

# MSP430 w przykładach (1)

## Wprowadzenie

**Produkowane od 1992 roku MSP430 to ponad 400 modeli mikrokontrolerów. Energooszczędne, oraz bogato wyposażone w peryferia układy znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle. W kolejnych numerach EP zaprezentujemy kurs programowania MSP430. Bohaterem kursu będzie mikrokontroler MSP430f1232.**

Specjalnie na potrzeby kursu został zaprojektowany moduł startowy „Komputerek”. Jego schemat ideowy pokazano na **rysunku 1**. Sercem modułu jest mikrokontroler MSP430f1232. Oprócz samego mikrokontrolera, na płycie drukowanej umieszczono:

- złącze programatora JTAG,
- złącze USB typu B (do zewnętrznego zasilania modułu),
- koszyk na baterie CR2032 (zasilanie baterijne modułu),
- kwarc zegarkowy o częstotliwości 32768 Hz,
- rezonator kwarcowy 6 MHz,
- złącze do montażu wyświetlacza LCD ze sterownikiem HD44780,
- złącza interfejsów 1-Wire, SPI, RS-232 (dopasowanie poziomów logicznych interfejsu UART do standardu RS-232 wykonano na tranzystorach).

Dodatkowo, na płycie modułu zainstalowano brzęczyk piezoelektryczny, potencjometr, trójkolorową diodę RGB, złącze do pomiaru poboru prądu, dwa przyciski ogólnego przeznaczenia, przycisk reset, trzy złącza szpilkowe na które wyprowadzono wszystkie linie wejścia-wyjścia mikrokontrolera. Moduł „Komputerek” wyposażono w 12 zwerek konfiguracyjnych. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej pokazano na **rysunku 2**, natomiast widok zmontowanego, działającego modułu zamieszczono na **fotografii 3**. Na **rysunku 4** pokazano opis funkcjonalny elementów regulacyjnych i złącz oraz ich rozmieszczenie na płycie. Opis zwerek konfiguracyjnych zawiera **tabela 1**.

### Mikrokontroler MSP430f1232

Zainstalowany w module „Komputerek” mikrokontroler MSP430f1232 jest układem z serii 1xx. Cechy charakterystyczne tego mikrokontrolera to: 16-bitowy rdzeń typu RISC, architektura von Neumanna, wydajny i elastyczny system generowania sygnałów zegarowych, częstotliwość taktowania rdzenia do 8 MHz, zasilanie układu w zakresie 1,8...3,6 V, obsługa 5 trybów oszczędzania energii (LPM0...LPM4). Mikrokontroler wyposażono w 3 porty wejścia – wyjścia, moduł Watchdog Timer, moduł Timer\_A z licznikiem TAR oraz 3 rejestrami pomocniczymi, przetwornik A/C o rozdzielczości 10 bitów, moduł transmisji szeregowej USART0 konfigurowany w tryb obsługi jednego z interfejsów: UART albo SPI.

#### Dodatkowe informacje:

Moduł „Komputerek” oraz programator MSP430 będące bazą dla kursu programowania mikrokontrolerów MSP430 są dostępne jako kity AVT o numerach XXX (zestaw ewaluacyjny) oraz AVT1409 (programator MSP430).

