

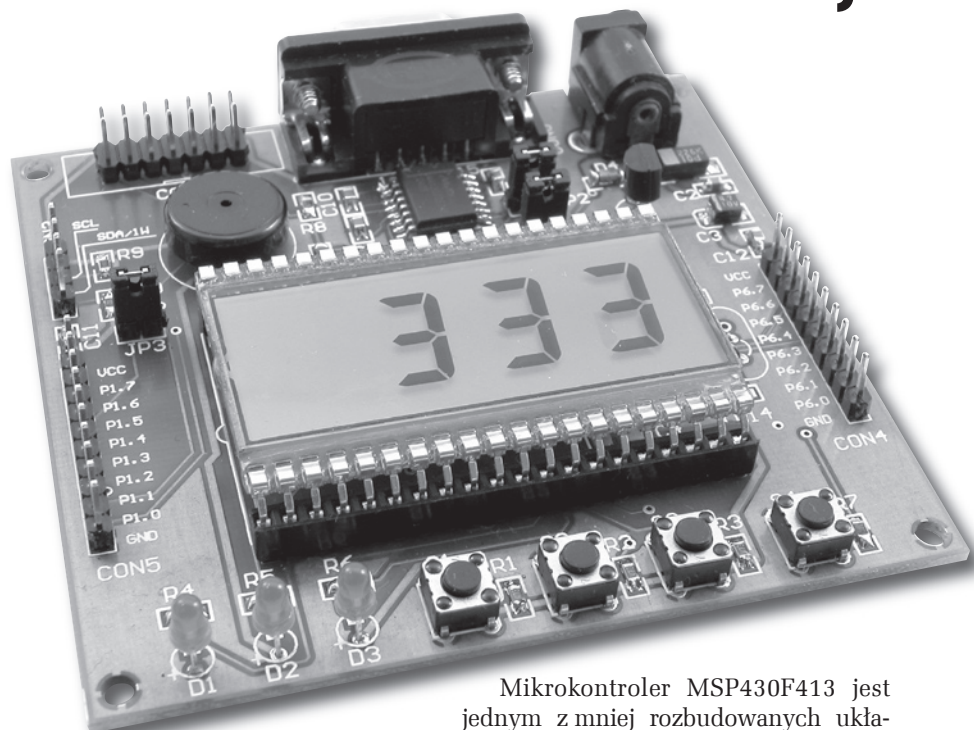
Zestaw startowy dla procesora MSP430F413, część 1

AVT-920

Z dostępnych na rynku mikrokontrolerów trudno jest jednoznacznie wybrać najlepszy. Każdy ma jakieś swoje zalety i wady. Nawet popularność takiego, czy innego układu nie przesądza o jego walorach użytkowych. Najlepiej sprawdzić je samodzielnie za pomocą odpowiedniego zestawu uruchomieniowego. Taki zestaw dla mikrokontrolerów firmy Texas Instruments prezentujemy poniżej.

Rekomendacje:

zestaw uruchomieniowy polecamy wszystkim mikroprocesorowcom planującym poznanie nowych mikrokontrolerów rodziny MSP430.



Jednym z najlepszych sposobów poznawania nowego typu mikrokontrolera są eksperymenty przeprowadzone z użyciem zestawu uruchomieniowego. Układ taki można nabyć np. u dystrybutora danego producenta lub wykonać choćby na płytce uniwersalnej. Samodzielny montaż jest jednak możliwy tylko dla układów o niewielkiej liczbie wyprowadzeń, najlepiej zamontowanych w obudowie do montażu przewlekane. W podstawkę zamontowaną na płytce można wkładać układy różnego typu, a także wyjmować je na czas programowania w zewnętrznym programatorze. Jednak, gdy mikrokontroler jest umieszczony w obudowie SMD, wtedy wlutowanie układu jest możliwe tylko na profesjonalnie wykonanej płytce.

