

# STM8S001J3 (1)

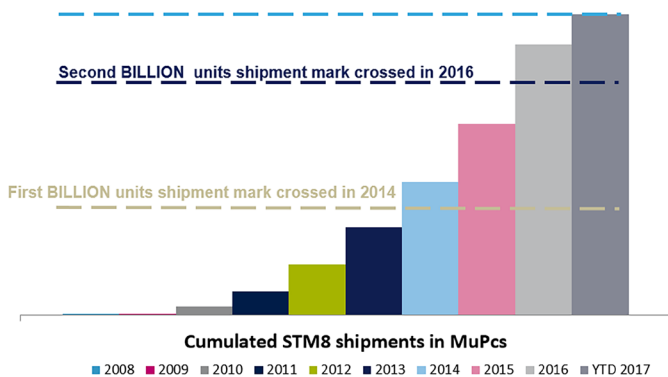
## Wprowadzenie. Pierwszy mikrokontroler STM8 w 8-nóżkowej obudowie

Za sprawą układów STM32 firma STMicroelectronics stała się rozpoznawalna jako jeden z czołowych producentów mikrokontrolerów. Warto jednak zauważyć, że oprócz STM32 w ofercie STMicroelectronics znajduje się również inna rodzina mikrokontrolerów mająca w nazwie charakterystyczne „STM” – STM8. Do tej rodziny niedawno wprowadzono interesującą nowość – układ w 8-nóżkowej obudowie. Jest to dobra okazja do bliższego przyjrzenia się temu układowi oraz do odświeżenia wiedzy o tej wartościowej rodzinie mikrokontrolerów, chociaż pozostającej nieco w cieniu STM32.

STM8 to rodzina mikrokontrolerów 8-bitowych. Jest ona efektem bogatych doświadczeń firmy STMicroelectronics na polu mikrokontrolerów o takiej architekturze. Czytelnicy mogą pamiętać rodziny ST6, ST7 (w tym bardziej popularne na naszym rynku ST7LITE i ST7ULTRALITE) czy ST10. Ich następcą, wprowadzonym na rynek w roku 2008 i oferującym liczne usprawnienia w porównaniu z poprzednikami, jest właśnie STM8. Tytułem wstępu warto zauważyć, że jest to mikrokontroler całkowicie bazujący na projekcie STMicroelectronics, co oznacza wykorzystanie szeregu autorskich rozwiązań tego producenta. Są to między innymi: rdzeń STM8 (CPU typu CISC) taktowany przebiegiem o częstotliwości do 24 MHz, interfejs programowania/debugowania SWIM (Single Wire Interface Module), pamięć Flash wykonana w procesie technologicznym 130 nm oraz szereg różnorodnych peryferiów analogowych i cyfrowych.

O popularności rodziny STM8 dobrze świadczą liczby. Sprzedaż mikrokontrolerów rozpoczęła się we wspomnianym już 2008 roku. 6 lat później wyprodukowano łącznie 1 miliard tych układów. Rok 2016 to kolejna okrągła liczba – łącznie 2 miliardy sprzedanych mikrokontrolerów. Bariere 3 miliardów rodzina STM8 przekroczyła już w maju 2017 roku (szczegółowy wykres zaprezentowano na rysunku 1). Tym samym udział rodziny STM8 w 8-bitowym rynku mikrokontrolerów kształtuje się obecnie na poziomie ok. 15%. Mikrokontrolery te są stosowane bardzo często w sprzęcie gospodarstwa

### THIRD BILLION UNITS shipment in MAY 2017 !



Rysunek 1. Skumulowana sprzedaż mikrokontrolerów z rodziny STM8 w poszczególnych latach



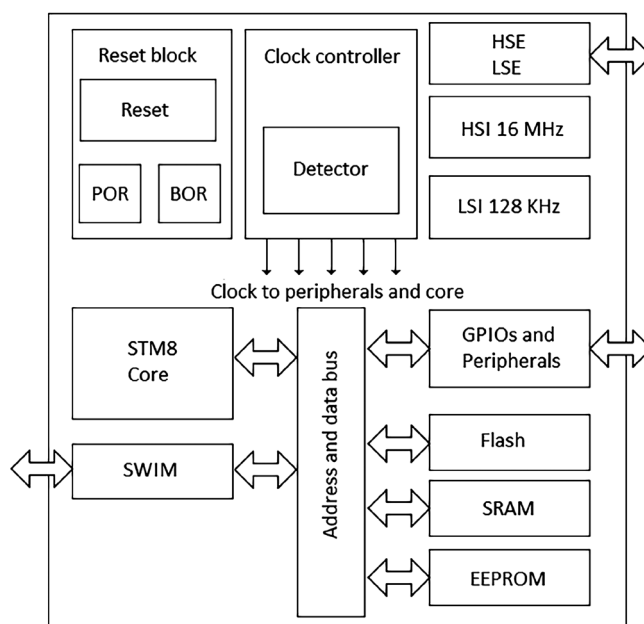
domowego (np. jako interfejs użytkownika), urządzeniach zasilanych z baterii (np. głowicach termostatycznych) i aplikacjach motoryzacyjnych (np. do sterowania szybami i światłami).

