

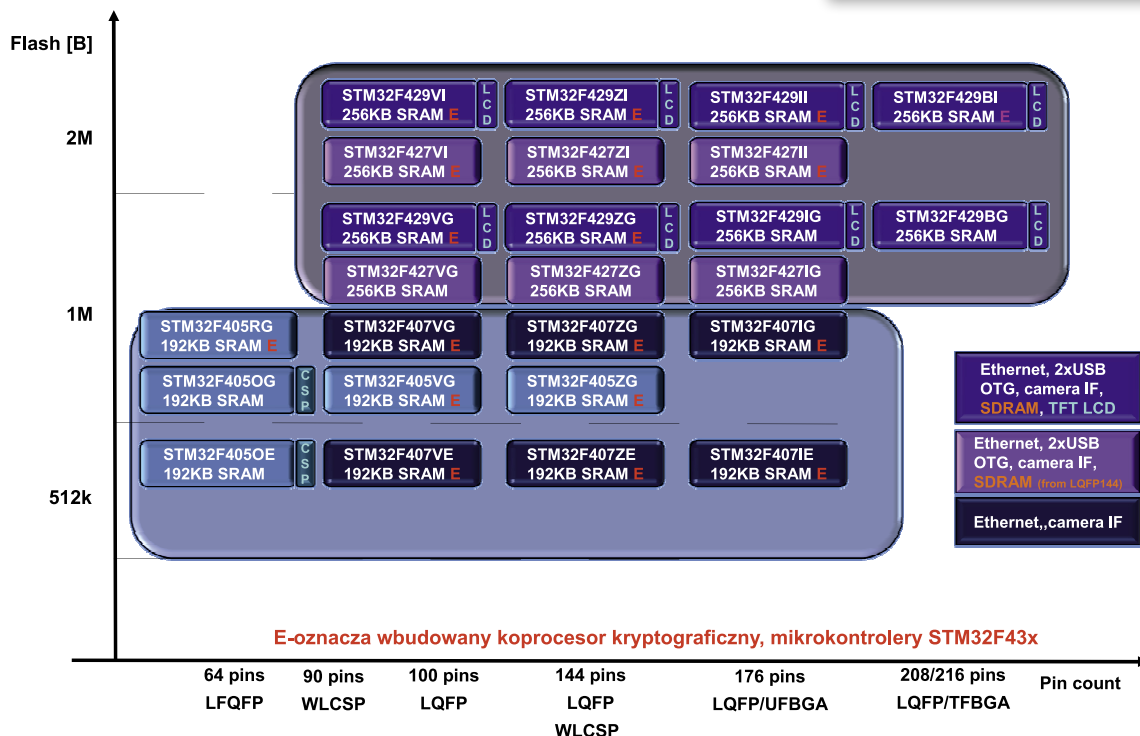
STM32F4 i 2 MB Flash: ciąg dalszy następuje

Nie ma obecnie na rynku drugiej tak intensywnie rozwijanej rodziny mikrokontrolerów jak STM32. Co kilka miesięcy producent informuje o nowościach, które zazwyczaj już są lub za chwilę będą w sklepach. Nadchodzącą wielkimi korkami nowością są nowe mikrokontrolery z rodziny STM32F4, charakteryzujące się przede wszystkim wbudowaną pamięcią Flash o pojemności aż 2 MB...

- Nowe możliwości mikrokontrolerów STM32F4 w skrócie**
- Flash 2 MB (z podziałem na dwa banki)
 - RAM 256 kB
 - wbudowany zaawansowany sterownik LCD-TFT
 - wbudowany wyspecjalizowany kanał DMA-2D wspomagający pracę kontrolera LCD
 - interfejs zewnętrznych pamięci obsługujący pamięci SDRAM (oraz: PSRAM, SRAM, NAND/NOR Flash)
 - większa liczba interfejsów komunikacyjnych
 - nowy interfejs cyfrowego audio
 - większe możliwości koprocera kryptograficznego
 - nowe obudowy (TFBGA216)

Wprowadzone do sprzedaży kilka miesięcy temu mikrokontrolery STM32F4 są pierwszą w ofercie STMicroelectronics

platformą wyposażoną w rdzeń Cortex-M4F („F” oznacza, że w CPU zintegrowano koprocator zmiennoprzecinkowy FPU). Są



