

STM32L Value Line: nowe mikrokontrolery low-power w rodzinie STM32

Ekspansja mikrokontrolerów STM32 nie ustaje, czego dajemy kolejny przykład: w ostatnich dniach lutego firma STMicroelectronics wprowadziła na rynek nowe modele mikrokontrolerów, tym razem uzupełniające energooszczędną rodzinę STM32L.

Mikrokontrolery STM32L1 są dostępne na rynku od dłuższego już czasu, w skład tej grupy wchodziły do niedawna trzy podrodziny, których najważniejsze elementy wyposażenia pokazano – w zestawieniu z pozostałymi rodzinami STM32 – na **rysunku 1**:

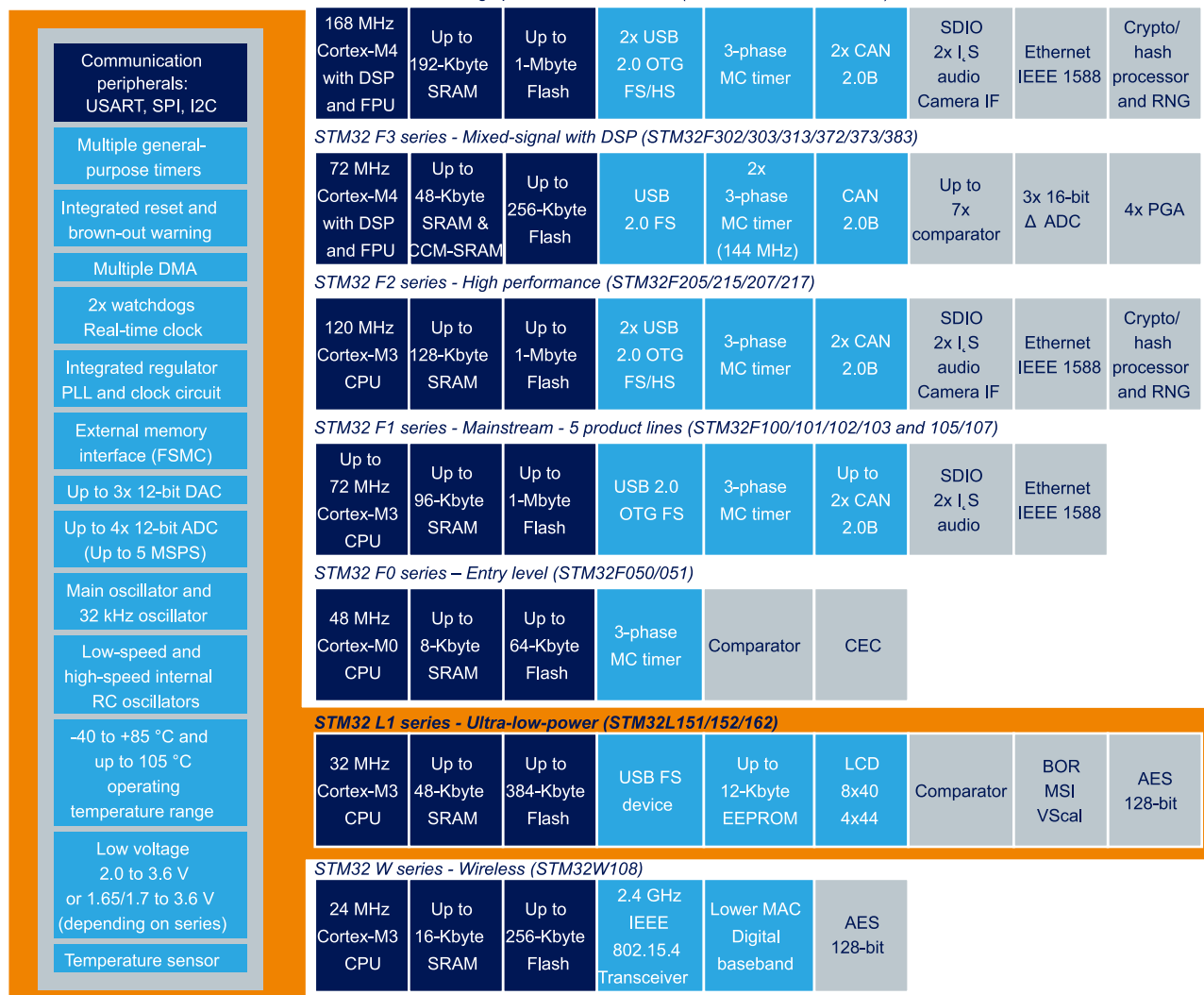
- STM32L151 – mikrokontrolery wyposażone tak samo jak mikrokontrolery

z grupy STM32L152, bez wbudowanego wewnętrznego kontrolera LCD,

- STM32L152 – odpowiedniki mikrokontrolerów STM32L151 z wbudowanym kontrolerem segmentowych LCD,
- STM32L162 – odpowiedniki mikrokontrolerów STM32L152 z wbudowanym koprocesorem kryptograficznym.