### Podstawowe informacje o STM8

Każdy mikrokontroler STM8 ma architekturę Harvard i wspólne dla całej rodziny zasoby, którymi są wspomniane wcześniej rdzeń STM8, interfejs SWIM, pamięć (Flash, EEPROM i SRAM), blok zegarów (dwa wewnętrzne: HSI 16 MHz i LSI 128 kHz, dwa zewnętrzne: HSE, LSE) oraz blok generowania sygnału reset. Dodatkowo, wszystkie układy wyposażone są w standardowe peryferia: interfejsy komunikacyjne USART, SPI i I<sup>2</sup>C, 8- i 16-bitowe timery, przetwornik A/C, watchdog oraz blok resetu. Uproszczony schemat blokowy mikrokontrolera STM8 pokazano na rysunku 2. Tak zdefiniowaną platformę zróżnicowano pod względem pojemności pamięci i obudowano w dodatkowe zasoby, funkcjonalności i peryferia, które pozwoliły na ukształtowanie trzech podrodziny STM8: STM8S, STM8L oraz STM8A. Podział rodziny STM8 pokazano na rysunku 3.

### Podrodzina STM8S

Są to mikrokontrolery ogólnego przeznaczenia. Są w niej oferowane układy z pamięcią Flash o pojemności od 8 do 128 kB. Wbudowany regulator napięcia pozwala na zasilanie mikrokontrolera napięciem



Rysunek 2. Schemat blokowy mikrokontrolera z rodziny STM8

od 2,95 aż do 5,5 V. Układy są dostępne w obudowach z od 8 do 80 wyprowadzeń. Podrodzina STM8S składa się z trzech grup: STM8S00x, STM8S103/105 oraz STM8207/208. Ich porównanie zaprezentowano na rysunku 4.

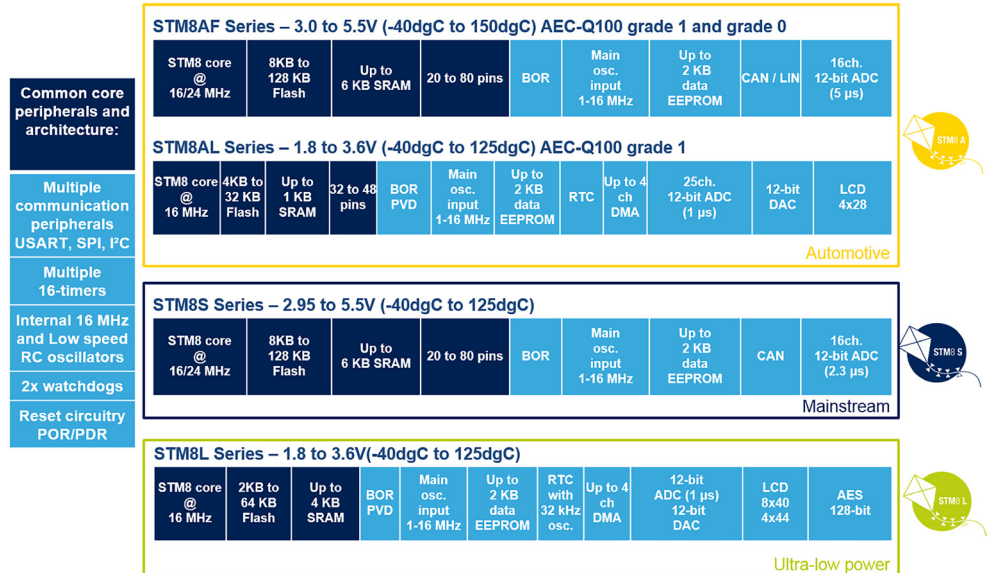
Grupa STM8S00x jest zwana *Value Line* ze względu na najbardziej przystępną cenę tych układów w całej podrodzinie STM8S. Ta cena wynika z podstawowego wyposażenia w peryferia oraz z mniej rygorystycznych testów i czynności produkcyjnych, których efektem jest mniejsza dokładność wbudowanego oscylatora RC, mniejsza liczba cykli zapisu pamięci Flash/EEPROM oraz brak unikalnego identyfikatora. Ponadto, producent nie oferuje dla tych układów usługi programowania aplikacją klienta na etapie produkcji. Grupa STM8S00x zawiera układy z pamięcią Flash o pojemności od 4 do 32 kB, pamięcią SRAM od 1 do 6 kB oraz pamięcią EEPROM mieszczącą 128 bajtów. Mikrokontrolery pracują z częstotliwością taktowania rdzenia od 16 MHz. Warto w tym miejscu wspomnieć, że najnowszy, zaprezentowany niedawno układ STM8S001J3, oferowany w 8-nóżkowej obudowie, należy właśnie do tej grupy.

