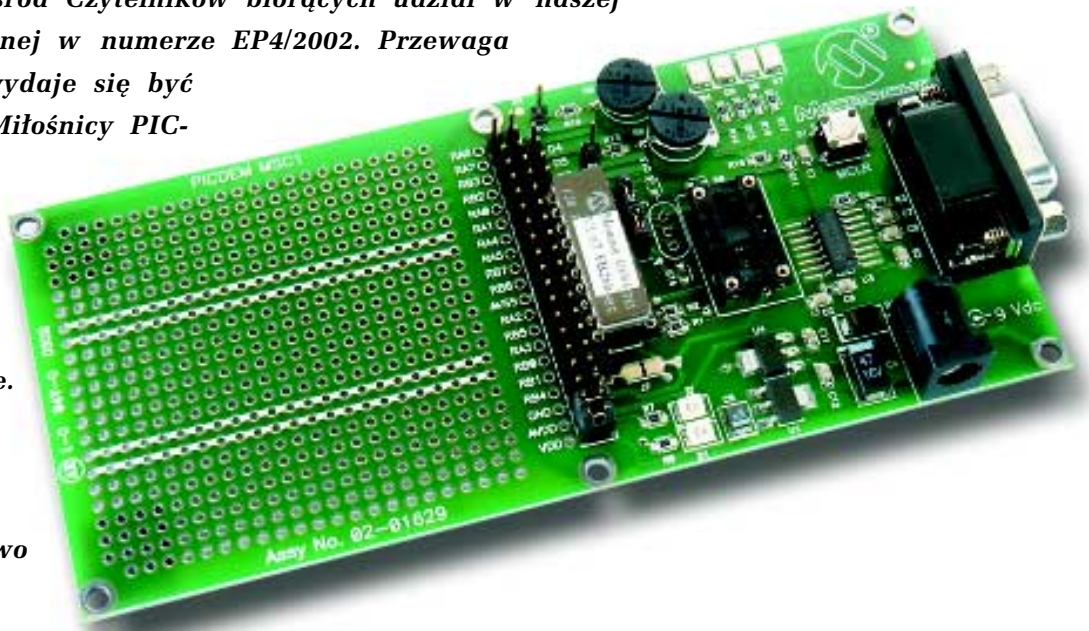


*MCS-51, AVR, Z8/Z8PLUS, ST62/72, PIC16 - taka jest kolejność najpopularniejszych mikrokontrolerów wśród Czytelników biorących udział w naszej ankiecie opublikowanej w numerze EP4/2002. Przewaga dwóch pierwszych wydaje się być niekwestionowana. Miłośnicy PIC-ów stanowią nieco poniżej 5% ankietowanych, a przecież są to mikrokontrolery naprawdę atrakcyjne. Tym, którzy ich jeszcze nie znają, proponujemy wykonanie stosunkowo prostego pierwszego kroku.*



## Zestaw ewaluacyjny **PICDEM MSC1**

Z mikrokontrolerami, to chyba jest trochę tak jak ze śledziami. Ja na przykład nie lubię śledzi. Zdecydowanie wolę pieczony schab. Jestem całkowicie o tym przekonany, tyle tylko, że... jeszcze nigdy w życiu nie miałem śledzia w ustach. Gdy sięgamy pierwszy raz po mikrokontroler, często wybieramy go w sposób dość przypadkowy, w każdym razie nie zawsze kierujemy się parametrami, jakimi dysponuje dany typ. Wydaje mi się, że w pewnym stopniu decyduje o tym po prostu moda. Do złożenia kuchennego minutnika sięgamy więc po RISC-owy procesor wykonujący rozkaz w jednym cyklu zegara, osiągający wydajność 1 MIPS-a, mający 22-bitowe słowo programu itd. tylko dlatego, że w tym sezonie cały świat tak właśnie robi. Jeśli już upieramy się przy zastosowaniu mikrokontrolera - a przecież urządzenie takie można równie prosto wykonać np. na nieśmiertelnych „trzech piątkach” - to czym jeszcze się kierujemy? Powiedzmy sobie szczerze - podobne zadania można faktycznie zrealizować stosując prawie dowolny mikro-

kontroler. Wybór zależy często od tego, który z nich leży właśnie na półce sklepowej, najlepiej w sklepie za rogim? Czy łatwo jest ściągnąć do niego niezbędne, najlepiej darmowe oprogramowanie? Wreszcie, czy nie będzie problemu z zaprogramowaniem „kości”, najlepiej programatorem mieszczącym się we wtyczce kabla komputerowego, który można samemu zmontować w pięć minut?

