

MPLAB-ICE 2000

Narzędzie dla wymagających

Uruchamianie systemów mikroprocesorowych nie zawsze jest łatwe. Wiedzą o tym zarówno początkujący, jak i zaawansowani konstruktorzy. W artykule przedstawiamy jedno z najsilniejszych narzędzi wspomagających uruchamianie systemów mikroprocesorowych oferowane przez firmę Microchip.



Fot. 1.

Wraz z pojawieniem się pierwszych mikroprocesorów zaczęły powstawać narzędzia wspomagające proces uruchomieniowy. Początkowo były to proste sprzętowe pułapki adresowe. Z ich pomocą można było zatrzymać pracę systemu po dojściu programu do zadanego adresu i np. za pomocą sondy logicznej zobaczyć jakie są stany w interesujących nas punktach systemu.

Budowanie takich urządzeń było możliwe, ponieważ wszystkie mikroprocesory miały zewnętrzną pamięć programu i danych. Pojawienie się mikrokontrolerów z wewnętrznymi pamięciami znacznie skomplikowało proces uruchamiania i diagnostyki. Ale postęp technologiczny i duże zapotrzebowanie na nowoczesne narzędzia uruchomieniowe spowodowały, że zaczęły powstawać coraz bardziej skomplikowane i coraz doskonalsze systemy emulacyjne radzące sobie z tym problemem.

Przykładem takiego emulatora mikrokontrolerów, jednego z najlepszych w swojej klasie,

jest opisywany tutaj MPLAB-ICE 2000 firmy Microchip.

Emulator

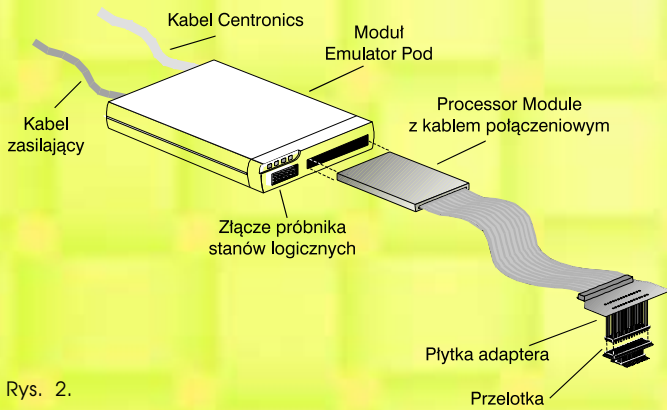
Firma Microchip produkuje wiele rodzin mikrokontrolerów, począwszy od najmniejszych PIC12xx, poprzez ciągle rozwijane PIC16xx i PIC17xx, aż do najnowszych PIC18xx. Chociaż wydaje się to niewiarygodne, MPLAB-ICE emuluje wszystkie mikrokontrolery produkowane przez Microchipa.

Jak dokonali tego konstruktorzy tego przyrządu? Było to możliwe dzięki zastosowaniu modułowej konstrukcji emulatora. Składa się on ze stałej, wspólnej dla wszystkich mikrokontrolerów części nazwanej *Emulator Pod* (fot. 1) oraz kilku adapterów-końcówek emulacyjnych (rys. 2), dobieranych indywidualnie dla określonej rodziny mikrokontrolerów. *Emulator Pod* jest połączony z komputerem za pomocą kabla dołączanego do portu równoległego.

W obudowie *Emulator Pod* znajduje się gniazdo na moduły *Processor Module* (fot. 3 i 4), które są rodzajem interfejsu pośredniczącego pomiędzy częścią bazową emulatora i adapterem. Moduły są z jednej strony zakończone złączem, za pomocą którego łączy się je z modułem *Emulator Pod*, a z drugiej giętkim kablem taśmowym. Kabel ten jest zakończony podwójnym złączem podobnym do złącza typu IDC. Do tego złącza mogą być dołączane różne adaptory w zależności od emulowanych mikrokontrolerów. Na fot. 5 pokazany jest taki adapter wraz z elementami pomocniczymi pozwalającymi zainstalować go w podstawie emulowanego mikrokontrolera.

Oprogramowanie emulatora

Sterowanie pracą emulatora odbywa się za pomocą programu MPLAB-IDE, który wchodzi w skład prezentowanego zestawu. Jest to zintegrowany zestaw narzędzi programowych składający się z:



Rys. 2.

