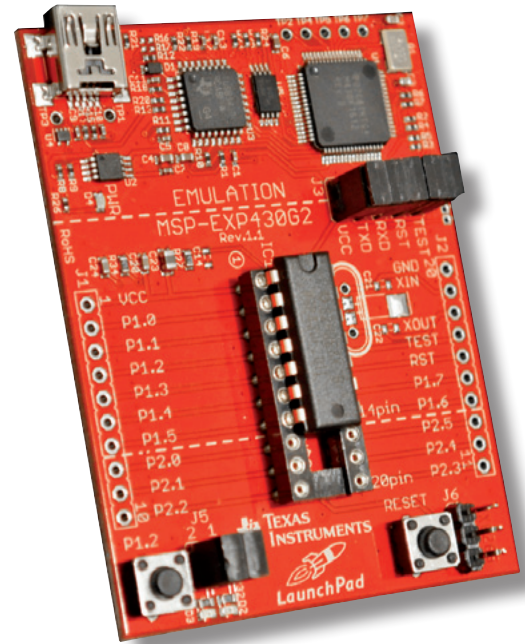


Energooszczędne MSP430

Nowa seria G2xxx



Pierwsze mikrokontrolery MSP430 wprowadzono na rynek 14 grudnia 1992 roku. Dziś, po przeszło 18 latach, liczba dostępnych rodzajów mikrokontrolerów MSP430 przekracza 250. Ze względu na właściwości i budowę układy pogrupowano w serie produkcyjne: 3xxx, 1xxx, 4xxx, 2xxx, 5xxx, CC430, G2xx. W artykule omówiono układy z najnowszej serii G2xxx.

Dlaczego nowa seria?

Zanim powstała seria G2xxx, rozwój mikrokontrolerów MSP430 przebiegał zgodnie ze schematem zamieszczonym na **rysunku 1**. Jak widać, w ofercie przeważały układy o dużej wydajności i skomplikowanej budowie. Brak było natomiast prostych i – co najważniejsze – tanich mikrokontrolerów. Chcąc zapłacić tę lukę, konstruktorzy z Texas Instruments, zaprojektowali serię G2xx. Powstały układy o cenie nieprzekraczającej 0,5 USD za sztukę (przy zakupie tysiąca sztuk). Są to układy na tyle rozbudowane funkcjonalnie, że porównywalne cenowo mikrokontrolery 8-bitowe nie mogą z nimi konkurować.

Seria G2xxx

Mikrokontrolery z serii G2xx wyprodukowano na bazie układów 2xxx. Są tańsze, ale funkcjonalnie niczym się nie różnią. Identyfikacja jak w pierwowzorach, rdzeń jest 16-bitowy, a architektura typu RISC. Dostępny jest wewnętrzny generator częstotliwości VLO (12 kHz), programowalny generator częstotliwości DCO (do 16 MHz), pięć trybów pracy energooszczędnej LPM oraz rezystory pull-up/pull-down na liniach I/O mikrokontrolera. Układ może być taktowany sygnałem o częstotliwości do 16 MHz, a w trybie uśpienia pozwalającym na realizację zegara RTC, pobór prądu nie przekracza 0,7 μ A.

