

# MSP430: mikrokontrolery, które (prawie) nie pobierają prądu, część 4

## Tanie narzędzia do programowania i debugowania projektów

Na rys. 8 przedstawiono schemat elektryczny programatora JTAG dla mikrokontrolerów MSP430. Jest to urządzenie wykonane na bazie oryginalnego programatora, produkowanego przez firmę TI (MSP-FET430PIF). Jest to „wtyczka” podłączona do złącza drukarkowego Centronics. Dokumentacja oryginalnego programatora wraz ze schematem elektrycznym znajduje się w dokumencie SLAU138, dostępnym na [www.ti.com](http://www.ti.com). Użytkownicy komputerów pozbawionych portu Centronics są skazani na zakup wydajnych i wygodnych w użyciu, ale jednak dużo droższych narzędzi wyposażonych w USB, np. MSP-FET430UIF i FlashPro430 (uniwersalne) lub MSP-EZ430 (tylko do niektórych mikrokontrolerów).

Jako układ buforujący w programatorze zastosowano układ typu 74HC244, który pełni podwójną rolę: wzmacniacza sygnałów (aby wejścia drukarkowego nie obciążały portów procesora i odwrotnie) oraz konwertera napięć, ponieważ port drukarkowy pracuje w standardzie TTL z napięciem zasilania 5 V, natomiast procesor może być zasilany napięciem 2,7...3,6 V (w trybie programowania). Układ U1 jest zasilany napięciem

równym napięciu zasilania procesora przez co zgodność poziomów napięć jest zachowana. Od strony złącza drukarkowego sygnały kierowane są na wejścia układu U1 poprzez rezystory, dzięki czemu – pomimo wyższej wartości niż ma jego napięcie zasilania – nie stanowią dla niego zagrożenia. Sygnał kierowany do portu drukarkowego ma niższą wartość niż 5 V, jednak mieści się w zakresie dopuszczalnym dla standardu TTL. Tranzystor Q1 służy do przełączania portów dołączonego procesora w tryb programowania. Funkcja ta jest wykorzystywana w mniejszych procesorach, w których linie interfejsu JTAG są multipleksowane

Wśród fanów mikrokontrolerów jednym z czynników decydującym o ich popularności jest dostępność taniego programatora. Dla układów MSP430 ten programator jest bardzo tani i łatwy w wykonaniu, podobnie jak prosty zestaw ewaluacyjny – obydwa urządzenia przedstawiamy w artykule.

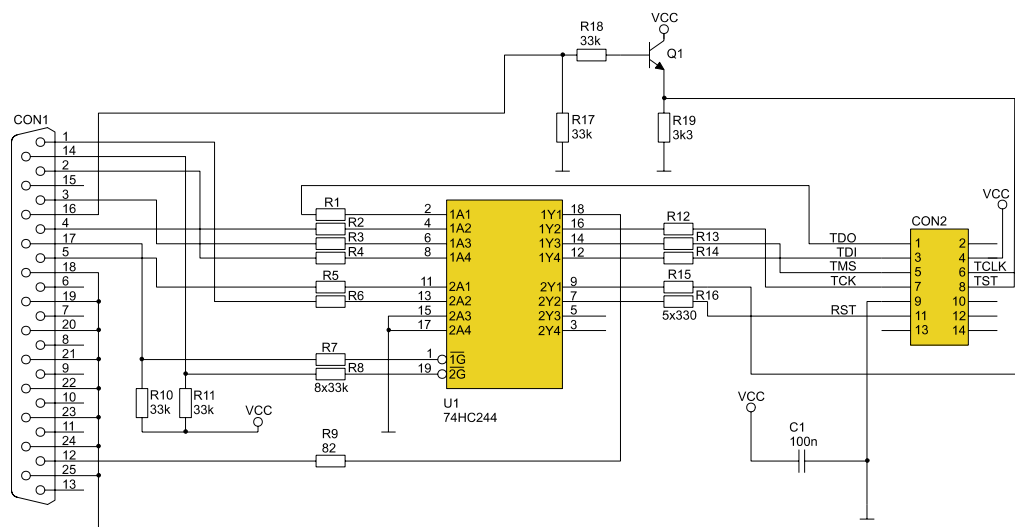
z portami I/O. Poczynając od układów umieszczonych w obudowach 64-nóżkowych sygnał ten nie jest wykorzystywany, ponieważ w tych układach interfejs JTAG jest dostępny na niezależnych (dodatkowych) liniach.

