

STM32F429I-DISCO: mikrokontrolerowy „patent” STMicroelectronics dla aplikacji graficznych

Rodzina mikrokontrolerów STM32F4 (rdzeń Cortex-M4F) powiększyła się kilka tygodni temu o cztery nowe układy, które łączy ważny element wyposażenia: wbudowany koprocesor graficzny Chrom-Art. Jego możliwości pozwalają na budowanie jednokładowych urządzeń HMI z kolorowymi wyświetlaczami i touch-panelem. Moc obliczeniowa GPU w większości przypadków wystarczy do realizacji wszystkich funkcji aplikacyjnych.

Kilka tygodni temu szybko rosnące grono fanów mikrokontrolerów STM32 poruszyła niewiarygodna wiadomość: firma STMicroelectronics miała wprowadzić na rynek kolejny zestaw z serii DISCOVERY, wyposażony w kolorowy wyświetlacz LCD-TFT z rezystancyjnym touch-panelem (to jest możliwe), w cenie porównywalnej w dostępnymi na rynku innymi zestawami DISCOVERY dla STM32 (to nie wydawało się prawdopodobne). Niecierpliwosc konstruktorów została nagrodzona: niewiarygodny zestaw STM32F429I-DISCO jest już w sprzedaży!

Nowy zestaw występuje na rynku pod dwoma oznaczeniami: 32F429I-DISCOVERY oraz STM32F429I-DISCO, w obydwu przypadkach jest to takie samo rozwiązanie, różnica w oznaczeniu wynika wyłącznie z braku w konsekwencji w nadawaniu nazw zestawom przez producenta.

Zestaw wyposażono w mikrokontroler STM32F429ZIT6 z pamięcią Flash o pojemności 2 MB, wewnętrzną pamięcią SRAM o pojemności 256 kB, mikrokontroler jest montowany w obudowie LQFP144. Zastosowany w zestawie mikrokontroler, podobnie do innych z rodziny STM32F4, wyposażono w rdzeń Cortex-M4F (z wbudowanym koprocesorem zmiennoprzecinkowym FPU), takto-wny sygnałem zegarowym o maksymalnej częstotliwości 180 MHz. Wygląd zestawu pokazano na **fotografii 1**.

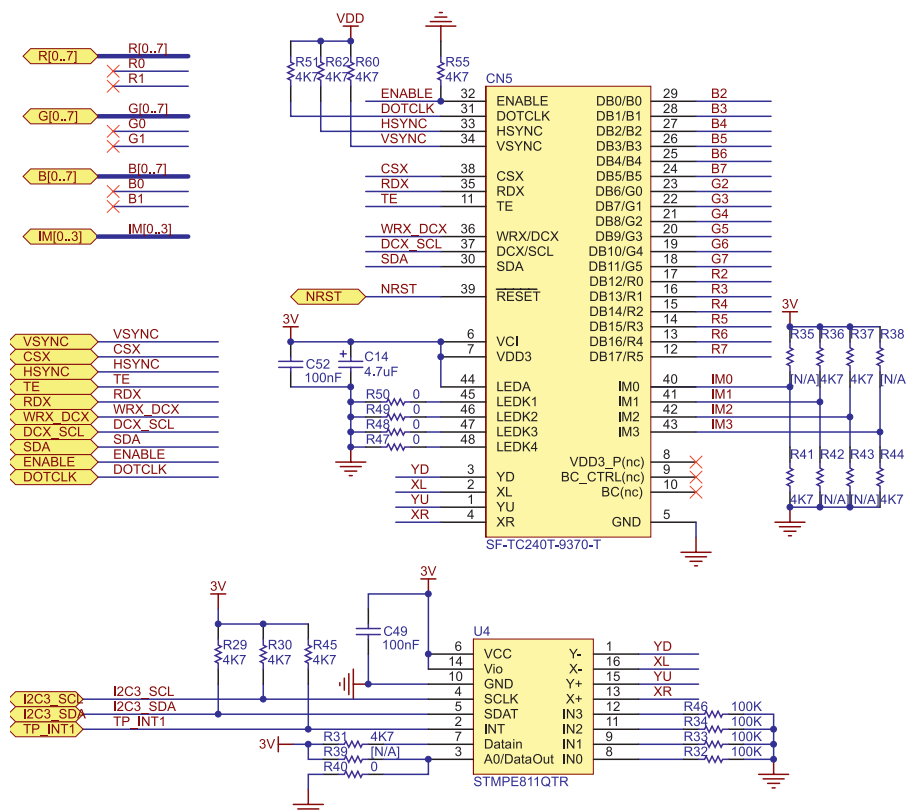
Rzut oka na fot. 1 wyjaśnia przyczynę dużego zainteresowania zestawem: zwracającym uwagę elementem jego wyposażenia jest kolorowy wyświetlacz LCD-TFT