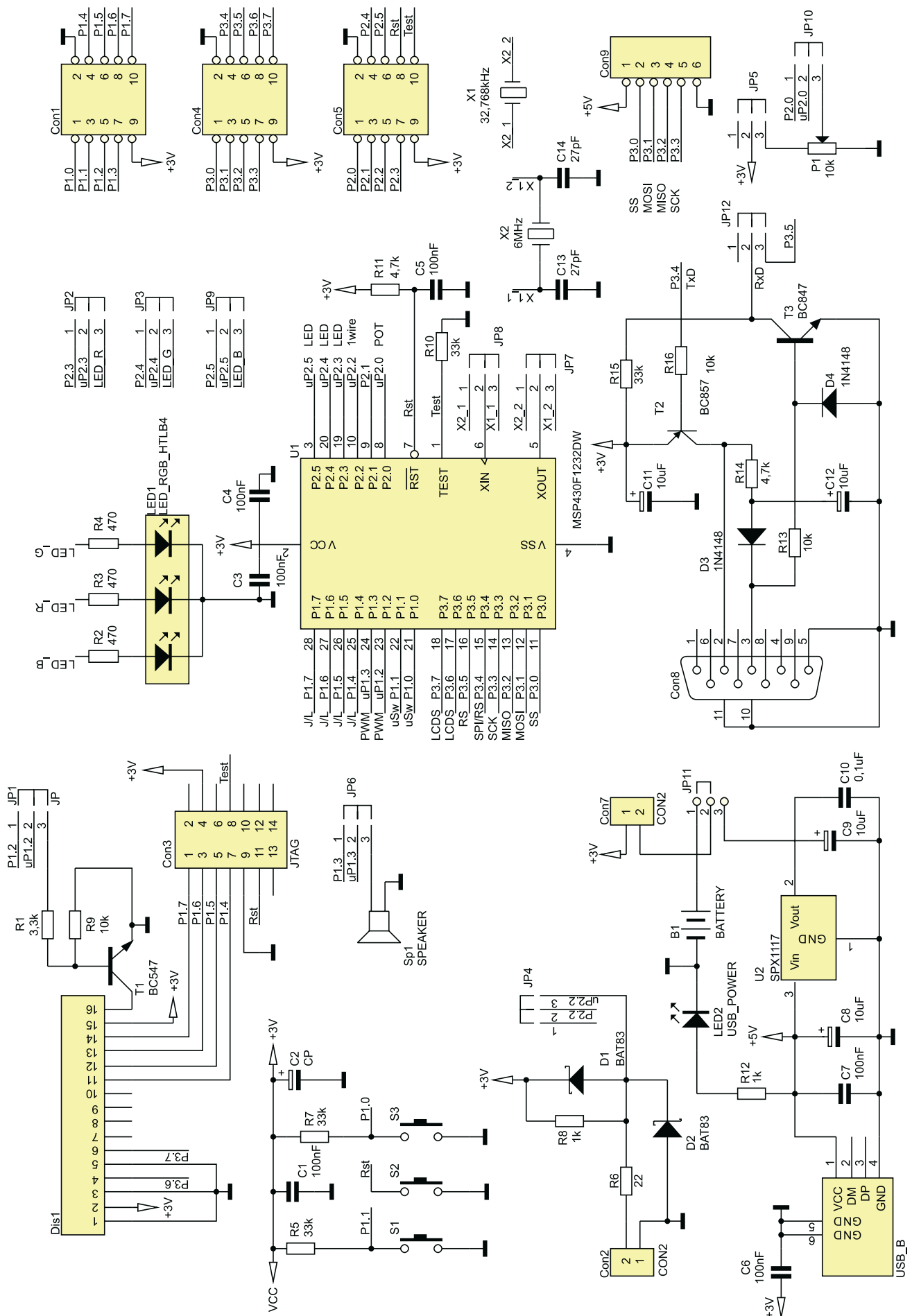
**Tabela 1. Zworki konfiguracyjne modułu „Komputerek”**

I.p.	Funkcja
1	Konfigurowanie linii P1.2 (sterowanie podświetlaniem LCD / złącze szpilkowe)
2,3,9	Konfigurowanie linii P2.3, P2.4, P2.5 (sterowania diodą RGB / złącze szpilkowe )
4	Konfigurowanie linii P2.2 (sterowania interfejsem 1-Wire / złącze szpilkowe)
5	Włącz/wyłącz zasilanie potencjometru
6	Konfigurowanie linii P1.3 (sterowania brzęczykiem piezoelektryczny / złącze szpilkowe)
7,8	Wybór elementu taktującego źródło LFX1 (kwarc zegarkowy / rezonator)
10	Konfigurowanie linii P2.0 (pomiar napięcia na wyjściu potencjometru / złącze szpilkowe)
11	Wybór źródła zasilania modułu „Komputerek” (USB / bateria)
12	Konfigurowanie linii P3.4 (wejście danych przychodzących UART / złącze szpilkowe)