Tak było dotychczas

Już w założeniach koncepcyjnych mikrokontrolery STM32L optymalizowano konstrukcyjnie i technologicznie pod kątem aplikacji wymagających minimalizacji poboru energii. Zastosowanie do produkcji mikrokontrolerów z rodziny STM32L technologii o wymiarze charakterystycznym 130 nm pozwoliło na obniżenie napięcia zasilającego do wartości 1,65 V, przy czym mikrokontrolery mogą pracować w urządzeniach zasilanych napięciem do 3,6 V – zakres dopuszczalnych napięć zasilających pozwala bardzo efektywnie wykorzystać dynamikę regenerowalnych ogniw zasilających.



Rysunek 1. Elementy wyposażenia STM32L



Fotografia 2. Zestaw ewaluacyjny STM32L-Discovery

Technologia półprzewodnikowa zastosowana do produkcji mikrokontrolerów STM32 zapewnia minimalizację prądów pasożytniczych, dzięki czemu pobór prądu przez mikrokontroler w stanie spoczynku (*standby*) nie przekracza $0,3 \mu\text{A}$, a w stanie *stop* nie przekracza $0,57 \mu\text{A}$ (obydwie wartości @3,6 V). Tak dobre wyniki osiągnięto m.in. dzięki zastosowaniu zaawansowanego systemu taktowania bloków peryferyjnych, co jest rozwiązaniem wprowadzonym na rynek wraz z mikrokontrolerami wyposażonymi w rdzenie z rodziny Cortex-M. Możliwość indywidualnego włączania i wyłączania sygnałów taktujących bloki peryferyjne, a także możliwość doboru częstotliwości tych sygnałów powodują (w technologii CMOS natężenie pobieranego prądu jest zależne od częstotliwości przełączania tranzystorów), że projektant ma duży wpływ na sposób wykorzystania w tworzonej aplikacji wewnętrznych bloków peryferyjnych i w wyniku tego na pobór mocy przez mikrokontroler podczas pracy.

Ograniczenie poboru mocy w mikrokontrolerach STM32L uzyskano także dzięki możliwości różnicowania wartości napięcia zasilającego rdzeń w zależności od wykonywanego zadania, co wiąże się także z maksymalną częstotliwością taktowania CPU. Pozwala to na przykład gromadzić dane za pomocą przetwornika A/C z rdzeniem zasilanym napięciem 1,2 V, taktowanym sygnałem

zegarowym o częstotliwości 1 MHz i następnie – po przełączeniu napięcia zasilającego rdzeń na 1,8 V, zwiększeniu napięcia zasilającego rdzeń i włączeniu taktowania interfejsu USB – wysłanie w krótkim czasie niezbędnych danych do współpracującego komputera.

W chwili wprowadzenia na rynek mikrokontrolery STM32L były wyposażane w pamięć Flash o pojemności 64 lub 128 kB, obecnie dostępne są wersje z pamięciami Flash o pojemności od 32 kB do 384 kB (przy tej pojemności *dual-bank*) i pamięcią RAM od 10 kB do 48 kB (zamiast 10/16 kB dostępnych w pierwszych mikrokontrolerach STM32L). Zawartość pamięci programu jest zchroniona za pomocą bloków sprzętowych MPU (*Memory Protection Unit* – mechanizm przydatny przy współdzieleniu pamięci przez różne zadania realizowane przez CPU) oraz ECC (*Error Correction Code* – chroni mikrokontroler przed wykonywaniem błędnych kodów w przypadku uszkodzenia Flash). Działanie mechanizmów ECC wspiera wysoką trwałość pamięci Flash, która według danych producenta może być kasowana aż 10000 razy. Standardowym wyposażeniem mikrokontrolerów STM32L jest także pamięć EEPROM o pojemności 4 kB, której zawartość także chroniona za pomocą bloku ECC. Żywotność tej pamięci producent określa na 300000 cykli kasowanie/zapis każdego 128-bitowego bloku.

