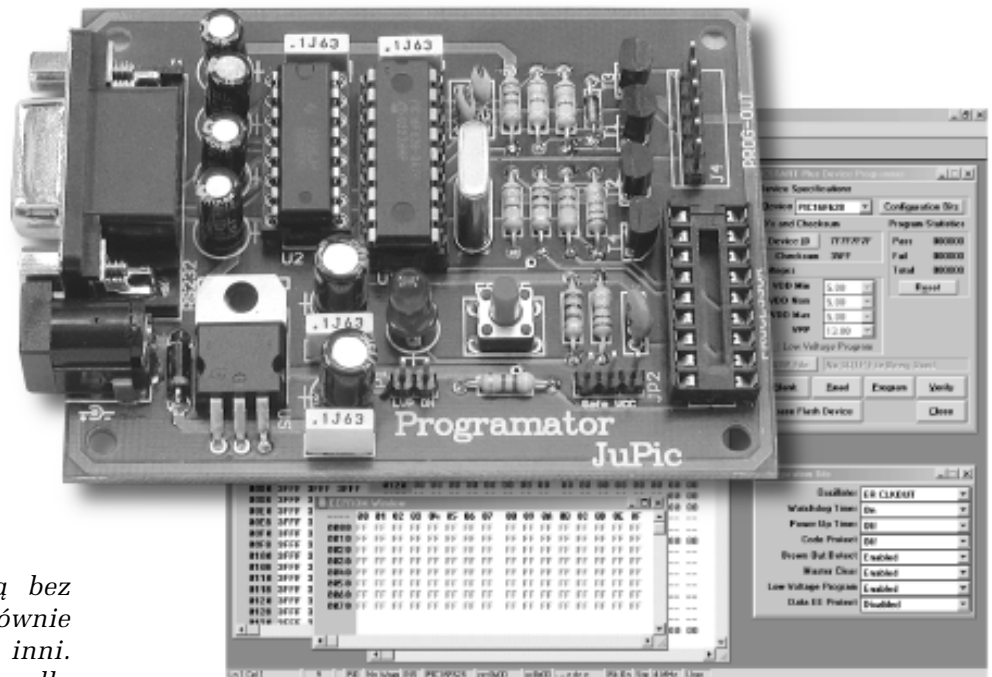


JuPIC

Programator mikrokontrolerów PIC współpracujący z programem MPLAB

AVT-5100



Konstruktorzy są bez wątpienia ludźmi równie leniwymi, jak wszyscy inni. Stąd pomysł tworzenia dla nich, a zwłaszcza dla programistów, zintegrowanych narzędzi projektowych. W artykule przedstawiamy projekt programatora mikrokontrolerów PIC, który doskonale „wtapia” się w środowisko MPLAB, dzięki czemu przygotowanie oprogramowania mikrokontrolerów można zrealizować za pomocą jednego tylko programu.

Rekomendacje: doskonale narzędzie przystosowane do bezpośredniej współpracy ze środowiskiem MPLAB. Idealne rozwiązanie dla projektantów korzystających z mikrokontrolerów PIC firmy Microchip.

Od kilku lat jesteśmy świadkami ogromnego postępu w dziedzinie elektroniki cyfrowej i niezastąpionych w niej mikroprocesorów i mikrokontrolerów. Stopień złożoności tych układów wzrasta w szybkim tempie, powodując konieczność przyswajania coraz to nowej wiedzy. Najszybszym sposobem na osiągnięcie tego celu jest wykorzystanie programów interaktywnych, pośredniczących między użytkownikiem a urządzeniem. Każda firma chcąc wejść na rynek ze swoimi mikrokontrolerami udostępnia zazwyczaj specjalne oprogramowanie, które umożliwia korzystanie z oferowanych układów. Obserwując rynek mikrokontrolerów jednocukładowych, można zauważyć, iż coraz większa liczba producentów udostępnia darmowe oprogramowanie, serwis informacyjny oraz dokumentację techniczną, chcąc przyciągnąć do swoich produktów jak największą grupę użytkowników. Jedną z firm, która wyszła naprzeciw tym wymaganiom, jest firma Microchip produkująca mikrokontrolery rodziny PICmicro.