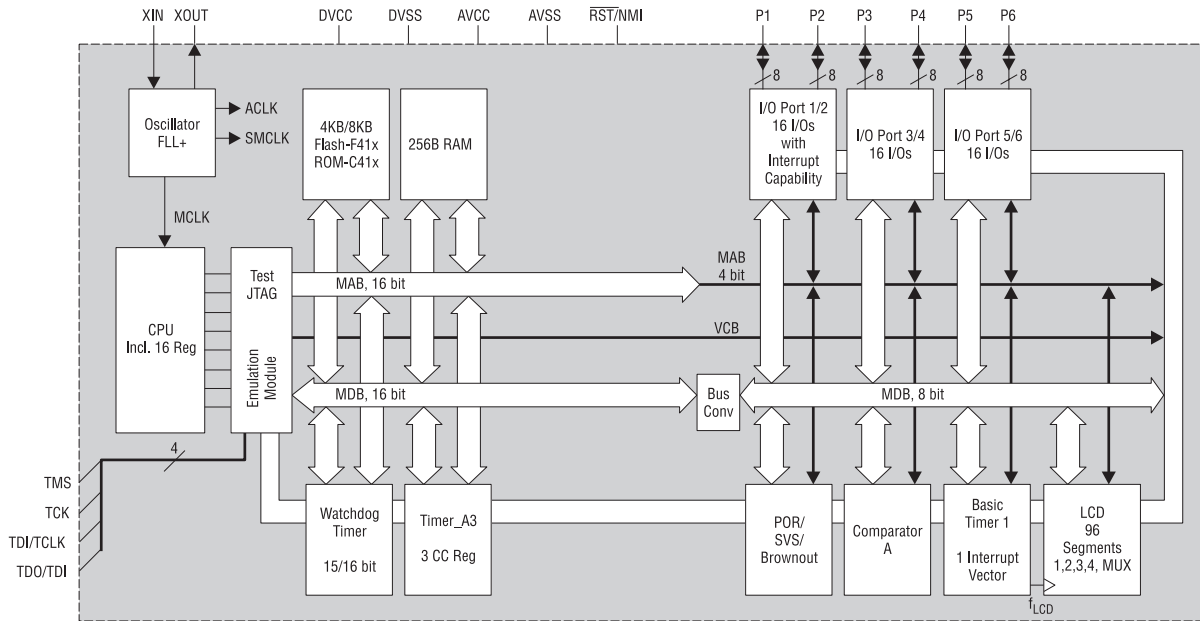
Takim przykładem jest przedstawiony w artykule mikrokontroler typu MSP430F413, który jest produkowany wyłącznie w obudowie do montażu powierzchniowego, a ponadto obudowa ta jest tak mała, że samo wlutowanie układu na płytce stanowi problem. Największa oferowana przez producenta obudowa typu PQFP-64 ma raster równy 0,5 mm, dlatego montaż jest możliwy tylko na precyzyjnie wykonanej płytce i wymaga także dużej precyzji.

Mikrokontroler MSP430F413 jest jednym z mniej rozbudowanych układów z serii 16-bitowych mikrokontrolerów firmy Texas Instruments umożliwiających bezpośrednie sterowanie wyświetlaczem ciekłokrystalicznym w sposób sprzętowy. Brak wielu rozbudowanych modułów wewnętrznych sprawia, że układ ten doskonale nadaje się do rozpoczęcia poznawania całej rodziny układów MSP430.

Budowa wewnętrzna procesora jest przedstawiona na rys. 1, natomiast w tab. 1 zawarto jego podstawowe parametry. W procesorze zaimplementowano 8 kB pamięci programu typu Flash, 256 B pamięci danych typu Flash oraz 256 B pamięci RAM. Pamięć danych typu Flash jest wyodrębnionym obszarem i umożliwia zapis danych, które nie mogą zostać utracone w przypadku odłączenia zasilania (w sposób analogiczny jak stosowana w innych procesorach pamięć typu EEPROM). W układzie znajdują się trzy liczniki: Watchdog Timer (może służyć do zerowania procesora w przypadku zawieszenia), Basic Timer (wykorzystywany głównie do współpracy ze sterownikiem wyświetlacza LCD) oraz Timer_A3. Timer_A3 posiada trzy dodatkowe rejestry umożliwiające na przykład sprzętowe generowanie dwóch przebiegów o zmiennym wypełnieniu (PWM). Dostępność

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytkę o wymiarach 86 x 82 mm
- Zasilanie 5...12 VDC
- Peryferia dostępne dla użytkownika: wyświetlacz LCD 3 1/2 cyfry, interfejs RS232, trzy diody świecące, trzy przyciski, brzęczyk
- Złącza: porty P1 i P6, interfejs I2C i 1Wire, interfejs JTAG służący do programowania mikrokontrolera



Rys. 1. Budowa wewnętrzna układu MSP430F413

do sześciu portów oznacza możliwość stosowania 48 linii wejścia/wyjścia, a zawarty komparator analogowy może zostać wykorzystany do integracji procesora z wejściowym napięciem analogowym na przykład poprzez wykonanie przetwornika A/C.