### Sprzętowe środowisko pierwszych eksperymentów

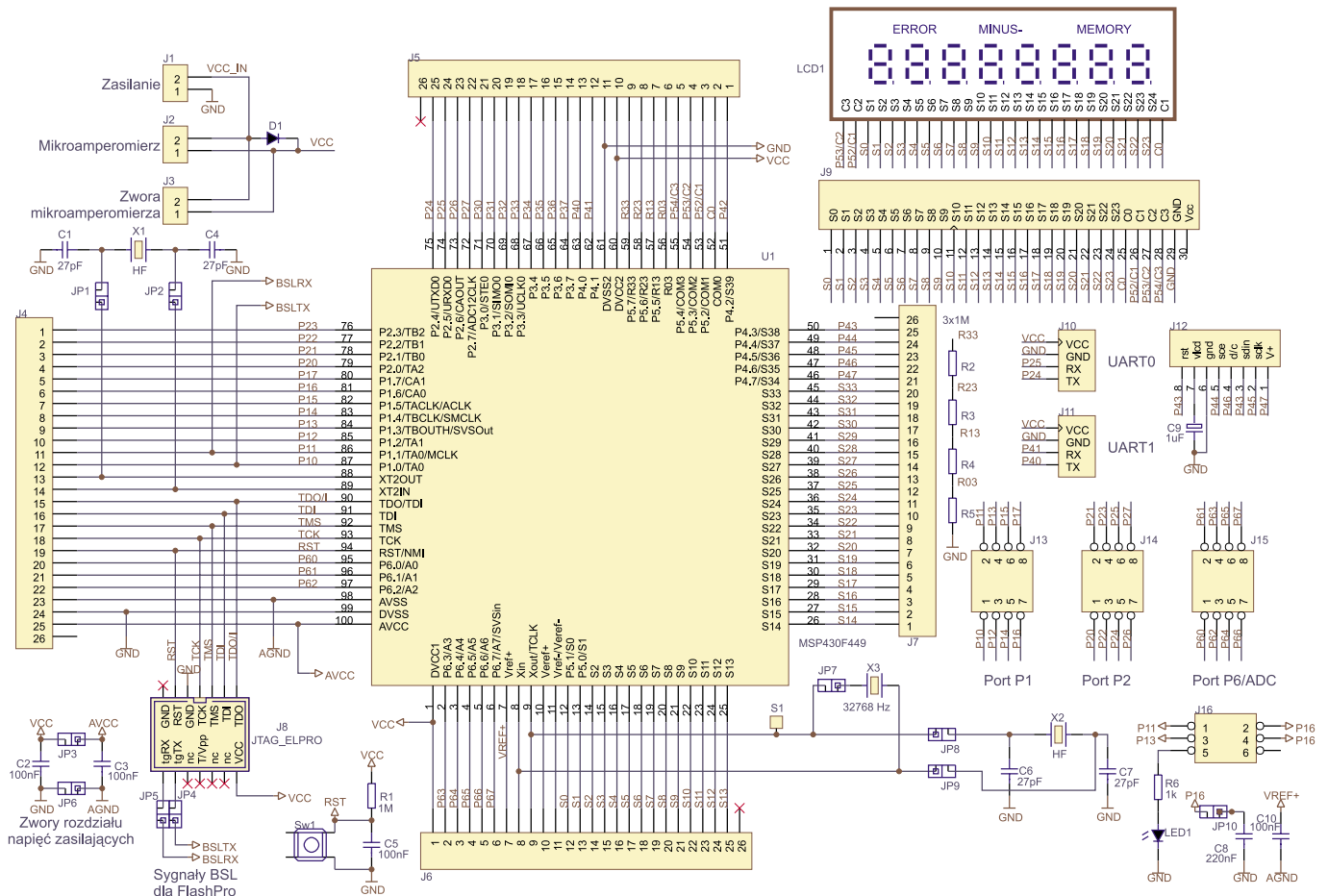
Najprostszą konfigurację połączeń dla uruchomienia mikrokontrolera