Rysunek 1. Zestawienie dostępnych modeli mikrokontrolerów STM32F4

Tab. 1. Wybrane tryby pracy kontrolera LCD (kolorem zaznaczono tryby wymagające zastosowania zewnętrznej pamięci na dane obrazu)

Jakość	Wyświetlacz	Głębokość koloru	Wymagana pojemność ramki obrazu	Pasma transmisji danych	Obudowa
High-end	7" Color TFT 800x480 px	24-bit 16,7 mln	1125 kB	90 MB/s	BGA176 LQFP176
		16-bit 262 k	750 kB	60 MB/s	LQFP144 BGA176 LQFP176
		8-bit 256/16,7 mln	375 kB	30 MB/s	BGA176 LQFP176
Mid-range	2,5" Color TFT 400x240 px	24-bit 16,7 mln	281,25 kB	22,5 MB/s	BGA176 LQFP176
		16-bit 262 k	187,5 kB	15 MB/s	LQFP144 BGA176 LQFP176
Low-end	2,5" Mono 400x240 px	512 gs	93,75 kB	7,5 MB/s	LQFP100 BGA176 LQFP176
VGA	640x480 px	16-bit 262 k	600 kB	50 MB/s	BGA176 LQFP176
WQVGA	480x272 px	24-bit 16,7M	382,5 kB	28,5 MB/s	BGA176 LQFP176
WQVGA	480x272 px	8-bit 256/16,7 mln	127,5 kB	30 MB/s	LQFP100 LQFP144 BGA176 LQFP176
QVGA	5,7" Color TFT 320x240 px	16-bit 262 k	150 kB	12,8 MB/s	LQFP100 LQFP144 BGA176 LQFP176
		8-bit 256/16,7 mln	75 kB	6,4 MB/s	LQFP100 LQFP144 BGA176 LQFP176



dowach o liczbie wyprowadzeń od 64 (obudowa LQFP) do 176 (obudowy LQFP i BGA). Zestawienie dostępnych obecnie wersji mikrokontrolerów STM32F4 pokazano na **rysunku 1**.

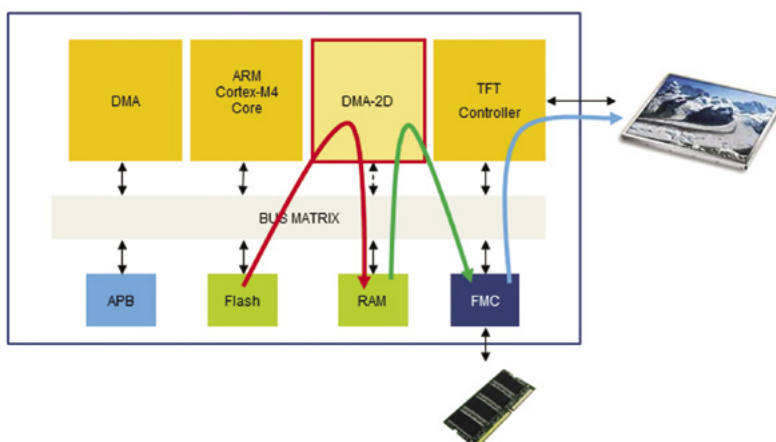
Mikrokontrolery o skrajnie bogatym wyposażeniu w zasoby pamięciowe należą do podrodziny STM32F42x oraz STM32F43x, producent zastosował w nich także kilka modyfikacji zwiększających ich możliwości funkcjonalne. Układy z ostatnią cyfrą w oznaczeniu „9” (STM32F439) są odpowiednikami układów z ostatnią cyfrą „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 nakładania obrazów z przezroczystością) i aż 8 obsługiwanych formatach definicji kolorów: ARGB8888, RGB888, RGB565, ARGB1555, ARGB4444, L8, A88 i A44. Wysoką wymaganą prędkość transferu danych niezbędnych do wyświetlania obrazów (**tabela 1**) pomaga uzyskać dodatkowy kanał DMA o nazwie DMA-2D, który zwalnia CPU z realizacji zadań związanych z odświeżaniem zawartości wyświetlacza (**rysunek 2**). Konstrukcja DMA-2D pozwala wykorzystać go jako prosty koprocessor graficzny sprzętowo realizujący funkcje wypełniania i kopiowania zadanych obszarów, kopiowania obszarów z konwersją formatu wyświetlania, a także łączenia obrazów z różnych źródeł.