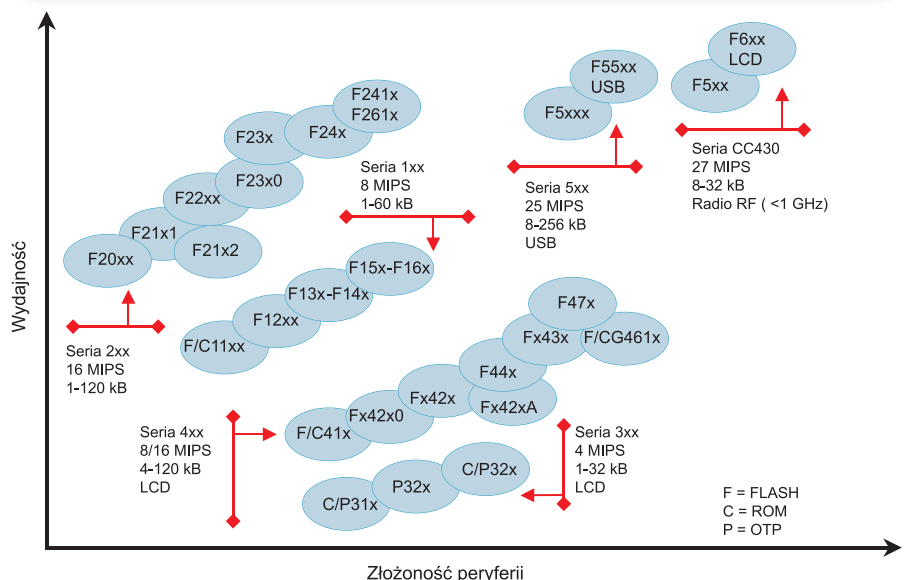
W lipcu 2010 dostępnych było 9 układów serii G2xx. Ich krótkie charakterystyki zamieszczono w **tabeli 1**. Układy charak-

teryzują się dostępnością następujących zasobów sprzętowych: 10 linii I/O, 128 bajtów pamięci RAM, układ BOR, licznik TAR z dwoma rejestrkami *capture/compare* oraz timer *watchdog*. Niektóre z układów wyposażono w komparator analogowy, przetwornik A/C typu SAR o rozdzielczości 10 bitów (8 kanałów pomiarowych), moduł USI obsługujący interfejsy komunikacyjne SPI, I²C. Obecnie brak jest układów wyposażonych w moduł sprzętowej obsługi interfejsu UART, a maksymalna pojemność pamięci Flash wynosi 2 kB.

Zestaw startowy LaunchPad

Żeby spopularyzować wśród konstruktorów nową serię mikrokontrolerów, firma Texas Instruments wyprodukowała nowy zestaw startowy o nazwie *LaunchPad*. Najbardziej zachęcającą do kupna zestawu jest jego niewiarygodnie niska cena. Zestaw kosztuje zaledwie 4,3 USD! Dodatkowo, na terenie USA dostawa zamówionego zestawu jest darmowa. Przy zamawianiu zestawu z wysyłką do Polski, jego koszt wraz z przesyłką nie przekracza 15 złotych. W zestawie startowym *LaunchPad* poza płytką znajdziemy: dwa mikrokontrolery

Na płycie startowej *LaunchPad* zainstalowano złącze J4. Do złącza można dołączyć jedną z płytek prototypowych produkowanych przez firmę Texas Instruments. Kompatybilne z płytą *LaunchPad* są: eZ-430-RF2500T, eZ0430-Chronos, eZ-430-F2012T/2013T. Po podłączeniu prototypu do układu *LaunchPad*, skonfigurowaniu złącza J3 (zdjęcie zworek TEST, RST) i wyjęciu z gniazda DIP mikrokontrolera programista może programować/emulować dołączony prototyp. Dodatkowo, prototyp ten za pomocą interfejsu UART może komunikować się z komputerem PC, a w przypadku, gdy gniazdo DIP nie jest puste, to również z umieszczonym w nim mikrokontrolerem.



Programatora/emulatora umieszczonego na płycie startowej *LaunchPad* można użyć do programowania wszystkich mikrokontrolerów MSP430 obsługiwanych przez interfejs Spy-Bi-Wire. Są to układy serii 5xxx, CC430, G2xxx oraz niektóre układy serii 2xxx (20xx, 21x2, 22x2).

Rysunek 1. Mikrokontrolery MSP430: serie 3xxx, 1xxx, 4xxx, 2xxx, 5xxx, CC430

Tabela 1. Mikrokontrolery serii G2xxx

MSP430G2001	10 pinów we-wy 128 B pamięci RAM, układ BOR, moduł watchdog timer, licznik TAR z dwoma rejestrami capture/compare, obudowa N14	0,5 kB Flash	—
MSP430G2101		1 kB pamięci Flash	—
MSP430G2121			moduł USI – interfejs SPI albo I ² C
MSP430G2111			komparator
MSP430G2131			przetwornik A/C 10-bi- towy SAR moduł USI – interfejs SPI albo I ² C
MSP430G2201		2 kB pamięci Flash	—
MSP430G2221			moduł USI – interfejs SPI albo I ² C
MSP430G2211*			komparator
MSP430G2231*			przetwornik A/C 10-bi- towy SAR moduł USI – interfejs SPI albo I ² C

