

Timery w STM32F2/F4

Mikrokontrolery z podrodzin STM32F2 i STM32F4 wyposażono w bliźniaczy zestaw bloków peryferyjnych oraz - pierwsze w rodzinie STM32 - 32-bitowe timery uniwersalne. W artykule przedstawiamy ekspresowy przegląd cech i możliwości timerów-liczników zastosowanych w STM32F2/F4 z uwzględnieniem ich podstawowych obszarów aplikacyjnych.

Pomimo swojej krótkiej rynkowej historii mikrokontrolery STM32F nieustannie ewoluują, co szczególnie jest widoczne na przykładzie wbudowanych w nie bloków peryferyjnych, w tym także timerach. Znaczenie sprzętowych timerów we współczesnych aplikacjach rośnie, rosną także wymagania im stawiane, na co producenci mikrokontrolerów starają się możliwie szybko zareagować. Jedne z najnowszych timerów firma STMicroelectronics zastosowała w mikrokontrolerach STM32F2 i STM32F4, których wyposażenie – poza rdzeniami CPU – jest bliźniacze.

Timery w STM32: jakie i do czego

W zależności od przynależności do rodziny, mikrokontrolery STM32 są wyposażane w różne rodzaje mikrokontrolerów, co w przejrzysty sposób pokazano w **tabeli 1**. W mikrokontrolerach STM32F2 i STM32F4 zastosowano łącznie 14 timerów, w tym dwa 32-bitowe (TIM2 i TIM5).

Timery w STM32 dzielą się na pięć zasadniczych grup:

- *advanced* – timery najbardziej rozbudowane funkcjonalnie o największych możliwościach konfiguracyjnych z wbudowanymi komparatorami, przystosowane do pracy w systemach wielofazowego sterowania silnikami (m.in. możliwość zadania czasu martwego pomiędzy fazami, możliwość sprzętowego zatrzymania sterowanego silnika),
- *general purpose* – uniwersalne timery o dużych możliwościach funkcjonalnych, pozbawione komparatorów, przystosowane do pomiaru czasu i okresu przebiegów, zliczania impulsów i odstępów między nimi, zliczania impulsów z czujników i enkoderów itp.
- *basic* – timery pozbawione wejść i wyjść zewnętrznych, przeznaczone do pracy w generatorach podstawy czasu (np. do wyzwiania przetworników C/A).
- *1-/2-channel z wyjściami komplementarnymi* – timery o nieco mniejszych możliwościach niż dotychczas wymienione, zliczające wyłącznie w górę, wyposażone w komparator, a także – wyłącznie

w wersji 2-kanalowej – także w generator czasu martwego.

Wszystkie wymienione dotychczas timery mają dostęp do DMA, dzięki czemu ich obsługa pochłania minimalne zasoby CPU. Ostatni rodzaj timerów stosowanych w obecnie dostępnych wersjach mikrokontrolerów STM32 to:

- *1-/2-channel* – timery nie mające dostępu do DMA, pozbawione komparatora i generatora czasu martwego.

Najważniejsze cechy poszczególnych grup timerów zestawiono w **tabeli 2**. Warto zwrócić uwagę, że za wyjątkiem TIM2 i TIM5, które w mikrokontrolerach STM32F2 i STM32F4 są 32-bitowe a w innych rodzinach 16-bitowe, wszystkie pozostałe timery o takich samych nazwach charakteryzują się podobną budową i cechami użytkowymi.

Synchronizacja timerów w STM32

W zestawieniu prezentowanym w tabeli 2 widoczne są dwie nieoczywiste kolumny: *tryb master* i *tryb slave*. Dotyczą one jedynie niektórych typów timerów, które są przystosowane do pracy w konfiguracji wielopoziomowej, niektóre z nich jako źródła sygnałów taktujących dla kolejnych timerów (*master*), niektóre jako timery taktowane (*slave*), timery *general purpose* oraz *advanced* mogą pracować w obydwu trybach. Konfiguracją sygnałów wejściowych i wyjściowych wyzwalających zliczanie programista może zarządzać dzięki specjalnemu multiplexerowi *timer system link* (występuje w każdym timerze obsługującym tryby *master/slave*), którego schemat blokowy pokazano na **rysunku 1**, a na **rysunku 2** pokazano jego zastosowanie w timerze TIM1/TIM8 (*advanced*). Przykładowy sposób kaskadowego połączenia timerów w trybie *master/slave* pokazano na **rysunku 3**.