- Edytora tekstowego do tworzenia plików źródłowych.
- Symulatora programowego, który umożliwia krokowe wykonywanie programu, podgląd i modyfikację zawartości pamięci RAM i obszaru SFR, zmiennych i tablic definiowanych w programie. Umożliwia on także umieszczanie w programie pułapek wstrzymujących jego wykonywanie.
- Programu zarządzającego, który odpowiada za poprawną współpracę z dołączonym do komputera sprzętem. Jest to uniwersalna część zestawu, dzięki której MPLAB-IDE może współpracować ze wszystkimi programatorami i emulatorami produkowanymi przez firmę Microchip.

- Bardzo dobrego *assemblera*, programu linkującego i bibliotekarza.
- Istnieje ponadto możliwość zainstalowania dowolnego kompilatora (zazwyczaj kompilatora C), jeżeli jest przystosowany do współpracy z MPLAB-IDE.

Konfiguracja emulatora

Każdorazowo, po sprzętowym skonfigurowaniu emulatora, należy uaktualnić ustawienia w programie sterującym. Do tego celu służy okno dialogowe pokazane na rys. 6 - *Options/DevelopmentMode*.

Zaczynamy od skonfigurowania portu LPT. Producent zaleca, aby pracował on w trybie dwukierunkowej wymiany danych, ale można też używać trybu jednokierunkowego za-

znaczając *Force compatibility mode*.

Następnie należy wybrać rodzaj emulacji i typ emulowanego procesora, jak to pokazano na rys. 7. Urządzenie, w którym procesor jest emulowany, musi mieć własne zasilanie. W niektórych przypadkach (np. w urządzeniach zasilanych napięciem niższym od +5V - w prezentowanym emulatorze od +2V do +4,6V) korzystnie jest zasilac procesor emulujący z tego samego źródła, co docelowe urządzenie.

Producent emulatora zamieścił w dokumentacji zestawu szczegółowy opis kolejności łączenia emulatora z docelowym układem oraz włączania zasilania. Przestrzeganie tej kolejności zapewnia poprawną inicjalizację, a potem właściwą pracę układu.

Po ustaleniu sposobu zasilania, kolejną czynnością jest ustawienie sposobu taktowania zegara emulowanego procesora, do czego służy pokazane na rys. 8 okno dialogowe, dostępne po wybraniu w menu opcji *Options>DevelopmentMode>Clock*.

MPLAB-ICE może korzystać z własnego zegara wewnętrznego zarówno przy zasilaniu z emulatora jak i z emulowanego układu. Alternatywą jest praca emulatora z sygnałem zegarowym wytwarzanym w emulowanym układzie. Emulator musi być wtedy zasilany z emulowanego układu. W polu *Actual Frequency* zakładki *Clock* (rys. 8) można odczytać zmierzoną częstotliwość taktowania, ale trzeba pamiętać, że jej pomiar jest obciążony pewnym błędem (ok. 3,5%).

Niektóre mikrokontrolery PIC mogą pracować z zewnętrzną pamięcią programu (m.in. PIC17C4X). Emulator może emulować ich pracę zarówno w trybie z pamięcią wewnętrzną jak i zewnętrzną. W tym drugim przypadku pamięć zewnętrzna może być fizycznie ulokowana w emulowanym układzie lub może być emulowana przez emulator.

Emulacja przebiega pod kontrolą programu MPLAB-IDE. Z jego poziomu można monitorować okna z zawartością wszystkich dostępnych pamięci: programu, danych, EEPROM, rejestrów SFR oraz wartości zmiennych zdefiniowanych w oknie *Watch* (rys. 9).

Podstawowe funkcje (spotykane w wielu innych emulatorach) udostępnione przez MPLAB-IDE to rozpoczęcie emulacji od bieżącego stanu licznika rozkazów (*run*), zatrzymanie emulacji (*halt*) i wyświetlenie wybranych informacji w punkcie zatrzymania. Dostępne jest także krokowe wykonywanie programu (*step*) i krokowe wykonanie programu z wykonywaniem podprogramów w czasie rzeczywistym (*step over*).

Jedną z najbardziej przydatnych funkcji emulatora jest możliwość ustawiania pułapek. W MPLAB-ICE można ustawić pułapki programowe w dowolnym miejscu programu.

Funkcje zaawansowane

Wszystkie dotychczas opisane funkcje bardzo pomagają w uruchamianiu urządzeń mikroprocesorowych, ale o możliwościach funkcjonalnych emulatora MPLAB-ICE stanowią funkcje zaawansowane.

