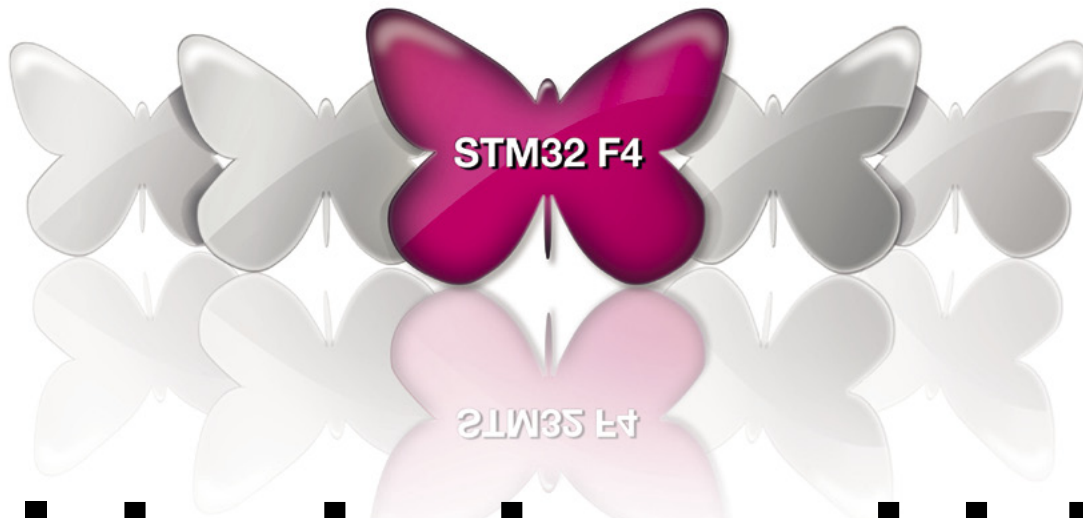


STM32 Releasing your creativity



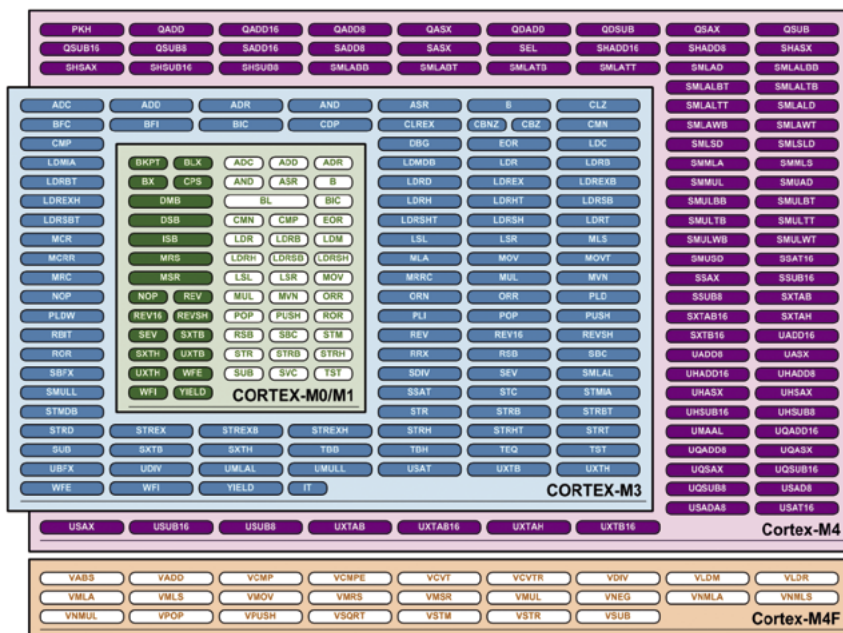
Kolejny krok w rodzinie STM32

Cortex-M4 w pełnej okazałości

Firma STMicroelectronics konsekwentnie podbija kolejne obszary rynku mikrokontrolerowego, na którym praktycznie zaczęła w naszym kraju panować wraz z wprowadzeniem do sprzedaży nowoczesnych układów z rdzeniami Cortex-M3. W ostatnich dniach września światło dzienne ujrzały nowe w ofercie ST mikrokontrolery, które – zgodnie z obowiązującymi współcześnie trendami – mają szybki, dobrze wyposażony rdzeń Cortex-M4.

