

FREEDOM (FRDM) = Cortex-M0+ w opakowaniu Arduino

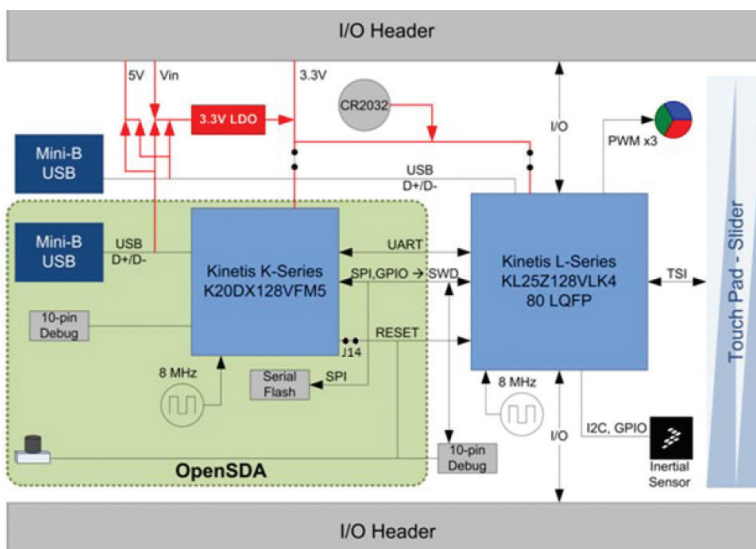
Tanie platformy startowe dla mikrokontrolerów z rodziny KINETIS

Firma Freescale jest producentem rodziny mikrokontrolerów KINETIS, w ramach której oferowane są układy wyposażone w rdzeń Cortex-M4F (KINETIS K) i Cortex-M0+ (KINETIS L). Od pewnego czasu firma oferuje także tanie – co nie znaczy, że amatorskie – startowe platformy sprzętowe o nazwie FREEDOM (często spotykana jest także skrócona nazwa FRDM), których wyposażenie, możliwości i dostępna gama tworzą niezwykle przyjazne i elastyczne środowisko ewaluacyjne.

Idea przyświecająca twórcom platformy FREEDOM była prosta: projektowali tanie narzędzie o dużych możliwościach, wyposażone zintegrowany programator-debugger i elementy peryferyjne prezentujące możliwości najważniejszych bloków funkcjonalnych mikrokontrolera wybranego jako „serce” zestawu, do tego zgodne z systemem Arduino. Zapewniono kompatybilność mechaniczną i elektryczną prezentowanych zestawów z większością dostępnych na rynku *shield*ów, dzięki czemu możliwości rozbudowy funkcjonalnej FREEDOM-ów są praktycznie nieograniczone.

Pierwotnie producent oferował zestawy FREEDOM wyłącznie z mikrokontrolerami z rodziny KINETIS L, które przez długi czas były jedynymi mikrokontrolerami dostępnymi w sprzedaży, wyposażonymi w rdzeń Cortex-M0+. Sukces rynkowy tych zestawów spowodował, że firma Freescale opracowała i oferuje obecnie także zestawy dla mikrokontrolerów KINETIS K, które są wyposażone w najsilniejszy rdzeń mikrokontrolerowy firmy ARM – Cortex-M4.

Niezależnie od wersji, każdy zestaw wyposażono w programator-debugger OpenSDA oraz chroniony przed nieprzemyślaną ingerencją użytkownika bootloader, który



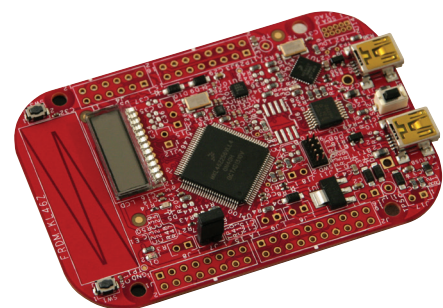
Rysunek 1. Schemat blokowy zestawu FRDM-CL25Z

