

STM32® DNA at a budget price
A discovery kit to make
innovation easy

STM32® F0

STM32F0, czyli Cortex-M0 w rodzinie STM32

W kwietniowej EP informowaliśmy Czytelników EP o wprowadzeniu do produkcji przez STMicroelectronics nowej podrodziny mikrokontrolerów STM32F0, które wyposażono w rdzeń Cortex-M0. Jest to siódma w ofercie STMicroelectronics podrodzina mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M, która uzupełnia doskonale już znane STM32F1, STM32F2, STM32F4, STM32W i STM32L1 (wyposażone w rdzeń Cortex-M3) oraz nowość – STM32F3 (Cortex-M4F).

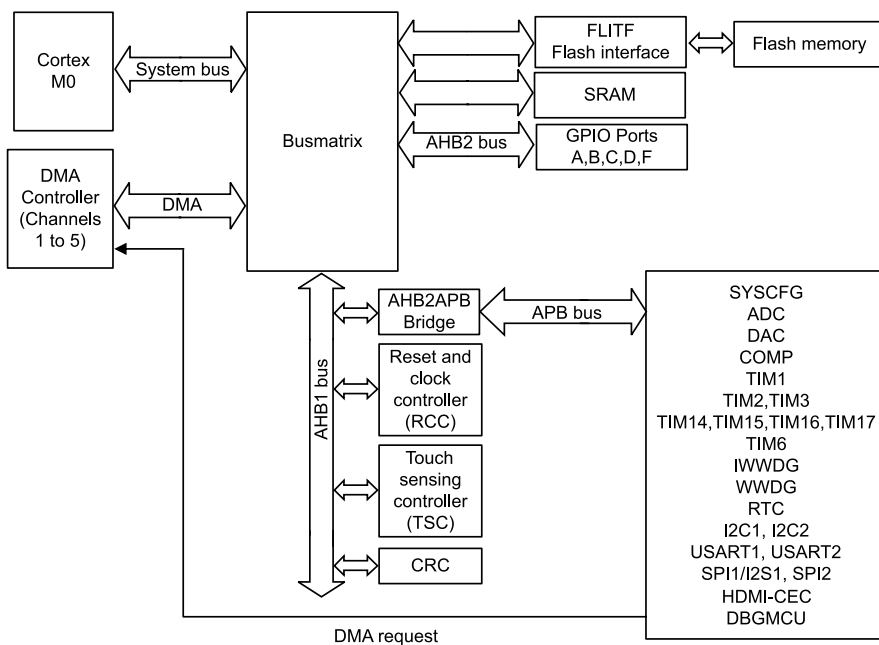
Rdzeń mikrokontrolerów STM32F0 – najmniejszy w rodzinie ARM Cortex-M: Cortex-M0 – jest przystosowany do taktowania sygnałem zegarowym o częstotliwości do 48 MHz, przy której osiąga wydajność ok. 38 DMIPS i uzyskuje 68 punktów w testach wydajności CoreMark. W skład standardowego wyposażenia nowych mikrokontrolerów wchodzi także 12-bitowe przetworniki A/C i C/A, szybkie linie GPIO (do 55, w tym do 36 z tolerancją 5 V) z możliwością obsługi nastawników pojemnościowych (także suwaków i „obrotowych” – łącznie do 18 pół czujnikowych) i sprężyny kontroler PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor). W zależności od typu mikrokontrolera, użytkownik ma do dyspozycji od 16 do 64 kB Flash, 4 lub 8 kB SRAM (w planach do 20 kB) i obudowy o liczbie pinów od 32 (UFQFPN32 i LQFP32), przez 48 (LQFP48), do 64 (LQFP64). Producent

zapowiada wdrożenia także wersji w obudowie z 20 wyprowadzeniami (16 kB Flash) oraz 100 wyprowadzeniami (128 kB Flash), deklaruje także kompatybilność *pin-to-pin* mikrokontrolerów STM32F0 z mikrokontrolerami z pozostałych rodzin w takich samych obudowach, co zapewnia w pewnym stopniu skalowalność platformy sprzętowej STM32. Standardowym wyposażeniem rodziny STM32F0 jest ponadto 5-kanalowy kontroler DMA, szybki – do 1 Mb/s – interfejs I²C, interfejs SPI z obsługą CEC-HDMI i elastycznie ustawianą długością ramki danych (od 4 do 16 bitów @18 Mb/s), szybki USART (do 6 Mb/s), programowalne 16-/32-bitowe timery z możliwością generacji 3-fazowego przebiegu PWM i 17 liniami *capture/compare*, a także wygodny w obsłudze wbudowany RTC z kalendarzem zliczającym w kodzie BCD.