* Mikrokontrolery dołączone do zestawu startowego *LaunchPad*

lery serii G2xxx (G2211 oraz G2231), kabel mini USB o długości 0,5 metra, dwa 10-pinowe wtyki goldpin, dwa 10-pinowe gniazda goldpin, kwarc zegarkowy o częstotliwości 32768 Hz oraz poradnik użytkownika.

Budowę płytki startowej *LaunchPad* pokazano na **rysunku 2**. Składa się ona z dwóch części: programatora/emulatora oraz pola z mikrokontrolerem MSP430.

Po podłączeniu płytki startowej do portu USB komputera PC należy zainstalować dostarczany przez producenta sterownik,

wówczas w systemie zostanie wykryty układ programatora. Programowanie i emulowanie płytki *LaunchPad* odbywa się za pomocą interfejsu USB, a do komunikacji z mikrokontrolerem służy dwuliniowy interfejs *Spy-Bi-Wire* (alternatywa dla interfejsu JTAG). Dodatkowo, na komputerze PC zostanie zainstalowany wirtualny port szeregowy COM. Programista, korzystając z utworzonego łącza, może za pomocą interfejsu UART komunikować się z komputerem PC. Maksymalną prędkość transmisji ograniczono do 9600 bps.

W części z mikrokontrolerem MSP430 zainstalowano gniazdo DIP, w którym można zamontować mikrokontroler o 14 lub 20 wyprowadzeniach (obudowy N14, 14PDIP, oraz N20, 20PDIP). Sposób montażu mikrokontrolera w gnieździe oraz rozmieszczenie pinów układu pokazano na **rysunku 3**.

W gnieździe DIP można zamontować dowolny z dziewięciu układów z serii G2xxx. Płytką umożliwia również montaż sześciu starszych układów z serii 2xxx, wymienionych w **tabeli 2**.

Na płycie *LaunchPad* zamontowano dwie diody LED (zielona i czerwona), oraz dwa przyciski SW (jeden domyślnie pracuje jako restart). Wszystkie piny mikrokontrolera wyprowadzono na zewnątrz (pady o rozstawie 0,1"). Płytką może być zasilana za pomocą USB albo z zewnętrznego źródła napięcia 1,8...3,6 V dołączonego do złącza J6. Istnieje możliwość pomiaru prądu pobieranego przez mikrokontroler i dołączone do niego układy peryferyjne. W przypadku zasilania z USB, amperomierz należy włączyć w obwód Vcc za pomocą złącza J3. Zasilając układ z zewnątrz, amperomierz podłączamy do złącza J6. W razie potrzeby na płycie można zamontować dołączony do zestawu kwarc zegarkowy o częstotliwości 32768 Hz. Wówczas w mikrokontrolerze zostanie aktywowane źródło LFXT1 (używane zamiast VCO).

R
E
K
L
A
M
A



artronic
LCD-TFT z panelem dotykowym i kontrolerem pamięci obrazu

240x128
FFSTN 40-20FLY
WHITE BACKLIGHT
EXTENDED TEMPERATURE
DOUBLE FSTN TECHNOLOGY
UC1698

LCD W TECHNOLOGII Chip On Glass
SUPER KONTRAST

AV-DISPLAY biuro@artronic.pl 58 668 57 83...84



fronty foliowe

klawiatury silikonowe

klawiatury membranowe

klawiatury pojemnościowe

HORIZON
TECHNOLOGIES

www.horizontech.pl

Horizon Technologies Sp. z o.o. 66-400 Gorzów Wielkopolski ul. Walczaka 25
tel. 95 782 12 11 faks 95 782 12 14 e-mail: biuro@horizontech.pl

