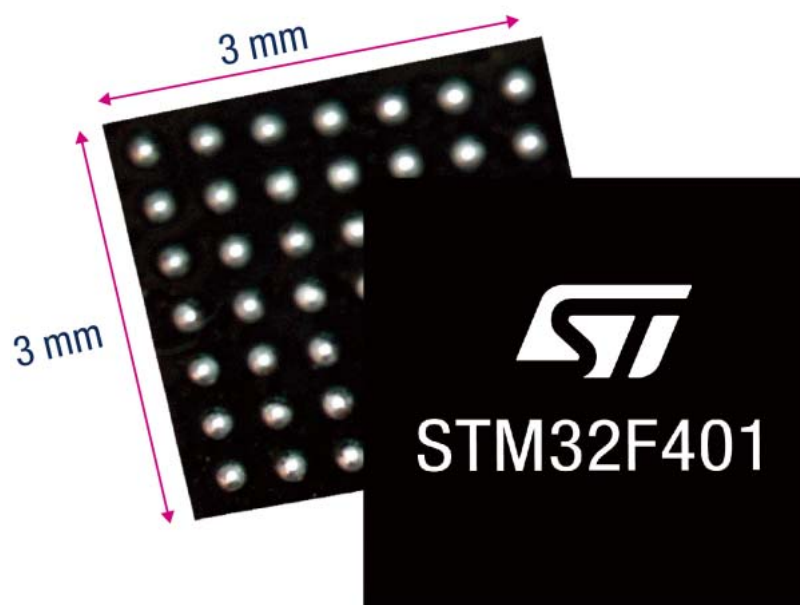


Nowości w rodzinie STM32: low power & high power

Ostatnie miesiące przyniosły kilka istotnych nowości w rodzinie STM32, ale producent mikrokontrolerów nie poddaje się, szykując kolejne interesujące, „mikrokontrolerowe” nowości. Konsekwentne rozwijanie przez firmę STMicroelectronics rodziny STM32 powoduje, że stają się one jedną z najbardziej kompletnych i kompleksowych platform sprzętowych, oferującej konstruktorom rozwiązania pozwalające zaspokoić nawet najbardziej zaawansowane wymagania.



Sygnalizowaną już przez nas nowością w ofercie produkcyjnej STMicroelectronics są nowe modele mikrokontrolerów z rodziny STM32L, tworzące grupę o nazwie Value Line. Są to układy energooszczędne o uproszczonym – w stosunku do „klasycznych” wersji mikrokontrolerów energooszczędnych STM32L15x/16x – wyposażeniu i obniżonej przez to cenie. Mikrokontrolery z tej grupy oznaczono symbolem STM32L100, są one 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 mikrokontrolerów STM32L100 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 segmentów).

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”

STM32L15x/16x – jak choćby koprocatora kryptograficznego, czy wewnętrznego czujnika 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 $\pm 10\%$). Producent prezentowanych mikrokontrolerów ograniczył także dopuszczalną katalogowo liczbę zapisów pamięci Flash (z 10000 razy do 1000 razy), a także gwarantowaną jej trwałość (z 30 lat w +85°C do 20 lat w +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

na 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.

Z kolei w ramach rodziny STM32F4 (rdzeń Cortex-M4F) producent oferuje 59 typów mikrokontrolerów, wyposażonych w pamięć Flash o maksymalnej pojemności od 512 kB do 2 MB, pamięć SRAM o pojemności 192 lub 256 kB, montowanych w obudowach o liczbie wyprowadzeń od 64 (obudowa LQFP) do 176 (obudowy LQFP i BGA). Wprowadzone niedawno do produkcji mikrokontrolery STM32F4 o skrajnie bogatym wyposażeniu w zasoby pamięciowe należą do podrodziny STM32F42x oraz STM32F43x, producent zastosował w nich także kilka modyfikacji zwiększających ich możliwości funkcjonalne. Układy z ostatnią cyfrą w oznaczeniu „9” (STM32F439) są odpowiednikami układów z ostatnią cyfrą „7”, ale dodatkowo wyposażonymi w wewnętrzny kontroler LCD-TFT. Jest to bardzo zaawansowany element nowych mikrokontrolerów, umożliwiający wyświetlanie kolorowych obrazów z częstotliwością do 60 ramek na sekundę (*fps*), wyposażony w lokalną tabelę definicji kolorów C-LUT o organizacji 256×24 bity, system definiowanego przez użytkownika *ditheringu* (2 bity/składową koloru), możliwość przygotowywania obrazów do wyświetlania w dwóch warstwach (możliwość uzyskania efektu PiP oraz



Rysunek 1. Nowe mikrokontrolery STM32F4 z grupy Access Line

nakładania obrazów z przeźroczystością) i aż 8 obsługiwanych formatach definicji kolorów: ARGB8888, RGB888, RGB565, ARGB1555, ARGB4444, L8, A88 i A44.