Przedstawiony w niniejszym artykule programator JuPIC powstał jako część pracy dyplomowej wykonywanej na Politechnice Śląskiej i jest wynikiem wielotygodniowej pracy nad protokołem komunikacyjnym. Programator jest przeznaczony do programowania mikrokontrolerów serii „F” z pamięcią typu Flash: PIC16F627, PIC16F628, PIC16F83, PIC16F84, PIC16F84A, PIC16F870, PIC16F871, PIC16F872, PIC16F873, PIC16F874, PIC16F876, PIC16F877, a także PIC12F675 i PIC16F629.

Współpracuje on ze zintegrowanym środowiskiem uruchomieniowym MPLAB IDE firmy Microchip i obsługuje protokół komunikacyjny zgodny z protokołem oryginalnego programatora PICTART Plus (opracowanego przez firmę Microchip). Tym samym możliwe jest wykorzystanie potężnych możliwości jakie daje oprogramowanie MPLAB pracujące w środowisku graficznym Windows. Firma Microchip rozpoznała ten program jako *freeware* i można go pobrać ze strony internetowej <http://www.micro->

chip.com/1010/pline/tools/picmicro/devENV/mplabi/index.htm. Najnowsza wersja oprogramowania nosi oznaczenie 6.10. MPLAB i pozwala na zapisywanie, monitorowanie i optymalizację aplikacji PICmicro. Zawiera wbudowany edytor tekstu, symulator, kompilator, obsługę projektów oraz programator. Program z wbudowanymi wieloma funkcjami pozwala m.in. na:

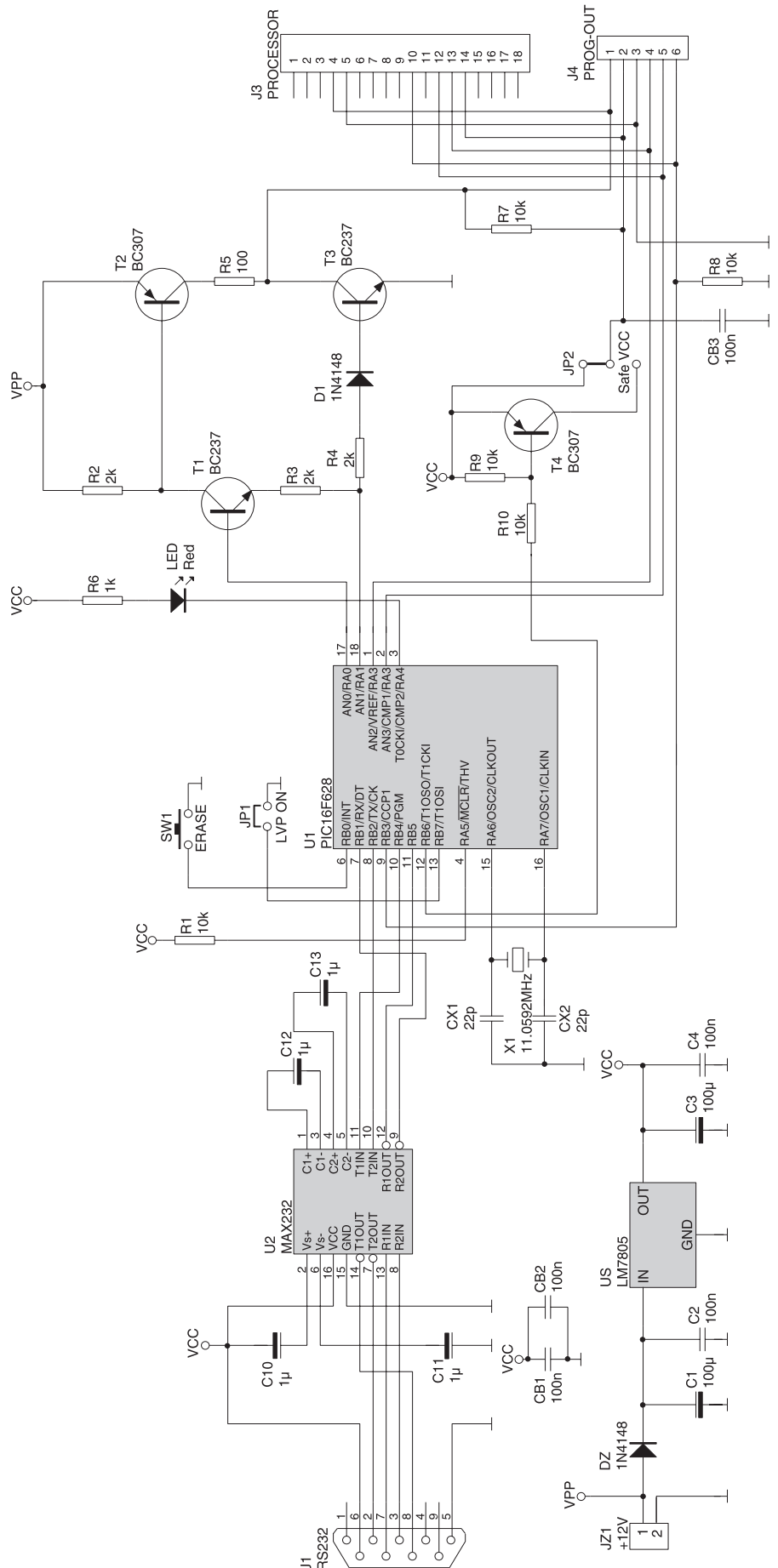
- tworzenie i edycję plików źródłowych,
- grupowanie plików w projekty,
- wyszukiwanie błędów kodu,
- asemblację, kompilację i linkowanie kodu źródłowego,
- wyznaczanie zależności czasowych,
- podglądanie zmiennych w czasie pracy programu,
- symulację działania programu,
- komunikację z urządzeniem PIC-START Plus (JuPIC),
- rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem podręcznej pomocy,
- debugowanie za pomocą protokołu ICD.