ponadto oferujemy panele dotykowe, obudowy i wiele innych rozwiązań

ELECTRONIC COMPONENTS
TVSAT
ELECTRONIC

Podzespoły elektroniczne aktywne i bierne

Układy scalone, elementy bierne i mechaniczne

Zawsze aktualna oferta:
www.tvsat.com.pl

*

ul. Brukowa 8, 05-092 Łomianki
tel. 22 864 77 85, faks 22 864 77 86

*

e-mail: tvsat@tvsat.com.pl; sakos@medianet.pl

Oprogramowanie

Texas Instruments udostępnia dwa środowiska do programowania mikrokontrolerów MSP430: *IAR Embedded Workbench KickStart* oraz *Code Composer Studio*. W wersji darmowej środowiska te mają ograniczenie rozmiaru kodu wynikowego programu. Ograniczenie to wynosi dla środowiska IAR 4 kB (nie dotyczy programów przygotowywanych w asemblerze), a dla środowiska CCS – 16 kB. Mikrokontrolery, których możemy użyć na płycie *LaunchPad*, są wyposażone maksymalnie w 2 kB pamięci Flash, więc ograniczenia raczej ich nie dotyczą.

Oprogramowanie narzędziowe IAR i CCS można pobrać ze strony Texas Instruments (www.ti.com/msp430). Wielokrotnie było ono również publikowane na płytach CD dołączanych do EP. Na stronie producenta umieszczono także przykładowe programy demonstrujące możliwości mikrokontrolerów G2xxx oraz 20xxx obsługiwanych przez płytę *LaunchPad*.

MSP430F2001	10 pinów we-wy 128 B pamięci RAM, układ BOR, moduł watchdog timer, licznik TAR z dwoma rejestrami capture/ compare, obudowa PDIP14	1 kB pamięci Flash	komparator
MSP430F2002			10-bitowy przetwornik A/C SAR, moduł USI – interfejs SPI albo I ² C
MSP430F2003			16-bitowy przetwornik A/C Sigma-Delta, moduł USI – interfejs SPI albo I ² C
MSP430F2011	2 kB pamięci Flash		komparator
MSP430F2012			10-bitowy przetwornik A/C SAR, moduł USI – interfejs SPI albo I ² C
MSP430F2013			przetwornik A/C 16-bitowy Sigma-Delta, moduł USI interfejsy SPI albo I ² C

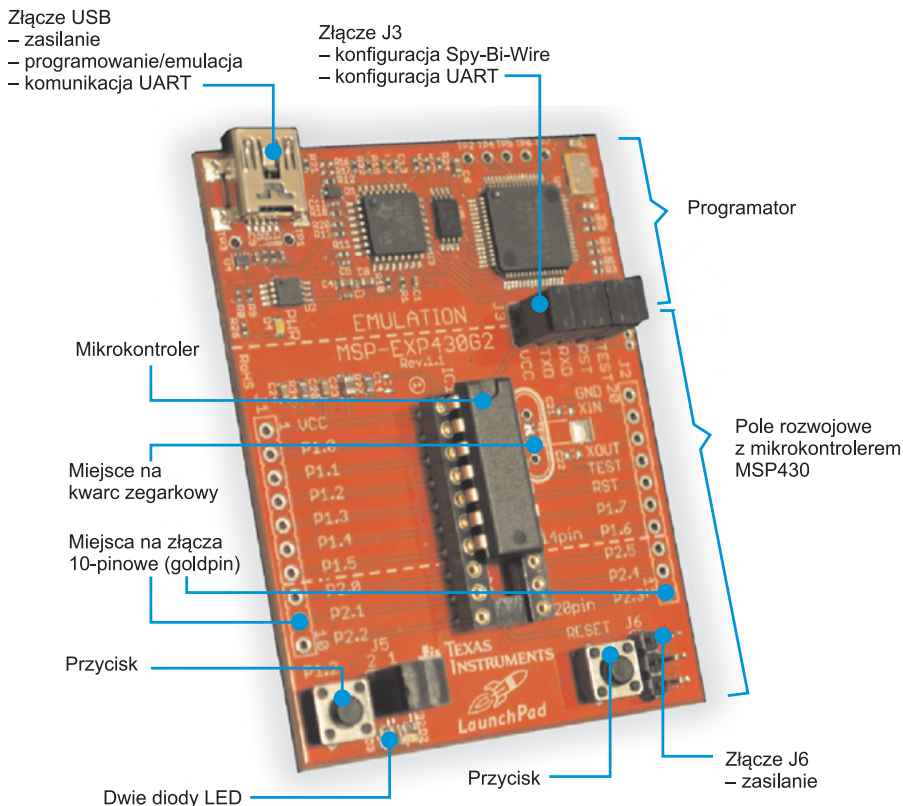
Programy napisano w języku asembler oraz C. W większości są to proste programy pokazujące, jak obsłużyć porty I/O, licznik TAR, przetwornik A/C, komparator, moduł USI etc.