MSP430F449 przedstawiono na rys. 9. Jest on zasilany jest napięciem 3 V, na przykład z dwóch baterii 1,5 V. Aby umożliwić eksperymentowanie z dołączaniem różnych układów zewnętrznych dookoła procesora znajdują się wyprowadzenia szpilkowe J4...J7. Do mikrokontrolera można podłączyć trzy rezonatory kwarcowe:

X1 – małej częstotliwości – np. zegarkowy (podłączony do wyprowadzeń



Rys. 8. Schemat elektryczny programatora mikrokontrolerów MSP430 przygotowanego przez Elektronikę Praktyczną (AVT1409, EP3/2005 oraz EP6/2007)



Rys. 9. Schemat elektryczny płytki eksperymentalnej

XIN i XOUT generatora XT1) i użyć generatora DCO objętego pętlą PLL do generowania sygnału taktującego o częstotliwości do 8 MHz,

- zamiennie można użyć rezonatora X2 by wygenerować sygnał taktujący o pełnej szybkości, lub
- rezonator dużej częstotliwości X3 podłączony do wyprowadzeń XT2IN i XT2OUT generatora XT2.

Rezonatory X2 i X3 nie są niezbędne dla prawidłowej pracy mikrokontrolera.

Na schemacie jest widoczny układ automatycznego zerowania mikrokontrolera R1, C5 wraz z przyciskiem. Pozwala on na zainicjowanie pracy procesora z wczytanym programem. Do złącza J2 można podłączyć miernik poboru prądu. Może on być zwarty zworką J3, gdy nie jest używany. Miernik zabezpieczono przed przecięciem diodą

D1. Dioda pełni też drugą rolę: trzeba pamiętać, że pobór prądu MSP430 zmienia się od pojedynczych odłamka mikroampera w trybach uśpienia do kilku miliamperów w trybie aktywnym – gdy pobór prądu gwałtownie wzrośnie, dioda nie dopuści do zwiększenia spadku napięcia na mierniku i wyzerowania mikrokontrolera.

Na schemacie pokazano także diodę LED1, którą można dołączyć do dowolnego wyprowadzenia (portu) mikroprocesora, korzystając ze złącza J16. Pobór prądu diody wynosi kilka mA i może być większy niż pobór prądu przez mikrokontroler w trybie aktywnym. Dlatego też jest wskazane ograniczenie stosowania diod LED do diagnostyki, testowania i prostych eksperymentów i używanie ich w aplikacjach jak najoszczędniej.

Na płytce umieszczono dodatkowe złącza wyprowadzające sygnały portu P1, portu P2 oraz portów szeregowych UART0 i UART1. Złącze J15 wyprowadza sygnały portu P6 lub wejścia przetwornika analogowo-cyfrowego. Na płytce umieszczono złącze wyświetlacza LCD. Jest to wyświetlacz współpracujący z wewnętrznym kontrolerem procesora. Złącze J9 służy do podłączenia dowolnego innego wyświetlacza LCD a złącze J12 przygotowano z myślą o fanach wyświetlaczy graficznych z telefonów komórkowych. Rezystory R2...R5 są niezbędne do uruchomienia wewnętrznego kontrolera wyświetlacza LCD a kondensator C8, zwora JP10 i złącze J16 przydadzą się przy eksperymentach z analogowym komparatorem napięcia.

Układ podobny do

przedstawionego na rysunku nie jest szczególnie krytyczny pod względem prowadzenia ścieżek obwodu drukowanego. Powodem jest stosunkowo niska częstotliwość pracy układu (ok. 8 MHz). Krytyczne są jedynie obwody zasilania układów analogowych. Warto w przypadku ich wykorzystania rozpatrzyć rozdzielanie zasilania układów analogowych i cyfrowych.

Na płytce umieszczono zwory JP3 i JP6, które umożliwiają eksperymentowanie z rozdzielaniem zasilania. W każdych warunkach należy pamiętać, że ścieżki zasilania powinny być możliwie krótkie a tuż obok wyprowadzeń zasilania powinny znaleźć się kondensatory blokujące.

Przyjrzyjmy się dokładnie czynnościom związanym z uruchomieniem projektu. Na stronie [msp430.ep.com.pl](http://msp430.ep.com.pl) umieszczono

