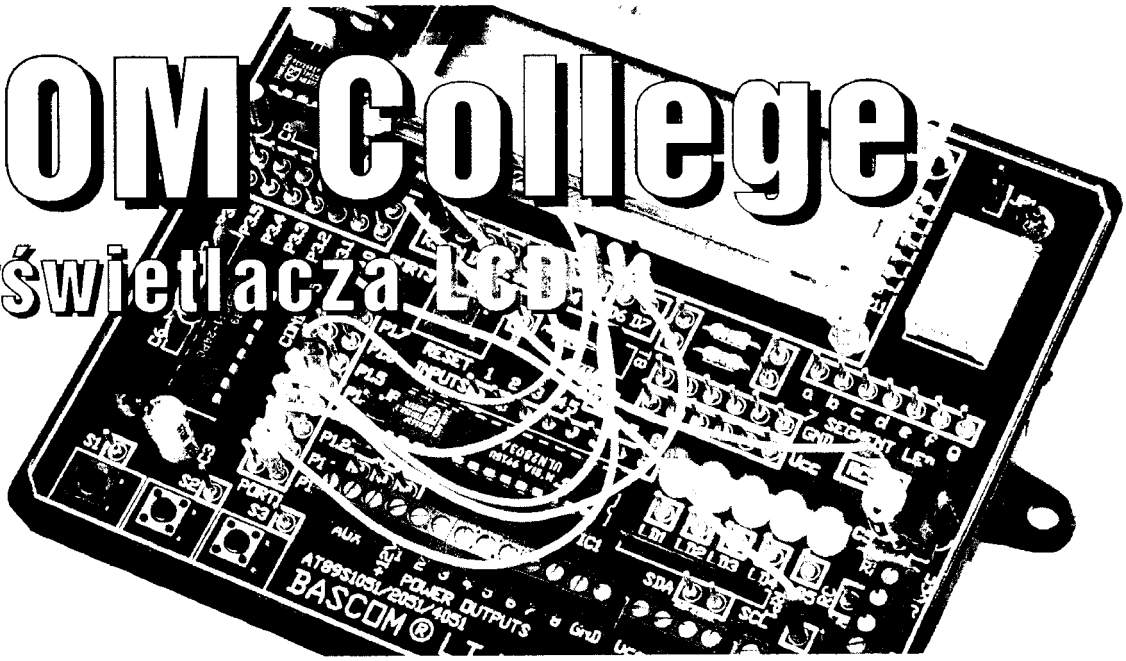
BASCOM College

Obsługa wyświetlacza LCD

Wykład 2



Z ostatniej chwili

1. BASCOM 8051 Demo "Special Edition for Elektronika Praktyczna" dla BASCOM College!
Otrzymaliśmy wspaniały prezent! Mark Alberts, mój Serdeczny Przyjaciel z Holandii i autor BASCOM-a zezwolił na udostępnienie studentom BASCOM College najnowszej edycji swojego programu. Pakiet ten, będący wynikiem współpracy redakcji EP z MCS Electronics, jest pełną wersją profesjonalnego BASCOM-a 8051 z jednym ograniczeniem: długość kodu wynikowego nie może przekraczać 2kB. A więc w przypadku procesorów 89C2051 ograniczenie to nie ma najmniejszego znaczenia! Już od paru dni ta wersja BASCOM'a jest do ściągnięcia ze strony Elektroniki Praktycznej
Uwaga: ponad 3 MB!

2. Do pakietu BASCOM 8051 Demo dodane zostało (na usilne prośby niżej podpisanego) nowe polecenie: SERVO [pin, angle of rotation] (pin, kąt obrotu). Umożliwia ono bezproblemowe sterowanie serwomechanizmami modelarskimi. Nowa wersja BASCOM 8051 "Special Edition for Elektronika Praktyczna" została już umieszczona na FTP Polecenie SERVO umożliwia zrealizowanie obsługi serwomechanizmów w banalnie prosty sposób, a tym samym otwiera nam drogę do budowy mikroprocesorowych układów zdalnego sterowania.