**Gdy sięgamy pierwszy raz po mikrokontroler, często wybieramy go w sposób dość przypadkowy, w każdym razie nie zawsze kierujemy się parametrami, jakimi dysponuje dany typ. Często decyduje o tym po prostu moda.**

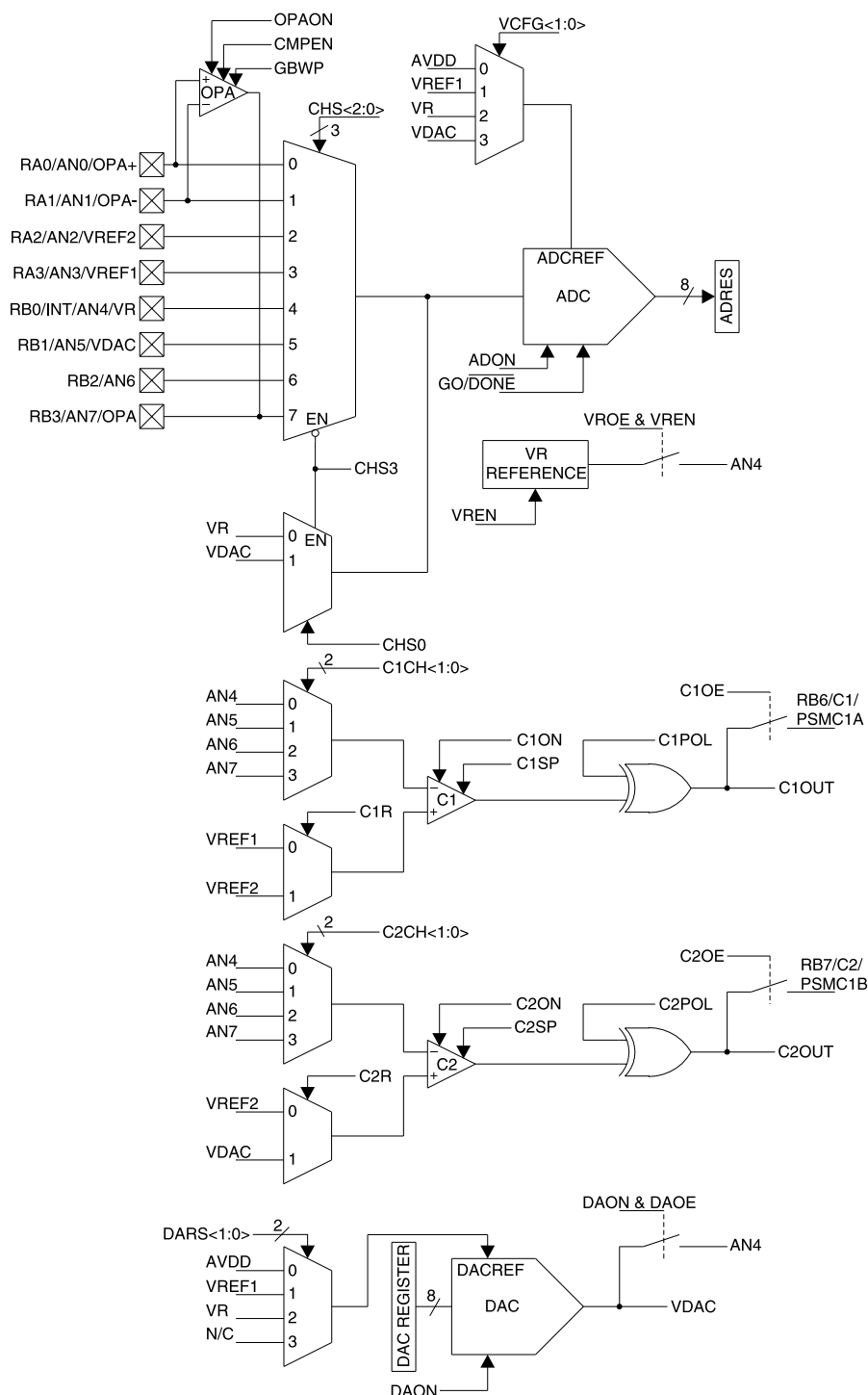
Ja jednak proponuję bardziej świadome podejście do zagadnienia, czyli bliskie spotkanie 3. stopnia z pewnym mikrokontrolerem. Będzie to zgodne z zasadą: „Jeśli nie spróbujesz, nie będziesz wiedział, jak smakuje”. Spróbujmy zatem wspólnie.