Poza prostymi przykładami, udostępniono także projekt o nazwie *MSP-EXP430G2-Launchpad*. Przygotowano go w środowisku CCS, używając języka C. Kompilację przeprowadzono dla płytki startowej *LaunchPad* z mikrokontrolerem MSP430G2231. Układy dołączane do zestawu są zaprogramowane omawianym kodem projektu. W programie wykonywany jest pomiar temperatury (wykorzystano wbudowany w strukturę przetwornika ADC10 czujnik temperatury). Obsługiwane są przyciski oraz diody LED. Wynik pomiaru z wykorzystaniem interfejsu UART (obsługa programowa, prędkość transmisji 2400 bps) albo poprzez złącze USB może być transmitowany do komputera PC. Po stronie komputera można uruchomić udostępnioną przez Texas Instruments aplikację terminalu (*LaunchPad_Temp_GUI.exe*) i odebrać dane.

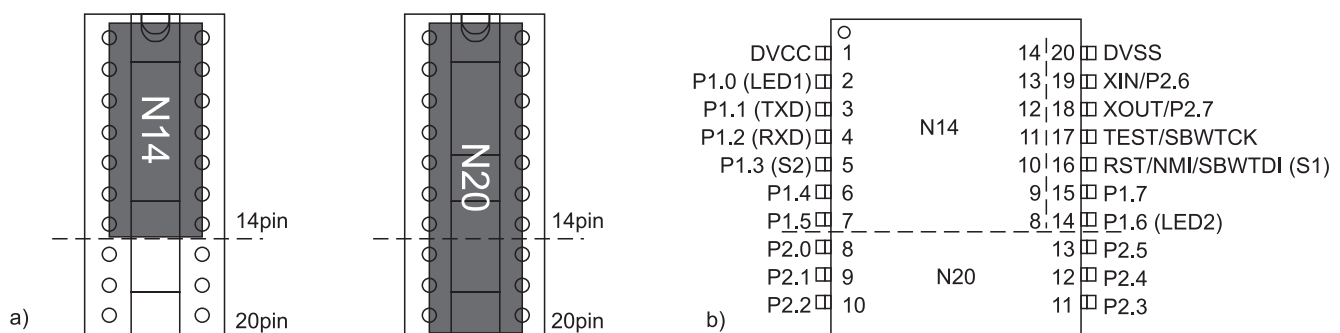
Podsumowanie

W przyszłości ma powstać nawet 200 nowych układów serii G2xxx. Planowane są układy wyposażone w pamięci RAM i Flash o większej pojemności, z większą liczbą wbudowanych modułów peryferyjnych. Niska cena mikrokontrolerów G2xx oraz zestawu startowego *LaunchPad* (przypomnijmy: około 15 złotych za dwa mikrokontrolery z programatorem!) są tak atrakcyjne, że mogą zainteresować szerokie grono konstruktorów profesjonalistów i amatorów.

Łukasz Krysiwicz
lukasz_krysiwicz@interia.pl



Rysunek 2. Płytkę ewaluacyjną z zestawu *LaunchPad*



Rysunek 3. Podstawka płytki zestawu *LaunchPad*: a) montaż mikrokontrolerów w gnieździe DIP, b) rozmieszczenie wyprowadzeń mikrokontrolera