Programator JuPIC zbudowany został w oparciu o mikrokontroler PIC16F628, który obecnie zdobywa coraz większą popularność ze względu na swoją funkcjonalność. Programator w połączeniu z programem MPLAB tworzy niezwykle sprawne i profesjonalne narzędzie programisty. Funkcjonalność tego zestawu powoduje, że może być przeznaczony do małych i średnich zastosowań, a polecany jest zarówno dla użytkowników początkujących, jak i zaawansowanych.

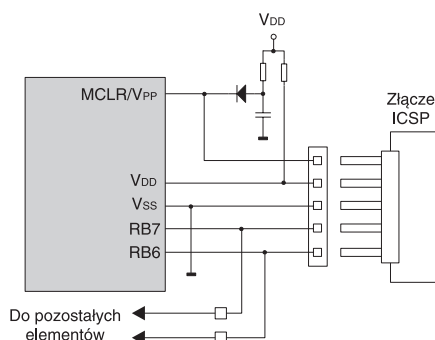
Opis układu

Schemat programatora przedstawiono na rys. 1. Składa się on ze: stabilizatora +5V, translatora poziomów MAX232, klucza napięciowego i mikrokontrolera PIC16F628, który jest taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości ustalonej przez rezonator kwarcowy 11059200Hz.

Praca mikrokontrolera polega na obsłudze protokołu komunikacyjnego pomiędzy programatorem a programem MPLAB oraz na wytworzeniu odpowiedniego przebiegu programującego na wyjściach programujących (sygnały DATA, CLOCK, MCLR, LVP). Protokół programujący nie jest udo-



Rys. 1. Schemat elektryczny układu



Rys. 2. Sposób dołączenia mikrokontrolera do złącza ICSP

stępniany w dokumentacji technicznej firmy Microchip, a jego opis wykracza poza ramy niniejszego artykułu, dlatego nie zostanie tu przedstawiony.

Do zasilania programatora zalecane jest zastosowanie zasilacza stabilizowanego 12...14 V o wydajności ok. 250 mA. Zasilacz zbudowany został w oparciu o stabilizator 7805 (US). Szeregowo włączona dioda DZ zabezpiecza przed nieprawidłowym podłączeniem zasilacza zewnętrznego.

Obsługa programatora JuPIC przebiega identycznie jak wspomnianego już programatora PICS-TART Plus.