Regułą jest, że większość liczących się producentów podzespołów elektronicznych oferuje zestawy ewaluacyjne, dzięki którym nie wydając zbyt dużo pieniędzy użytkownik może zmierzyć się „oko w oko”

z produktem. Tak też jest w przypadku Microchipsa, znanego m.in. z mikrokontrolerów PIC. Otwieramy więc dość okazałe na pierwszy rzut oka pudełko z napisem *Microchip Development Tools*.

### Z czym się zapoznajemy?

W wielkim pudełku znajdujemy m.in. niewielką płytkę, przy użyciu której za chwilę będziemy mogli zapoznać się z mikrokontrolerem PIC16C781/782. Spełnia on kryteria obowiązującej mody - w pełni statyczny procesor RISC-owy, dysponujący 35 rozkazami z możliwością programowania w systemie. Jego najsilniejszą stroną jest dość duże bogactwo wbudowanych peryferiów: dwa timery/liczniki, 8-wyjściowy, 8-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy z wewnętrznym źródłem napięcia referencyjnego, 8-bitowy przetwornik cyfrowo-analogowy (który można skonfigurować jako typowy układ z wyjściem napięciowym lub wykorzystać jako programowane), wewnętrzny wzmacniacz operacyjny o programowanym wzmacnieniu, przydatny w wielu



Rys. 1. Multipleksowanie sygnałów analogowych w mikrokontrolerach PIC16C781/782

„analogowych“ zastosowaniach, podwójny komparator analogowy generujący przerwanie, źródło referencyjne, które może być wykorzystywane przez przetworniki A/C i C/A oraz jako źródło zewnętrzne o dopuszczalnej obciążalności do 5 mA, moduł PSMC (*Programmable Switch Mode Controller*) wykorzystywany do generacji przebiegów impulsowych na podstawie sprzężenia ana-

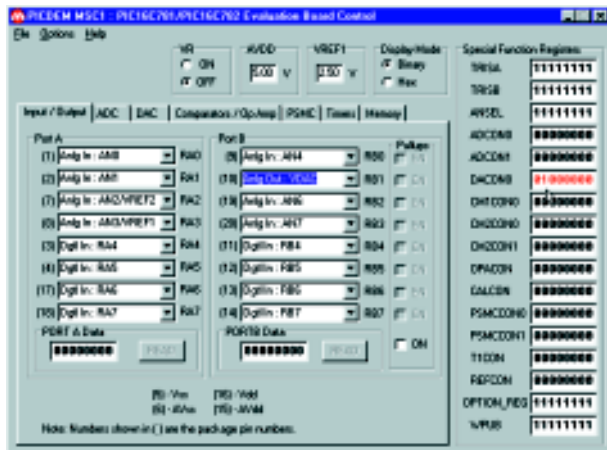
logowego. Typowym zastosowaniem PSMC może być układ PWM (*Pulse Width Modulation*) lub PSM (*Pulse Skip Modulation*). Jedyną, ale dość bolesną niedogodnością jest brak wbudowanego portu szeregowego. Jeśli w aplikacji użytkownika istnieje potrzeba zastosowania takiej transmisji, to musi być ona obsługiwana całkowicie programowo z wykorzystaniem portów ogólnego

przeznaczenia. Z tego względu porty RB4 i RB5 na płytce ewaluacyjnej są zarezerwowane dla programu PICDEM MSC1.