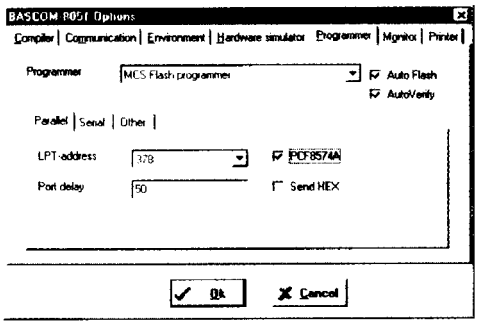
3. Dodane zostało także nowe polecenie: GETAD2051, umożliwiające odczyt wartości napięcia z wyprowadzenia P1.1 procesora AT89C2051. Konieczne jest jedynie dodanie do projektowanego układu dwóch rezystorów i jednego kondensatora. Polecenie jest obecnie w okresie testowania, ale jest już dostępne w BASCOM 8051 "SEfEP", jako wersja Beta. Po przetestowaniu tego nowego polecenia natychmiast przekażę Wam bardziej szczegółowe informacje.

4. Mark kończy obecnie pracę nad kolejnym interesującym poleceniem: PWM (Pulse Width Modulation - modulacja szerokości impulsu). Najprawdopodobniej będzie nim zmodyfikowane polecenie SERVO.

Z wielką przyjemnością witam studentów BASCOM College na kolejnym, drugim już wykładzie. Zanim jednak zajmiemy się omawianiem nowego materiału, musimy jeszcze na chwilę powrócić do poprzedniego wykadu, na którym omawialiśmy instalację i wstępną konfigurację pakietu BASCOM 8051 Demo.

BASCOM to bardzo rozbudowany program, i podczas omawiania jego konfiguracji nietrudno pominąć jakiś istotny szczegół. Tym razem zapomnieliśmy (wyborne jest to "śmy"!) o niezwykle ważnej opcji, której nieprawidłowe ustawienie może spowodować niemożność korzystania z programatora i emulatora sprzętowego. Mam tu na myśli opcję "**PCF8574A**" w panelu konfigurowania parametrów programatora (**rys.1**).

Dlaczego jednak zaznaczenie lub pominięcie tej opcji jest tak ważne? Otóż, układy PCF8574, które stanowią podstawowe elementy składowe zarówno programatora MCS Flashprogrammer, jak i emulatora sprzętowego, produkowane są w dwóch wersjach: PCF8574 i PCF8574A. Zasada działania obydwu wersji jest identyczna, a różnica polega na innym adresie bazowym każdej z nich. Z kostkami PCF8574 będziemy mieli jeszcze wiele do czynienia i w najbliższym czasie zaprezentuję Wam ich szczegółowy opis. Na razie jednak wystarczy nam powyższa informacja i świadomość, że przed rozpoczęciem programowania procesorów lub korzystania z emulatora sprzętowego musimy sprawdzić, jakiego typu układy zostały umieszczone w programatorze i emulatorze.



Rys. 1

Najczęściej będą to kostki serii PCF8574, i nie musimy wtedy wprowadzać jakichkolwiek zmian w konfiguracji programu,. W przeciwnym wypadku zaznaczamy "ptaszkiem" opcję "PCF8574A".

Przy okazji bardzo ważna uwaga, dotycząca wykonywanych przez Was układów programatora i emulatora sprzętowego:

Zarówno w emulatorze, jak i w programatorze niedopuszczalne jest stosowanie kostek PCF8574 różnych typów. W kitach dostarczanych przez AVT warunek ten będzie oczywiście spełniony, ale Koledzy, kompletujący części do tych układów we własnym zakresie, powinni zwrócić baczną uwagę na typ kostek PCF8574. Nie zalecam również stosowania innych układów w emulatorze, a innych w programatorze. Urządzenia będą wprawdzie działać poprawnie, ale konieczność ustawicznego zmieniania konfiguracji oprogramowania może okazać się denerwująca.

No tak, rachunek sumienia mamy już za sobą i możemy rozpocząć kolejny wykład

BASCOM College. Na początek kilka uwag o ogólnym charakterze.

Długo zastanawiałem się, w jaki sposób prowadzić wykłady w naszym college'u, i jaki przygotować program nauczania. Początkowo kolejność wykładów wydawała mi się oczywista: najpierw przerobimy teorię, zapoznamy się z poleceniami i składnią używanego dialektu BASICA (dalej będę go nazywał po prostu MCS BASIC), omówimy zasady pisania programów i wreszcie weźmiemy się za ćwiczenia praktyczne. Taki, skonstruowany "po bożemu" harmonogram zajęć stosowany jest w większości szkół, i wydawał mi się odpowiedni także dla BASCOM College. Miałem jednak niezwykle nieprzyjemną wizję: wyjące syreny karetek pogotowia ratunkowego, ostre pogotowie na OIOM-ach szpitali, do których przywożono by moich, zanudzonych na śmierć Czytelników! Tak więc postanowiłem całkowicie zmienić program zajęć i przyjąć następujące trzy zasady: praktyka, praktyka i jeszcze raz praktyka. Od samego początku weźmiemy przysłowiowego byka za przysłowiowe rogi i już na pierwszej lekcji napiszemy pierwsze, użytkowe programy, przetestujemy je za pomocą emulatorów, a także zaprogramujemy nasz pierwszy procesor! Bełkotliwego, nie prowadzącego do praktycznych wniosków, pseudonaukowego teoretyzowania było już w niektórych pismach dla elektroników zbyt wiele!