Grupa STM8S103/105 nosi nazwę *Access Line*. Układy te nie mają ograniczeń charakterystycznych dla mikrokontrolerów Value Line. Ponadto różnią się pod względem pojemności pamięci: Flash 4...32 kB, SRAM 1...2 kB oraz EEPROM 640...1024 bajtów.

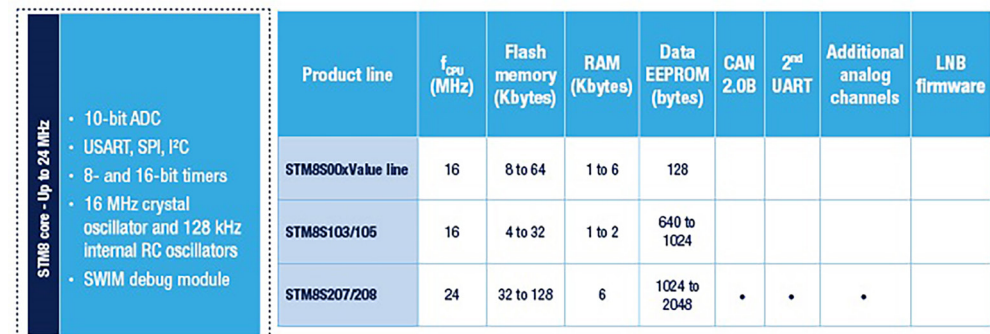
STM8S207/208 to grupa o nazwie *Performance Line*. Mikrokontrolery te są rozszerzeniem układów STM8S103/105 oferując wyższą częstotliwość pracy (do 24 MHz) oraz dodatkowe wyposażenie: interfejs CAN, kolejny interfejs UART i większą liczbę kanałów przetwornika A/C. Ponadto, układy *Performance Line* mają pamięć o największej pojemności spośród wszystkich grup podrodziny STM8S: do 128 kB Flash, 6 kB SRAM oraz do 2048 bajtów EEPROM.

### Podrodzina STM8L

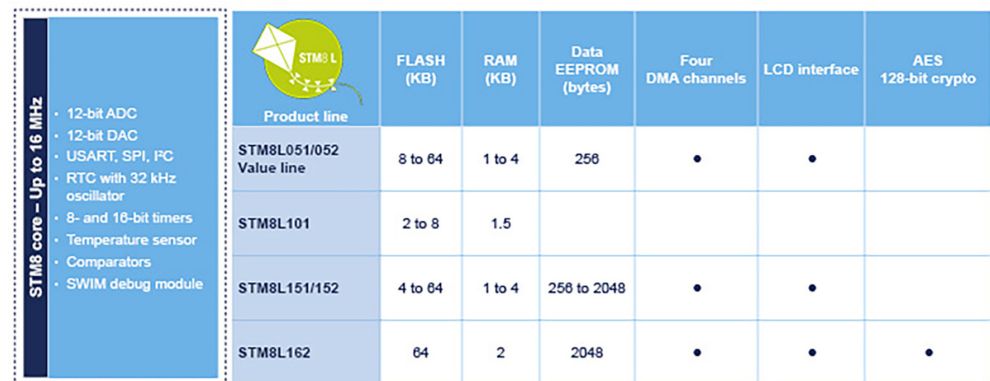
STM8L to podrodzina mikrokontrolerów o obniżonym poborze prądu. Pod względem pamięci Flash dostępne są warianty od 2 do 64 kB. W porównaniu do STM8S, seria STM8L ma niższy zakres napięcia zasilania (1,8...3,6 V), lepiej dostosowany do aplikacji zasilanych z baterii. Wyróżnikiem tej podrodziny jest również energooszczędność. Na przykład, w trybie HALT mikrokontrolery pobierają prąd o natężeniu poniżej 1 µA oraz ok. 1,2 µA w trybie Active HALT (z RTC jako źródłem wybudzenia). Ponadto, dodatkowym, wspólnym dla wszystkich układów STM8L zasobem jest przetwornik C/A oraz zegar RTC (mikrokontrolery STM8S mają jedynie jego namiastkę – *Auto Wake-Up Timer*). Podrodzina STM8L składa się z czterech grup: STM8L051/052,