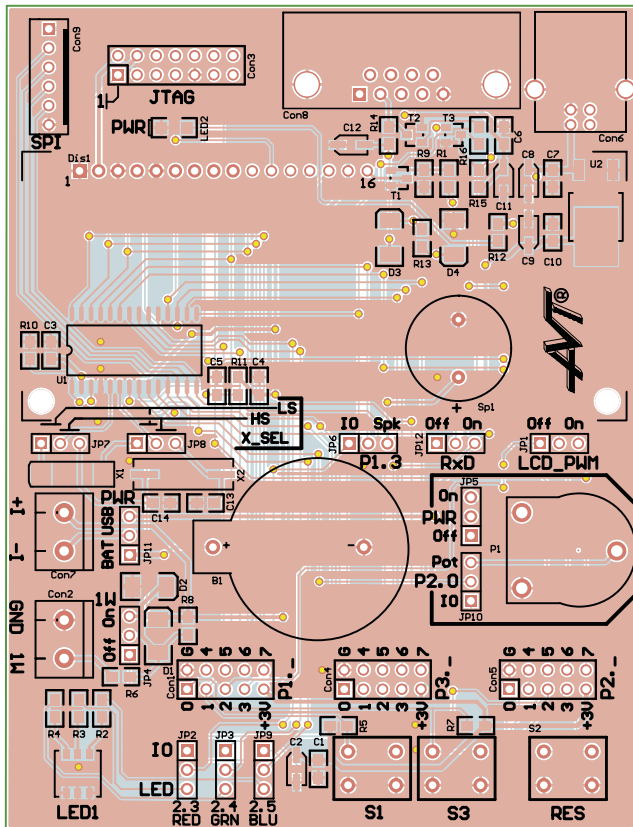
**Tabela 2. MSP430f1232 – informacje podstawowe**

Rdzeń CPU	16-bit RISC, maksymalna częstotliwość taktowania rdzenia 8MHz
Zasilanie	1,8...3,6 V
Pobór prądu (zas. 3V)	Tryb normalnej pracy AM – 300 $\mu$ A/1 MHz Tryb uśpienia LPM3 – 1,6 $\mu$ A (np.: zegar RTC) Tryb uśpienia LMP4 – 0,1 $\mu$ A (odświeżanie RAM)
Pamięć RAM	256B
Pamięć FLASH	256B – pamięć informacyjna 8kB – pamięć kodu programu,
Linie wejścia-wyjścia	22 linie wejścia-wyjścia, 14 z nich współpracuje z przerwaniami
Układ Watchdog	Moduł Watchdog Timer pracujący w trybie restartu
Liczniki	Licznik TAR z 3 rejestrami pomocniczymi compare/capture Moduł Watchdog Timer pracujący w trybie licznika
Układ zegarowy	Źródło DCO – (wewnętrzny generator typu RC) Źródło LFX1 – (moduł taktowany „z zewnątrz”)
Pomiary analogowe	Moduł ADC10 - rozdzielczości przetwornika 10 bitów, 12 kanałów pomiarowych (8+4), wbudowany generator napięcia referencyjnego, moduł DTC pozwalający na automatyczny transfer wyniku pomiaru
Transmisja szeregową	Moduł USART0 - konfigurowany do obsługi jednego z interfejsów: UART lub SPI

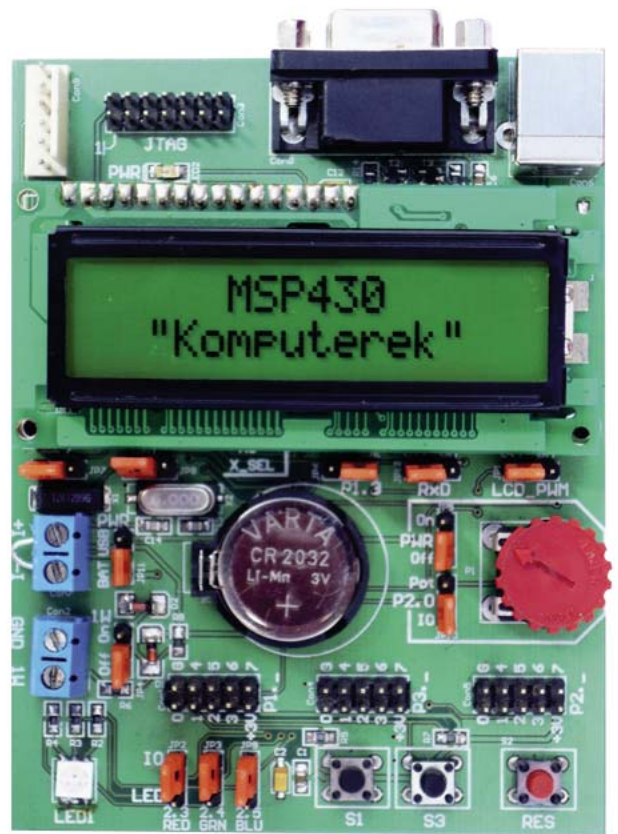
Zastosowany mikrokontroler ma 256 B pamięci RAM, oraz 8 kB+256 B pamięci Flash (pamięć kodu programu+pamięć danych). Wewnętrzne sygnały zegarowe (ACLK, SMCLK, MCLK) mogą pochodzić z jednego z dwóch źródeł: DCO lub LFX1. Schemat blokowy mikrokontrolera pokazano na **rysunku 5**, natomiast jego parametry podstawowe umieszczono w **tabeli 2**.



