

# MSP430FR2433

## Mikrokontroler z FRAM i zestaw startowy

Texas Instruments konsekwentnie rozwija własne rozwiązania 16-bitowe wykorzystujące pamięć FRAM. Do opisanych wcześniej FR5969 oraz FR4133 dołączył niedawno zestaw Launchpad MSP-EXP430FR2433.

Cechą wyróżniającą należący do serii Value Line Sensing Microcontroller, procesor MSP430FR2433, jest przeznaczenie do aplikacji pomiarowych. Dzięki elastyczności i niewielkiemu poborowi mocy układ doskonale nadaje się także do aplikacji noszonych (wearable) monitorujących i rejestrujących np. funkcje organizmu. Launchpad jest wspierany przez środowisko Code Composer, IAR Workbench oraz darmową, wzorowaną na Arduino – Energię (od wersji 1.6.10E18) i stanowi doskonałą alternatywę dla starszych MSP430G2xxx lub wszechobecnych procesorów ARM.

Schemat blokowy mikrokontrolera MSP430FR2433 pokazano na **rysunku 1**. Jego najważniejsze parametry to:

- 16-bitowa architektura RISC,
- zegar do 16 MHz,
- wbudowane oscylatory 32 kHz, 10 kHz, 16 MHz,

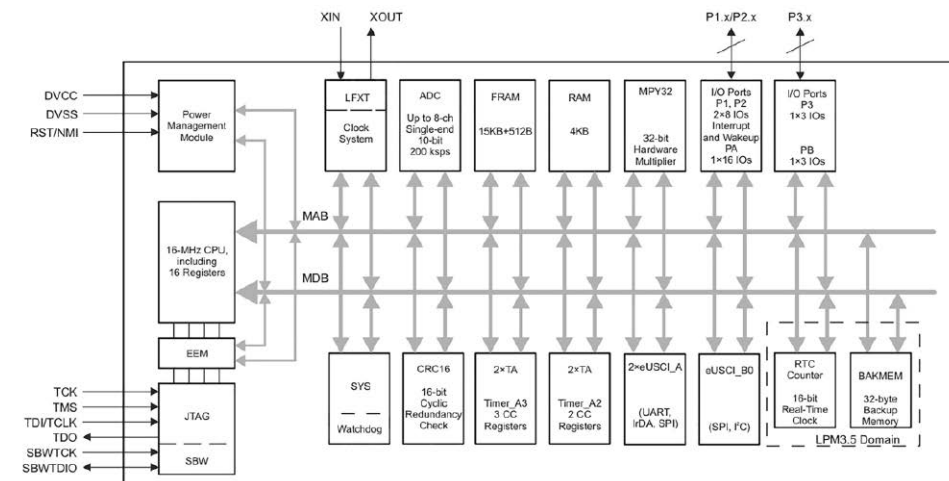
- szeroki zakres napięcia zasilania 1,8...3,6 V i niewielki pobór mocy 126  $\mu$ A/MHz,
- do 15,5 kB szybkiej pamięci FRAM,
- 4 kB pamięci RAM,
- zegar czasu rzeczywistego,
- do 19 wyprowadzeń I/O,
- 4 liczniki 16-bitowe,
- 8-kanałowy przetwornik A/C o rozdzielczości 10 bitów,
- wbudowane źródło napięcia odniesienia 1,5 V,
- interfejsy szeregowe, SPI, UART, IrDA, I<sup>2</sup>C,
- dostępne miniaturowe obudowy VQFN24 (4 mm×4 mm), DSBGA24 (2,29 mm×2,34 mm).