Na szczególną uwagę zasługuje moduł oscylatora (rys. 2). Oprócz typowej funkcji generowania przebiegu taktującego procesor (z wykorzystaniem zewnętrznego rezonatora kwarcowego) zawiera w sobie moduł FLL+ umożliwiający powielanie częstotliwości podstawowej otrzymanej przy pomocy zewnętrznego rezonatora kwarcowego. Stosując jako podstawowy wzorzec częstotliwości rezonator 32,768 kHz z łatwością można uzyskać właściwą częstotliwość taktowania procesora wynoszącą nawet 8 MHz. Dzięki temu częstotliwość tę można dostosować do aktualnego zapotrzebowania na moc

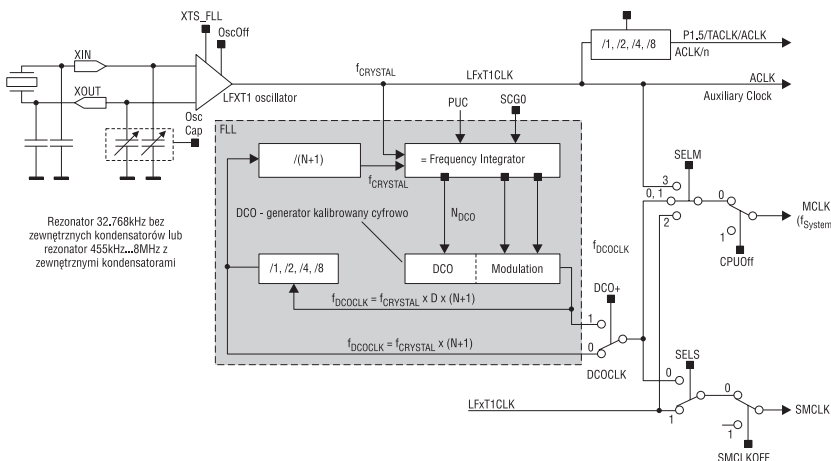
obliczeniową, a także zminimalizować pobór prądu, gdy nie są wykonywane skomplikowane procedury. Wewnątrz układu znajdują się także przestrajane kondensatory, które dla rezonatora kwarcowego 32,768 kHz mogą zastąpić zewnętrzne kondensatory obwodu oscylatora.

Procesor może być zasilany napięciem z zakresu 1,8...3,6 V, co w połączeniu z niewielkim poborem prądu sprawia, że układ doskonale nadaje się do urządzeń zasilanych bateryjnie, pozwalając na zasilanie z dwóch ogniw 1,5 V lub też z jednego przy wykorzystaniu energooszczędnej przetwornicy napięcia. Przykład termometru zasilanego 3 V baterią litową został przedstawiony w EP10/2004, natomiast w EP8/2004 została przedstawiona przetwornica umożliwiająca zasilanie procesora z jednego ogniwa o napięciu 1,5 V.

Prezentowany zestaw startowy został wyposażony w peryferia, które będą najczęściej stosowane z tym procesorem. Na płytce znajduje się więc wyświetlacz LCD, interfejs RS232, trzy diody świecące, trzy przyciski oraz brzęczyk. Na złączach są wyprowadzone dwa porty, a także wykonany jest interfejs dla magistrali I²C oraz 1Wire. Programowanie procesora odbywa się poprzez interfejs JTAG, którego złącze znajduje się także na płytce. UWAGA! Jako programator należy zastosować układ interfejsu JTAG opisany w EP03/2005 (AVT-1409).