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

one kompatybilne ze starszą rodziną mikrokontrolerów – STM32F2 – które wyposażono w rdzeń Cortex-M3, dzięki czemu konstruktorzy mogą elastycznie dobrać możliwości, wydajność i pobór mocy mikrokontrolerów do potrzeb docelowej aplikacji. Jednostki CPU w mikrokontrolerach STM32F4 mogą być taktowane sygnałem zegarowym o częstotliwości do 168 MHz (vs 120 MHz w STM32F2), wyposażono je

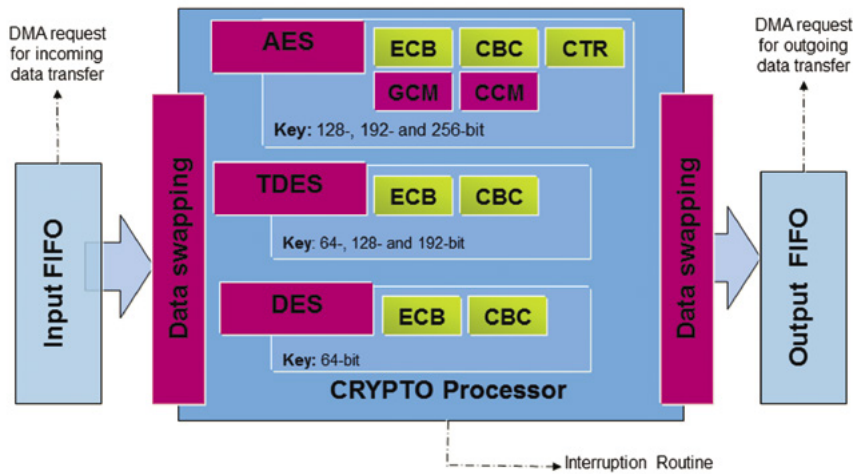
także w nieco bardziej rozbudowane niektóre bloki peryferyjne, pamiętając jednak o zachowaniu ich kompatybilności pomiędzy rodzinami.

Obecnie (luty 2013) w ramach rodziny STM32F4 producent oferuje 33 typy mikrokontrolerów, wyposażonych w pamięć Flash o maksymalnej pojemności od 512 kB do 2 MB, pamięć SRAM o pojemności 192 lub 256 kB, montowanych w obu-

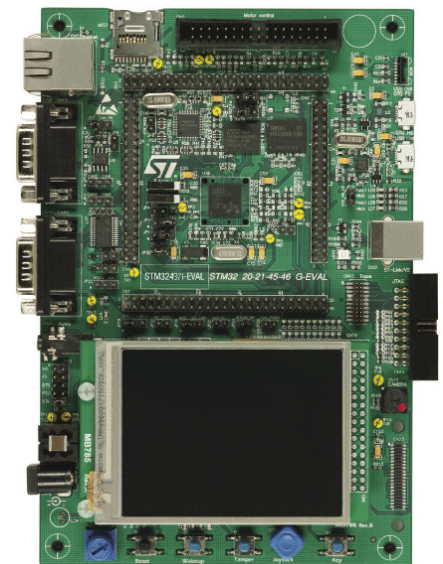


- Creation of an object in a memory device by the DMA2D
- Update of the frame buffer in the external RAM by the DMA2D
- TFT controller data flow

Rysunek 2. Przykład zastosowania modułu DMA-2D, w jaki wyposażono mikrokontrolery STM32F4 z wbudowanym kontrolerem LCD-TFT



Rysunek 3. Schemat blokowy koprocatora kryptograficznego zastosowanego w nowych modelach mikrokontrolerów STM32F4