Aby szybko sprawdzić możliwości nowych układów, TI udostępnił zestaw startowy Launchpad MSP430FR2433 (**rysunek 2**). Zestaw zawiera (odłączalny) programator/emulator eZ-FET oraz część testową z procesorem. Peryferia zestawu ograniczają się do dwóch przycisków i dwóch LED dołączonych do GPIO. Opcjonalnie układ może być zasilany z superkondensatora (EEC-S0HD224H 0,22 F niewchodzącego w skład zestawu). Programator dzięki zworkom może zostać odłączony od układu, aby nie obciążać dodatkowo źródła zasilania w układzie testowym. Jak w większości Launchpadów zastosowano technologię EnergyTrace pozwalającą na bieżąco monitorować pobór prądu przez procesor. Wyprowadzenia GPIO dostępne są na złączach szpilkowych w standardzie 2×10 pinów umożliwiającym podłączenie zgodnych Booster-Packów także w wersji przelotowej (tj. płytki rozszerzeń można łączyć zarówno od dołu, jak i góry zestawu). W opakowaniu zestawu znajdziemy kabel micro USB oraz krótką instrukcję szybkiego startu, czyli wszystko, co jest konieczne do uruchomienia zestawu, a o czym zdarza się zapominać innym producentom.

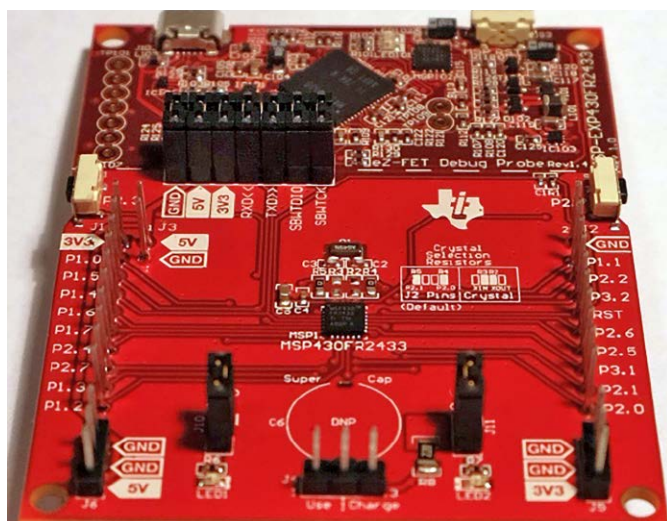
W wyposażeniu zestawu jest skromne, ale zestaw katalogowo kosztuje 9,99 USD (Ti Store), a w ofercie promocyjnej tylko 4,30 USD, co jest ceną bardzo przystępną.

Dla celów edukacyjnych udostępniono dwa projekty wraz z kompletnymi kodami źródłowymi. Jeden to oczywiście „nieśmiertelny” blink (BlinkLED\_MSP430FR2433), drugi to rejestrator temperatury z aplikacją rejestrującą dane w chmurze (OutOfBox\_MSP430FR2433). Rejestrator jest aplikacją działającą po wyjęciu Launchpada z pudełka. Dla sprawdzenia jej funkcjonalności konieczna jest instalacja rozszerzenia przeglądarki www – TICloudAgent Bridge. Po jego zainstalowaniu i uruchomieniu <https://goo.gl/vcjACJ> warto z menu uaktualnić firmware Launchpada. Po aktualizacji i wybraniu aktywnego portu szeregowego UART (**rysunek 3**) można wybrać jeden z dostępnych trybów pracy aplikacji

Wypożyczenie zestawu jest skromne, ale zestaw katalogowo kosztuje 9,99 USD (Ti Store), a w ofercie promocyjnej tylko 4,30 USD, co jest ceną bardzo przystępną.



