obsługi przerwań, w tym także zgłaszanych jednocześnie.

## STM32F10x: first two product lines

Both lines include:

Up to 512 Kbyte Flash
Multiple communications peripherals USART, SPI, I <sup>2</sup> C
Multiple 16-bit timers
2-channel 12-bit DAC*
ETM*
FSMC*
Main oscillator 4-16 MHz
Internal 8 MHz and 40 kHz RC oscillators
Real-time clock
2 x watchdogs
Reset circuitry
Up to 12-channel DMA
80% GPIO ratio



### Performance line STM32F103

72 MHz CPU	Up to 64 Kbyte SRAM	2/3 x 12-bit ADC (1 μs) Temperature sensor	USB 2.0 FS	CAN 2.0 B	1/2 PWM timer	SDIO*	I <sup>2</sup> S*
------------	---------------------	---	------------	-----------	---------------	-------	-------------------

### Access line STM32F101

36 MHz CPU	Up to 48 Kbyte SRAM	1 x 12-bit ADC (1 μs) Temperature sensor					
------------	---------------------	---	--	--	--	--	--

\*For part numbers starting at 256 Kbytes of embedded Flash

Rys. 1.

(32 kHz i 8 MHz), liczniki zegara RTC i 7-kanalowy kontroler DMA. Maksymalna pojemność pamięci SRAM w obecnie dostępnych wersjach mikrokontrolerów wynosi do 64 kB (było 20 kB), a pojemność pamięci Flash do 512 kB (było 128 kB). Wszystkie mikrokontrolery z rodziny STM32 są przystosowane do zasilania pojedynczym napięciem o wartości 2...3,6 V, które jest wystarczające do umożliwienia programowania pamięci Flash w systemie. Programowanie pamięci Flash jest możliwe zarówno „od strony” mikrokontrolera jak i z zewnątrz – z wykorzystaniem

jednego z interfejsów sprzętowego debuggera – JTAG lub *SerialWire*.

Mikrokontrolery wyposażone w pamięć Flash o pojemności od 256 kB „w górę” wyposażono w sprzętowy interfejs I<sup>2</sup>S (cyfrowe audio, częstotliwość próbkowania od 8 do 48 kHz), SDIO (*Secure Digital Input/Output*) oraz kontroler pamięci FSMC (*Flexible Static-Memory Controller*), za pomocą którego można dołączyć do mikrokontrolera zewnętrzne pamięci Flash NOR i NAND, SRAM oraz CompactFlash. Kontroler FSMC umożliwia ponadto wygodną obsługę sterowników wyświetlaczy

LCD wyposażonych w interfejsy równoległe zgodne ze standardami Intel 8080 and Motorola 6800. Niebagatelnym atutem nowych wersji mikrokontrolerów STM32 są także wbudowane wielokanałowe generatory PWM, dzięki którym można generować do 28 niezależnych sygnałów PWM.

Zestawienie najważniejszych cech i parametrów mikrokontrolerów STM32 produkowanych obecnie znajduje się w **tab. 1**.

### Podsumowanie

Przedstawione w artykule nowe mikrokontrolery potwierdzają zapowiadaną parę miesięcy temu ekspansję firmy STMicroelectronics na rynku mikrokontrolerów. Producent planuje szybko poszerzenie rodziny STM32 o kolejne linie układów, które m.in. dzięki specyficznemu wyposażeniu będą wyspecjalizowane pod kątem wymagań różnych aplikacji (m.in. grupa mikrokontrolerów do sterowania pracą silników elektrycznych). Starania producenta mają uprzedzić spodziewane jeszcze w tym roku zabiegi konkurentów, którzy nie zamierzają ustąpić pola. O zmianach sytuacji na rynku będziemy informować.

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

Informacje o liście instrukcji Thumb2 są dostępne pod adresem:  
<http://www.arm.com/products/CPUs/archi-thumb2.html>

### ARM Cortex M3 – co i jak?

Inżynierowie firmy ARM od kilku lat prowadzili intensywne prace nad nową rodziną rdzeni przeznaczonych dla tanich mikrokontrolerów, przy opracowywaniu których założyli, że będą one obsługiwać zestaw instrukcji Thumb2 (architektura ARMv7), będą szybciej wykonywać programy przy takiej samej częstotliwości taktowania, będą mieć prostszą budowę (dzięki czemu uprości się implementacja mikrokontrolera w krzemie), dużą wagę przywiązano także do zminimalizowania poboru energii. W ten sposób powstała rodzina rdzeni o nazwie Cortex.

W jej ramach są dostępne trzy wersje rdzeni:

Cortex R – przeznaczone do stosowania w systemach czasu rzeczywistego,

Cortex A – przeznaczone do stosowania w dużych systemach z zaimplementowanymi systemami operacyjnymi, wbudowana jednostka MMU

Cortex M – zoptymalizowane cenowo, przeznaczone dla aplikacji mikrokontrolerowych.

Jedną z poważniejszych zmian w nowych rdzeniach jest także zastosowanie nowego, szybszego i prostszego w obsłudze niż we wcześniejszych rdzeniach kontrolera przerwań, który był „kulą u nogi” programistów.

Wszystkie mikrokontrolery z rdzeniami Cortex wyposażono w rozszerzenia ARM NEON (*Media Acceleration Technology*), dzięki któremu CPU jest w stanie szybko wykonywać dodatkowe instrukcje ułatwiające programową implementację algorytmów DSP.