Przyjmując taką koncepcję prowadzenia wykładów w BASCOM College muszę liczyć na Waszą pomoc, Drodzy Czytelnicy. Bardzo proszę, sygnalizujcie mi, czego nie rozumiecie, jakie sprawy są dla Was niejasne i jakie tematy należałoby w pierwszej kolejności omówić na następnych wykadach. Nie mogę ręczyć, że odpowiem indywidualnie na każdy przesłany e-mailem (zbigniew.raabe@edw.com.pl) list, ale z pewnością każdy przeczytam i wyciągnę z niego, mam nadzieję, że właściwe i konstruktywne, wnioski.

Niech Was jednak, Drodzy Czytelnicy, nie zmyli żywy, a nawet żywiołowy (czyli zgodny z moim charakterem) program i styl lekcji, który łatwo może się kojarzyć nawet z chaosem. Otóż chaos generowany przeze mnie jest do pewnego stopnia uporządkowany, czyli w tym szaleństwie jest metoda. A klucz do zrozumienia założeń metodycznych BASCOM College jest następujący. Wyróżniam trzy gatunkowo różne jednostki lekcyjne:

- wykład
- ćwiczenie
- aplikacja

Wykład zawiera podstawy teoretyczne, uporządkowane wokół pewnych klas problemów.

Ćwiczenie też zawiera wiele informacji podstawowych, ale podawanych w postaci komentarzy czy dygresji, niejako przy okazji rozwiązywania konkretnych zadań praktycznych. Zadania praktyczne mogą być rozwiązywane programowo lub przy pomocy narzędzi hardware'owych, tj. emulatora lub płytki testowej „A". Jeśli tematem ćwiczenia wykonanego na płytce testowej jest jakiś użyteczny układ (zegar, przyrząd pomiarowy, itp.), to równocześnie proponujemy wykonanie tego układu na specjalnie dla niego zaprojektowanej płytce drukowanej, dostępnej w ofercie kitów AVT. Oczywiście, jest to tylko propozycja, dla celów dydaktycznych wystarczy pobawić się tym układem na płytce testowej.

Aplikacja jest to projekt konkretnego urządzenia zaprojektowanego przy pomocy BASCOM-a i wykonanego na specyficznej płytce drukowanej, dostępnej w ofercie kitów AVT.

Aplikacje będą publikowane w serii "Elektronika 2000". Student BASCOM College nie musi praktycznie wykonywać aplikacji, ale powinien uważnie je przestudiować, gdyż nic tak nie utrwala wiedzy teoretycznej, jak przerabianie przykładów praktycznych.

Na zakończenie tego przydługiego wstępu chciałbym przekazać Wam pozdrowienia od twórcy programów BASCOM - Marka Albertsa, który jest także honorowym Prezesem BASCOM Club-u, utworzonego przez redakcję Elektroniki Praktycznej.

Ponieważ MCS Electronics i niżej podpisany dopiero "nabierają rozpędu" w pracach związanych z doskonaleniem BASCOM-a, mam dla Was jedną radę. Jeżeli macie taką możliwość, to zaglądajcie jak najczęściej na stronę: www.ep.com.pl!

Niezależnie od informacji przekazywanej poprzez Internet, będziemy zawsze informować Was na łamach EdW o wprowadzonych do BASCOM-a zmianach i uzupełnieniach. Pamiętajcie także, że wszelkie zmiany dokonywane są według zasady "kompatybilności w dół" i że w związku z tym każdy program napisany na wcześniejszej wersji BASCOM-a będzie pracował poprawnie na kolejnych jego upgrade'ach.