Elementem sprzęgającym programator z komputerem jest konwerter poziomów napięć MAX232 (U2), co wynika z faktu, że porty mikrokontrolera pracują w standardzie TTL. Przetwornik pracuje z czterema liniami RS232: TXD, RXD, RTS, CTS, przez które układ może nawiązać transmisję typu *handshaking*. Wykorzystując układ MAX232, otrzymujemy na liniach napięcia o wartościach zbliżonych do standardu RS232. JuPIC łączy się z komputerem poprzez szeregowe łącze RS232C kablem typu „modem” (*straight through*), który jest także wykorzystywany przy łączeniu oryginalnego programatora PICSTART Plus. Siedmiożyłowy kabel łączący jest zakończony mę-

skim gniazdem DB-9 od strony programatora i żeńskim DB-9 lub DB-25 od strony komputera. W tab. 1 przedstawiono wykaz sygnałów używanych przez programator oraz opis wyprowadzeń łącz.

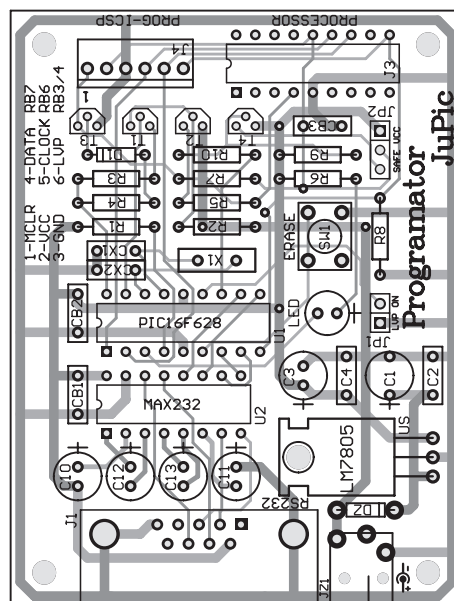
Klucze tranzystorowe (T1...T3) zapewniają przyłączenie jednego z trzech poziomów napięć na wejście MCLR: $V_{SS} = 0V$, $V_{DD} = 5V$ oraz $V_{PP} = 12V$, zapewniając tym samym wymagane funkcje protokołu ICSP. Sygnał sterujący składa się z dwóch bitów, których kombinacje wartości oznaczają odpowiednie napięcia wyjściowe. Sposób kodowania zestawiono w tab. 2.

Po podaniu na wyjścia RA0 i RA1 stanu „0” zatkanie zostają wszystkie tranzystory i na wyjściu pojawi się potencjał V_{DD} (R7 pracuje jako *pull-up*). Po podaniu na wyjście RA1 stanu „1” zostaje wysterowany tranzystor T3 i na wyjściu otrzymujemy poziom V_{SS} , niezależnie od stanu na wyjściu RA0. Natomiast po podaniu na wyjście RA0 stanu „0”, a na wyjście RA1 stanu „1” powodujemy zatkanie tranzystora T3 i wysterowanie tranzystorów T1 i T2, co spowoduje wystąpienie na wyjściu napięcia programującego V_{PP} .

W ten sposób uzyskujemy możliwość podawania wszystkich potrzebnych napięć na wejście MCLR mikrokontrolera.

Programowanie w systemie ICSP

Programator został wyposażony w dodatkowe złącze służące do programowania zgodne z protokołem ICSP. Otrzymano w ten sposób tzw. „okno na świat”, umożliwiając przyłączenie do programatora JuPIC dowolnie wybranego zewnętrznego systemu mikroprocesorowego. Jedynym warunkiem tego przyłączenia jest zachowanie standardu łącza oraz zgodność protokołów programujących. Na



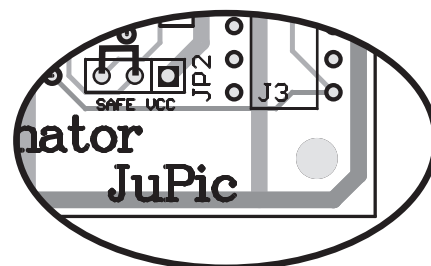
Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce programatora

rys. 2 przedstawiono sposób przyłączenia układu zewnętrznego.