W artykule zostanie także przedstawione darmowe środowisko uruchomieniowe (IDE), za pomocą którego można kompilować programy w języku C lub w assemblerze, symulować pracę procesora oraz kontrolować jego pracę w rzeczywistym układzie. Środowisko współpracuje z programatorem JTAG. Oprogramowanie to jest udostępniane przez firmę IAR w postaci specjalnej wersji tego kompilatora, która posiada ograniczenie generowanego kodu do 4 kB. Poza tym, do dyspozycji zostały oddane wszystkie funkcje pełnej wersji, przez co oprogramowanie jest wręcz idealne do zapoznania się ze środowiskiem IAR, jak również z procesorem. Można także przy jego pomocy pisać w pełni funkcjonalne programy.

Aby zaprezentować funkcjonowanie zestawu startowego zostaną opisane przykładowe programy przedstawiające działanie poszczególnych modułów, które będzie można wykorzystać do tworzenia własnych programów.



Rys. 2. Budowa modułu oscylatora układu MSP430F413

Budowa zestawu startowego

Schemat elektryczny zestawu startowego jest przedstawiony na rys. 3. Poszczególne jego elementy zostały tak dobrane, aby można było bezpośrednio testować najważniejsze funkcje. Zastosowano wyświetlacz ciekłokrystalny

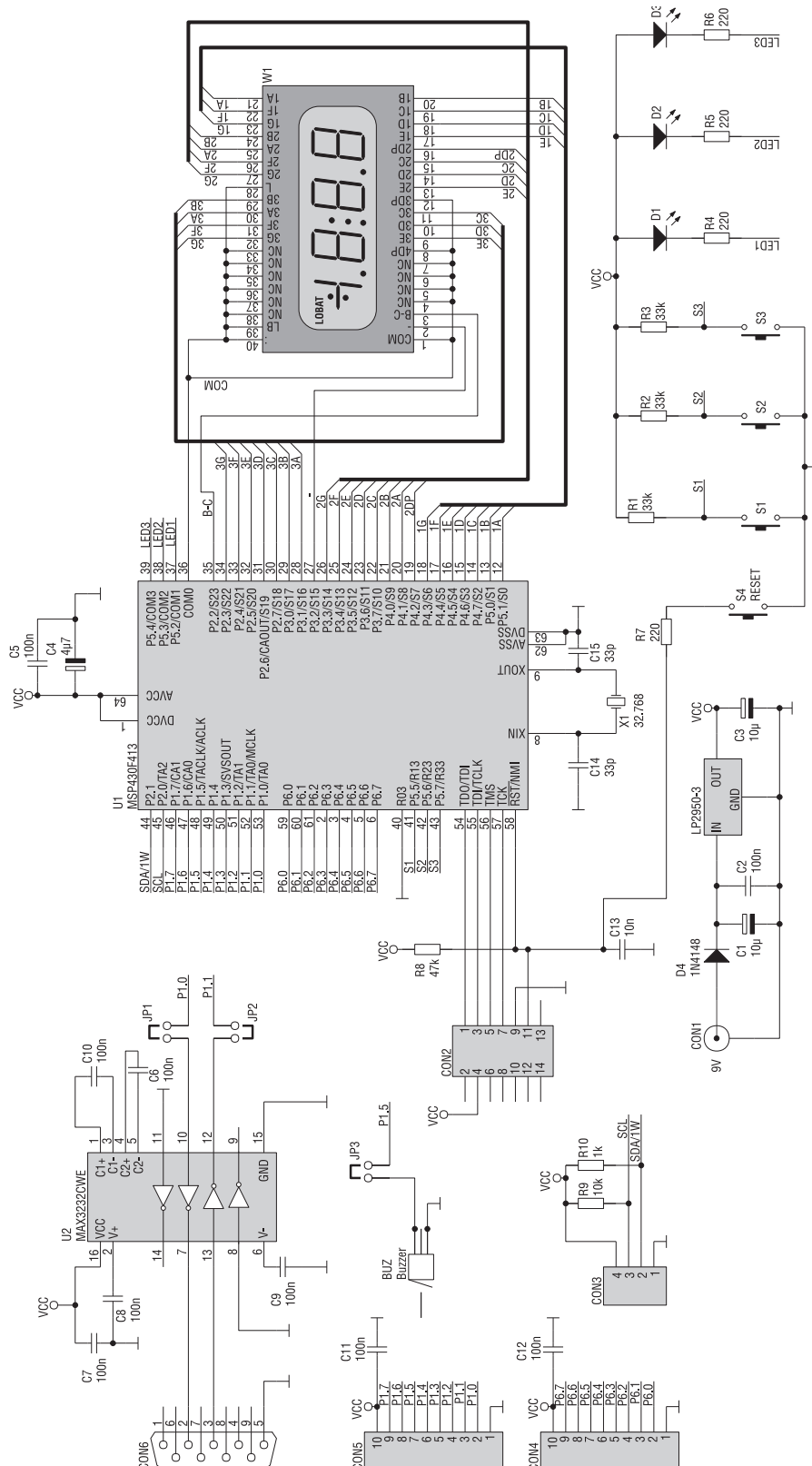
liczny LCD (bez sterownika) o organizacji 3 1/2 cyfry. Wyświetlacz został dołączony do portów P2, P3, P4 i P5. Mogą one pracować jako normalne linie wejścia/wyjścia, ale w opisywanym zestawie są dołączone do wewnętrznego, sprzętowego sterownika wyświetlacza

