

Mikrokontrolery STM32F3 (Cortex-M4F) – narzędzia dla każdego

Firma STMicroelectronics wprowadzając na rynek nowe mikrokontrolery dba nie tylko o dostępność samych układów, ale także dostępność tanich narzędzi sprzętowych charakteryzujących się dużymi możliwościami i świetnym wyposażeniem. Znany od lat schemat działania producent powielił także w wypadku mikrokontrolerów STM32F3, czego efekty przedstawiamy w artykule.

Zacniemy od krótkiego wstępu o samych mikrokontrolerach STM32F3, które są pewnego rodzaju nowością na naszym rynku. Podrodzina STM32F3 jest mocniejszą obliczeniowo i lepiej wyposażoną sprzętowo alternatywą dla popularnych mikrokontrolerów STM32F1, przy czym zachowuje zgodność mechaniczną i elektryczną pomiędzy mikrokontrolerami z obydwu podrodzin, montowanych w takich samych obudowach. Jednocześnie mikrokontrolery STM32F3 uzupełniają aplikacyjnie rodzinę STM32F4, bowiem są także wyposażone Cortex-M4F (czyli M4 zintegrowany z FPU). Technologia zastosowana do produkcji prezentowanych układów

umożliwia taktowanie CPU sygnałem o maksymalnej częstotliwości wynoszącej 72 MHz, co pozwala uzyskać wydajność obliczeniową 90 DMIPS. Maksymalna planowana obecnie przez producenta pojemność pamięci Flash wyniesie 256 kB, a SRAM do 48 kB.

Mikrokontrolery STM32F3 są standardowo wyposażane m.in. w sprzętowy kontroler klawiatur bezstykowych (CT touch sense), kontrolę parzystości SRAM, sprzętową ochronę dostępu do jej zawartości (za pomocą jednorazowego bezpiecznika), a także jednostkę MPU (Memory Protection Unit), dzięki której możliwa będzie ochrona danych w zadanych obszarach pamięci i/lub bezpieczne

Cortex-M4 vs Cortex-M4F

Firma STMicroelectronics we wszystkich produkowanych przez siebie mikrokontrolerach wyposażonych w rdzenie Cortex-M4 stosuje najbardziej rozbudowaną wersję tego rdzenia, w której zintegrowano koprocesor zmiennoprzecinkowy FPU (Floating Point Unit). Piszemy o tym, ponieważ to nie jest standardowa praktyka i wielu producentów mikrokontrolerów wyposażonych w rdzenie Cortex-M4 implementuje wyłącznie CPU (bez FPU). Z tego powodu warto stosować rozróżnienie (zgodnie z poprawioną niedawno przez ARM nomenklaturą):

- Cortex-M4 to rdzeń z obsługą poleceń DSP ale bez FPU,
- Cortex-M4F to rdzeń z obsługą poleceń DSP i zintegrowanym FPU.

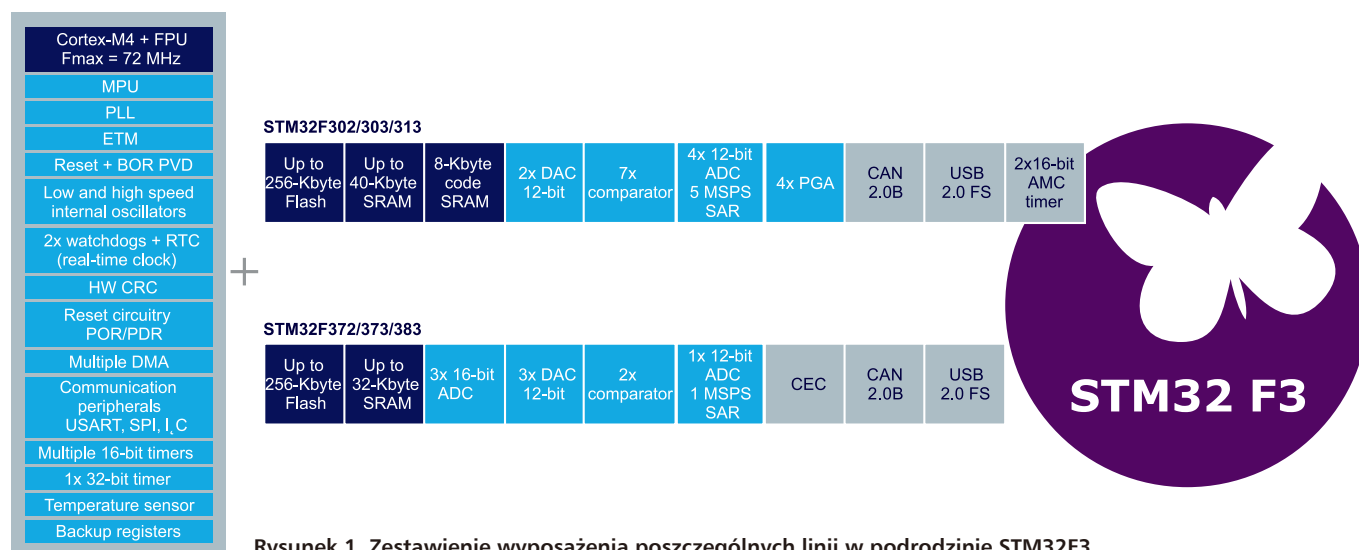
Orientację utrudniają nieścisłości w dokumentacjach producentów, nawet firma STMicroelectronics nie zawsze w publikowanej dokumentacji „przynajmniej się” do stosowania rdzeni Cortex-M4F.

stosowanie programowych schedulerów, a nawet mini-systemów operacyjnych.