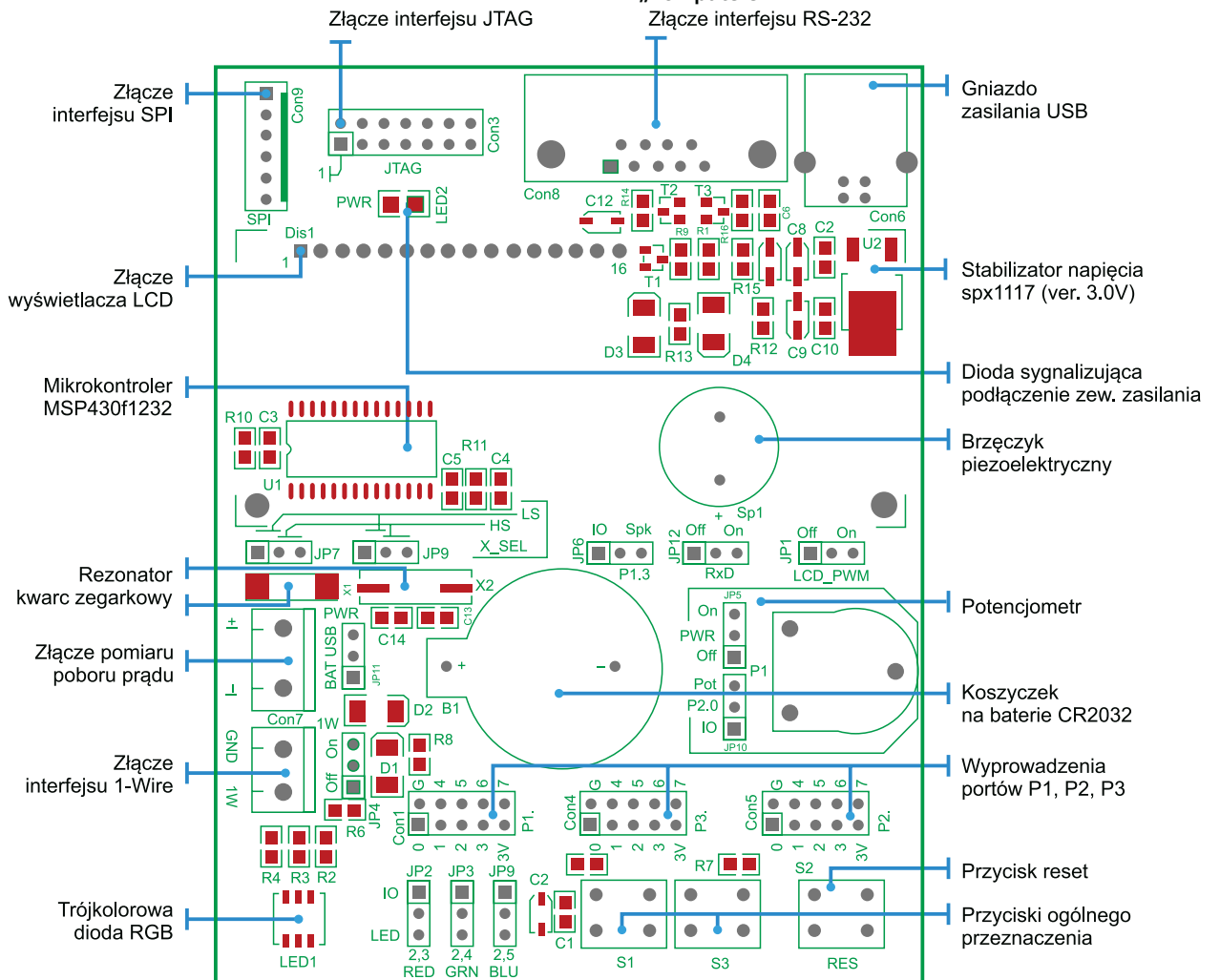
Rysunek 1. Schemat elektryczny modułu „Komputerek”