o przekątnej 2,4 cala i wymiarach matrycy 240×320 px (QVGA). Wyświetlacz jest sterowany przez kontroler LCD wbudowany w mikrokontroler STM32F429 (jest to charakterystyczny element wyposażenia mikrokontrolerów STM32F4x9) zgodnie ze schematem elektrycznym pokazanym na **rysunku 2**. W przykładzie jest to interfejs RGB666 z liniami synchronizacji. Na schemacie widać także sprzętowo część interfejsu obsługi rezystancyjnego touch-panela, którą wykonano na ekspanderze STMPE811QTR z oferty STMicroelectronics.

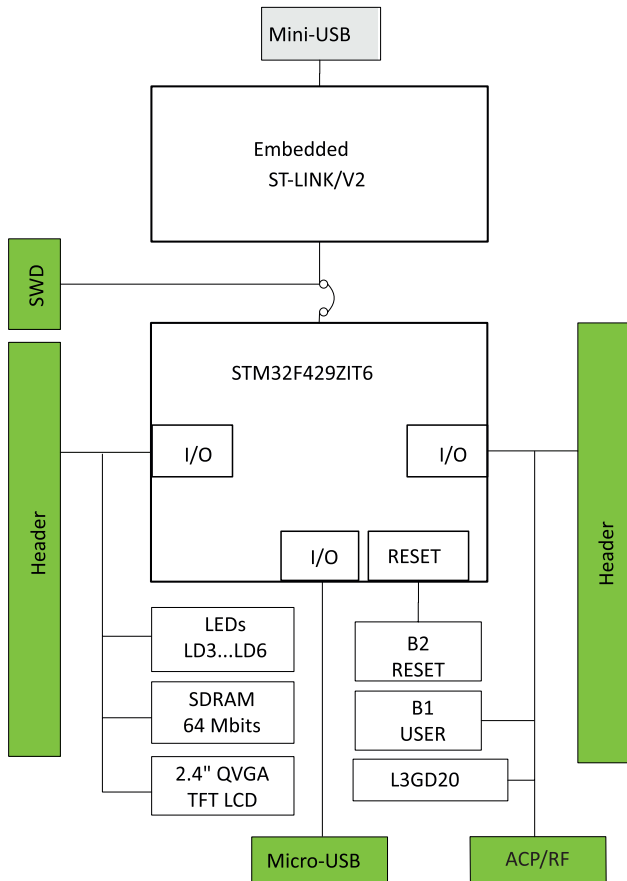


Fotografia 1. Wygląd zestawu STM32F429I-DISCO

Dużą wydajność w aplikacjach graficznych mikrokontrolerów STM32F4x7/4x9 osiągają dzięki wbudowanemu koproce-

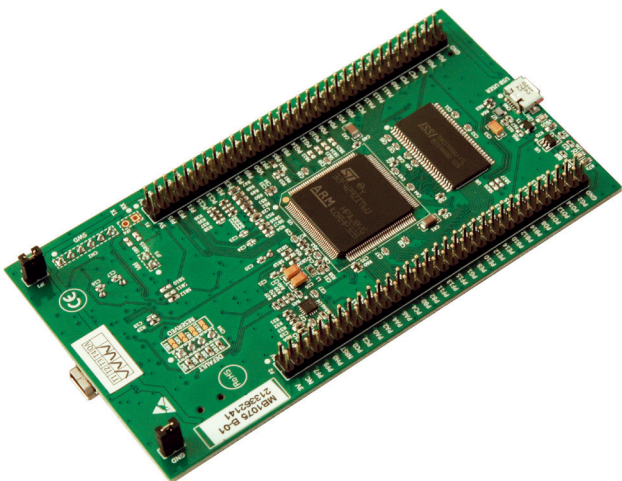


Rysunek 2. Schemat elektryczny ilustrujący sposób podłączenia wyświetlacza do mikrokontrolera w zestawie STM32F429I-DISCO



Rysunek 3. Schemat blokowy zestawu STM32F429I-DISCOVERY

sorowi graficznemu Chrom-Art (DMA2D), który od strony konstrukcyjnej jest wyspecjalizowanym kanałem DMA. Koprocetor samodzielnie realizuje wiele podstawowych funkcji wspomagających wyświetlanie obrazów, w tym: wypełnianie zadanych obszarów kolorem zdefiniowanym przez użytkownika, kopiowanie i przenoszenie fragmentów obrazu, konwersja formatów z bazą w CLUT (*Colour Look-Up table*) definiowaną przez użytkownika, nakładanie obrazów z opcjonalnym definiowaniem przezroczystości itp. Nie jest więc od strony funkcjonalnej „karta graficzna”



Fotografia 4. Widok dolnej strony płytki drukowanej zestawu STM32F429I-DISCO

w rozumieniu PC, ale doskonale narzędzie wspomagające realizację typowych interfejsów graficznych w różnego rodzaju panelach HMI.