Funkcje programatora

Programator posiada szereg funkcji i usprawnień rozszerzających jego możliwości:

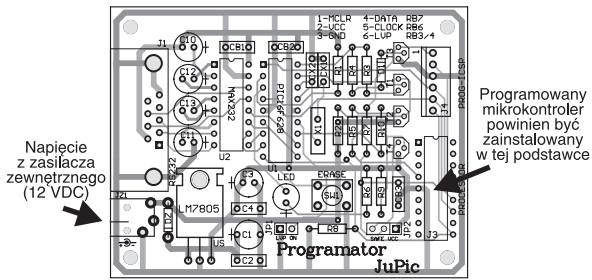
- Układ ma przycisk kasowania, którym bez podłączania programatora do komputera można wyzerować pamięć mikrokontrolera (także *Code Protection*). Aby wykasować pamięć, należy nacisnąć i przytrzymać klawisz *ERASE* przez 2 sekundy - dioda LED zasygnalizuje wyzerowanie mikrokontrolera.
- Wprowadzono diodę sygnalizacyjną LED, która sygnalizuje aktualne stany programatora:
 - dwa podwójne krótkie błyski diody - załączenie zasilania i inicjacja programatora,
 - dioda świeci światłem ciągłym - programator gotowy do pracy,
 - dioda pulsuje równomiernie szybko - nawiązywana jest komunikacja z programem MPLAB IDE,



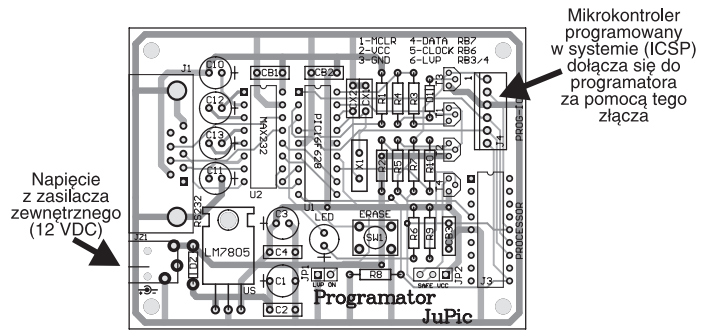
Rys. 4. W ten sposób włącza się tryb SAFE

Tab. 1. Opis wyprowadzeń złącz komputera i programatora JuPIC

DB-25 Żeński	DB-9 Żeński	Sygnał	Kierunek PC <-> JuPIC	DB-9 Męski	Sygnał
2	3	TX	->	3	RX
3	2	RX	<-	2	TX
20	4	DTR	->	4	Data Ready
7	5	GND	-	5	GND
6	6	DSR	<-	6	pull up +5V
4	7	RTS	->	7	CTS
5	8	CTS	<-	8	RTS



Rys. 5. Sposób dołączenia programowanego mikrokontrolera do programatora pracującego w trybie SAFE



Rys. 7. Sposób dołączenia programowanego mikrokontrolera do programatora pracującego w trybie VCC

- dioda pulsuje równomiernie wolno - programator jest w trakcie wymiany danych z programem MPLAB IDE (zapis/odczyt),
- dioda gaśnie - reakcja na przyciśnięcie klawisza,
- 3 krótkie błyski diody - mikrokontroler został wykasowany,
- dioda okresowo nadaje 3 krótkie błyski - zawieszenie programatora, naruszenie struktury programu, konieczna wymiana oprogramowania.
- Wprowadzono złącze ICSP, czyli możliwość programowania w systemie (na płytce) bez konieczności wyjmowania mikrokontrolera z uruchamianego urządzenia.
- Wprowadzono możliwość programowania mikrokontrolerów w trybie LVP.
- Wyprowadzono podstawkę DIP18, która umożliwi programowanie mikrokontrolera bez konieczności podłączania przewodów. Do podstawki można włożyć mikrokontrolery, które mają kompatybilne wyjścia z układem PIC16F628.
- Wyprowadzono zworki konfiguracyjne, które pozwalają przystosować programator do własnych potrzeb.
- Procedury programujące zostały poddane optymalizacji, co po-

woduje przyspieszenie programowania mikrokontrolerów. Zawartość każdej komórki przed zaprogramowaniem jest porównywana z wartością, która ma być do niej wpisana i jeśli jest taka sama, operacja zapisu jest pomijana.

Montaż i uruchomienie

Programator zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej, której schemat montażowy przedstawiono na rys. 3. Montaż przeprowadzamy typowo, rozpoczynając od elementów najniższych, a kończąc na wlotowaniu złącza RS232. Na końcu, po zmontowaniu płytki, należy włożyć układy scalone do wlutowanych wcześniej podstawek.