W ramach podrodziny STM32F3 jest dostępnych sześć różniących się wyposażeniem linii mikrokontrolerów, których najważniejsze cechy zestawiono

PODZESPOŁY

Tab. 1. Zestawienie cech wybranych elementów wyposażenia mikrokontrolerów STM32F3						
Cecha	STM32F302	STM32F303	STM32F313	STM32F372	STM32F373	STM32F383
Rdzeń	Cortex-M4 + FPU	Cortex-M4 + FPU	Cortex-M4 + FPU	Cortex-M4 + FPU	Cortex-M4 + FPU	Cortex-M4 + FPU
Taktowanie maks. [MHz]	72	72	72	72	72	72
Flash maks.[kB]	256	256	256	256	256	256
SRAM maks. [kB]	32	48	48	32	32	32
CCM-SRAM [kB]	8	8	8	brak	brak	brak
ADC SAR	2×12 b/5 MHz	4×12 b/5 MHz	4×12 b/5 MHz	1×12 b/1 MHz	1×12 b/1 MHz	1×12 b/1 MHz
ADC Σ-Δ	brak	brak	brak	1×16 b	3×16 b	3×16 b
Inne peryferia analogowe	4×Kompar. 2×PGA 1×DAC	7×Kompar. 4×PGA 2×DAC	7×Kompar. 2x DAC	1×Kompar. 1×DAC	2×Kompar. 3×DAC	2×Kompar. 3×DAC
MC timer	1/144 MHz	2/144 MHz	2	brak	brak	brak



Rysunek 1. Zestawienie wyposażenia poszczególnych linii w podrodzynie STM32F3

w tabeli 1, a schematy blokowe poszczególnych podrodzin przedstawiono na rysunku 1. Jak widać, od chwili zapowiedzi przedpremierowych zaszły pewne zmiany (zniknęła podrodzina F333, dodano F313 i F383), ale zachowano zapowiadany kierunek rozwoju i docelowy obszar aplikacyjny.

Peryferia zastosowane w mikrokontrolerach STM32F3 należą do nowej generacji, przykładowo:

interfejs I²C obsługuje peryferia zgodne ze standardem Fm+, umożliwiając transmisję danych z prędkością do 1 Mb/s,

- interfejs SPI obsługuje ramki danych o długości konfigurowanej przez użytkownika w zakresie od 4 do 16 bitów,
- linie GPIO wyposażono w kompletny tor analogowy dla interfejsu bezstykowego CT touch sensing,
- linie GPIO są obsługiwane z poziomu magistrali AHB,
- zegar RTC zlicza czas w kodzie BCD,
- w niektórych mikrokontrolerach zastosowano timery o rozdzielczości pomiarowej 0,4 ns.

We wszystkich peryferiach usunięto błędy znane z mikrokontrolerów starszych generacji, dzięki czemu korzystanie na przykład z I²C – będzie znacznie łatwiejsze niż dotychczas.

Ważną nowością zastosowaną w mikrokontrolerach STM32F3 są zaawansowane, 16-bitowe przetworniki A/C (sigma-delta, próbkowanie do ok. 50 kHz) oraz szybkie (1 lub 5 MHz, w zależności od typu układu) przetworniki SAR o rozdzielczości 12 bitów.

Możliwości mikrokontrolerów najlepiej jest weryfikować we własnych aplikacjach, do czego są przydatne zestawy ewaluacyjne i startowe. Firma STMicroelectronics z myślą o mikrokontrolerach STM32F3 przygotowała dwa takie zestawy:

- STM32F3Discovery (**fotografia 2**), który należy do popularnej rodziny narzędzi „startowych” o wspólnej nazwie Discovery. Zestaw charakteryzuje się niską ceną (dostępny za ok. 69 PLN brutto), wbudowanym programatorem-debuggerem z USB (zgodny z ST-Link/v2), wyposażono go w mikrokontroler STM32F303VCT6 w obudowie LQFP100 z 256 kB pamięci Flash i 48 kB RAM.



Fotografia 2. Wygląd zestawu STM32F3Discovery

Pamięci RF EEPROM w zestawie STM32373C-EVAL

Dual Interface EEPROM
Two worlds connected

W zestawie STM32373C-EVAL zastosowano pamięć EEPROM z interfejsem radiowym pracującym w paśmie RFID (13,56 MHz, ISO15693), która może komunikować się z otoczeniem także przewodowo poprzez interfejs I²C. Pamięć jest montowana w zestawie na płycie drukowanej, na której zaimplementowano antenę pętlową wykonaną z miedzianej ścieżki na powierzchni PCB. Dodatkowe informacje o pamięciach M24LRxxE-R są dostępne na stronie producenta, pod adresem: www.st.com/dualeeprom.