Mikrokontrolery F427 i F437 – poza standardowym zestawem bloków peryferyjnych – wyposażono także w 6 interfejsów SPI i aż 8 UART-ów, wszystkie ich wewnętrzne timery mogą być taktowane z taką samą częstotliwością maksymalną jak rdzeń (do 168 MHz). Interfejsy I²C wyposażono w cyfrowe filtry sygnałów SCL i SDA, a wbudowany koprocesor kryptograficzny obsługuje – poza dotychczasowymi ECB, CBC i CTR – także tryby AES-GCM (*Galois/Counter Mode*, który jest wykorzystywany m.in. w protokole sieciowym IEEE 802.1AE) oraz AES-CCM (*Combined Cipher Machine*). Długość klucza w trybie AES może wynosić 128, 192 lub 256 bitów, w trybie 3DES 64, 128 lub 192 bity, a w trybie DES 64 bity. Nowością są także rejestry na wejściu i wyjściu koprocesora kryptograficznego, które bez dodatkowych zabiegów przedstawiają fragmenty słów danych, dostosowując je do wymogów algorytmów szyfrujących.

Mikrokontrolery F429 i F439 – poza dotychczas wymienionymi – wyposażono także w interfejsy zewnętrznych pamięci SDRAM oraz nowy zaawansowany interfejs cyfrowego audio (*Serial Audio Interface*) obsługujący m.in. protokoły: PCM, TDM, AC'97 oraz SPDIF. Ich rdzenie mogą być taktowane przebiegami o częstotliwości do 180 MHz, co zapewnia prędkość wykonywania programu do 225 DMIPS.

Ze względu na wyposażenie nowych mikrokontrolerów w interfejs zewnętrznych pamięci SDRAM (a także NOR/NAND Flash, PSRAM oraz SRAM), będą one montowane w obudowach o liczbie pinów od 100 do 216, co pozwoli dołączyć do nich pamięci z 32-bitowymi magistralami danych (obudowy z 216, 208 i 176 pinami) lub 16-bitowymi (pozostałe wersje obudów). Zewnętrzne pamięci mogą być niezbędne w przypadku m.in. współpracy mikrokontrolera z wyświetlaczami LCD-TFT o większych rozdzielczościach.

Uważni Czytelnicy EP wiedzą z naszych publikacji, że firma STMicroelectronics ma od pewnego czasu w ofercie tańszą niż STM32F4 rodzinę mikrokontrolerów wyposażonych w rdzeń Cortex-M4F, oznaczoną symbolem STM32F3. Jest to rodzina mocniejsza obliczeniowo i lepiej sprzętowo wyposażona

niż popularne mikrokontrolery STM32F1, ale producent zachował zgodność mechaniczną i elektryczną pomiędzy mikrokontrolerami z obydwu podrodzin montowanych w takich samych obudowach. Technologia zastosowana do produkcji STM32F3 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. kontroler parzystości SRAM, sprzętową ochronę dostępu do zawartości tej pamięci (za pomocą jednorazowego bezpiecznika), a także jednostkę MPU (*Memory Protection Unit*), dzięki której możliwa jest ochrona danych w zadanych obszarach pamięci i/lub bezpieczne stosowanie programowych schedulerów, a nawet mini-systemów operacyjnych.

Firma STMicroelectronics ogłosiła wprowadzenie do produkcji w trzecim kwartale 2013 nowej podrodziny mikrokontrolerów STM32F4, która nosi nazwę Access Line. Są to układy noszące oznaczenia STM32F401, wyposażone w rdzeń nieco wolniejszy, niż w pozostałych podrodzinach STM32F4, jest on taktowany sygnałem zegarowym o maksymalnej częstotliwości do 84 MHz, co zapewnia mu prędkość wykonywania programu 105 DMIPS/282 CoreMark. Rdzeń zastosowany w mikrokontrolerach STM32F4 Value Line jest – pod względem budowy – taki sam jak w pozostałych STM32F4 (Cortex-M4F), tzn. wyposażono go w koprocesor zmiennoprzecinkowy.