tlacza LCD. Sterowanie tego typu wyświetlaczem jest o tyle kłopotliwe, że wymaga dużej liczby wyprowadzeń procesora (jest to konsekwencja statycznego sterowania wyświetlaczem). Linie sterujące muszą być ponadto bezustannie odświeżane, co wynika z zasady działania wyświetlaczy. Odświeżanie polega na negowaniu z częstotliwością kilkudziesięciu Hz wyjść wszystkich segmentów oraz wyjścia COM0 (wspólne podłoże). Dany segment „świeci” tylko wtedy, gdy jest w przeciwfazie z sygnałem COM0. W zastosowanym mikrokontrolerze operacja odświeżania jest wykonywana automatycznie przez sterownik sprzętowy, dlatego nie obciąża to programu. Raz włączona obsługa wyświetlacza nie wymaga jakiegokolwiek ingerencji, a wyświetlanie cyfr sprowadza się do umieszczenia odpowiednich wartości w rejestrach pamięci. Mikrokontroler MSP430F413 umożliwia wysterowanie 24 segmentów wyświetlacza w trybie statycznym lub 96 segmentów w trybie dynamicznym. Sterowanie dynamiczne można przyrównać do multiplexowego sterowania wyświetlaczami LED. Wyświetlacz musi być wówczas podzielony na cztery bloki składające się z 24 segmentów każdy. Segmenty każdego bloku są połączone ze sobą, natomiast linie podłoża COM każdego z bloków są dołączone do kolejnych wyjść procesora COM0...COM3.

Zastosowany w projekcie wyświetlacz posiada więcej segmentów niż jest w stanie obsłużyć procesor, w trybie statycznym zostały więc podłączone tylko najbardziej użyteczne. W takiej konfiguracji na wyświetlaczu można wyświetlić liczby z zakresu 0...1999, znak minus oraz kropkę dziesiętną przed ostatnią cyfrą. Tym samym można wyświetlać liczby z jednym miejscem po przecinku.

Do taktowania procesora został zastosowany rezonator kwarcowy o częstotliwości 32,768 kHz, który można zastąpić także innym o wyższej częstotliwości. Na płytce przewidziano miejsce na oba typy rezonatorów. Przy rezonatorze kwarcowym znajdują się kondensatory C14 i C15, które jak już wspomniano nie są konieczne dla rezonatora 32,768 kHz, natomiast dla wyższych częstotliwości są wymagane.

Mikrokontroler może być taktowany przebiegiem o maksymalnej częstotliwości równej 8 MHz, jednak przy takiej wartości jego napięcie zasilania musi być równe 3,6 V.