Pomocne dla programistów piszących „energooszczędne” programy dla STM32L są specyficzne bloki peryferyjne, różniące się od stosowanych w klasycznych wersjach STM32:

- 12-bitowy przetwornik A/C potrafiący funkcjonować bez konieczności interwencji CPU, samoczynnie obsługujący tryb pomiaru *burst*,
- wybudzający rdzeń interfejs USART z mechanizmem ochrony danych – bit wybudzający CPU nie jest tracony podczas transmisji,
- komparatory analogowe, pozostające w stanie aktywności we wszystkich trybach oszczędzania energii – można je wykorzystać do „budzenia” mikrokontrolera w chwili zmiany wartości monitorowanego napięcia,
- samodzielny sterownik LCD (wyłącznie w STM32L152) zintegrowany z generatorem napięcia polaryzującego sterowaną matrycę LCD o wymiarach do 8×40 segmentów,
- zegar RTC zaprojektowany w sposób sprzeczny ze współczesnymi teoriami obowiązującymi w projektowaniu rozbudowanych systemów cyfrowych, dzięki czemu pobiera podczas pracy poniżej $1 \mu\text{A}$.

W skład standardowego wyposażenia mikrokontrolerów STM32L wchodzi – w za-

leżności od typu – sześć lub osiem timerów, po dwa lub trzy interfejsy SPI i I²C, trzy lub pięć USART-ów, jeden kanał USB *device*, dwa komparatory analogowe, 12-bitowy przetwornik A/C (od 16 do 40 multipleksowanych kanałów wejściowych), dwa 12-bitowe przetworniki C/A z wyjściami napięciowymi, a także interfejsy umożliwiające sterowanie segmentowymi LCD – te ostatnie są dostępne wyłącznie w mikrokontrolerach STM32L152 oraz STM32L162. Mikrokontrolery STM32L162 wyposażono dodatkowo w koprocessor kryptograficzny realizujący algorytm AES128 w trybach ECB (*Electronic CodeBook*), CBC (*Cypher Block Chaining*) oraz CTR (*Counter Mode*).

Ważnym elementem wyposażenia prezentowanych mikrokontrolerów są wbudowane w bloki GPIO komórki sensorów pojemnościowych, które można wykorzystać do budowy klawiatur i nastawników bezstykowych. Ich implementację ułatwiają przykłady i biblioteka *STM32 Touch Sensing Library* udostępniona bezpłatnie przez firmę STMicroelectronics.

W zależności od rodzaju obudowy, liczba dostępnych GPIO mieści się w przedziale od 36 do 114. Producent zadbał o kompatybilność rozmieszczenia wyprowadzeń i większości możliwości funkcjonalnych bloków peryferyjnych mikrokontrolerów STM32L z klasycznymi STM32, montowanymi w takich samych obudowach (STM32L są oferowane w: LQFP/VFQFN48, LQFP/BGA64 i LQFP/BGA100, LQFP144 oraz BGA132), dzięki czemu konstruktorzy mogą dostosować wydajność obliczeniową i pobór mocy przez mikrokontroler do wymogów aplikacji bez konieczności modyfikacji płytki drukowanej.

Niebagatelną pomocą dla programistów tworzących aplikacje dla mikrokontrolerów STM32L jest duża liczba predefiniowanych trybów oszczędzania energii, które powodują pewne ograniczenia wydajności lub funkcjonalności mikrokontrolera, pozwalając w zamian ograniczyć pobór energii. W każdym z wymienionych przypadków programista tworzący aplikację musi mieć świadomość możliwości tkwiących w mechanizmach oszczędzania energii „zaszytych” w STM32L, ale – zapewne – w niedługim czasie pojawią się narzędzia programistyczne wspomagające pisanie aplikacji na platformy energooszczędne, które wskażą programiście sposoby zoptymalizowania energetycznego pisanego programu.

Nowość w STM32L: Value Line

Nowością w podrodzinie STM32L są mikrokontrolery tworzące Value Line, czyli energooszczędne układy o uproszczonym wyposażeniu i obniżonej przez to cenie oraz dodatkowo zredukowanym poborem mocy. Nowe mikrokontrolery oznaczono symbo-



Fotografia 3. Zestaw ewaluacyjny M24LR-Discovery

lem STM32L100, są dostępne w obudowach QFN48 oraz LQFP64. Pojemność wbudowanej pamięci Flash wynosi 32/64/128 kB (w zależności od typu), a pamięci RAM (odpowiednio): 4/8/10 kB.