Nowa rodzina mikrokontrolerów firmy STMicroelectronics, wyposażona w rdzeń Cortex-M4, nosi nazwę kodową STM32-F4 i uzupełnia dotychczas produkowane (wyposażone w rdzeń Cortex-M3) rodziny STM32-F1, STM32-L1, STM32-F2 i STM32W. Zgodnie z informacjami producenta, mikrokontrolery STM32-F4 są kompatybilne pod względem wyprowadzeń z STM32-F2. Zastosowano w nich również identyczne bloki peryferyjne i interfejsy komunikacyjne, niektóre z nich nieco tylko poprawiono.

Najistotniejszą różnicą pomiędzy STM32-F4 i starszymi rodzinami mikrokontrolerów STM32 jest zastąpienie w nich



Rysunek 1.

Cortex-M4 vs Cortex-M4F
 Wdrożenie do produkcji mikrokontrolerów z rdzeniami Cortex-M4 stało się punktem honoru większości liczących się na świecie (a przynajmniej w Europie) producentów mikrokontrolerów. Niektórzy z nich idą „na skróty” wprowadzając do produkcji układy z rdzeniem Cortex-M4 pozbawione FPU. Są to więc z punktu widzenia użytkownika „zubożone” funkcjonalnie wersje rdzenia, chociaż rozszerzenie nazwy „kompletnych” rdzeni w nomenklaturze firmy ARM literą „F” (Cortex-M4F) sugeruje, że twórcy Cortexów (z firmy ARM) wpadli na pomysł doposażenia CPU w FPU nie tak całkiem od razu...



Rysunek 2.

rdzenia Cortex-M3 jego rozszerzoną wersją, wyposażoną w sprzętową jednostkę FPU (*Floating Point Unit*) o pojedynczej precyzji, możliwość dekodowania zestawu jednotaktowych instrukcji wspomagających realizację algorytmów DSP, a także zwiększoną do

Kompatybilność STM32-F2 i STM32-F4

Z informacji udostępnionych przez firmę STMicroelectronics wynika, że mikrokontrolery z tych dwóch rodzin są wzajemnie kompatybilne sprzętowo w zakresie pojemności pamięci Flash od 384 kB do 1 MB i obudowach o liczbie wyprowadzeń od 64 do 176.

168 MHz częstotliwość sygnału taktującego CPU (przy zachowaniu poboru prądu przez CPU na poziomie 230 $\mu\text{A}/\text{MHz}$!). Właśnie te cechy nowych mikrokontrolerów wyznaczają ich obszary aplikacyjne, dotąd zarezerwowane głównie dla procesorów DSP i/lub mikrokontrolerów DSC (*Digital Signal Controllers*). Sztandarowym przykładem jest jednostka MAC (*Multiply-Accumulates*) w STM32-F4, która pozwala wykonać w jednym taktie zegara operację mnożenia dwóch liczb 32-bitowych i dodanie uzyskanego wyniku do liczby 64-bitowej.

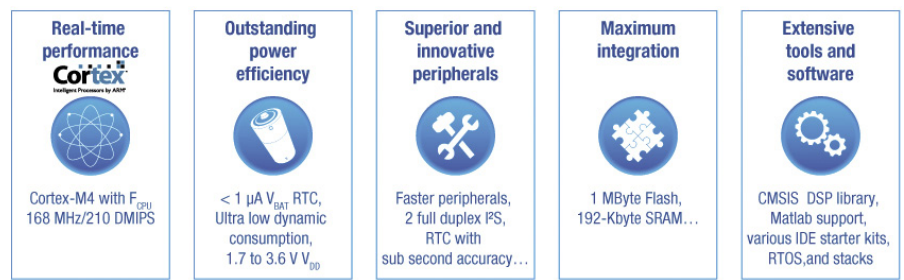
Na **rysunku 1** pokazano zestawienie „obszarów” instrukcji obsługiwanych

przez wszystkie rdzenie Cortex-M. Jak widać, Cortex-M4 obsługuje znacznie więcej instrukcji niż Cortex-M3, co pozwala na wykonywanie wielu złożonych operacji na danych za pomocą pojedynczych poleceń assemblerowych. Ponieważ STM32-F4 ma sprzętową jednostkę FPU, jego jednostka centralna dekoduje także instrukcje zaznaczone na rysunku 1 jako obsługiwane przez rdzeń Cortex-M4F – w rzeczywistości to on jest „sercem” nowych mikrokontrolerów firmy STMicroelectronics.