Polecam Wam także stronę:
http://www.grote.net/bascom/maillist.html,
na której umieszczone jest archiwum listy dyskusyjnej użytkowników pakietu BASCOM. Jest to kopalnia informacji i znakomita droga do konsultowania swoich doświadczeń z bardziej doświadczonymi kolegami. Warto też zapisać się na BASCOM-MAILIST (korespondencja oczywiście w języku międzynarodowym). Aby zostać subskrybentem tej listy, wystarczy wysłać e-maila na adres: mailto:bascom-request@grote.net **z dopiskiem "SUBSCRIBE" (w tekście!)**

Dear reader,

We share the same passion for electronics. And also for reading about it.

We probably also share the 'computer hobby'. Reading about electronics is exciting but working with it is even more exciting!

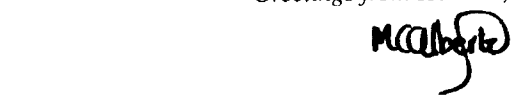
My good friend Zbigniew started with little knowledge about programming and already created some fine electronic devices.

I have tried to make your first steps into programming easy when I designed BASCOM. So even when you have never programmed before you will be able to create some nice microprocessor applications. I created a special DEMO edition of BASCOM-8051 for you that can create programs up to 2KByte. This is enough for most applications and it is the size that fits into an AT89C2051.

Try the simple samples that are provided with BASCOM to see what they do and try to extend the samples.

I wish you much joy with reading the articles about BASCOM and of course I wish you fun with BASCOM.

Greetings from Holland,



Mark Alberts
MCS Electronics

Obsługa wyświetlaczy alfanumerycznych LCD

Nie bez ważnych powodów wybrałem obsługę wyświetlaczy alfanumerycznych na temat drugiego wykładu BASCOM College. Po pierwsze, jest to niezwykle spektakularny popis możliwości BASCOM-a. Obsługa wyświetlaczy realizowana w asemblerze jest dość skomplikowana, a już definiowanie polskich znaków narodowych to prawdziwa tragedia. Po drugie, wyświetlacz alfanumeryczny jest w naszym systemie podstawowym narzędziem do obrazowania informacji przetworzonej przez procesor i im prędzej uzyskamy do tego narzędzia dostęp, tym lepiej. Po trzecie, możliwość wyświetlania najróżniejszych informacji pobieranych z wnętrza pracującego procesora jest niezwykle użyteczną pomocą podczas pisania programów, nawet tych, które nie korzystają później z tego typu obrazowania danych.

A więc, zaczynamy! Uruchamiamy program BASCOM i otwieramy okienko edycji programu (klikając na "FILE" i "NEW").

Podstawowym poleceniem służącym obsłudze wyświetlacza alfanumerycznego jest:
LCD [zmienna (*) lub tekst]

Objaśnienie:

Zmienne są identyfikowane przez nadane im dowolne nazwy i reprezentują wartości używane przez program. W języku MCS BASIC możemy stosować następujące typy zmiennych:

Bit - wartość 1 lub 0

Byte - 1 bajt, wartość z zakresu 0 - 255

Integer - 2 bajty, wartość z zakresu -32768 do ++32767

Word - 2 bajty, wartość z zakresu 0 do 65535

Long - 4 bajty, wartość z zakresu - 2147483648 do +2147483647

Single - 4 bajty, wartość z zakresu 0 do 2147483647

String - zmienna tekstowa, do 254 bajtów

Poprzez deklarację zmiennej zawiadamiamy kompilator o zamiarze jej użycia. Kompilator całkowicie automatycznie rezerwuje sobie w pamięci RAM procesora miejsce przeznaczone na umieszczenie potrzebnej nam zmiennej.

Wynika z tego, że już przed zadeklarowaniem zmiennych musimy przewidzieć, jaka będzie ich wartość. Nie martwmy się jednak możliwością ewentualnej pomyłki! W przypadku przekroczenia zadeklarowanej wartości zmiennej, "mądry" kompilator wyśle nam odpowiednie ostrzeżenie i pozwoli na zadeklarowanie zmiennej o większej dopuszczalnej wartości.

Nazwa zmiennej może mieć długość do 255 znaków i może zawierać wszystkie znaki dostępne z klawiatury. Nazwa zmiennej nie może być słowem zastrzeżonym, czyli będącym poleceniem języka MCS BASIC. Spis słów zastrzeżonych znajdziemy w helpie (rozdział "RESERVED WORDS")

Zmienne deklarujemy, czyli zawiadamiamy kompilator o zamiarze ich użycia za pomocą polecenia:

DIM zmienna AS [BIT, BYTE, INTEGER, WORD. LONG, SINGLE LUB STRING]

Bardzo ważna uwaga!