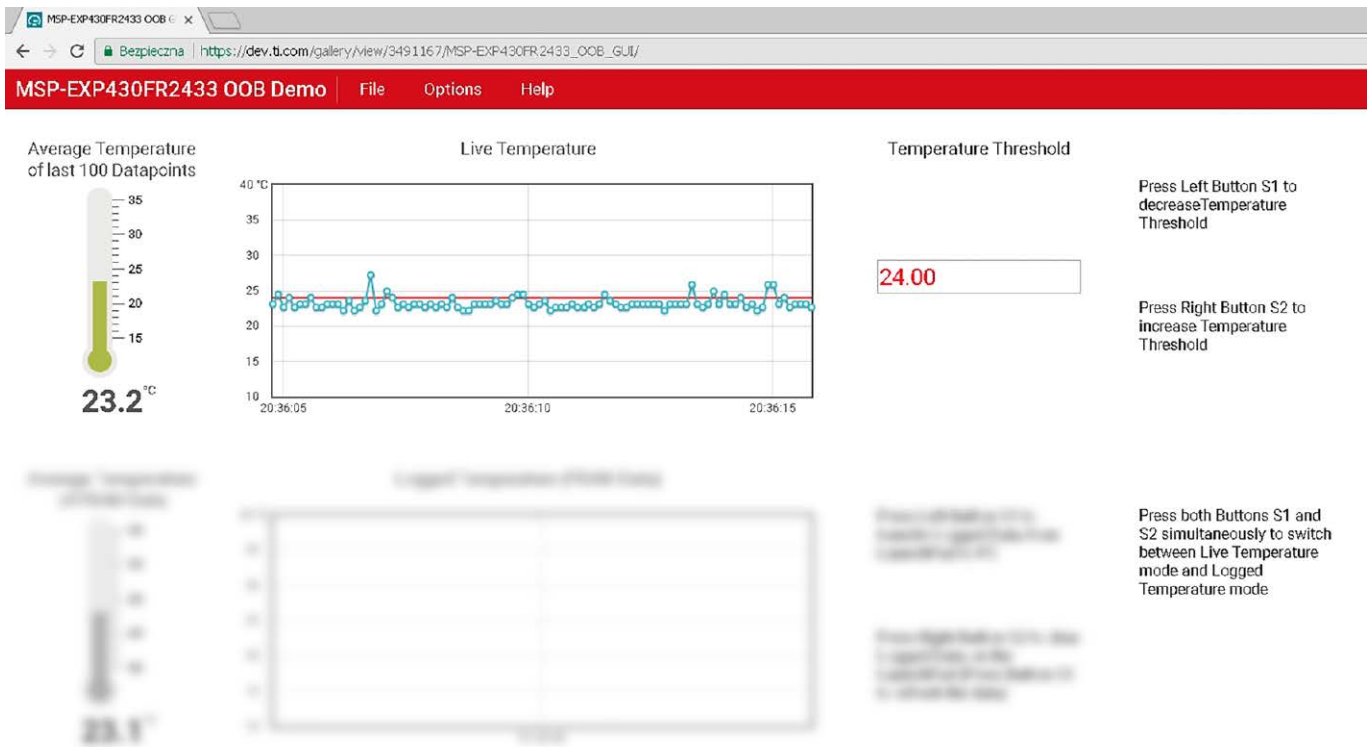
**Rysunek 1. Schemat blokowy MSP430FR2433 (za notą TI)**