Po i tak skrótowym opisie słownym mogło się zakreślić w głowie, więc warto jeszcze spojrzeć na rys. 1. Przedstawiono na nim budowę wewnętrzną analogowej części mikrokontrolerów PIC16C781/782. Rysunek daje ponadto wizualne wyobrażenie o możliwościach konfiguracji układu. Nie jestem więc pewien, czy zawrót głowy jeszcze bardziej się nie powiększył. Wszystko co widzimy zamknięto w 20-nóżkowej obudowie. Układy PIC16C781 i PIC16C782 mogą być tymi wymarzonymi do wielu prostych, „analogowych“ aplikacji. Zachęcam do dokładniejszego zapoznania się z notami katalogowymi. Są one dostępne pod adresem <http://www.microchip.com/download/lit/pline/pic-micro/families/16c78x/41171a.pdf>, a także na CDROM-ie zawartym w zestawie ewaluacyjnym. Właściwie po ich lekturze wszystko powinno być jasne, nie często bowiem podobne dokumenty są opracowywane tak przejrzysto, jak czyni to Microchip. Wiem, wiem, Czytelnicy oczekują mimo wszystko działań praktycznych, a więc do dzieła.

## Zaczynamy

Przed rozpoczęciem prób trzeba zainstalować dołączony na CDROM-ie program *PICDEM MSC1*. Jest to w istocie graficzny interfejs umożliwiający konfigurację mikrokontrolera zamontowanego na płytce (rys. 2). Instalacja jest bardzo prosta, nie powinna więc stwarzać żadnego kłopotu. Płytkę ewaluacyjną została pomyślana tak, żeby użytkownik mógł jak najlepiej zapoznać się ze wszystkimi blokami funkcjonalnymi mikrokontrolera. W tym celu jedną połowę płytki przeznaczono dla mikrokontrolera wraz z niezbędnym otoczeniem, druga zaś to uniwersalne pole montażowe, na którym można szybko przygotować własny fragment układu testowego. Po środku, na złączu szpilkowym udostępniono wszystkie wyprowadzenia mikrokontrolera. Można je łączyć ze sobą przy pomocy dołączonych do zestawu specjalnych kabelków. Są też dwie szpilki wyprowadzające suwaki potencjometrów montażowych umieszczonych na płytce. Przydadzą się na pewno do prób z przetwornikami analogowo-cyfrowymi i cyfrowo-analogowymi.



Rys. 2. Okno konfiguracji wejść i wyjść mikrokontrolera

Trzeba jednak w tym miejscu skrytykować projektanta płytki, który umieścił potencjometry zbyt blisko siebie, przez co jeden z suwaków został zablokowany mechanicznie. Rozwiązaniem było dopiero dość brutalne odgięcie jednego z nich.

Do prób można wykorzystywać ponadto cztery diody świecące. Aby mogły zaświecić, trzeba je wcześniej połączyć z odpowiednimi wyprowadzeniami procesora lub napięcia dodatkiego. Do testowania układów czasowych można wykorzystywać wewnętrzny oscylator RC mikrokontrolera, zewnętrzny oscylator scalony pod który przewidziano specjalną podstawkę lub dołączyć zewnętrzny rezonator kwarcowy. Rezonator musi być przylutowany razem

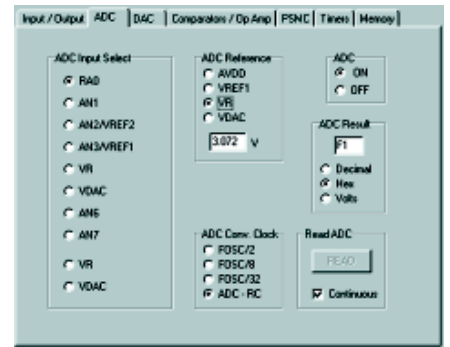
**Mikrokontroler PIC16C781/782 spełnia kryteria obowiązującej mody - w pełni statyczny procesor RISC-owy, dysponujący 35 rozkazami z możliwością programowania w systemie. Jego najsilniejszą stroną jest duża liczba wbudowanych peryferiów.**