W powszechnie stosowanych interpreterach BASIC-a nie ma potrzeby deklarowania każdej zmiennej ani tablic, jeżeli liczba zawartych w nich zmiennych nie przekracza 10. Natomiast w dialekcie MCS BASIC musimy koniecznie zadeklarować *KAŻDĄ* zmienną. Jest to logiczna konsekwencja konieczności maksymalnego oszczędzania obszaru pamięci zajmowanej przez zmienne.

Napiszmy zatem:

LCD "Elektronika dla Wszystkich"

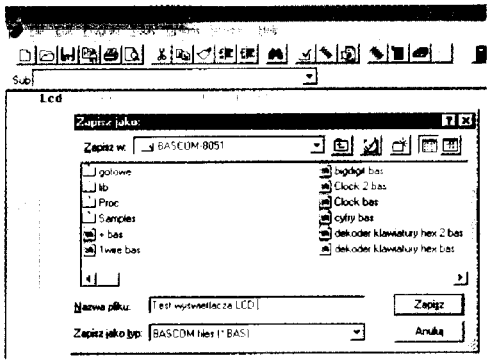
Tak, Moi Drodzy, to co napisaliśmy jest PROGRAMEM MIKROPROCESOROWYM! Chyba najprostszym z możliwych, ale dającym się skompilować(*) i wykonać.

Objaśnienie:

Kompilacja programu

Program, obojętne czy komputerowy, czy przeznaczony do umieszczenia w procesorze, piszemy w mniej lub bardziej "ludzkim" języku, w naszym przypadku w MCS BASIC. Przed umieszczeniem w pamięci procesora program taki musi zostać skompilowany, czyli "przetłumaczony" na język zrozumiały dla procesora - kod maszynowy.

A zatem do dzieła, zobaczymy jak działa ten śmiesznie prosty programik. Na szczęście w BASCOM-ie kompilacja programu odbywa się całkowicie automatycznie, po naciśnięciu klawisza F2 lub kliknięciu myszką "PROGRAM" i "COMPILE". Jednak po naciśnięciu klawisza F2 okazuje się, że BASCOM czegoś od nas jeszcze potrzebuje. Żąda mianowicie podania nazwy pliku (jeżeli jeszcze do tej pory jej nie nadaliśmy). Wpisujemy zatem w okienku "Nazwa pliku" (**rys.2**) całkowicie dowolną nazwę, klikamy "Zapisz" i po chwili nasz program jest już skompilowany. Na dysku zostały utworzone odpowiednie pliki, ale ich zawartość w tej chwili kompletnie nas nie obchodzi.



Rys. 2

Zobaczmy teraz, jak działa nasz pierwszy programik. Programowanie w tym celu procesora byłoby zupełnym nonsensem i dlatego posłużymy się jednym z najlepszych narzędzi, jakie oddaje nam do dyspozycji BASCOM - emulatorem programowym (*).

Objaśnienie:

Emulator programowy jest narzędziem, za pomocą którego możemy w **pewnym zakresie** przetestować napisany program. Emulator programowy nie zapewnia jakiegokolwiek kontaktu ze światem zewnętrznym, co nieco ogranicza jego stosowanie. Niemniej, za pomocą emulatora BASCOM-a możemy sprawdzić działanie wielu funkcji, w tym wszystkich poleceń odnoszących się do obsługi wyświetlaczy alfanumerycznych.

Tu także wystarczy naciśnięcie jednego klawisza - F2 i natychmiast otwiera się przed nami nowe okienko, pełne jak na razie niezbyt zrozumiałych przycisków (**rys. 3**). Nie przejmujmy się jednak, za chwilę wszystko stanie się jasne i zrozumiałe.

Po otwarciu okienka symulatora musimy w pierwszej kolejności wybrać typ symulacji, którą będziemy przeprowadzać. Na razie nie ma konieczności dołączania do komputera symulatora sprzętowego, tak więc naciskamy przycisk , włączający emulator programowy.

No tak, pojawiło się kolejne okienko, a na nim same wspaniałości. Wiemy już, jakie procesy zachodzące w badanym układzie możemy przetestować za pomocą emulacji programowej:

✔ Możemy obserwować stan wyświetlacza alfanumerycznego dołączonego do procesora, a ponadto możemy stosować aż kilka typów wyświetlaczy.