Pierwsza taka funkcja umożliwia kompleksową obsługę i generowanie przerwania sprzętowego. Aby takie przerwanie mogło być wygenerowane, należy zdefiniować maksymalnie cztery zdarzenia. Zdarzeniem może być np. pobranie kodu rozkazu o określonym adresie, wpisanie, lub odczytanie pamięci danych itp. (rys. 10).

Możliwe są trzy kombinacje takich zdarzeń:

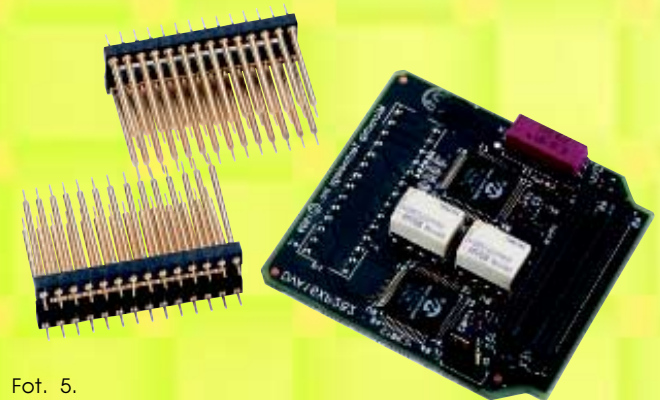
- *sekwencyjna* - czyli muszą zaistnieć kolejne zdarzenia: 1, 2, 3 i dopiero po czwartym jest generowane przerwanie,
- *wszystkie* - muszą zaistnieć wszystkie zdarzenia jednocześnie,
- *którekolwiek* - wystarczy jeżeli zaistnieje chociaż jedno zdarzenie.



Fot. 3.



Fot. 4.



Fot. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.



Rys. 8.

Oprócz wymienionych wyżej kombinacji jest dodatkowo możliwe definiowanie monitorowania upływu czasu, jaki upłynął pomiędzy kolejnymi zdarzeniami: wyzwalającymi i powodującymi zatrzymanie rejestracji w pamięci śladu. Rozpoczęcie czasu zliczania może być poprzedzone dwoma wcześniej zaistniałymi zdarzeniami.

Ostatnia funkcja polega na możliwości filtrowania pamięci śledzenia wykonywania programu. Funkcja ta jest przydatna w momencie, gdy jest wykonywana długa, nie interesująca nas, sekwencja programu i nie chcemy by została wpisana do pamięci.

Wszystkie wykonywane przez mikrokontroler czynności są wpisywane do pamięci

śledzenia wykonywania programu (*trace memory*). Okno wyświetlania zawartości tej pamięci zawiera szereg informacji pozwalających na dokładne prześledzenie wykonywanej sekwencji programu tzn.:

- numeru cyklu,
- adresu instrukcji,
- kodu instrukcji,
- etykiety (jeżeli istnieje) skojarzonej z adresem,
- podglądu zdeassembled instrukcji,
- adresu danej (jeżeli był do niej dostęp),
- wartość danej (j.w.).

Rodzaj wyświetlanych informacji można dowolnie modyfikować - wyświetlać tylko np. adres, kod instrukcji i zdeassembled instrukcję.

Przerwania zewnętrzne

Uzupełnieniem standardowego systemu przerwań jest możliwość zewnętrznego przerwania emulacji. Sygnały przerwań zewnętrznych podłączane są poprzez gniazdo *Logic Probes* (próbnika stanów logicznych). Z poziomu MPLAB-IDE określa się przy jakim zboczu przerwanie jest aktywne. Sygnały zewnętrzne w docelowym urządzeniu mogą w dowolnym momencie zatrzymać pracę emulatora, co pozwala śledzić przebieg wykonania programu aż do chwili zatrzymania.

Oprócz wejść przerwań zewnętrznych, na złączce *Logic Probes* wyprowadzono sygnał informujący o stanie pracy *run* lub zatrzymania *halt* emulowanego procesora oraz zasilanie +5V z możliwością obciążenia do 250mA. Istnieje też możliwość wygenerowania krótkiego impulsu wyzwalającego, pojawiającego się w momencie zaistnienia przerwania sprzętowego. Impuls ten również pojawia się na jednym z wyjść *Logic Probes*.

Na tym złączu jest jeszcze jedno wejście wyzwalające. Poziom wysoki na tym wejściu powoduje zamrożenie wpisywania do bufora śledzenia bez zatrzymywania procesora. Opadające zbocze wprowadza procesor w stan *halt*.

Emulator wyposażono w pole odczytowe dla operatora składające się z czterech diod LED:

- Oznaczona literą P sygnalizuje obecność i prawidłowość zasilania emulatora. Migotanie diody oznacza, że zasilanie nie jest prawidłowe.