Rysunek 3. Wspólne cechy mikrokontrolerów STM8 i podział rodziny



Rysunek 4. Porównanie grup układów w podrodzinie STM8S

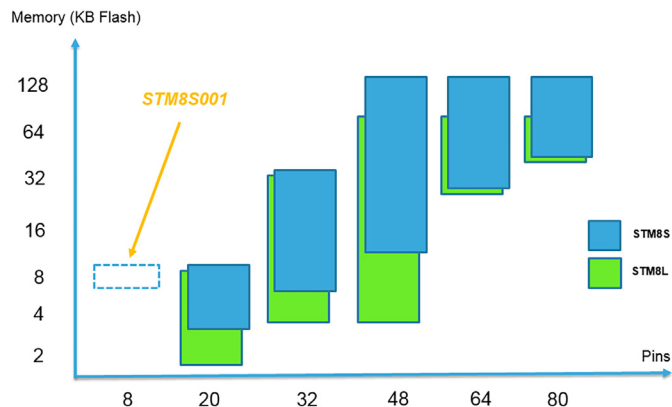


Rysunek 5. Porównanie grup układów w podrodzinie STM8L

STM8L101, STM8L151/152 oraz STM8L162. Ich porównanie zaprezentowano na rysunku 5.

Grupa STM8L051/052 jest nazwana *Value Line*. Oznacza to atrakcyjną cenę układów (najniższą w podrodzinie STM8L), co jest okupione pewnymi ograniczeniami i pogorszeniem niektórych parametrów (te same, co w wypadku STM8S00x). Grupa STM8L051/052 zawiera układy z pamięcią Flash mieszczącą od 8 do 64 kB, pamięcią SRAM 1...4 kB i pamięcią EEPROM 256 bajtów. Mikrokontrolery pracują z częstotliwością taktowania rdzenia do 16 MHz, a w zakresie wyposażenia mają moduł DMA i kontroler wyświetlacza LCD.

STM8L101 to grupa, która nie jest obciążona zbytymi charakterystycznymi dla grupy *Value Line*. Układy te mają skromniejsze wyposażenie w porównaniu z mikrokontrolerami STM8L051/052: nie mają pamięci EEPROM, modułu DMA oraz kontrolera wyświetlacza LCD. Dodatkowo mniejszy jest zakres pojemności pamięci: 2...8 kB Flash oraz 1,5 kB SRAM.



Rysunek 6. Porównanie STM8S001J3 z innymi układami w rodzinie STM8 pod względem pojemności pamięci Flash i liczby wyprowadzeń

Układy STM8L151/152 łączą najlepsze cechy dwóch wcześniej wymienionych grup. Użytkownik ma zatem do dyspozycji pokaźne wyposażenie, w tym moduł DMA i kontroler wyświetlacza LCD. Ma też komfort w wyborze pojemności pamięci: od 4 do 64 kB Flash, od 1 do 4 kB SRAM oraz od 256 do 2048 bajtów EEPROM. Ponadto, nie mają ograniczeń grupy *Value Line*.

Rozszerzeniem grupy STM8L151/152 są mikrokontrolery STM8L162, które dodatkowo dysponują modułem szyfrującym według 128-bitowego algorytmu typu AES.

### Podrodzina STM8A

STM8A to podrodzina mikrokontrolerów motoryzacyjnych. Składa się ona z dwóch serii: STMAF oraz STM8AL. Są one bardzo zbliżone charakterystyką do omówionych wcześniej podrodzin (STM8AF do STM8S i STM8AL do STM8L), gdyż zasadniczą różnicą między nimi jest dostosowanie do wymagań sektora motoryzacyjnego, co objęło między innymi dodanie do wyposażenia interfejsu LIN oraz zwiększenie maksymalnej temperatury pracy do +150°C.