✔ Możemy także śledzić stany logiczne pojawiające się na wszystkich wyjściach procesora (w obecnej wersji BASCOM-a dotyczy to tylko portów występujących w procesorach podrodziny '8051, ale w przygotowaniu jest kolejna modyfikacja programu pozwalająca na emulację programową (a także sprzętową) czterech portów dowolnego procesora '51, za pomocą emulatora "Elektronika Praktyczna Simulator")

✔ Sympatycznym dodatkiem w okienku symulatora jest ... wyświetlacz siedmiosegmentowy LED. Jeżeli taki element będzie używany w badanym układzie, to po skonfigurowaniu jego wyprowadzeń możemy śledzić pojawiające się na wyświetlaczu cyfry.

Próby z emulatorem programowym rozpoczniemy od wybrania rodzaju stosowanego wyświetlacza alfanumerycznego LCD. Wybór mamy ogromny: od najprostszego i najczęściej stosowanego wyświetlacza 16*1 znaków, aż po giganta 4*40 znaków. No cóż, jak na razie nie musimy się ograniczać, to tylko symulacja programowa i nie ma potrzeby zastanawiać się nad tym, ile jaki wyświetlacz kosztuje. Nie żałujmy więc sobie i zastosujmy jeden z największych wyświetlaczy: 2*40 znaków (**rys. 5**)!

Wreszcie nadeszła wielka chwila uruchomienia naszego pierwszego miniprogramu, co prawda na razie tylko w symulacji. Naciskamy więc przycisk w okienku emulatora i po chwili na ekranie wyświetlacza ukazuje się napis "Elektronika dla Wszystkich" (**rys. 6**)!

Wykonaliśmy najprostszą czynność związaną z obsługą wyświetlacza alfanumerycznego. Zobaczmy jednak, jakie są pozostałe możliwości pakietu BASCOM. Wracajmy do

Pomoce naukowe potrzebne do przerobienia programu 2 wykładu BASCOM College:

✔ Zmontowana płytka do testowania układów mikroprocesorowych (AVT-2500)

✔ Programator MCS Flashprogrammer (AVT-2502)

✔ Procesor typu AT89C2051 (89C4051)

Podstawowym poleceniem służącym obsłudze wyświetlacza alfanumerycznego jest:
LCD [zmienna (*) lub tekst]

Objaśnienie:

Zmienne są identyfikowane przez nadane im dowolne nazwy i reprezentują wartości używane przez program. W języku MCS BASIC możemy stosować następujące typy zmiennych:

Bit - wartość 1 lub 0

Byte - 1 bajt, wartość z zakresu 0 - 255

Integer - 2 bajty, wartość z zakresu -32768 do ++32767

Word - 2 bajty, wartość z zakresu 0 do 65535

Long - 4 bajty, wartość z zakresu - 2147483648 do +2147483647

Single - 4 bajty, wartość z zakresu 0 do 2147483647

String - zmienna tekstowa, do 254 bajtów

Poprzez deklarację zmiennej zawiadamiamy kompilator o zamiarze jej użycia. Kompilator całkowicie automatycznie rezerwuje sobie w pamięci RAM procesora miejsce przeznaczone na umieszczenie potrzebnej nam zmiennej.

Wynika z tego, że już przed zadeklarowaniem zmiennych musimy przewidzieć, jaka będzie ich wartość. Nie martwmy się jednak możliwością ewentualnej pomyłki! W przypadku przekroczenia zadeklarowanej wartości zmiennej, "mądry" kompilator wyśle nam odpowiednie ostrzeżenie i pozwoli na zadeklarowanie zmiennej o większej dopuszczalnej wartości.

Nazwa zmiennej może mieć długość do 255 znaków i może zawierać wszystkie znaki dostępne z klawiatury. Nazwa zmiennej nie może być słowem zastrzeżonym, czyli będącym poleceniem języka MCS BASIC. Spis słów zastrzeżonych znajdziemy w helpie (rozdział "RESERVED WORDS")

Zmienne deklarujemy, czyli zawiadamiamy kompilator o zamiarze ich użycia za pomocą polecenia:

DIM zmienna AS [BIT, BYTE, INTEGER, WORD. LONG, SINGLE LUB STRING]

Bardzo ważna uwaga!

W powszechnie stosowanych interpreterach BASIC-a nie ma potrzeby deklarowania każdej zmiennej ani tablic, jeżeli liczba zawartych w nich zmiennych nie przekracza 10. Natomiast w dialekcie MCS BASIC musimy koniecznie zadeklarować *KAŻDĄ* zmienną. Jest to logiczna konsekwencja konieczności maksymalnego oszczędzania obszaru pamięci zajmowanej przez zmienne.