Programator po włączeniu zasilania jest gotowy do pracy i nie wymaga uruchamiania, natomiast wymagane jest zapoznanie się z trybami pracy, jakie układ udostępnia i odpowiednie skonfigurowanie zworek.

Konfiguracja programatora

Programowanie może odbywać się dwoma sposobami:

- napięciem wysokim HVP (12...14 V)
- zworka „LVP ON“ rozłączona,
- napięciem niskim LVP (5 V)
- zworka „LVP ON“ zwarta (funkcja „działa“ tylko dla mikrokontrolerów posiadających tryb LVP).

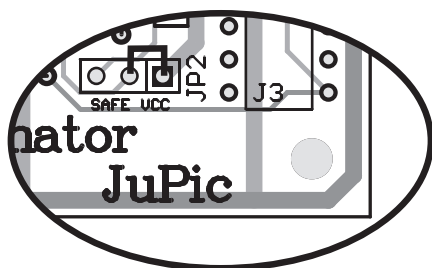
Możliwe są również 4 tryby pracy ze względu na zasilanie układu:

1. Tryb SAFE - bezpieczny

Uaktywnienie trybu następuje po założeniu zworki „SAFE“ (rys. 4). Tryb ten pozwala na programowanie mikrokontrolera najbezpieczniejszym sposobem. Napięcie na wyprowadzenia mikrokontrolera jest podawane przez klucz T4 załączany tylko podczas jego programowania (zapis/odczyt), natomiast po operacji wymiany danych jest odcinane. Zalecane jest, aby w tym trybie nie zasilac ze złącza ICSP żadnego układu zewnętrznego (rys. 5).

2. Tryb VCC - z bezpośrednim zasilaniem

Uaktywnienie trybu następuje po założeniu zworki „VCC“ (rys. 6). Tryb ten pozwala bezpośrednio zasilać programowany mikrokontroler napięciem 5 V, podawanym z zasilacza umieszczonego na płytce (rys. 7). Napięcie jest podawane cały czas na wyprowadzenia mikrokontrolera i dlatego należy zachować ostrożność podczas jego wkładania lub wyjmowania z podstawki. Jeśli mikrokontroler jest programowany nie w podstawce, lecz poprzez złącze zewnętrzne ICSP, napięcie podawane jest również na przyłączony układ. W ten sposób można wykorzystać zasilacz programatora do zasilania układu programowanego. Jedynym ograniczeniem jest tu wydajność prądowa stabilizatora i maksymalny prąd za-



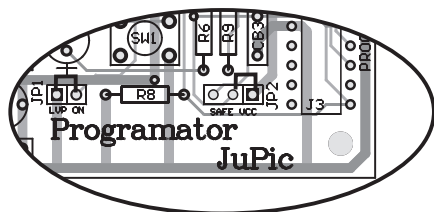
Rys. 6. W ten sposób włącza się tryb VCC

Tab. 2. Sposób kodowania napięcia programującego

RA0	RA1	Napięcie	Funkcja
0	0	V _{DD}	Praca
-	1	V _{SS}	Reset
1	0	V _{PP}	Programowanie

Tab. 3. Rozmieszczenie wyprowadzeń złącza ICSP zaproponowane przez firmę Microchip

Styk	Funkcja	Port
1	MCLR	MCLR
2	VCC	VDD
3	GND	VSS
4	DATA	RB7
5	CLOCK	RB6
6	LVP	RB3/4



Rys. 8. W ten sposób włącza się zależny tryb pracy (bez zasilacza)

bezpieczającej diody szeregowej, dlatego należy wziąć ten fakt pod uwagę, aby nie spalić elementów zasilacza na płytce.

3. Tryb zależny - bez zasilacza

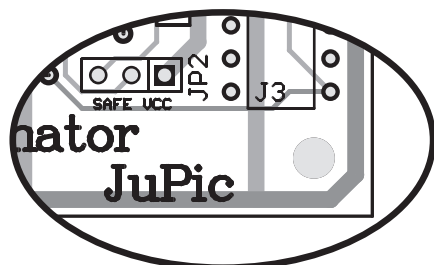
Uaktywnienie trybu następuje po załączeniu zworki „VCC” i „LVP ON” (rys. 8). Tryb ten pozwala na pracę programatora bez własnego zasilania. Napięcie niezbędne do pracy programatora (5 V) jest podawane bezpośrednio z układu programowanego przez złącze ICSP (rys. 9). W tej konfiguracji możliwa jest tylko praca z mikrokontrolerami, które mogą być programowane niskim napięciem (LVP). Podczas pracy w tym trybie nie wolno podłączać zasilania do programatora, ponieważ może ulec uszkodzeniu stabilizator.