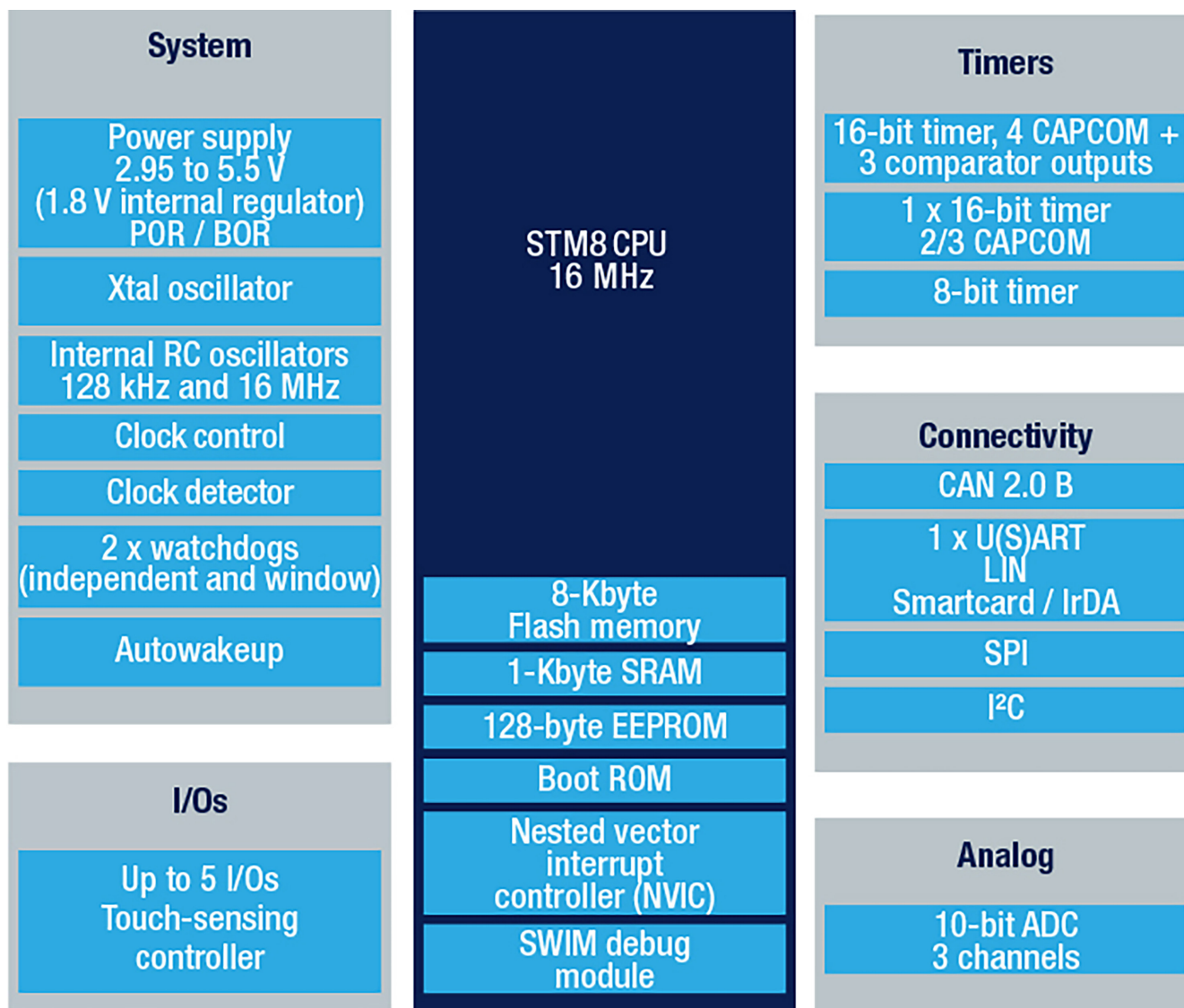
### Narzędzia rozwojowe

Konstruktorzy chcący tworzyć aplikacje dla mikrokontrolerów STM8 mogą wybierać spośród kilku środowisk programistycznych i kompilatorów. Najpopularniejsze z nich to połączenie bezpłatnych narzędzi: środowiska ST Visual Develop i kompilatora Cosmic CXSTM8. Dostępne są również dwa rozwiązania komercyjne (środowisko + kompilator: Embedded Workbench for STM8 firmy IAR Systems oraz Ride7 firmy Raisonance) i jedno *open source* (kompilator SDCC).

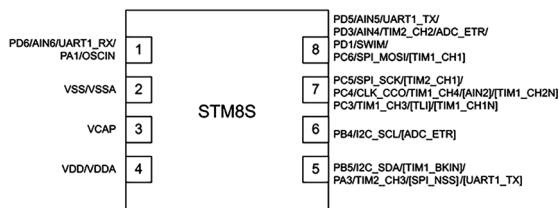
Pisanie aplikacji ułatwia pakiet bibliotek Standard Peripheral Library, który udostępnia intuicyjne i łatwe w użyciu funkcje do konfiguracji i sterowania zasobami mikrokontrolerów STM8.