Podstawowe cechy mikrokontrolerów z rodziny STM32F0 zestawiono w **tabeli 1**, a ich schemat blokowy pokazano na **rysunku 1**.

Prezentowane mikrokontrolery wyposażono w interfejs do programowania i debugowania o nazwie SWD, który występuje także w starszych mikrokontrolerach STM32, nie wbudowano w nie natomiast interfejsu JTAG. Interfejs SWD jest obsługiwany m.in. przez programatory USB: J-Link oraz ST-Link/V2 (a także jego ścisły, tańszy odpowiednik: ZL30PRGv2 – **fotografia 3**). Za jego pomocą programista ma dostęp do bloków wewnętrznych mikrokontrolera (**rysunek 4**), który jest „przezroczysty” dla CPU oraz aplikacji użytkownika i umożliwia sterowanie pracą CPU i monitorowanie przebiegu wykonywania programu. Zastosowany w mikrokontrolerach STM32F0 blok wspomagający debugowanie jest rozszerzoną wersją standardowego rozwiązania firmy ARM, dzięki czemu m.in. programista może zarządzać sygnałami zegarowymi i przypisaniami funkcjonalnymi linii GPIO czy testować pracę mikrokontrolera w trybie obniżonego poboru mocy.

Zastosowanie w mikrokontrolerach STM32F0 stosunkowo niewielkiego (pod względem zajmowanej powierzchni na płycie krzemowej) rdzenia, pozwoliło producentowi

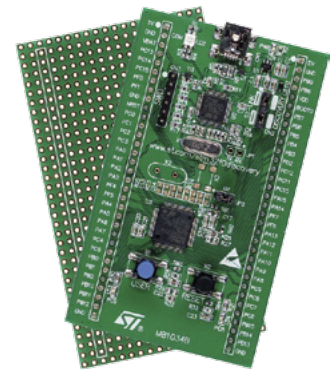


Rysunek 1. Schemat blokowy mikrokontrolerów STM32F0

uzyskać niewielki pobór prądu, który producent deklaruje na poziomie ok. 5,3 μA w trybie STOP, poniżej 3 μA w trybie STANDBY i ok. 250 $\mu\text{A}/\text{MHz}$ podczas normalnej pracy (dla samego rdzenia). Napięcie zasilania prezentowanych układów powinno się mieścić w zakresie 2,0...3,6 VDC, a dopuszczalne zakresy temperatur pracy to: $-40...+85^\circ\text{C}$ lub $-40...+105^\circ\text{C}$. W strukturach mikrokontrolerów rozdzielono napięcia zasilające część analogową i cyfrową, co pozwala zminimalizować wpływ zakłóceń przenoszonych przez linie zasilające do czułych elementów torów analogowych (m.in. konwersji A/C, pętli PLL).

Producent dużo uwagi skierował na zapewnienie bezpieczeństwa aplikacji, w których pracują mikrokontrolery STM32F0, co przejawia się m.in. wyposażeniem pamięci SRAM w sprzętowy kontroler parzystości, kontroler CRC dla pamięci Flash, dwa watchdogi i system monitorowania poprawności taktowania z automatycznym przełączaniem na wewnętrzne źródło sygnału zegarowego. Mikrokontroler

ry wyposażono także w rejestry z niepowtarzalnymi 96-bitowymi numerami ID, za pomocą których można identyfikować urządzenia z wbudowanymi mikrokontrolerami.



Fotografia 5. Wygląd zestawu STM-32F0Discovery

Podobnie jak w przypadku pozostałych rodzin mikrokontrolerów, także dla STM32F0 firma STMicroelectronics przygotowała dla użytkowników chcących szybko i wygodnie poznać możliwości nowych mikrokontrolerów bardzo tanie zestawy narzędziowe z serii Discovery (STM32F0DISCOVERY – fotografia 5), które charakteryzują się niską ceną i dobrym wyposażeniem – zintegrowano w nich m.in. programator-debugger, każdy zestaw zawiera także dodatkową płytkę uniwersalną dla elementów przewlekanych.