wał komunikacja z PC-tem. Czylnymy to, wybierając z menu opcje *Options>Communications Setup...*, a następnie zaznaczając odpowiednią pozycję. Transmisja jest inicjowana po wybraniu *Options>Enable Eval Board*. Najczęściej towarzyszy temu zauważalna regeneracja widocznych ustawień. Koncepcja pracy z progra-

z dwoma kondensatorami, tak jak w klasycznych rozwiązaniach. Teraz, gdy wszystko już wiemy o płytce, możemy połączyć nasz starter kit z komputerem oraz włączyć zasilanie. Szkoda tylko, że w dużym pudełku zabrakło odpowiedniego zasilacza. Dla praktyków nie powinno to jednak stanowić problemu.

**Próby**

Jeśli po załączeniu zasilania zapaliły się dwie lampki D1 i D2, oznacza to, że wszystko jak na razie działa prawidłowo. Po pierwszym uruchomieniu programu PICDEM MSC1 trzeba wskazać port szeregowy, poprzez który będzie się odby-

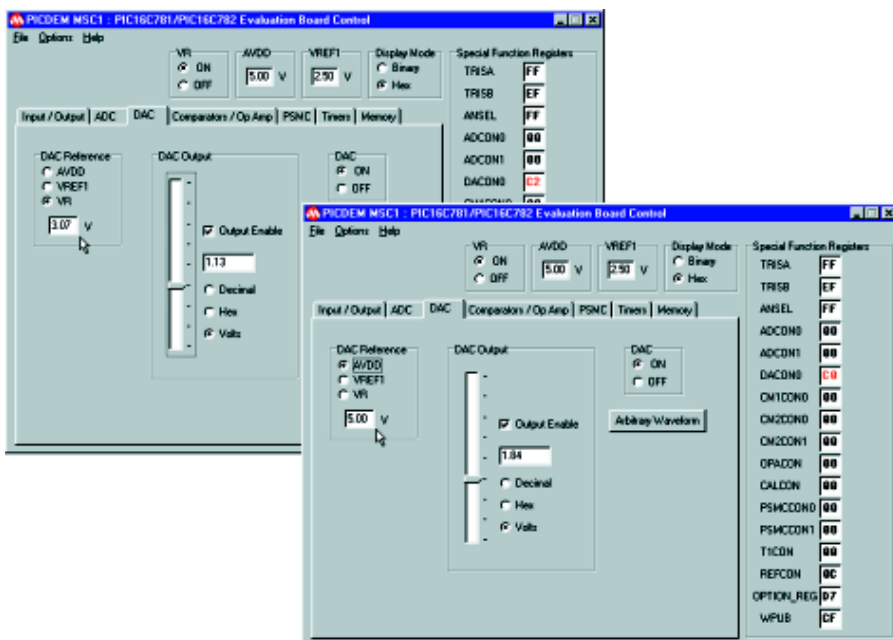


Rys. 4. Przykładowa konfiguracja ADC

mem *PICDEM MSC1* polega na zmianianiu konfiguracji mikrokontrolera za pomocą list rozwijanych, pól dialogowych oraz tzw. radioprzycisków i jednoczesnym obserwowaniu wpływu ustawień na działanie układu. Jakakolwiek zmiana dowolnego parametru powoduje natychmiastową zmianę wartości odpowiedniego rejestru lub rejestrów SFR. Aby ułatwić użytkownikowi wychwycenie, zmian, nowe wartości rejestrów zostają wyświetlona kolorem czerwonym. Przykładowo skonfigurowanie portu RB1 jako wyjście