Kolejnym dostępnym narzędziem jest STM8CubeMX. Jest to aplikacja komputerowa umożliwiająca realizację następujących czynności za pomocą graficznego interfejsu użytkownika:

- przypisanie peryferiów do wyprowadzeń mikrokontrolera,
- konfigurację sygnałów zegarowych mikrokontrolera,



Rysunek 7. Elementy składowe mikrokontrolera STM8S001J3



Rysunek 8. Przypisanie peryferiów/portów do wyprowadzeń w układzie STM8S001J3

- szacowanie poboru prądu mikrokontrolera w różnych trybach pracy i w różnych wariantach użycia peryferiów.

W porównaniu do analogicznego narzędzia dla mikrokontrolerów STM32 (STM32CubeMX), program STM8CubeMX nie umożliwia jednak tworzenia projektu pod środowisko programistyczne i generowania kodu źródłowego.

Tanią platformę sprzętową stanowią płytki z serii STM8 Discovery, dostępne dla każdej z podrodzin: STM8S, STM8L oraz STM8A.

## 8-bitowy, ale też mający wspólny mianownik z STM32

Pobieżna analiza rodziny STM8 może nasunąć wniosek o tym, że mimo zbieżności nazewnictwa STM8 jest produktem różniącym się pod każdym względem od STM32. Nie jest to prawdą. Zbliżony czas powstania obu rodzin mikrokontrolerów (STM8 – 2008, STM32 – 2007) umożliwił wykorzystanie niektórych rozwiązań zarówno w jednej, jak i drugiej rodzinie. Dobrze oddającym to przykładem jest blok RCC (*Reset and Clock Control*), który składając się z zegarów HSE, HSI, LSE i LSI ma zbliżoną budowę w układach STM8 i STM32. Podobnie jest w przypadku wybranych peryferiów, które są takie same w obu rodzinach. Konsekwencją tego stanu rzeczy jest również częściowe podobieństwo narzędzi np. CubeMX i biblioteki Standard Peripheral Library. Wszystko to powoduje, że obecni użytkownicy mikrokontrolerów STM32, którzy zdecydują się pracować również z układami STM8, będą mieli ułatwiony start.

## STM8S001J3, czyli 8 bitów w 8 nóżkach

Do niedawna mikrokontrolery STM8 nie były dostępne w obudowach z mniejszą liczbą wyprowadzeń niż 20. Nowy mikrokontroler o nazwie STM8S001J3 zmienia ten stan mając obudowę z zaledwie 8 wyprowadzeniami, konkretnie typu SO8N (umieszczenie STM8S001J3 w rodzinie STM8 pokazano na **rysunku 6**). Mocną stroną nowego układu jest również cena. STM8S001J3 zapowiadany jest jako najtańszy mikrokontroler w rodzinie STM8.

Kompletny schemat blokowy mikrokontrolera pokazano na **rysunku 7**. Od strony funkcjonalnej jest to klasyczny układ z podrodziny STM8S, pod względem technicznym podobny do STM8S003F3P6. Jego szkielet tworzy rdzeń STM8 pracujący z częstotliwością taktowania do 16 MHz, pamięć (Flash 8 kB, SRAM 1 kB,

128 bajtów EEPROM), blok zegarów (HSI 16 MHz, HSE 1-16 MHz, LSI 128 kHz), blok resetu oraz interfejs SWIM. W tym miejscu warto odnotować, że blok resetu nie dysponuje wyprowadzeniem NRST, natomiast wyprowadzenie SWIM jest współdzielone z linią GPIO i peryferiami.

Dodatkowo, na wyposażeniu znajdują się standardowe interfejsy komunikacyjne: I<sup>2</sup>C, UART i SPI. Interfejs UART ma możliwość transmisji danych w trybie *full duplex* z prędkością do 1 Mbit/s włącznie. Jeśli zajdzie taka potrzeba, ten interfejs może być użyty w trybie synchronicznym (z linią zegarową) lub w trybie kompatybilnym z komunikacją IrDA bądź LIN. Interfejs SPI wspiera sprzętowo tylko komunikację jednokierunkową (wysyłanie danych). Maksymalna prędkość transmisji to 8 Mbit/s. Interfejs I<sup>2</sup>C jest kompatybilny z dwoma standardami prędkości: *standard speed* (do 100 kHz) i *fast speed* (do 400 kHz).

Peryferia analogowe reprezentuje przetwornik A/C typu SAR. Wykonuje on konwersję analogowo-cyfrową w rozdzielczości 10 bitów w pełnym zakresie napięcia zasilania mikrokontrolera. Przetwornik ten dysponuje trzema kanałami analogowymi.