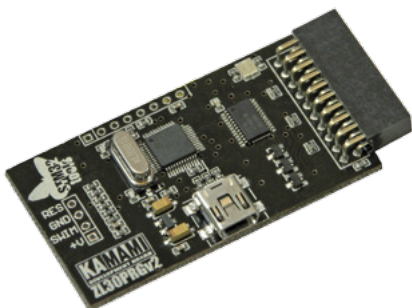
Andrzej Gawryluk

Tabela 1. Zestawienie podstawowych cech i parametrów mikrokontrolerów z rodziny STM32F0 (Cortex-M0 @48 MHz)

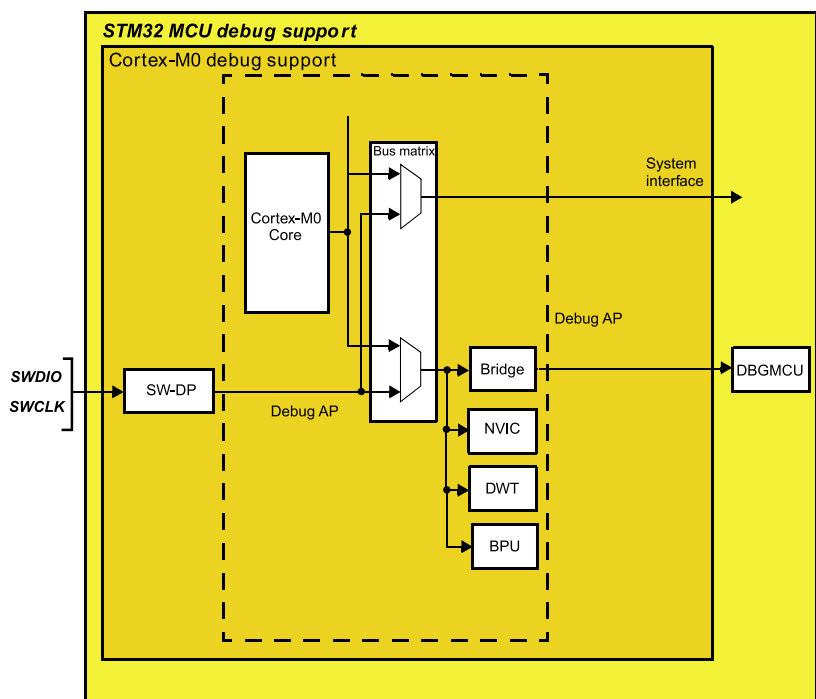
Typ	Flash [kB]	SRAM [kB]	Obudowa	DAC 12-b	ADC 12-b	GPIO
STM32F051C4	16	4	LQFP48	1 ch	10 ch	39
STM32F051K4	16	4	LQFP32	1 ch	10 ch	27
STM32F051R4	16	4	LQFP64	1 ch	16 ch	55
STM32F051U4	16	4	UFQFPN32	1 ch	10 ch	27
STM32F051C6	32	4	LQFP48	1 ch	10 ch	39
STM32F051K6	32	4	LQFP32	1 ch	10 ch	27
STM32F051R6	32	4	LQFP64	1 ch	16 ch	55
STM32F051U6	32	4	UFQFPN32	1 ch	10 ch	27
STM32F051C8	64	8	LQFP48	1 ch	10 ch	39
STM32F051K8	64	8	LQFP32	1 ch	10 ch	27
STM32F051R8	64	8	LQFP64	1 ch	16 ch	55
STM32F051U8	64	8	UFQFPN32	1 ch	10 ch	27

64 K	STM32F051K8	STM32F051C8	STM32F051R8
32 K	STM32F051K6	STM32F051C6	STM32F051R6
16 K	STM32F051K4	STM32F051C4	STM32F051R4
	32 pins QFN	48 pins LQFP	64 pins LQFP

Rysunek 2. Dostępne wersje mikrokontrolerów STM32F0



Fotografia 3. Programator ZL30PRGv2 obsługuje zarówno JTAG jak i SWD



Rysunek 4. Schemat blokowy bloku wspomagającego debugowanie pracy mikrokontrolerów STM32F0