Fotografia 3. Wygląd zestawu STM32373C-EVAL

Standardowym elementem wyposażenia zestawu są dwa czujniki MEMS: 3-osiowy żyroskop L3GD20 oraz 3-osiowy akcelerometr zintegrowany z elektronicznym kompasem (LSM303DLHC). Użytkownik może wykorzystać w swoich aplikacjach 8 LED (dwie dodatkowe należą do wyposażenia systemowego zestawu) oraz jeden przycisk (+ przycisk ręcznego zerowania). Użytkownik ma także do dyspozycji złącze miniUSB (B), co pozwala wykorzystać zestaw do eksperymentów jako urządzenie klasy *device*. Tradycyjnie wszystkie wolne linie GPIO wyprowadzono na złącza gold-pin o rastrze 2,54 mm, do których można wygodnie dołączyć różnego rodzaju układy peryferyjne.

Napięciowe wariacje
Mikrokontroler w zestawie STM32373C-EVAL może być zasilany napięciem o wartości 3,3 V lub napięciem regulowanym w zakresie 2,0...3,6 V, dzięki czemu użytkownik może zweryfikować jego działanie przy różnych napięciach zasilających oraz podczas zmian jego wartości podczas pracy.

- STM32373C-EVAL (fotografia 3), który – ze względu na cenę i zaawansowane możliwości – jest adresowany do konstruktorów zamierzających wykorzystać mikrokontrolery w bardziej wyrafinowanych aplikacjach, stąd między innymi wybór typu zastosowanego w zestawie mikrokontrolera – STM32F373VCT6. Użytkownik ma do dyspozycji między innymi: przetwornik C/A audio z interfejsem I^S, przetwornik A/C audio z mikrofonem i wzmacniaczem, złącze karty SD na SPI, joystick cyfrowy, klasyczne dla zestawów STMicroelectronics przyciski (Reset, Wakeup/Tamper User Key), a także 4 LED (poza systemowymi) w różnych kolorach. Do magistrali I²C mikrokontrolera zastosowanego w zestawie dołączono cyfrowy czujnik temperatury TLM75, pamięć EEPROM M24M01 oraz pamięć RF EEPROM (pamięć EEPROM z interfejsem I²C i dodatkowym interfejsem RF pracującym w paśmie RFID 13,56 MHz, umożliwiającym odczyt i modyfikację jej zawartości). Efektownym, obecnie wręcz niezbędnym, elementem wyposażenia prezentowanego zestawu są: kolorowy wyświetlacz LCD-TFT (sterowany via SPI) o wymiarach matrycy 240×320, *touch-slider* pokazujący możliwości interfejsów CTC wbudowanych w mikrokontrolery STM32F3, a także interfejsy



Fotografia 4. Wygląd zestawu STM32303C-EVAL (jeszcze niedostępny w sprzedaży)

komunikacyjne: IrDA, CAN 2.0 A/B, USB FS oraz dwa złącza HDMI do testowania interfejsów sterujących CEC (DDC). Nieco mniej spektakularnym elementem wyposażenia komunikacyjnego jest interfejs RS232, który nadal w aplikacjach przemysłowych jest bardzo popularny, a w zestawie umożliwia także ładowanie programu do pamięci Flash mikrokontrolera (za pomocą bootloadera). Weryfikację działania przetworników A/C i C/A ułatwiają: potencjometr spełniający rolę nastawnika analogowego, złącza wejściowe A/C i wyjściowe C/A oraz wbudowany w zestaw fotorezystor.

Niespotykanymi w innych zestawach elementami wyposażenia STM32373C-EVAL są złożone pola dotykowe dla toru pomiarowego ECG, który konstruktorzy zestawu zaimplementowali na przetworniku *sigma-delta*, który jest jednym ze standardowych elementów wyposażenia mikrokontrolerów STM32F373. Ten sam przetwornik jest wykorzystywany do pomiaru temperatury za pomocą czujnika Pt100, który także zastosowano w zestawie. Programowanie pamięci mikrokontrolera oraz monitorowanie jego działania umożliwia zintegrowany na płytce zestawu interfejs ST-Link/v2 komunikujący się z mikrokontrolerem poprzez JTAG, opcjonalnie użytkownik może korzystać także z wyprowadzonych styków interfejsu ETM.

Firma STMicroelectronics zamierza wprowadzić do produkcji jeszcze jeden zestaw dla mikrokontrolerów STM32F3, o nazwie STM32303C-EVAL (fotografia 4). Nie jest on jeszcze dostępny w sprzedaży, poświęćmy mu więc wkrótce osobny artykuł.

Andrzej Gawryluk

Zestawy STMicroelectronics na Youtube

Prezentacje możliwości zestawów ewaluacyjnych i startowych z mikrokontrolerami STM32 są dostępne na kanale www.youtube.com/kamamibtc