Maksymalne częstotliwości taktowania

Taktowanie timerów w mikrokontrolerach STM32F2 i STM32F4 zostało podzielone na dwie niezależne grupy:

- taktowanych z preskalera APB1, są to: TIM2, TIM3, TIM4, TIM5, TIM6, TIM7, TIM12, TIM13, TIM14,
- taktowanych z preskalera APB2, są to: TIM1, TIM8, TIM9, TIM10, TIM11.

Cechy konstrukcyjne mikrokontrolerów STM32F2/F4 powodują, że maksymalna częstotliwość wewnętrznego taktowania timerów wynosi:

- w przypadku STM32F2: z grupy APB1 30 MHz, a z grupy APB2 – 60 MHz, któ-

Tab. 1. Zestawienie wyposażenia w timery poszczególnych rodzin mikrokontrolerów STM32

Typ timera	STM32F101...107	STM32F100	STM32L1	STM32F2/F4
Advanced	TIM1	TIM1		TIM1
	TIM8			TIM8
General Purpose 16-b	TIM2	TIM2	TIM2	
	TIM3	TIM3	TIM3	TIM3
	TIM4	TIM4	TIM4	TIM4
	TIM5	TIM5		
General Purpose 32-b				TIM2
				TIM5
Basic	TIM6	TIM6	TIM6	TIM6
	TIM7	TIM7	TIM7	TIM7
1-channel	TIM10		TIM10	TIM10
	TIM11		TIM11	TIM11
	TIM13	TIM13		TIM13
	TIM14	TIM14		TIM14
2-channel	TIM9		TIM9	TIM9
	TIM12	TIM12		TIM12
1-channel z wyjściami komplementarnymi		TIM15		
2-channel z wyjściami komplementarnymi		TIM16		
		TIM17		

Tab. 2. Skrócone charakterystyki funkcjonalne poszczególnych grup timerów stosowanych w mikrokontrolerach STM32

Typ timera	Rozdzielczość	Zliczanie	Dostęp do DMA	Liczba kanałów	Liczba komparatorów	IC/OC/PWM/OP	Tryb master	Tryb slave
Advanced	16	up, down, center aligned	+	4	3	+/+/>+/+	+	+
General purpose	16/32 (wyłącznie w STM32F2/F4)	up, down, center aligned	+	4	0	+/>+/+/+	+	+
Basic	16	up	+	0	0	-/-/-	+	-
1-channel	16	up	-	1	0	+/>+/+/+	+	-
2-channel	16	up	-	2	0	+/>+/+/+	+	+
1-channel z wyjściami komplementarnymi	16	up	+	1	1	+/>+/+/+	+	-
2-channel z wyjściami komplementarnymi	16	up	+	2	1	+/>+/+/+	-	+

re w obydwu przypadkach są powielane $\times 2$ dając wynikowo 60 lub 120 MHz.
 – w przypadku STM32F4: z grupy APB1 42 MHz, a z grupy APB2 – 84 MHz, które w obydwu przypadkach są powielane $\times 2$ dając wynikowo 84 lub 168 MHz.

Żeby było łatwiej: narzędzia i pomoc dla programistów

Konfiguracja toru taktującego timery nie jest zadaniem bardzo trudnym, ale może sprawiać problemy początkującym programistom. Żeby zminimalizować ryzyko pomyłki firma STMicroelectronics udostępniła bezpłatnie proste w obsłudze konfiguratory (w postaci interaktywnych arkuszy XLS), które umożliwiają łatwe i – co ważne – pod kontrolą, ustawienie odpowiednich współczynników podziału i powielania w PLL, do tego potrafią wygenerować kod w C służący do konfiguracji bloku RCC. Okno konfiguratora z przykładowymi nastawami pokazano na **rysunku 4**.

Równie praktyczną pomocą dla programistów są przykładowe programy dostarczane m.in. z zestawami DISCOVERY (np. STM32F4DISCOVERY), dostępne na stronie internetowej producenta. Są wśród nich m.in. przykłady różnych konfiguracji poszczególnych timerów, które bez wątpienia są najbardziej poglądowe dla praktyków.