Rys. 3. Schemat elektryczny zestawu startowego z mikrokontrolerem MSP430F413

Tab. 1. Najważniejsze parametry mikrokontrolera MSP430F413

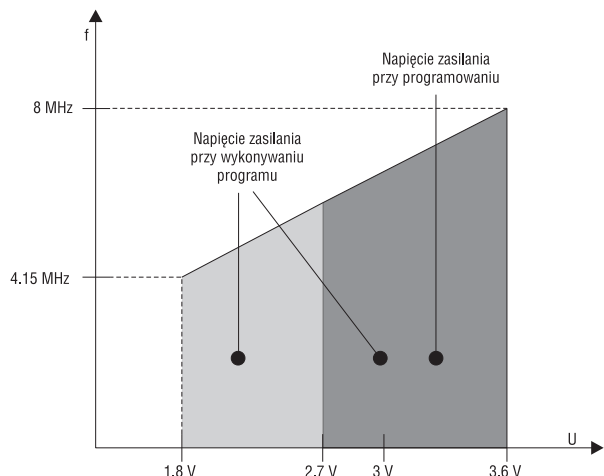
Napięcie zasilania	1,8...3,6 V
Pobór prądu:	200 μ A przy częstotliwości zegara 1 MHz i napięciu zasilania 2,2 V 0,7 μ A w trybie czuwania 0,1 μ A w trybie wyłączenia (pamięć RAM jest podtrzymywana)
Maksymalna częstotliwość taktowania	8 MHz (przy napięciu zasilania 3,6 V)
Liczba trybów pracy umożliwiających dostosowanie poboru mocy	5
Czas przejścia z trybu czuwania do aktywnego	6 μ s
Wbudowany moduł FLL+ umożliwiający powielanie częstotliwości taktującej procesor	
16-bitowy Timer z trzema rejestrami typu Capture/Compare	
Wbudowany sterownik 96-segmentowego wyświetlacza LCD	
Komparator analogowy	
Pamięć programu typu Flash	8 kB
Pamięć danych typu Flash	256 B
Pamięć danych typu RAM	256 B

Z uwagi na fakt, że w przedstawionym układzie napięcie zasilania wynosi 3 V, to maksymalną częstotliwość należy ograniczyć do wartości równej około 6 MHz. Szczegółowy wykres zależności maksymalnej częstotliwości pracy od napięcia zasilania jest przedstawiony na **rys. 4**.

Na płytce zestawu zostało umieszczone także złącze DB9 umożliwiające wykonanie połączenia z komputerem poprzez port szeregowy. Sygnały są do tego złącza kierowane poprzez układ konwertera napięć typu MAX3232. Jest to typowy konwerter napięć kompatybilny z popularnym układem MAX232, a różni się od niego możliwością pracy z napięciem zasilania równym 3 V. Sygnały danych szeregowych są dołączone do mikrokontrolera poprzez zworki JP1 i JP2 umożliwiające wykorzystanie w zależności od potrzeb linii P1.0 i P1.1 jako linii danych szerego-

wych, lub jako zwykłych linii wejścia/wyjścia wyprowadzonych na złącze CON5. Linie P1.0 i P1.1 są wyprowadzone na złącze CON5 bezpośrednio, a do układu MAX3232 dołączane są równolegle zworkami, dlatego należy zwrócić uwagę, aby w czasie wykorzystania tych wyprowadzeń do komunikacji szeregowej do złącza CON5 nie były dołączone inne sygnały.

Podobnie jest z brzęczykiem BUZZ, który jest podłączony do portu P1.5 poprzez zworkę JP3, a równocześnie port ten jest bezpośrednio wyprowadzony na złącze CON5. Zastosowany brzęczyk nie posiada wbudowanego generatora i do wytworzenia fali akustycznej jest wymagane wysterowanie go przebiegiem o częstotliwości na przykład 4 kHz. Programowe wytworzenie takiego przebiegu może zająć dużo czasu procesora, jednak w przypadku układu zastosowanego w zestawie przebieg można wygenerować w bardzo prosty sposób metodą wyłącznie sprzętową. Od strony programowej brzęczyk będzie traktowany jakby miał wbudowany generator. Jak wynika z **rys. 2** sygnał taktujący procesor można przez wewnętrzny dzielnik podzielić przez 8 i wyprowadzić go na port P1.5. W ten sposób dla rezonatora kwarcowego 32,768 kHz brzęczyk zostanie wysterowany przebiegiem o częstotliwości 4,096 kHz.