Uzupełnienie wyposażenia stanowią timery różnego typu. Blok TIM1 to 16-bitowy, zaawansowany timer, który dzięki możliwości generowania przebiegu PWM i dodatkowym funkcjom dobrze nadaje się do aplikacji sterowania silnikiem lub aplikacji oświetlenia. Dobrym przykładem zastosowania timera TIM1 jest też wyzwalenie przetwornika A/C. Blok TIM2 to 16-bitowy timer ogólnego przeznaczenia, z kolei TIM4 to timer 8-bitowy, który może posłużyć np. jako podstawa czasu dla wykonywanych cyklicznie zadań. Dodatkowo, w skład timerów wchodzi dwa timery typu Watchdog (okienkowy i niezależny) oraz *Auto Wake-Up Timer*, którego zadaniem jest wybudzenie mikrokontrolera z trybu HALT co zdefiniowany interwał czasu.

Mikrokontroler STM8S001J3 dysponuje pięcioma portami I/O. Mogą one pracować jako zwykłe linie GPIO, przerwania zewnętrzne (EXTI), interfejs SWIM lub jako wejście/wyjście dla wybranych peryferiów (interfejsów komunikacyjnych, przetwornika A/C, timerów). Jako, że wejść/wyjść peryferiów i portów jest znacznie więcej niż wyprowadzeń, zastosowano rozwiązanie polegające na połączeniu więcej niż jednego peryferium/portu do pojedynczego wyprowadzenia. Przypisanie peryferiów do wyprowadzeń pokazano na **rysunku 8** oraz w **tabeli 1**. Pozostałe trzy wyprowadzenia to linie powiązanie z blokiem zasilania. Dwa wyprowadzenia odpowiadają bezpośrednio za doprowadzenie napięcia zasilania, natomiast jedno wyprowadzenie połączone jest z wyjściem wbudowanego regulatora napięcia. Podobnie jak wszystkie mikrokontrolery STM8, układ STM8S001J3 można zasilac napięciem z zakresu 2,95...5,5 V.

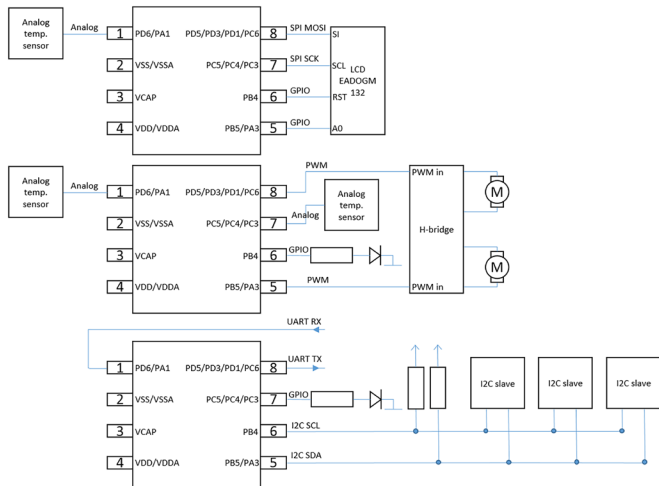
## Przykładowe zastosowania STM8S001J3

Mając do dyspozycji 8-nóżkowy mikrokontroler, który może efektywnie (na potrzeby aplikacji) korzystać z pięciu wyprowadzeń, możliwości zastosowania wydają się być ograniczone. Z jednej strony jest to prawda, niemniej jednak całkiem pokaźny zestaw peryferiów

Tabela 1. Przypisanie peryferiów do wyprowadzeń w układzie STM8S001J3

Peryferia	Numer wyprowadzenia i jego funkcja							
	1	2	3	4	5	6	7	8
UART	RxD				TxD			TxD
I <sup>2</sup> C					SDA	SCL		
ADC	AIN6					ETR	AIN2	AIN5/ETR
TIM1					BKIN		CH1N/CH2N/ CH3/CH4	CH1
TIM2					CH3		CH1	CH2
OSC	OSCIN						CCO	
Supply		VSS	VCAP	VDD				
Debug								SWIM
SPI							SCK	MOSI

## PODZESPOŁY



**Rysunek 9. Przykładowe aplikacje bazujące na mikrokontrolerze STM8S001J3**

znacznie zwiększa wachlarz rozwiązań. Trzy przykładowe aplikacje zademonstrowano na **rysunku 9**.

Pierwsza aplikacja jest przykładem systemu, który odczytuje wartość analogową i prezentuje ją na wyświetlaczu. Za konwersję analogowo-cyfrową odpowiada przetwornik A/C, który wykorzystuje do tego kanał analogowy przypisany do wyprowadzenia nr 1. Podzespołem z wyjściem analogowym może być np. czujnik temperatury lub potencjometr. Dane dla użytkownika zawierające wynik pomiaru prezentuje wyświetlacz, w tym przypadku wybrany został graficzny model EA DOGM132. Pasuje on tu dobrze ze względu na możliwość sterowania za pomocą czterech linii, dwóch GPIO (wyprowadzenia nr 5 i 6) oraz dwóch będących interfejsem SPI (wyprowadzenia nr 7 i 8).