Napiszmy zatem:

LCD "Elektronika dla Wszystkich"

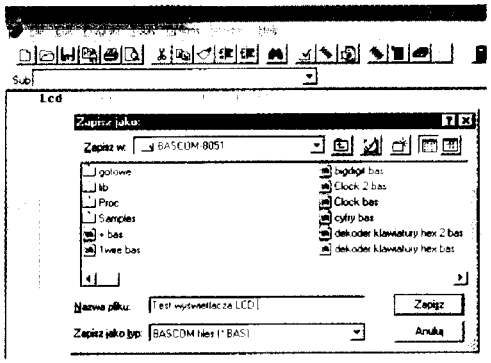
Tak, Moi Drodzy, to co napisaliśmy jest PROGRAMEM MIKROPROCESOROWYM! Chyba najprostszym z możliwych, ale dającym się skompilować(*) i wykonać.

Objaśnienie:

Kompilacja programu

Program, obojętne czy komputerowy, czy przeznaczony do umieszczenia w procesorze, piszemy w mniej lub bardziej "ludzkim" języku, w naszym przypadku w MCS BASIC. Przed umieszczeniem w pamięci procesora program taki musi zostać skompilowany, czyli "przetłumaczony" na język zrozumiały dla procesora - kod maszynowy.

A zatem do dzieła, zobaczymy jak działa ten śmiesznie prosty programik. Na szczęście w BASCOM-ie kompilacja programu odbywa się całkowicie automatycznie, po naciśnięciu klawisza F2 lub kliknięciu myszką "PROGRAM" i "COMPILE". Jednak po naciśnięciu klawisza F2 okazuje się, że BASCOM czegoś od nas jeszcze potrzebuje. Żąda mianowicie podania nazwy pliku (jeżeli jeszcze do tej pory jej nie nadaliśmy). Wpisujemy zatem w okienku "Nazwa pliku" (**rys.2**) całkowicie dowolną nazwę, klikamy "Zapisz" i po chwili nasz program jest już skompilowany. Na dysku zostały utworzone odpowiednie pliki, ale ich zawartość w tej chwili kompletnie nas nie obchodzi.



Rys. 2

Zobaczmy teraz, jak działa nasz pierwszy programik. Programowanie w tym celu procesora byłoby zupełnym nonsensem i dlatego posłużymy się jednym z najlepszych narzędzi, jakie oddaje nam do dyspozycji BASCOM - emulatorem programowym (*).

Objaśnienie:

Emulator programowy jest narzędziem, za pomocą którego możemy w **pewnym zakresie** przetestować napisany program. Emulator programowy nie zapewnia jakiegokolwiek kontaktu ze światem zewnętrznym, co nieco ogranicza jego stosowanie. Niemniej, za pomocą emulatora BASCOM-a możemy sprawdzić działanie wielu funkcji, w tym wszystkich poleceń odnoszących się do obsługi wyświetlaczy alfanumerycznych.

Tu także wystarczy naciśnięcie jednego klawisza - F2 i natychmiast otwiera się przed nami nowe okienko, pełne jak na razie niezbyt zrozumiałych przycisków (**rys. 3**). Nie przejmujmy się jednak, za chwilę wszystko stanie się jasne i zrozumiałe.

Po otwarciu okienka symulatora musimy w pierwszej kolejności wybrać typ symulacji, którą będziemy przeprowadzać. Na razie nie ma konieczności dołączania do komputera symulatora sprzętowego, tak więc naciskamy przycisk , włączający emulator programowy.

No tak, pojawiło się kolejne okienko, a na nim same wspaniałości. Wiemy już, jakie procesy zachodzące w badanym układzie możemy przetestować za pomocą emulacji programowej:

✔ Możemy obserwować stan wyświetlacza alfanumerycznego dołączonego do procesora, a ponadto możemy stosować aż kilka typów wyświetlaczy.

✔ Możemy także śledzić stany logiczne pojawiające się na wszystkich wyjściach procesora (w obecnej wersji BASCOM-a dotyczy to tylko portów występujących w procesorach podrodziny '8051, ale w przygotowaniu jest kolejna modyfikacja programu pozwalająca na emulację programową (a także sprzętową) czterech portów dowolnego procesora '51, za pomocą emulatora "Elektronika Praktyczna Simulator")

✔ Sympatycznym dodatkiem w okienku symulatora jest ... wyświetlacz siedmiosegmentowy LED. Jeżeli taki element będzie używany w badanym układzie, to po skonfigurowaniu jego wyprowadzeń możemy śledzić pojawiające się na wyświetlaczu cyfry.