Tabela 1. Najważniejsze cechy i elementy wyposażenia zestawów FREEDOM (FRDM) z aktualnej oferty firmy Freescale											
Cecha	FRDM-KL02Z	FRDM-KE02Z	FRDM-KE02Z40M	FRDM-KE04Z	FRDM-KL05Z	FRDM-KE06Z	FRDM-K20D50M	FRDM-KL25Z	FRDM-KL26Z	FRDM-KL46Z	FRDM-K64F
Wbudowany mikrokontroler	MKE02Z64VQH2 20 MHz 64 kB Flash 4 kB SRAM	MKE02Z64VQH2 20 MHz 64 kB Flash 4 kB SRAM	MKE02Z64VQH4 40 MHz 64 kB Flash 4 kB SRAM	MKE04Z8VFK4 48 MHz 8 kB Flash 1 kB SRAM	MKL05Z32VFM4 48 MHz 32 kB Flash 4 kB SRAM	MKE06Z128VLK4 48 MHz 128 kB Flash 16 kB SRAM	MK20DX128VLH5 50 MHz 128 kB Flash 16 kB SRAM 32 kB FlexNVM	MKL25Z128VLK4 48 MHz 128 kB Flash 16 kB SRAM	MKL26Z128VLH4 48 MHz 128 kB Flash 16 kB SRAM	MKL46Z256VLL4 48 MHz 256 kB Flash 32 kB SRAM	MK64FN1M0VLL12 120 MHz 1 MB Flash 256 kB SRAM
Rodzina Rdzeń	KINETIS L Cortex-M0+	KINETIS E Cortex-M0+	KINETIS E Cortex-M0+	KINETIS E Cortex-M0+	KINETIS L Cortex-M0+	KINETIS E Cortex-M0+	KINETIS K Cortex-M4	KINETIS L Cortex-M0+	KINETIS L Cortex-M0+	KINETIS L Cortex-M0+	KINETIS K Cortex-M4
Zgodność z Arduino R3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Interfejs USB dla aplikacji użytkownika	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zgodność z mbed	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+
Programator-debugger	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA	OpenSDA
Pojemnościowy touch slider	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Sensor MEMS	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	MMA8451Q (akcelerometr)	FXOS8700CQ (akcelerometr + magnetometr)	MMA8451Q (akcelerometr) + MAG3110 (magnetometr)	FXOS8700CQ (akcelerometr + magnetometr)
LED RGB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Inne	IrDA Termistor	IrDA Termistor	IrDA Termistor	IrDA	-	IrDA CAN	Czujnik światła	-	Przycisk wybudowania mikrokontrolera	Czujnik światła Segmentowy wyświetlacz LCD	Eth 10/100 Złącza dla: - kart SDHC - RF24L01+ - JY-MCU Bluetooth

umożliwia zapisanie programu w pamięci Flash docelowego mikrokontrolera metodą *drag-and-drop* (płytką FREEDOM jest widziana w systemie operacyjnym jako urządzenie *USB mass-storage*). Standard OpenSDA jest traktowany jako natywne rozwiązanie (co czasami wymaga doinstalowania niewielkich aplikacji) przez wiele środowisk programistycznych, ale jego konstrukcja pozwala na łatwe zastąpienie go – poprzez wymianę *firmware* – przez bardziej popularne interfejsy, jak choćby J-Link firmy Segger. Także wyposażenie prezentowanych zestawów zostało zestandaryzowane, przy czym każdy z dostępnych wariantów pozwala poznać i przetestować peryferia specyficzne dla każdego z modeli zastosowanych mikrokontrolerów (jak np. interfejs USB, pojemnościowy *slider*, sterownik LCD, interfejs Ethernet itp.).

Schemat blokowy pierwszego – jaki się pojawił na rynku – zestawu z serii FREEDOM (FRDM KL25Z) pokazano na **rysunku 1**. Jest on – z dokładnością do specyficznych bloków peryferyjnych – powielany we wszystkich kolejnych zestawach wprowadzanych do sprzedaży.