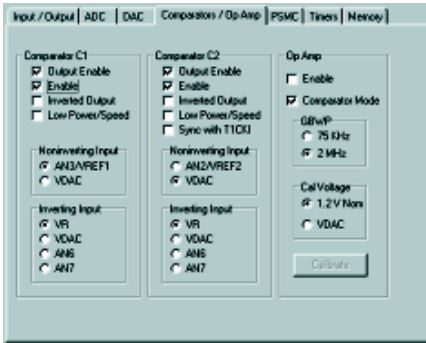
przetwornika C/A powoduje ustawienie bitu numer 6 w rejestrze *DA-CON0*. Sytuację tę przedstawiono na rys. 2. Niestety nie da się tego zrobić w drugą stronę. Program nie przyjmuje bezpośredniej zmiany wartości rejestrów SFR. Wartość rejestrów może być wyświetlana w formacie binarnym lub szesnastkowym, natomiast stan przetwornika C/A można odczytywać dziesiętnie, szesnastkowo lub bezpośrednio w woltach. Warto zauważyć, że wartość napięcia na wyjściu przetwornika C/A zmienia się po zmianie źródła referencyjnego przy niezmienionym położeniu suwaka (rys. 3). Pamiętając, że wejście RA3 może być skonfigurowane jako wejście zewnętrznego napięcia referencyjnego, uzyskujemy przetwornik C/A o praktycznie dowolnym zakresie pracy (ograniczonym jedynie wartościami dopuszczalnymi).

Łatwość obsługi przetwornika analogowo-cyfrowego jest urzekająca. Spektakularnym tego przykładem jest propozycja wykonania generatora arbitralnego. Przypomnijmy, że jest to generator wytwarzający przebieg prawie dowolnego kształtu, zależnego jedynie od inwencji i pracowitości człowieka. Żądany przebieg należy rozpisac na 8-bitowe próbki (liczby całkowite z przedziału 0...255



Rys. 3. Przykładowa konfiguracja DAC

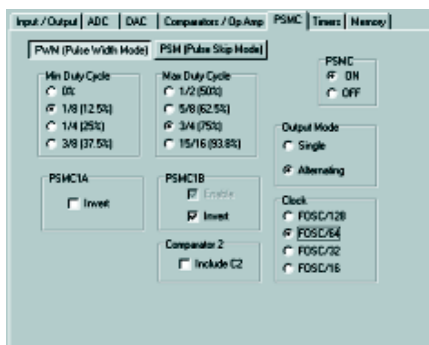




Rys. 5. Przykładowa konfiguracja komparatorów i wzmacniacza operacyjnego

oddzielane znakiem nowej linii, maksymalnie można użyć 80 próbek), a następnie zapisać je w zwykłym pliku tekstowym. Po ich wczytaniu do mikrokontrolera i odpowiednim skonfigurowaniu przetworników i timerów uzyskujemy możliwość generacji tak zaprojektowanego przebiegu. W programie *PICDEM MSC1* uwzględniono predefiniowany kształt sinusoidy i trójkąta. Na dysku umieszczono również plik z przykładowym kształtem sinusoidy z dużą zawartością harmonicznych. Czasami dojście do ostatecznych wyników bywa poprzedzone wielokrotnymi próbami oraz poprawnym skonfigurowaniem wielu układów peryferyjnych. Aby nie powtarzać wszystkich kroków w innej sesji, umożliwiono zachowywanie ustawień w pliku dyskowym i oczywiście późniejsze ich odczytywanie.