Interesującą alternatywą dla mikrokontrolerów STM32F3 są zapowiadane przez producenta na trzeci kwartał tego roku nowe mikrokontrolery STM32F4 z grupy Access Line (STM32F401 – **rysunek 1**), wyposażone

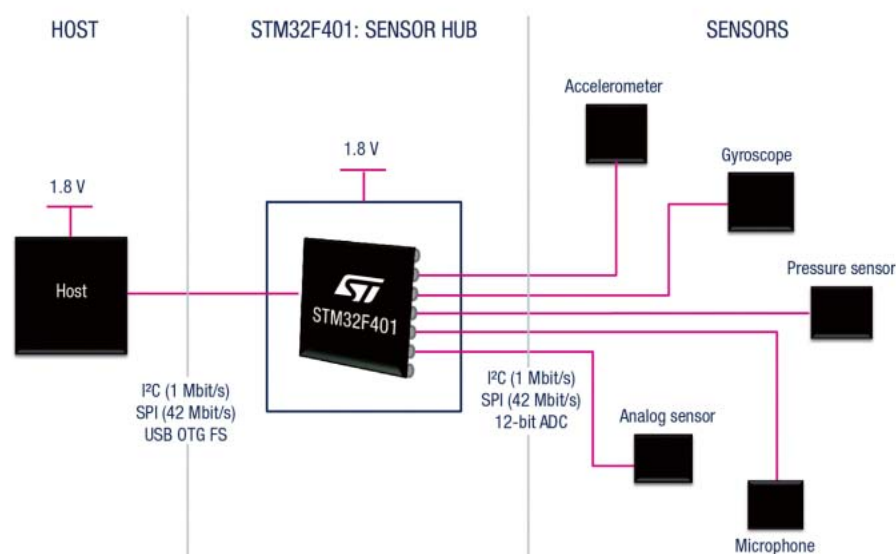
w rdzeń Cortex-M4F (czyli z wbudowanym koprocesorem zmiennoprzecinkowym) taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości do 84 MHz, co zapewnia prędkość wykonywania programu 105 DMIPS/282 CoreMark. Producent zapowiada 10 typów mikrokontrolerów F401, z czego 6 typów jest już prezentowanych w katalogu internetowym producenta.

Zmniejszenie częstotliwości taktowania rdzenia oraz wykorzystanie jako bloku pośredniczącego w dostępie CPU do pamięci Flash jednostki ART (cache'ującej i pobierającej dane paczkami po 128 bitów) umożliwia dostęp do zawartości Flash bez konieczności wstawiania opóźnień (*wait-state*). Zabiegi optymalizacyjne producenta pozwoliły ponadto na obniżenie poboru mocy przez te mikrokontrolery, dzięki czemu pobór mocy przez rdzeń wynosi zaledwie ok. 137 μ A/MHz. Zabiegom optymalizacyjnym poddano w mikrokontrolerach STM32F401 także interfejsy komunikacyjne, których duża szybkość transmisji danych predestynuje nowe układy do pracy w aplikacjach typu huby sensorów (**rysunek 2**). Mikrokontrolery STM32F401 będą wyposażane w pamięć Flash o pojemności 128 lub 256 kB, w zależności od modelu, a także 64 kB pamięci SRAM. Producent planuje wdrożenie do produkcji układów w obudowach LQFP64/100, UFBGA100 oraz UQFP48, przystosowanych do pracy w zakresie temperatur -40...+85 lub +105°C.

Nadchodzące zmiany spowodują, że łączna liczba dostępnych typów i wariantów mikrokontrolerów w rodzinie STM32 przekroczy 300 typów, w tym z ponad 90 typów mikrokontrolerów składa się podrodzina STM32F4. Stan ten będzie się utrzymywał – zapewne – niezbyt długo, bowiem pracownie konstrukcyjne STMicroelectronics pracują pełną parą...

Tomasz Starak

STM32F401 sensor hub application example



Rysunek 2. HUB dla sensorów zbudowany z użyciem STM32F401