Budowę – na poziomie ogólnym - mikrokontrolerów STM32-F4 pokazano na **rysunku 2**. Schemat do złudzenia przypomina budowę mikrokontrolerów STM32-F2. W nowych mikrokontrolerach zastosowano znany ze starszych rodzin moduł ART (**rysunek 3**) pozwalający na odczyt zawartości Flash z pełną prędkością taktowania CPU (o konieczności stosowania wait-state'ów podczas odczytu tej pamięci na razie nic nie wiadomo; jest dość prawdopodobne, że nie będą potrzebne). Zastosowano w nich także zoptymalizowaną, 7-poziomową magistralę AHB (**rysunek 4**), dzięki której użytkownik może wpływać na sposób komunikowania się niektórych, najbardziej wymagających bloków peryferyjnych z CPU i innymi blokami peryferyjnymi.

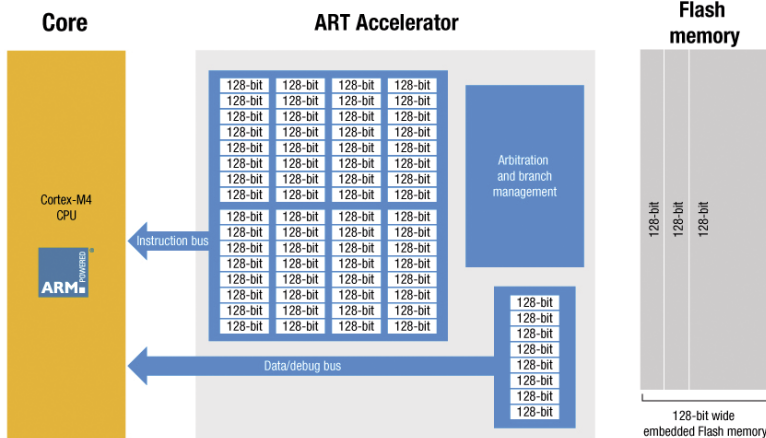
Producent zapewnia, że zachowano kompatybilność „w dół” bloków peryferyjnych wbudowanych w STM32-F4 z peryferiami zastosowanymi w STM32-F2. Z dostępnych obecnie opisów wynika, że parametry niektórych z nich poprawiono. I tak:

- timery-generatory PWM mogą być taktowane sygnałem o częstotliwości do 150 MHz,
- liczniki RTC zapewniają większą niż dotychczas rozdzielczość pomiaru (dziesiąte i setne części sekundy),
- interfejs cyfrowego audio I²S umożliwia w pełni duplexowy transfer danych, co pozwala stosować mikrokontrolery STM32-F4 w profesjonalnym sprzęcie muzycznym,

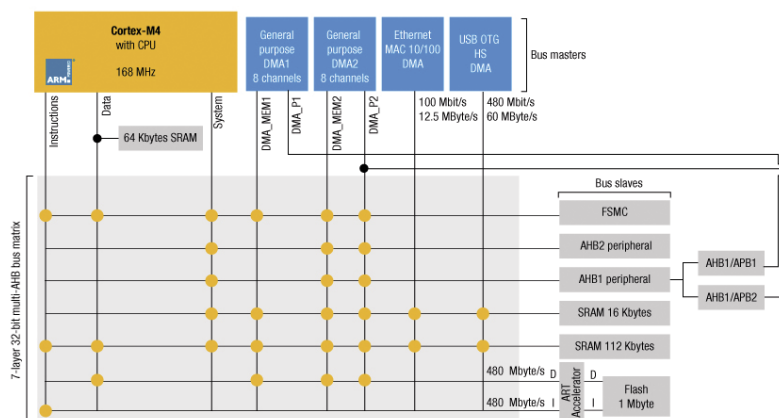


STM32 F4 series, over 30 part #s

L1, F1, F2, F4 series: seamless migration amongst 250 pin-to-pin compatible part #s



Rysunek 3.