4. Tryb niezależny - z podwójnym zasilaniem

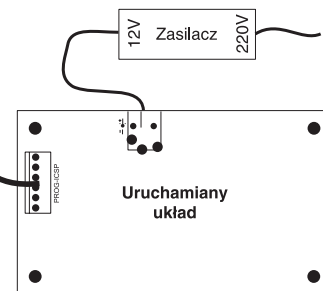
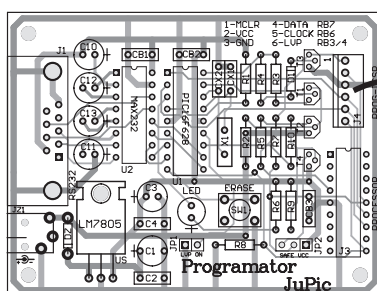
Uaktywnienie trybu następuje po rozłączeniu zworki „SAFE” i „VCC” (rys. 10). Tryb ten pozwala na podawanie zasilania z dwóch różnych źródeł. Programator zasilany jest z własnego stabilizatora, natomiast programowany mikrokontroler jest zasilany ze złącza ICSP.

Instalacja programatora przebiega następująco:

- programator umieszczamy na stabilnym, nieprzewodzącym podłożu,
- podłączamy przewód RS232 do komputera i programatora,
- podłączamy zasilacz do sieci, a następnie przewód zasilania 12V do programatora,



Rys. 10. W ten sposób włącza się niezależny tryb pracy



Rys. 9. Sposób dołączenia programowanego mikrokontrolera do programatora pracującego w trybie zależnym

- umieszczamy programowany mikrokontroler w podstawie lub podłączamy przewód programowania ICSP,
- uruchamiamy na komputerze program MPLAB IDE,
- uaktywniamy programator, wybierając z menu PICSTART Plus funkcję *Enable Programmer* - w programie MPLAB IDE pojawi się okno inicjacji programatora, po czym otrzymamy aktywny interfejs użytkownika; programator JuPIC przedstawia się w wersji 2.30.00 (rys. 11).

Po kompilacji przygotowanego projektu otrzymujemy kod wynikowy w postaci pliku typu Intel HEX, który możemy wprowadzić do programowanego mikrokontrolera (*Program*).

Na panelu programatora (rys. 12) dostępne są także funkcje odczytu (*Read*) i weryfikacji (*Verify*) kodu, można również spraw-

dzić, czy podłączony mikrokontroler ma skasowaną pamięć programu (*Blank*). Dodatkowo, od wersji programu MPLAB 5.70 wprowadzono przycisk kasowania mikrokontrolera (*Erase Flash Device*).

Adam Jurkiewicz
Stanisław Pietraszek

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/marzec03.htm> oraz na płycie CD-EP3/2003B w katalogu PCB.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R7, R9, R10: 10kΩ
- R2, R3, R4: 2kΩ
- R5: 100Ω
- R6: 1kΩ
- R8: 4,7kΩ

Kondensatory

- C1, C3: 100μF/25V
- C2, C4, CB1, CB2: 100nF
- C5, C6, C7, C8: 10μF/25V
- CP1: 220pF
- CX1, CX2: 22pF

Półprzewodniki

- U1: PIC16F628 (zaprogramowany)
- U2: MAX232
- US: 7805
- D1: 1N4148
- DZ: 1N4007
- LED czerwona
- T1, T3: BC238
- T2, T4: BC307

Różne

- XTAL: kwarc 11,0592MHz
- JZ: złącze zasilania
- SW1: microswitch
- J1: złącze RS żeńskie
- J3: podstawka precyzyjna 18 pin
- J4: złącze 6 pin do druku
- JP1: zworka 2 pin
- JP2: zworka 3 pin



Rys. 11. W taki sposób widziany jest JuPIC przez MPLAB



Rys. 12. Widok panelu obsługi programatora w MPLAB