Rys. 4. Wykres zależności maksymalnej częstotliwości taktowania procesora od napięcia zasilania

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2, R3: 33 k Ω 0805
- R4...R7: 220 Ω 0805
- R8: 47 k Ω 0805
- R9: 10 k Ω 0805
- R10: 1 k Ω 0805

Kondensatory

- C1: 10 μ F/20 V 6032
- C2: 100 nF 0805
- C3: 10 μ F/10 V 3528
- C4: 4,7 μ F/10 V 3528
- C5...C12: 100 nF 0805
- C13: 10 nF 0805
- C14, C15: 33 pF 0805

Półprzewodniki

- D1...D3: LED 3 mm czerwona
- D4: 1N4148 SOD80
- U1: MSP430F413
- U2: MAX3232 SO16
- U3: LP2950-3.0 TO92

Inne

- CON1: Gniazdo zasilania do druku
- CON2: Gniazdo IDC-14
- CON3: Goldpin 1x4 męski
- CON4: Goldpin 1x10 męski
- CON5: Goldpin 1x10 męski
- CON6: DB9 do druku żeńskie
- S1...S4: Mikrowłócznik
- X: rezonator kwarcowy 32,768 kHz
- W1: Wyświetlacz LCD 3,5 cyfry Lobat
- Buzz: Brzęczyk bez generatora - BZ-21
- JP1, JP2, JP3: Goldpin 1x2 + zworka
- Podstawka DIP40 precyzyjna lub dwie listwy precyzyjne 1x20

Na płytce zestawu znajdują się także trzy przyciski umożliwiające zmianę parametrów testowanych programów oraz trzy diody świecące sygnalizujące jakieś zdarzenia. Programowanie procesora odbywa się poprzez interfejs JTAG, którego sygnały zostały wyprowadzone na złącze CON2. Rezystor R8 i kondensator C15 służą do wytworzenia impulsu zerowania procesora przy włączeniu zasilania. Procesor można wyzerować także przyciskiem S4.

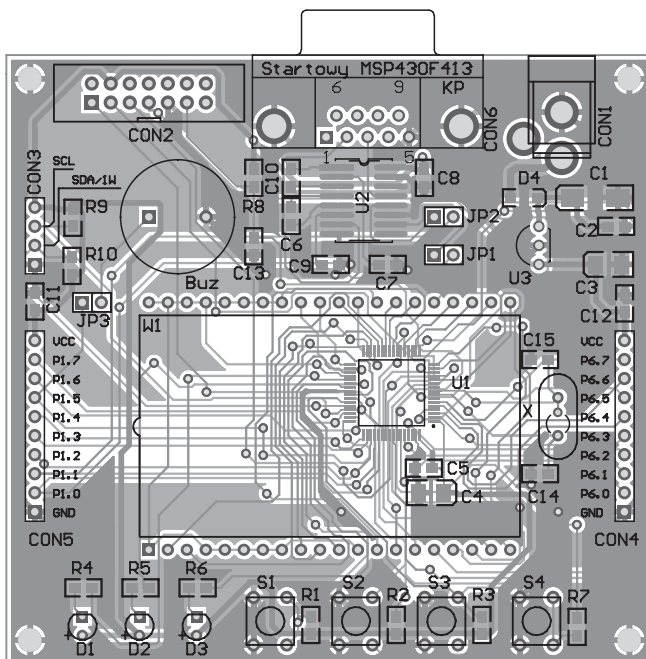
Dla dodatkowych, zewnętrznych zastosowań zostały wyprowadzone dwa porty procesora: na złączu CON4 znajduje się pełny port P6, natomiast na złączu CON5 wyprowadzono pełny port P1, ale jest on współdzielony z interfejsem RS232 (poprzez zworki JP1 i JP2) oraz z brzęczykiem (poprzez zworkę JP3). Na złączu CON3 zostały wyprowadzone linie portu P2.0 i P2.1. Do

linii tych zostały dołączone rezystory podciągające do plusa zasilania, umożliwiając zastosowanie ich do komunikacji w standardzie I²C (na przykład z pamięciami EEPROM). Linia danych SDA/1W jest silnie podciągana rezystorem o wartości 1 k Ω , co umożliwia wykorzystanie jej również jako linii interfejsu 1Wire (na przykład do komunikacji z pastylkami Dallas'a). Zasilanie całego układu jest realizowane poprzez stabilizator o napięciu wyjściowym równym 3 V (U3). Dioda D4 zabezpiecza jego wejście przed odwrotną polaryzacją napięcia zasilającego.