Podsumowanie

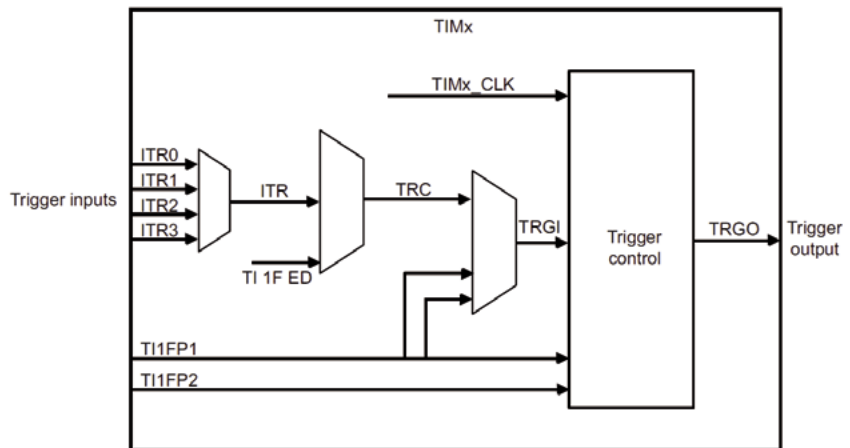
Możliwości timerów zastosowanych w mikrokontrolerach STM32F2/F4 są tak duże, że szczegółowe przedstawienie ich w artykule nie jest możliwe. Naszym zamiarem było tylko zwrócenie uwagi na różnorodność dostępnych rozwiązań, ich podstawowe możliwości, dużą elastyczność i orientację zarówno na aplikacje proste i bardzo zaawansowane, w czym pomocna jest ich obsługa *via* DMA.

Czytelników zainteresowanych tą tematyką zachęcamy do zapoznania się z publikacjami dostępnymi w portalu www.STM32.eu, gdzie można znaleźć m.in. prezentację sposobu obsługi interaktywnych konfiguratorów systemu taktującego.

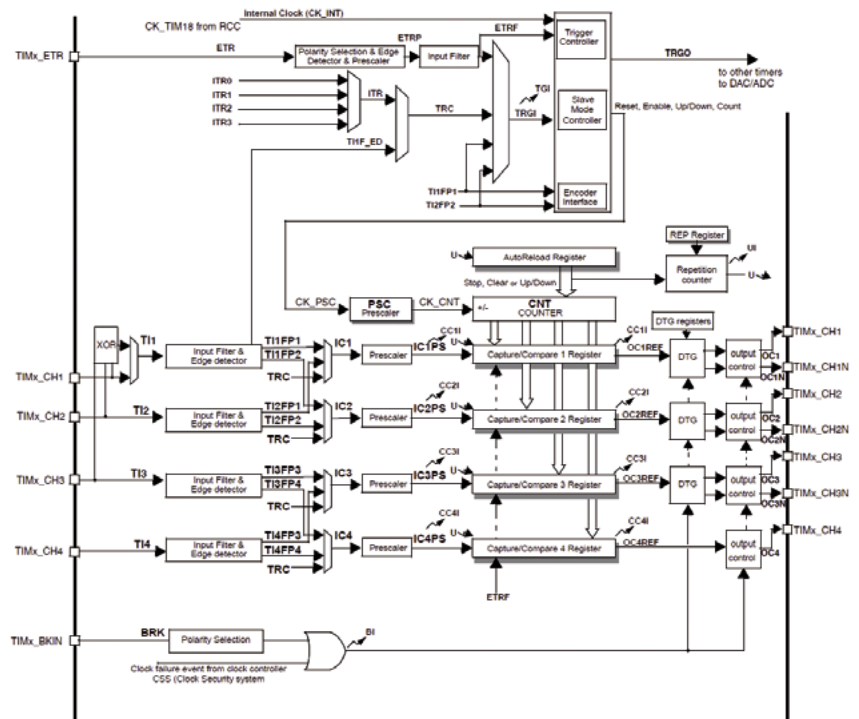
Tomasz Starak

Tab. 3. Maksymalne częstotliwości taktowania timerów w mikrokontrolerach STM32F2/F4