Druga aplikacja to przykład dwukanałowego regulatora temperatury. Każdy z kanałów jest od siebie niezależny i składa się z bloku pomiaru

temperatury oraz bloku regulacji obrotów wentylatora służącego do chłodzenia. Pomiar temperatury odbywa się w sposób identyczny do poprzedniego przykładu – przetwornik A/C mierzy sygnał analogowy na wyprowadzeniach nr 1 i nr 7, do których dołączone są analogowe czujniki temperatury. Blok regulacji obrotów wentylatora składa się z układu typu H-bridge i dwóch silników DC. Prędkość ich obrotu regulowana jest za pomocą wyprowadzeń nr 5 i 8, które mają możliwość generowania sygnału PWM. Dodatkowo system informuje użytkownika o trybie pracy za pomocą diody LED dołączonej do wyprowadzenia 6.

Trzecia aplikacja to przykład systemu akwizycji danych z czujników z funkcją logowania. Czujniki (np. typu MEMS) są dołączone do mikrokontrolera za pomocą I<sup>2</sup>C (wyprowadzenia nr 5 i 6). Logowanie (oraz dodatkowo odbiór komend do konfiguracji czujników) realizowane jest przez interfejs UART (wyprowadzenia nr 1 i 8). Podobnie jak w poprzednim przykładzie, ostatnie z wyprowadzeń (nr 7) może sterować diodą LED pełniąc tym samym rolę informowania użytkownika o statusie systemu lub o określonych zdarzeniach.

## Podsumowanie

Układy STM8 dobrze uzupełniają portfolio mikrokontrolerów STMicroelectronics zdominowane przez rodzinę STM32 i stanowią ciekawą propozycję dla aplikacji, gdzie moc obliczeniowa i wyspecjalizowane peryferia nie są wymagane, natomiast istotnym kryterium jest funkcjonalność i niska cena. Układ STM8S001J3 jest bezkompromisową realizacją tych założeń oferując kompaktową obudowę, małą liczbę wyprowadzeń, szereg standardowych peryferiów, szeroki zakres napięcia zasilania i bardzo atrakcyjną cenę, najniższą w rodzinie STM8.

Zapraszamy do lektury kolejnego artykułu w następnym wydaniu Elektroniki Praktycznej, w którym zaprezentujemy opis projektu zestawu ewaluacyjnego dla mikrokontrolera STM8S001J3.

Szymon Panecki  
STMicroelectronics  
szymon.panecki@st.com

REKLAMA

# www.ep.com.pl/kap

Klub Aplikantów Próbek to inicjatywa redakcji Elektroniki Praktycznej. W kontaktach z firmami redakcja często otrzymuje do przetestowania próbki podzespołów, modułów, a nawet całych urządzeń elektronicznych. Są to zwykle najnowsze typy / modele produktów na rynku. Z chęci podzielenia się z Czytelnikami tymi próbkami zrodziła się inicjatywa pod nazwą Klub Aplikantów Próbek.

Członkiem KAP staje się każdy, kto zgłosi chęć przetestowania próbki. Wykaz i krótki opis próbek, którymi dysponuje redakcja EP, można znaleźć poniżej ([www.ep.com.pl/KAP](http://www.ep.com.pl/KAP)). Wystarczy wybrać rodzaj próbek i zwrócić się majłem (na adres: Szefer Pracowni Konstrukcyjnej [grzegorz.becker@ep.com.pl](mailto:grzegorz.becker@ep.com.pl)) z prośbą o przesłanie bezpłatnych próbek, podając ich nazwę i adres wysyłki. Warto dopisać jaki jest plan zastosowania tych próbek. Nie jest to konieczne, ale może mieć znaczenie przy podziale próbek w przypadku większej liczby zgłoszeń. Mile widziane, choć nieobowiązkowe, jest też przysłanie do redakcji EP opisu wykonanej aplikacji próbek, oczywiście po jej wykonaniu z zastosowaniem otrzymanej próbki. Autorom przysłanych opisów przyznamy punkty, które będą im dawały pierwszeństwo przy ubieganiu się o kolejne próbki. Najciekawsze opisy aplikacji opublikujemy na forum [ep.com.pl](http://ep.com.pl) lub na łamach Elektroniki Praktycznej. Dla pełnej jasności jeszcze raz podkreślamy, że próbki przekazujemy bezpłatnie i nie trzeba ich zwracać do redakcji.