Elementy regulacyjne poszczególnych bloków funkcjonalnych mikrokontrolera



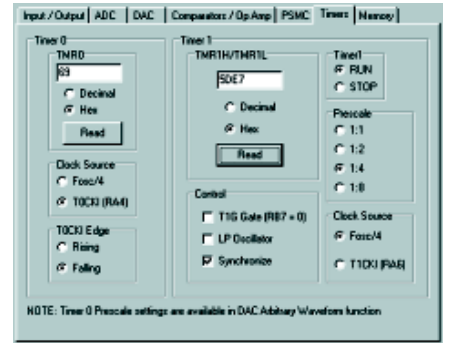
Rys. 6. Przykładowa konfiguracja PSMC

ra zgrupowano w programie *PICDEM MSC1* w oddzielnych zakładkach (rys. 2). Są to: *Input/Output*, *ADC*, *DAC*, *Comparators/OpAmp*, *PSMC*, *Timers* i *Memory*. Ich znaczenie jest oczywiste, a metody „strojenia” bardzo intuicyjne. Ewentualne wątpliwości dotyczące działania poszczególnych komponentów lub rejestrów SFR mikrokontrolera należy wyjaśniać w nocie katalogowej. Można powiedzieć, że opanowanie możliwych kombinacji ustawień każdej z zakładek jest równoznaczne z poznaniem - i to dokładnym - budowy układów PIC16C781 i PIC16C782. Jak widać, opisywany starter kit posiada duże walory edukacyjne. Trudno w ramach artykułu omówić wszystkie możliwości zestawu. Przykłady konfiguracji poszczególnych bloków mikrokontrolera przedstawiono na rys. 4 do 8.

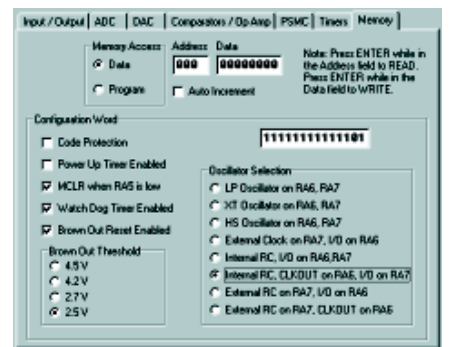
### Czy była to tylko zabawa?

Program *PICDEM MSC1* wraz z płytką ewaluacyjną powinien spodobać się wszystkim tym, którzy lubią kręcić gałkami i naciskać przyciski. Zestaw według mojej oceny świetnie prezentuje mikrokontrolery PIC16C781/782, tym samym spełnia powierzone mu zadanie. Oprócz zabawy jest też pewna bardzo praktyczna korzyść. Jest to generator kodu inicjującego, który można później wykorzystać we własnym programie. Kod ten jest zapisywany w plikach \*.inc i zawiera rozkazy niezbędne do skonfigurowania mikrokontrolera we własnej aplikacji, zgodnie z ustawieniami w programie *PICDEM MSC1*. Zapis następuje po wybraniu opcji *File->Generate Code...*, po wcześniejszym odpowiednim skonfigurowaniu mikrokontrolera zestawu ewaluacyjnego i wybraniu stosownych opcji w zakładce *Memory*. Czy jest to dobra metoda, czy nie, to kwestia własnej oceny. Ja na przykład nie lubię, gdy komputer robi za mnie coś, co z powodzeniem mógłbym zrobić sam.

Mikrokontrolery PIC16C781/782 to układy przeznaczone raczej do sprzętu powszechnego użytku. Raczej trudno byłoby zbudować na nich precyzyjny sprzęt pomiarowy.



Rys. 7. Przykładowa konfiguracja timerów



Rys. 8. Przykładowa konfiguracja pamięci

Nie zapomnijmy jednak, że są to układy coraz powszechniej stosowane w najrozmaitszych urządzeniach, nawet takich, w których procesor wydawałby się do niedawna armatą na wróble. Pozycja wspomnianych wcześniej „555” wydaje mi się nieco zagrożona. Ciekawe, czy układ ten wytrzyma dłuższą konkurencję z mikrokontrolerami. Mając za przeciwnika PIC-e może nie być wesoło.

Na zakończenie muszę się przyznać do jeszcze jednej swojej słabości. Do niedawna nie lubiłem nie tylko śledzi. Ale do nie dawna. W związku z tym poprosiłem właśnie żonę, żeby zakupiła rolmopsy.

**Jarosław Doliński, AVT**  
[jaroslaw.dolinski@ep.com.pl](mailto:jaroslaw.dolinski@ep.com.pl)

**Dodatkowe informacje**

Dystrybutorzy firmy Microchip w Polsce:

- Future Electronics, tel. (22) 618-92-02,
- Gamma, tel. (22) 862-75-00, [www.gamma.pl](http://www.gamma.pl),
- Unique Memec Polska, tel. (32) 238-03-41, [www.atest.com.pl](http://www.atest.com.pl).