Rysunek 4.

- interfejs MAC Ethernet obsługuje protokoł synchronizacji czasu IEEE1588 w nowej wersji v2.

Wprowadzono także kilka pomniejszych udoskonaleń, będziemy o nich informować po wprowadzeniu nowych mikrokontrolerów do sprzedaży w sieci dystrybucyjnej i opublikowaniu przez producenta oficjalnych wersji dokumentacji.

Interesującą cechą FPU wbudowanej w mikrokontrolery STM32-F4 jest możliwość bezpośredniego wykonywania kodu wygenerowanego za pomocą pakietu Matlab, co otwiera przed konstruktorami i programistami niewyobrażalne wręcz możliwości obliczeniowe i to zarówno w zakresie cyfrowej obróbki sygnałów, jak i obliczeń konstrukcyjnych oraz inżynierskich w różnych dziedzinach wiedzy i techniki.

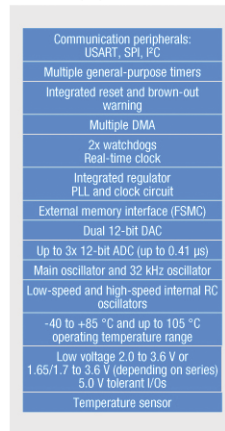
Korzystanie z możliwości mikrokontrolerów w zakresie DSP upraszczają biblioteki CMSIS, których specyfikacja przewiduje dostępność bogatego zestawu obliczeń, jak na przykład: interpolacje, obliczenia statystyczne, transformaty (także w dziedzinie liczb zespolonych), operacje na macierzach, filtrowanie sygnałów, a także (sic!) programowo realizowany regulator PID.

Na rysunku 5 pokazano zakresy wyposażenia i dostępnych obudów mikrokontrolerów STM32-F4, które jako pierwsze wprowadzono na rynek. Jak widać, STMicroelectronics stoi na twardym gruncie rzeczywistości: dostępne są przede wszystkim wersje obudów łatwych do taniego montażu. W obudowach BGA dostępne jest zaledwie kilka typów nowych mikrokontrolerów.

Dla Czytelników EP zainteresowanych poznaniem praktycznych możliwości nowych mikrokontrolerów

W skład rodziny mikrokontrolerów STM32 wchodzi obecnie ponad 250 różnych wersji układów, w wielu przypadkach wzajemnie kompatybilnych ze sobą pinowo. Uporządkowanie budowy peryferiów implementowanych w STM32 upraszcza tworzenie uniwersalnych, łatwo przenośnych aplikacji, w czym pomocne są także biblioteki CMSIS. Na rysunku przedstawiono uproszczone schematy blokowe obecnie dostępnych grup mikrokontrolerów tworzących rodzinę STM32.

Common core peripherals and architecture:



STM32 F4 series - High performance with DSP (STM32F405/415/407/417)

168 MHz Cortex-M4 with DSP and FPU	Up to 192-Kbyte SRAM	Up to 1-Mbyte Flash	2x USB 2.0 OTG FS/HS	3-phase MC timer	2x CAN 2.0B	SDIO 2x PS audio Camera IF	Ethernet IEEE 1588	Crypto/hash processor and RNG
------------------------------------	----------------------	---------------------	----------------------	------------------	-------------	----------------------------	--------------------	-------------------------------

STM32 F2 series - High performance (STM32F205/215/207/217)

120 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 128-Kbyte SRAM	Up to 1-Mbyte Flash	2x USB 2.0 OTG FS/HS	3-phase MC timer	2x CAN 2.0B	SDIO 2x PS audio Camera IF	Ethernet IEEE 1588	Crypto/hash processor and RNG
-----------------------	----------------------	---------------------	----------------------	------------------	-------------	----------------------------	--------------------	-------------------------------

STM32 F1 series - Connectivity line (STM32F105/107)

72 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 64-Kbyte SRAM	Up to 256-Kbyte Flash	USB 2.0 OTG FS	3-phase MC timer	2x CAN 2.0B	2x PS audio	Ethernet IEEE 1588
----------------------	---------------------	-----------------------	----------------	------------------	-------------	-------------	--------------------