Atutem mikrokontrolerów STM32F4x9 w aplikacjach graficznych jest wbudowana w nie pamięć Flash o dużej pojemności, która pozwala na przechowywanie w niej wielu obrazów QVGA. Przeciętnie do przechowania grafiki o wymiarach 320×240 pikseli w formacie RGB256c potrzebna jest pamięć o pojemności ok. 75 kB, taki sam obraz w formacie RBG16b potrzebuje ok. 150 kB. W przypadku konieczności obróbki wyświetlanych obrazów pomocna może okazać się zewnętrzna pamięć SDRAM, która jest obsługiwana przez

wbudowany w mikrokontroler kontroler FMC (*Flexible Memory Controller*). Koprocetor DMS2D ma do niej dostęp, podobnie jak do pozostałych obszarów pamięci.

Podobnie do starszych typów zestawów DISCOVERY także prezentowany w artykule wyposażono w dodatkowe peryferia współpracujące z mikrokontrolerem, widać je na schemacie blokowym pokazanym w **rysunku 3**. Elementami standardowego wyposażenia zestawu są: pamięć SDRAM o pojemności 64 Mb (o organizacji 1 Mb×16 b×4 banki), 3-osiowy żyroskop MEMS (L3GD20), sześć diod LED (w tym

2 do wykorzystania w aplikacji użytkownika), dwa mikroprzełączniki (w tym jeden dla aplikacji użytkownika), a także interfejs i złącze USB-OTG (złącze OTG A/B). Mikrokontroler zastosowany w zestawie wyposażono w kompletny kontroler LCD o nazwie Chrom-ART oraz kontroler pamięci SDRAM – prezentacji możliwości tych właśnie interfejsów jest dedykowany nowy zestaw, są one bowiem nowym,

Dodatkowe materiały i informacje o zestawie STM32F429I-DISCO są dostępne pod adresem

<http://www.st.com/stm32f4-discovery>

bardzo spektakularnym wyposażeniem mikrokontrolerów STM32F429/439. Jak wcześniej wspomniano, za obsługę 4-przewodowego touch-panela rezystancyjnego, naklejonego na wyświetlacz LCD-TFT, odpowiada w zestawie ekspander STMPE811, który komunikuje się z mikrokontrolerem poprzez magistralę I²C z własną linią przerwań. Ze względu na dużą powierzchnię zajmowaną przez wyświetlacz na PCB mikrokontroler, pamięć SDRAM oraz kilka mniejszych elementów zamontowano na dolnej stronie płytki drukowanej zestawu (**fotografia 4**).

Podobnie jak pozostałe zestawy z serii DISCOVERY, także STM32F429I-DISCO ma zintegrowany programator-debugger zgodny z ST-Link/v2 oraz dwurzędowe złącza gold-pin (raster 2,54 mm) z wyprowadzonymi liniami GPIO mikrokontrolera. Urządzenie jest przystosowane do zasilania z USB lub zewnętrznego zasilacza stabilizowanego o napięciu wyjściowym 3 lub 5 V.

Z naszej prezentacji warto wyciągnąć wnioski, że zestaw STM32F429I-DISCO jest narzędziem potrójnie rewolucyjnym:

- zastosowano w nim mikrokontroler faktycznie przystosowany do realizacji aplikacji graficznych (dzięki odpowiedniej pamięci, możliwości obsługi pamięci zewnętrznej, wbudowanemu elastycznemu kontrolerowi LCD i wbudowanemu koprocetorowi graficznemu),
- dzięki udostępnionym przez STMicroelectronics wspólnie z firmą Segger bibliotekom graficznym o nazwie STemWin budowanie własnych interfejsów graficznych stało się znacznie prostsze niż dotychczas,
- pomimo bogatego wyposażenia i zastosowania wysokiej jakości wyświetlacza LCD-TFT z touch-panelem utrzymano bardzo atrakcyjną cenę zestawu, która stała się już synonimem nazwy „DISCOVERY”.

W ten sposób mikrokontrolery STM32 wchodzą w nowy segment rynku, na którym mają poważnego przeciwnika (komputery z Linuksem/Androidem), ale także równie poważne argumenty, m.in.: mały pobór mocy, szansę na implementację jednocukłową, prostą i przez to niezawodną konstrukcję.

Kto wygra? Mikrokontrolery mają duże szanse!

Piotr Zbysiński, EP