Ważny dla użytkowników narzędzi tego typu jest także fakt, że producent opracowując nowe modele zestawów obserwuje jednocześnie rynek i dostosowuje własne pomysły do zachodzących na nim zmian, czego przykładem jest m.in. przystosowanie zestawów FREEDOM do współpracy z bezpłatnym, internetowym środowiskiem programistycznym o nazwie *mbed* (www.mbed.org). Zdobywa ono coraz większą popularność nie tylko wśród amatorów z ogra-

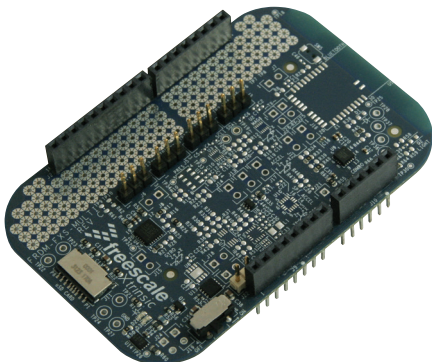


Fotografia 2. Wygląd zestawu FRDM-KL46Z

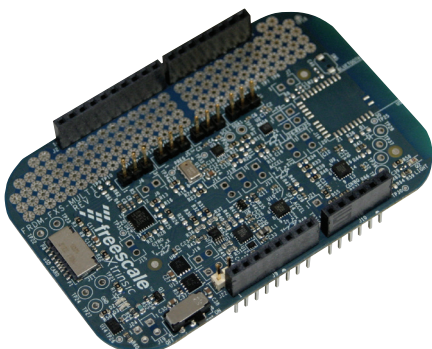


Fotografia 3. Wygląd zestawu FRDM-K64F

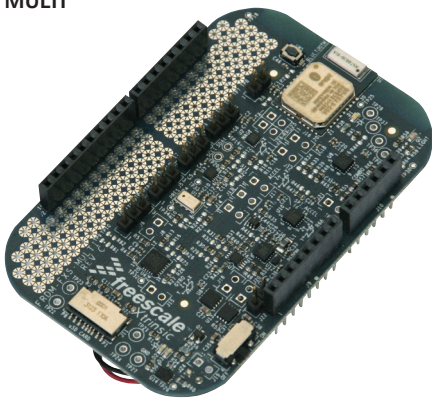
mbed jest sieciowym środowiskiem opracowanym i udostępnionym przez firmę ARM. Jest to środowisko bezpłatne, można z niego korzystać wyłącznie zdalnie, nie wymaga instalacji, dostęp do niego jest możliwy za pośrednictwem przeglądarki internetowej. Jedynym warunkiem korzystania z mbed jest bezpłatne zarejestrowanie się na stronie www.mbed.org.



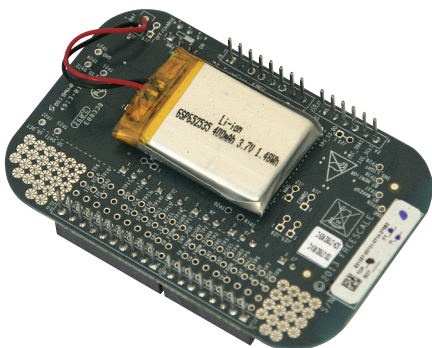
Fotografia 4. Wygląd zestawu FRDM-FXS-9AXIS



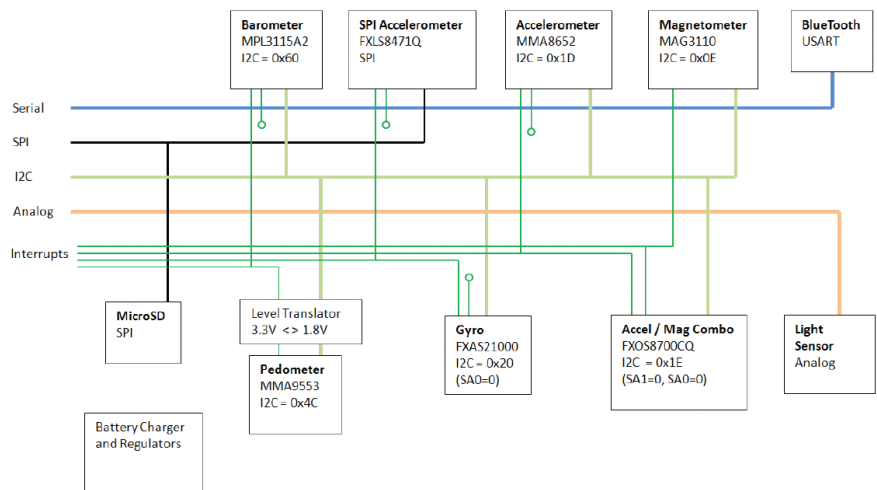
Fotografia 5. Wygląd zestawu FRDM-FXS-MULTI