Mikrokontrolery	Timery	f _{TIMmax} [MHz]
STM32F2	TIM2, TIM3, TIM4, TIM5, TIM6, TIM7, TIM12, TIM13, TIM14	60
	TIM1, TIM8, TIM9, TIM10, TIM11	120
STM32F4	TIM2, TIM3, TIM4, TIM5, TIM6, TIM7, TIM12, TIM13, TIM14	86
	TIM1, TIM8, TIM9, TIM10, TIM11	168



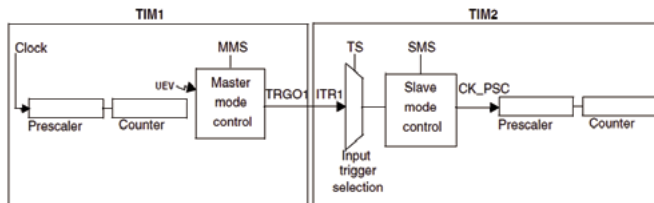
Rysunek 1.



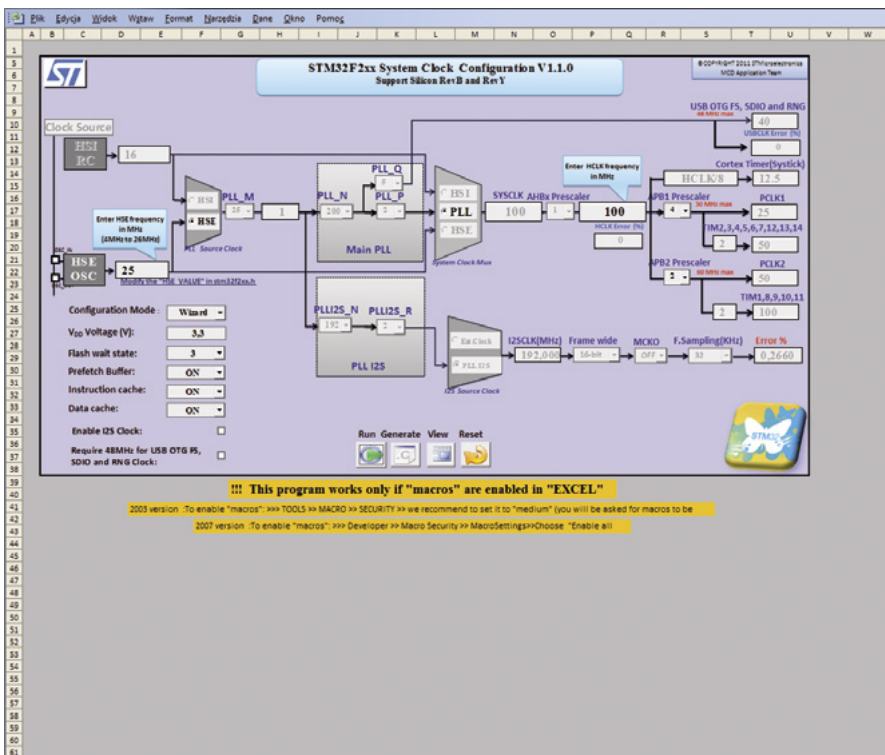
Rysunek 2.

STM32 i edukacja

W połowie maja 2012 firma STMicroelectronics we współpracy ze swoim partnerem edukacyjnym - firmą KAMAMI.pl - zorganizowała w Białowieży spotkanie szkoleniowe z grupą wykładowców i doktorantów zajmujących się na uczelniach aplikacjami mikrokontrolerowymi. W spotkaniu udział wzięli pracownicy naukowcy pracujący w krajowych uczelniach technicznych: AGH, Politechniki Gdańskiej, Politechniki Koszalińskiej, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Wrocławskiej, Uniwersytetu Warszawskiego oraz WAT. Jednym z najważniejszych celów spotkania była wzajemna wymiana doświadczeń, a także poznanie oferty oraz planów wdrożeniowych producenta, którego mikrokontrolery i podzespoły MEMS cieszą się w Polsce ogromną popularnością.



Rysunek 3.



Rysunek 4.

UKŁADY INTERNETOWE

Karta przekazników sterowana przez Internet AVT5250

Karta I/O sterowana przez Internet AVT966

Karta wejść z interfejsem Ethernet AVT953

Moduł I/O sterowany przez Internet AVTMOD05

www.sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel.: 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

REKLAMA