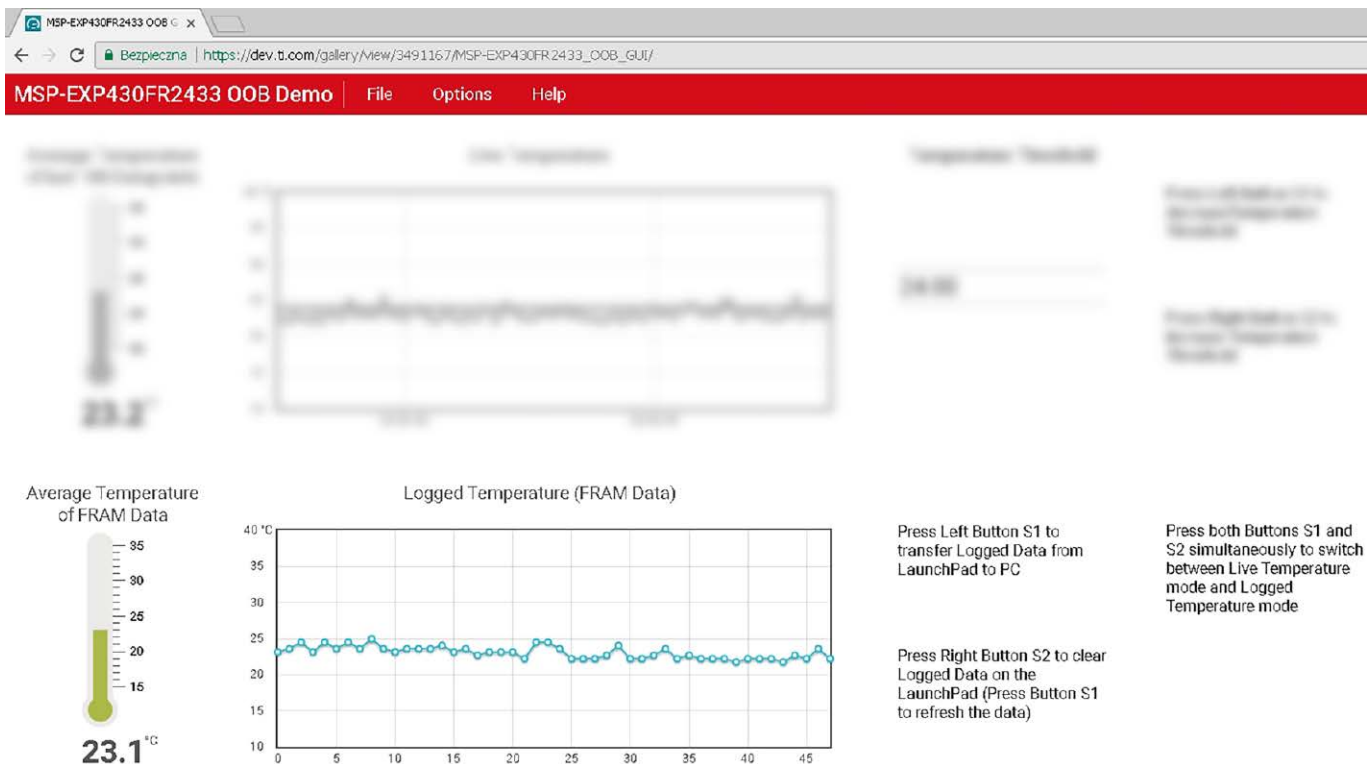
**Rysunek 2. Zestaw MSP-EXP430FR2433**



**Rysunek 3. Adres portu szeregowego dla aplikacji**



Rysunek 4. Bieżący odczyt temperatury



Rysunek 5. Odczyt wyników pomiarów zapisanych w FRAM

– odczyt bezpośredni z wizualizacją temperatury (live) i sygnalizacją na LED-ach przekroczenia zadanego progu lub rejestrator (logged) temperatur do pamięci FRAM z cyklicznym ich odczytem. Przykładowe zrzuty ekranu podczas działania aplikacji przedstawiają **rysunki 4 i 5**. Dane do aplikacji przesyłane są poprzez port szeregowy (115200,8,n,1) w trybie tekstowym, więc można je podejrzeć w dowolnym terminalu. Sposób logowania jest zmieniany przyciskami S1 i S2 (**rysunek 6**).

Po przetestowaniu pozostaje tylko życzyć udanych aplikacji mikrokontrolerów testowanych z użyciem zestawu.

Adam Tatuś, EP

```

COM44
Send
{"FramTempData": [23.12, 23.58, 24.50, 23.12]}
{"FramTempData": [23.12, 23.58, 24.50, 23.12]}
{"liveTempData": 24.03, "tempThreshold": 24.00}
{"liveTempData": 25.41}
{"liveTempData": 26.33}
{"liveTempData": 25.87}
{"liveTempData": 24.03}
{"liveTempData": 24.95}
{"liveTempData": 24.50}
{"liveTempData": 24.50}
{"liveTempData": 24.50}
{"liveTempData": 24.95}
{"liveTempData": 24.50}
{"FramTempData": [23.12, 23.58, 24.50, 23.12, 24.50]}
Autoscroll No line ending 115200 baud

```

Rysunek 6. Tekstowa transmisja temperatur