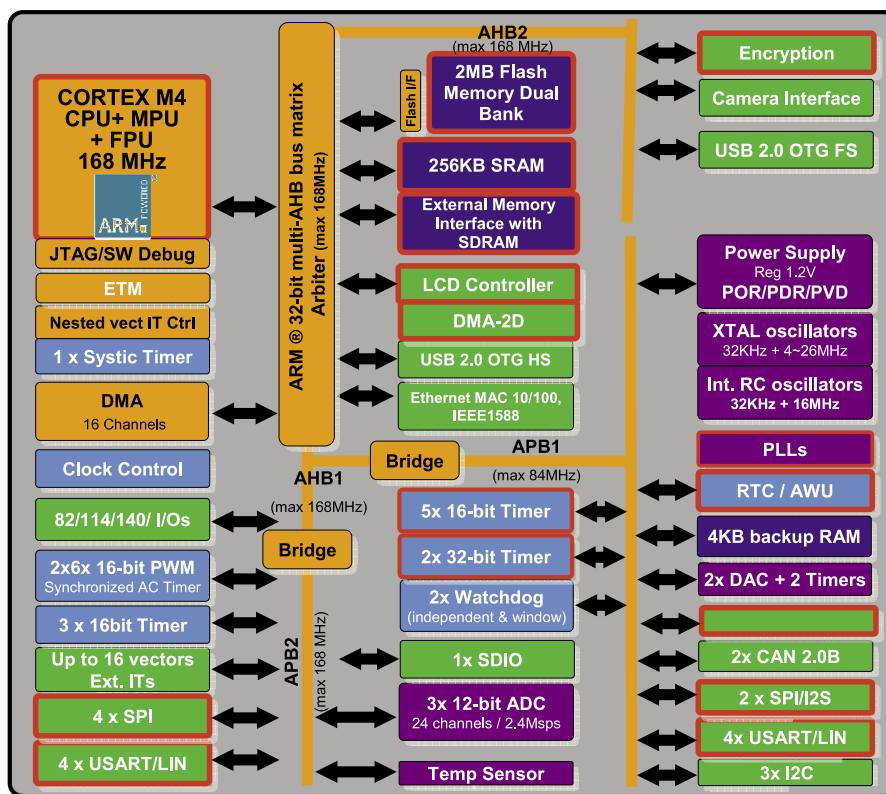
Fotografia 5. Wygląd zestawu STM32437I-EVAL

wych mikrokontrolerów STM32F4 pokazano na rysunku 4.

Firma STMicroelectronics wraz z rozpoczęciem produkcji nowych modeli mikrokontrolerów STM32F4 wprowadziła do ograniczonej sprzedaży zestawu startowe z mikrokontrolerami STM32F437IHH6 (STM32437I-EVAL – fotografia 5) z dołączoną zewnętrzną pamięcią SRAM o pojemności 16 Mb oraz 64 kb EEPROM, złączami dla MicroSD i kart inteligentnych zgodnych z ISO/IEC14443 A/B, interfejsem sieciowym IEEE 802.3-2002, dwoma kanałami CAN 2.0 A/B (w jednym złączu DB9), diodami LED, bezprzewodowym interfejsem komunikacyjnym IrDA, kompletnym interfejsem RS232, USB-OTG FS/HS (złącze AB), kompletnym torem cyfrowego audio, interfejsem kamery CCD, kolorowym wyświetlaczem LCD-TFT o przekątnej 3,2 cala (240x320 px) zintegrowanym z rezystancyjnym touch-panelem...

To tylko fragment wyposażenia tego zestawu, jego szczegółową prezentację i dane techniczne można znaleźć na stronie producenta. Zgodnie z informacjami jakie uzyskaliśmy od firmy STMicroelectronics, prezentowany zestaw jest przeznaczony dla ograniczonego grona klientów, docelowo zostanie zastąpiony zestawem STM32F439I-EVAL (o niemal identycznej konstrukcji z zastosowanym innym mikrokontrolerem). Producent planuje także wprowadzić do produkcji kolejny tani zestaw z serii Discovery, wyposażony w jeden z nowych mikrokontrolerów STM32F4 – szczegóły obecnie nie są dostępne, ale na pewno poinformujemy Czytelników o jego pojawieniu się.

Piotr Zbysiński, EP



Rysunek 4. Schemat blokowy mikrokontrolerów STM32F429 i STM32F439

i SDA, a koprocesor kryptograficzny (rysunek 3) 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 koprocatora kryptograficznego, które bez dodatkowych zabiegów przestawiają 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. 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 (jak to pokazano w tabeli 1). Uproszczony schemat blokowy no-