W skład zestawu MPLAB-ICE 2000 wchodzi następujące elementy:

- ♦ emulator,
- ♦ zasilacz sieciowy,
- ♦ podręcznik.
- ♦ CD-ROM z dokumentacją i oprogramowaniem,
- ♦ kabel połączeniowy Centronics,
- ♦ przewód z końcówkami pomiarowymi przystosowany do złącza *Logic Probes*,
- ♦ uchwyt montażowy do emulatora.

Uwaga! Elementy adapterów dla konkretnych rodzin mikrokontrolerów nie wchodzi w skład zestawu - należy je zamawiać oddzielnie.

- Oznaczona literą E sygnalizuje nieprawidłowość włożenia modułu procesora.
- Oznaczona literą R sygnalizuje świeceniem, że procesor jest w stanie *run*.
- Oznaczona literą H sygnalizuje świeceniem, że procesor jest w stanie *halt*.

Podsumowanie

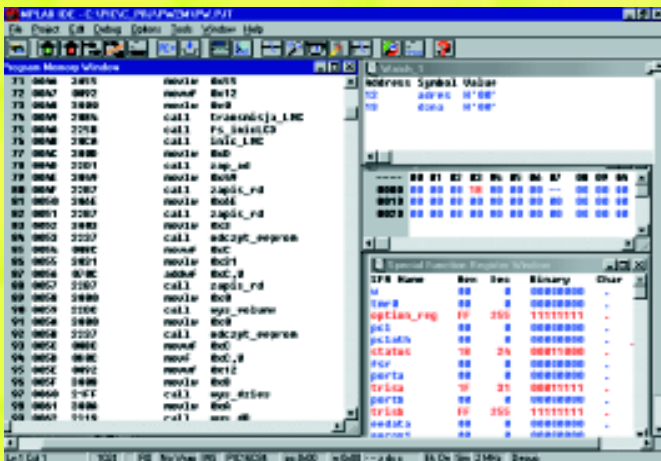
Jak wynika, z tego z konieczności skrótego opisu, MPLAB-ICE 2000 jest bardzo użytecznym i wszechstronnym narzędziem wspomagającym uruchamianie systemów mikroprocesorowych. Bezproblemowe używanie tak skomplikowanego narzędzia ułatwia obszerna i nienaganie przygotowana dokumentacja zawierająca opis emulatora MPLAB-ICE, pakietu programowego MPLAB-IDE, oraz asemlera wraz z linkerem i bibliotekarzem. Do zestawu dołączona jest też płyta CD-ROM z wersją instalacyjną MPLAB-IDE, kompletną dokumentacją w wersji elektronicznej, kartami katalogowymi produktów firmy Microchip oraz wersjami testowymi kompilatorów języka C.

O tym, jak bardzo jest przemyślana konstrukcja emulatora świadczy m.in. dołączenie do kompletu małego statywu, na którym można zamocować *Emulator Pod*. Taki mały drobiazg, ale może znacznie ułatwić połączenie z emulowanym układem.

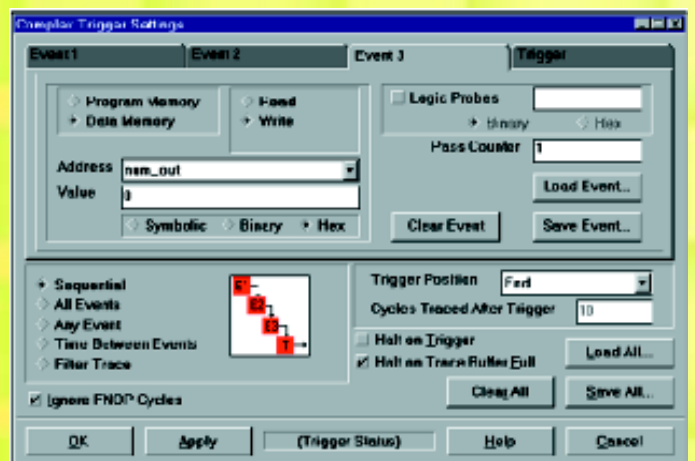
Tomasz Jabłoński, AVT
tomasz.jablonski@ep.com.pl

Dodatkowe informacje

Przedstawicielami Microchipa w Polsce są firmy: Future (tel. (22) 618-92-02), Gamma (tel. (22) 663-83-76) i Memec-Unique (tel. (32) 238-05-60).



Rys. 9.



Rys. 10.