Fotografia 6. Wygląd zestawu FRDM-FXS-MULTI-B



Fotografia 7. Elementem wyposażenia zestawu FRDM-FXS-MULTI-B jest akumulator Lilon



Rysunek 8. Schemat blokowy ekspandera FRDM-FXS-MULTI-B

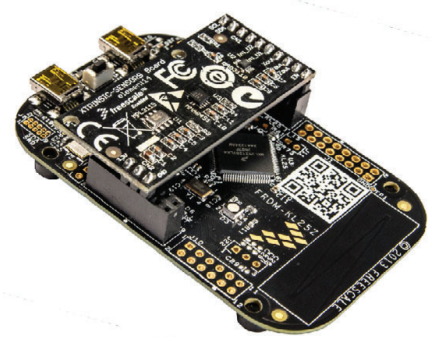
niczonymi budżetami, ale także wśród producentów mikrokontrolerów, co stopniowo przekłada się także na zastosowania profesjonalne.

Wygląd dwóch najnowszych w ofercie producenta zestawów FREEDOM pokazano na **fotografii 2** (FRDM-KL46Z) i **3** (FRDM-K64F).

Jak wspomniano, poszczególne zestawy z serii FREEDOM różnią się między sobą szczegółami wyposażenia, które zestawiono w **tabeli 1**. W zestawieniu zawarto najważniejsze z punktu widzenia użytkowników elementy zestawów, a ich dokumentacje pokazują szczegóły ich dołączenia do mikrokontrolera. Przykłady demonstracyjne przygotowane przez producenta pokazują sposoby obsługi tych elementów, co ułatwia ich samodzielne zastosowanie we własnych aplikacjach przez użytkowników.

Jak wspominałem, dzięki kompatybilności zestawów FREEDOM z systemem Arduino, można do współpracy z nimi stosować ekspandery funkcjonalne (*shieldy*) zgodne z Arduino R3. Firma Freescale przygotowała także własne wersje ekspanderów, z których FRDM-FXS-MULTI jest dostępna w trzech wariantach, zgodnych z FRDM-KL25Z oraz FRDM-KL20D50M:

- FRDM-FXS-9AXIS (**fotografia 4**), który wyposażono w sensory MEMS zapewniające 9 DoF: żyroskop FXAS21000 oraz zintegrowany sensor integrujący akcelerometr i magetometr – FXOS8700CQ.
- FRDM-FXS-MULTI (**fotografia 5**), który wyposażono w większą liczbę sensorów MEMS zapewniających 12 DoF: akcelerometr z interfejsem I²C MMA8652FC, akcelerometr z i nterfejsem SPI FXLS8471, żyroskop FXAS21000, magnetometr MAG3110, czujnik ciśnienia MPL3115A2, analogowy czujnik natężenia światła, zintegrowany sensor 6-osiowy FXOS8700CQ, „kombajn” pomiarowy MMA9553L oraz elementy



Fotografia 9. Wygląd zestawu XTRINSIC-SENSORS-EVK, który bazuje na FRDM-KL25Z

ładowarki-zasilacza akumulatorowego (LiIon).

- FRDM-FXS-MULTI-B (**fotografia 6**), który jest rozbudowaną wersją ekspandera MULTI, dodatkowo wyposażoną w interfejs radiowy Bluetooth oraz ogniwo LiIon (**fotografia 7**). Schemat blokowy ekspandera FRDM-FXS-MULTI-B pokazano na **rysunku 8**.

Kolejnym rozszerzeniem sensorowym zestawów FREEDOM jest XTRINSIC-SENSORS-EVK (**fotografia 9**) składa się z dwóch niezależnych płytek, które mogą być ze sobą łączone za pomocą gold-pinów:

- typowego zestawu FREEDOM-KL25Z,
- płytki ekspandera funkcjonalnego, na której zamontowano trzy sensory MEMS z oferty firmy Freescale: MPL3115 (czujnik ciśnienia/wysokości i temperatury), MMA8491 (3-osiowy czujnik przyspieszenia/akcelerometr), MAG3110 (cyfrowy kompas).

W ten sposób Czytelnicy poznali aktualny stan oferty tanich zestawów przeznaczonych dla fanów mikrokontrolerów z rodziny KINETIS firmy Freescale. Jest to bez wątpienia interesująca alternatywa dla dotychczasowych rynkowych hitów.

Piotr Zbysiński, EP