Standardowym wyposażeniem nowych układów jest wbudowany blok MPU (*Memory Protection Unit*), 8 interfejsów komunikacyjnych: USB2.0, 3×USART, 2×SPI, 2×I²C, łącznie 10 timerów, 12-bitowe przetworniki

A/C i C/A, komparatory analogowe o zminimalizowanym poborze mocy, a także kontroler segmentowych wyświetlaczy LCD (o organizacji 4×16, 4×32 lub 8×28).

Zakres dopuszczalnych napięć zasilających mikrokontrolery Value Line jest nieco węższy niż dotychczas produkowanych STM32L i wynosi 1,8...3,6 VDC (vs 1,65...3,6 VDC), podobnie jest zakresem dopuszczalnych temperatur otoczenia podczas pracy: -40...+85°C (vs -40...+105°C).

Producent zrezygnował z wyposażania nowych mikrokontrolerów w niektóre wyrafinowane bloki peryferyjne znane z „klasycznych” STM32L – jak choćby koprocesor kryptograficzny, czy wewnętrzny czujnik temperatury, a linie GPIO pozbawiono interfejsów umożliwiających bezpośrednią implementację na nich nastawników pojemnościowych. Nowe mikrokontrolery nie mają ponadto indywidualnego znacznika ID, zmniejszono także pojemność zestawu rejestrów Backup-RAM z 80 do 20 bajtów. Uproszczenia nie odbijają się negatywnie na funkcjonalności mikrokontrolerów, których podstawowym obszarem aplikacyjnym są tanie urządzenia zasilane bateryjnie zwłaszcza, że obsługują one aż 7 trybów oszczędzania energii.

Kolejnym uproszczeniem (wynikającym z prostszych – czyli tańszych – testów) zastosowanym w STM32L Value Line jest mniejsza, niż miało to miejsce w przypadku „klasycznych” STM32L, dokładność i stabilność częstotliwości generatorów taktujące HSI i MSI (w Value Line ±10%). Producent prezentowanych mikrokontrolerów ograni-

czył także dopuszczalną katalogowo liczbę kasowań pamięci Flash (z 10000 razy do 1000 razy), a także gwarantowana jej trwałość (z 30 lat @+85°C do 20 lat @+85°C). Podobne – katalogowe! – ograniczenie dotknęło pamięci EEPROM, której zawartość w mikrokontrolerach STM32L Value Line może być modyfikowana do 100000 razy (zamiast 300000 dopuszczonych w STM32L).

Poważną zaletą mikrokontrolerów STM32L Value Line jest ich fizyczna i logiczna zgodność z mikrokontrolerami STM32L w takich samych obudowach, co w wielu przypadkach pozwala zmniejszyć koszt realizacji aplikacji bez konieczności przebudowy płytki drukowanej lub innych elementów sprzętowych urządzenia.

Koszt niskiej ceny

Ze względu na chęć zminimalizowania cen mikrokontrolerów STM32L Value Line, producent zrezygnował z opracowywania dla nich zestawu typu DISCOVERY, nie będą także wdrażane inne zestawy uruchomieniowe dla tych mikrokontrolerów. Jest to działanie usprawiedliwione ze względu na ich kompatybilność ze standardowymi wersjami STM32L, dla których firma STMicroelectronics przygotowała dwa tanie zestawy: STM32L-Discovery (**fotografia 2**) oraz M24LR-Discovery (**fotografia 3**) – ten drugi służy także do pokazania możliwości dwuportowych (I²C i RF) pamięci EEPROM z serii M24LR.

Andrzej Gawryluk

REKLAMA

Moduł przekaźników z interfejsem USB

AVT5353




<http://www.youtube.com/watch?v=q4B4zTGJIKk>

www.sklep.avt.pl

Moduł umożliwia sterowanie ośmioma przekaźnikami poprzez interfejs USB. Układ zapewnia izolację galwaniczną pomiędzy komputerem, a układem wykonawczym. Mocną stroną urządzenia jest jego oprogramowanie, które pozwala pracować w jednym z trzech trybów: **Ręcznie, Zegar oraz Program**. Dzięki temu, moduł może przydać się do automatyzacji różnych zadań za pomocą komputera PC.