STM32 F1 series - Performance line (STM32F103)

72 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 96-Kbyte SRAM	Up to 1-Mbyte Flash	USB FS device	3-phase MC timer	CAN 2.0B	SDIO 2x PS
----------------------	---------------------	---------------------	---------------	------------------	----------	------------

STM32 F1 series - USB Access line (STM32F102)

48 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 16-Kbyte SRAM	Up to 128-Kbyte Flash	USB FS device
----------------------	---------------------	-----------------------	---------------

STM32 F1 series - Access line (STM32F101)

36 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 80-Kbyte SRAM	Up to 1-Mbyte Flash
----------------------	---------------------	---------------------

STM32 F1 series - Value line (STM32F100)

24 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 32-Kbyte SRAM	Up to 512-Kbyte Flash	3-phase MC timer	CEC
----------------------	---------------------	-----------------------	------------------	-----

STM32 L1 series - Ultra-low-power (STM32L151/152)

32 MHz Cortex-M3 CPU	Up to 48-Kbyte SRAM	Up to 384-Kbyte Flash	USB FS device	Data EEPROM up to 12 Kbytes	LOD 8x40 4x44	Comparator	BGR MSI V3cal	AES 128-bit
----------------------	---------------------	-----------------------	---------------	-----------------------------	---------------	------------	---------------	-------------

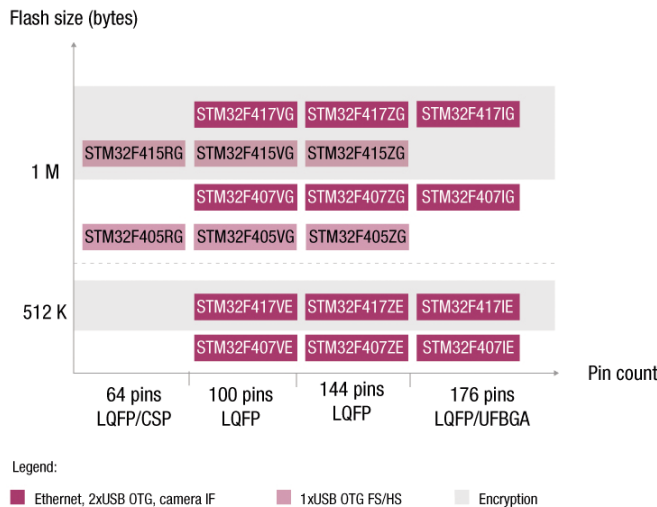
rów - a takich jest większość - informujemy, że producent zadbał o to, żeby im maksymalnie ułatwić start: w najbliższych dniach dostępne będą bardzo tanie zestawy DiscoveryKit

z nowymi mikrokontrolerami (fotografia 6), których budowa i wyposażenie są podobne do dobrze znanych na rynku DiscoveryKitów dla starszych rodzin STM32.

Przyszłość widzę jasną...

Z nieoficjalnych (na razie) przekazów wiemy, że mikrokontrolery STM32-F4 nie są ostatnim słowem firmy STMicroelectronics w zakresie mikrokontrolerów z rdzeniami Cortex. Jednym z kierunków dalszego ich rozwoju ma być powiększenie pojemności pamięci Flash do 2 MB, poszerzenie gamy dostępnych obudów, a także zagospodarowanie wolnych cyfr w przestrzeni STM32-Fx. Co oznacza x=1, x=2 i x=4 już wiemy. O pomysłach producenta dla wartości x=0 i x=3 mam nadzieję już niedługo napisać w EP.

Piotr Zbysiński, EP



Rysunek 5.



Fotografia 6.

STM32 w Internecie

Jednym ze współczesnych sposobów pomiaru popularności wyrobów i analizy ich rynkowych trendów są zestawienia najpopularniejszych słów kluczowych używanych przez internautów podczas korzystania z wyszukiwarki Google. Na rysunku przedstawiamy takie wyniki dla kilku konkurentów mikrokontrolerów STM32. Nie jest to wykres dający 100-procentowy obraz sytuacji, ale jak rozejrzemy się wokoło (po biurkach i stołach znajomych konstruktorów), to rzeczywiście wszędzie się roi od tych mikrokontrolerów...