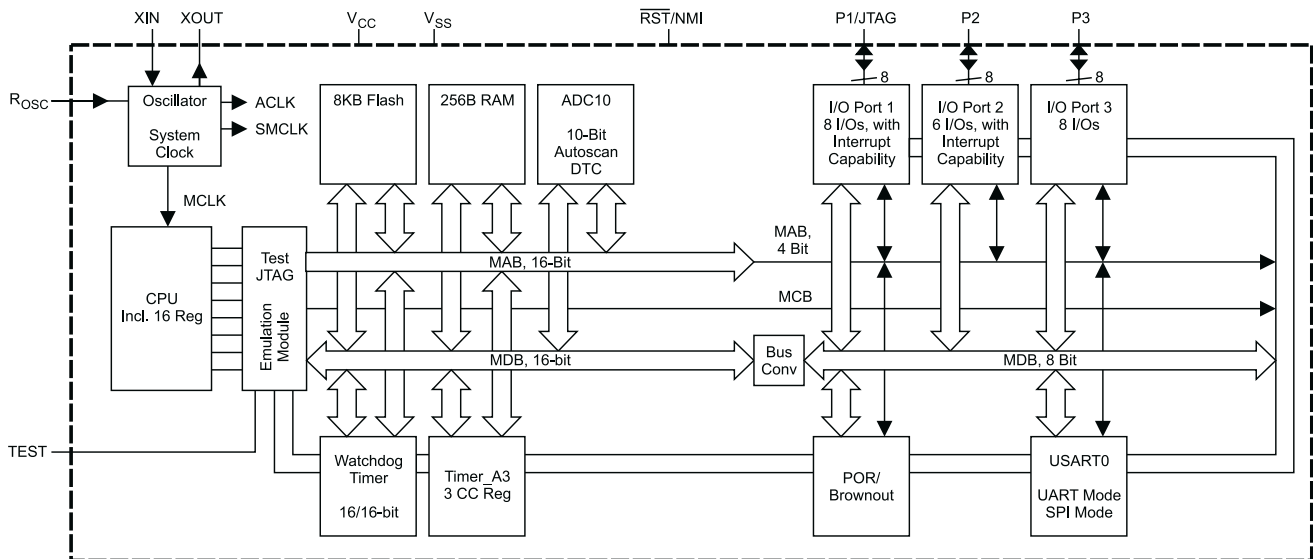
Rysunek 2. Schemat montażowy modułu „Komputerek”



Fotografia 3. Przykład działania modułu startowego „Komputerek”



Rysunek 4. Rozmieszczenie złączy i elementów regulacyjnych na płycie modułu MSP430



Rysunek 5. Schemat blokowy MSP430f1232

## Programator

Programowanie i emulacja mikrokontrolera MSP430f1232 odbywa się za pomocą interfejsu JTAG. Producent MSP430, firma Texas Instruments, oferuje programator *MSP430 FET430PIF* dołączany do portu LPT komputera PC. Koszt zakupu programatora to 49 dolarów. Redakcja Elektroniki Praktycznej przygotowała zamiennik oryginalnego programatora. Był on opisywany w EP3/2005. Można go nabyć w sklepie AVT (numer katalogowy AVT1409) w cenie 34 złotych. Użytkownicy komputerów pozbawionych portu drukarkowego LPT są skazani na zakup droższego programatora wyposażonego w złącze USB (np.: MSP430-FET430UIF,

FlashPro430), bądź też zastosowanie konwertera LPT <-> USB.

## Środowisko programistyczne

Prezentowane w trakcie kursu przykłady obsługi MSP430f1232 napiszemy w języku C przy użyciu środowiska programistycznego IAR Embedded Workbench (do pobrania ze strony producenta [www.iar.com](http://www.iar.com)). Skorzystamy z bezpłatnej wersji oprogramowania KickStart Edition mającej ograniczenie rozmiaru kodu wynikowego programu, które w wypadku MSP430f1232 wynosi 4 kB.

**Łukasz Krysiwicz**  
[lukasz\\_krysiwicz@interia.pl](mailto:lukasz_krysiwicz@interia.pl)