Montaż

Większość elementów zestawu jest przeznaczona do montażu powierzchniowego, lutowanie należy więc przeprowadzić ze szczególną dokładnością. Dotyczy to głównie mikrokontrolera, dla którego raster wyprowadzeń jest równy zaledwie 0,5 mm. Rozmieszczenie wszystkich elementów na płytce przedstawiono na rys. 5. Montaż należy rozpocząć od mikrokontrolera, następnie

lutujemy rezystory i kondensatory i pozostałe układy scalone (U2 i U3). Następnie montujemy diody świecące, mikrowłączniki, zworki oraz złącza. Na samym końcu należy zamontować wyświetlacz. Choć można go wlutować bezpośrednio na płytce, to wygodniejsze będzie zastosowanie podstawki. Pozwoli to na ewentualny demontaż tego elementu. Podstawką może być listwa precyzyjna lub przecięta podstawka DIP40. Po prawidłowym montażu do złącza CON1 można dołączyć napięcie zasilania o wartości 5...12 V i przejść do uruchamiania przykładowych programów.



Rys. 5 Rozmieszczenie elementów na płytce zestawu startowego

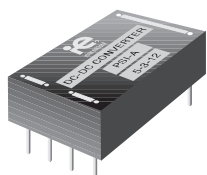
nia przykładowych programów.
Krzysztof Pławiuk, EP
 krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl



EBS
 Ink Jet Systems

Renomowany producent przemysłowych drukarek INK-JET oferuje wysokiej klasy elementy automatyki:

miniaturowe przetwornice DC/DC do bezpośredniego montażu na płytce
 do zastosowań w obwodach zasilania układów cyfrowych i analogowych



napięcie wyjściowe pojedyncze lub podwójne
 galwaniczna separacja wejście - wyjście
 galwaniczna separacja wyjść
 współpraca przetwornic szeregowo lub równoległa
 odporne na zwarcie

aktywny detektor podczerwieni
 do zastosowań w układach automatyki i zabezpieczeń

małe wymiary budowy (M18x1)
 duża odporność na zakłócenia
 wbudowany wskaźnik zadziałania
 wyjście odporne na zwarcie
 wykonania PNP, NPN



EBS
 Ink Jet Systems
 EBS Ink-Jet Systems Poland Sp. z o.o.

ul. Tarnogajska 11/13
 50-512 Wrocław
 tel. (0-71) 367 04 11
 fax (0-71) 373 32 69



PRECYZYJNE REZYSTORY METALIZOWANE

Rezystancje od 0,3 Ω do 10 M Ω
 Tolerancje od 0,01% do 0,5%

elpod

POLSKI
 PRODUCENT

<http://www.elpod.com.pl>

31-416 Kraków
 ul. Dobrego Pasterza 120
 tel. (012) 410-25-50 do 51
 fax (012) 410-25-52

e-mail: biuro@elpod.com.pl

Oferujemy ponadto: Rezystory SMD 0805 oraz 1206 10 Ω do 1M Ω
 Tolerancje 0,1%; 0,25%; 0,5%; 1%
 TWR 10, 25, 50 ppm/K



SPRZEDAŻ CZĘŚCI I PODZESPOŁÓW ELEKTRONICZNYCH

HURT:
 01-985 Warszawa, ul. Dzierżoniowska 9A, tel. (22) 865 30 60, fax (22) 865 30 50

DETAL - nasze SKLEPY:
 02-585 Warszawa, Al. Niepodległości 84, tel. (22) 844 44 22, tel./fax (22) 844 09 92
 02-620 Warszawa, ul. Puławska 132, tel./fax (22) 848 44 95, tel. (22) 844 44 43
 40-032 Katowice, ul. Dąbrowskiego 1, tel. (32) 251 25 25, tel./fax (32) 251 58 44

SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA • PEŁNA OFERTA W INTERNECIE

www.slawmir.com.pl e-mail: slawmir@slawmir.com.pl