Próby z emulatorem programowym rozpoczniemy od wybrania rodzaju stosowanego wyświetlacza alfanumerycznego LCD. Wybór mamy ogromny: od najprostszego i najczęściej stosowanego wyświetlacza 16*1 znaków, aż po giganta 4*40 znaków. No cóż, jak na razie nie musimy się ograniczać, to tylko symulacja programowa i nie ma potrzeby zastanawiać się nad tym, ile jaki wyświetlacz kosztuje. Nie żałujmy więc sobie i zastosujmy jeden z największych wyświetlaczy: 2*40 znaków (**rys. 5**)!

Wreszcie nadeszła wielka chwila uruchomienia naszego pierwszego miniprogramu, co prawda na razie tylko w symulacji. Naciskamy więc przycisk w okienku emulatora i po chwili na ekranie wyświetlacza ukazuje się napis "Elektronika dla Wszystkich" (**rys. 6**)!

Wykonaliśmy najprostszą czynność związaną z obsługą wyświetlacza alfanumerycznego. Zobaczmy jednak, jakie są pozostałe możliwości pakietu BASCOM. Wracajmy do

Pomoce naukowe potrzebne do przerobienia programu 2 wykładu BASCOM College:

✔ Zmontowana płytka do testowania układów mikroprocesorowych (AVT-2500)

✔ Programator MCS Flashprogrammer (AVT-2502)

✔ Procesor typu AT89C2051 (89C4051)

Deflcdchar 0, 238, 241, 251, 245, 241, 245, 234, 238

Uwaga: Po każdym poleceniu DEFLCDCHAR lub grupie takich poleceń BEZWZGLĘDNIE MUSI BYĆ WYDANA INSTRUKCJA CLS. Polecenie CLS nie tylko inicjalizuje pracę wyświetlacza, ale ładuje do jego pamięci RAM zdefiniowane znaki!

Sprawdźmy teraz w symulacji, jakie będą efekty naszego działania. Dopisujemy do jednej z linii programu:

Lcd "Elektronika dla Wszystkich " ; Chr(0)

co instruuje kompilator, aby po napisie "Elektronika dla Wszystkich", bez jakiejkolwiek przerwy (znak ";") wyświetlił znak numer 0 (Character, CHR - znak), czyli wizerunek wielce podejrzanej gęby. Jeszcze raz kompilujemy nasz program i uruchamiamy symulator. Na ekranie zobaczymy, że po napisie "Elektronika dla Wszystkich" pojawił się nasz znak specjalny (**rys. 9**).

Jednak nie rysowanie wizerunków podejrzanych osobników było celem, dla którego zapoznaliśmy się z edytorem znaków specjalnych LCD. Będzie on nam potrzebny przede wszystkim do definiowania polskich znaków narodowych, czyli naszych "ogonków". Zdefiniowałem kilka z nich, a rezultat tej pracy możecie oglądać poniżej:

```
Deflcdchar 0 , 128 , 236 , 228 , 230 , 236 , 228 , 228 , 128      'ł
Deflcdchar 1 , 226 , 228 , 238 , 241 , 241 , 241 , 238 , 128      'ó
Deflcdchar 2 , 226 , 228 , 246 , 249 , 241 , 241 , 241 , 128      'ń
Deflcdchar 3 , 128 , 128 , 238 , 225 , 239 , 241 , 239 , 228      'ą
Deflcdchar 4 , 228 , 128 , 255 , 226 , 228 , 232 , 255 , 128      'ż
Deflcdchar 5 , 226 , 228 , 255 , 226 , 228 , 232 , 255 , 128      'ź
Deflcdchar 6 , 226 , 228 , 239 , 240 , 238 , 225 , 254 , 128      'ś
Deflcdchar 7 , 226 , 228 , 238 , 240 , 240 , 241 , 238 , 128      'ć
```

Największa liczba znaków, jaką możemy zdefiniować wynosi 8, co jak na potrzeby języka polskiego jest zdecydowanie za mało, ponieważ znaków narodowych mamy aż 9, a jeżeli uwzględnimy wielkie litery, to aż 18! Na szczęście, trudno wyobrazić sobie krótki napis w języku polskim, w którym musielibyśmy użyć więcej niż osiem znaków diakrytycznych. Tak więc, po wykorzystaniu zdefiniowanych znaków, możemy usunąć je z pamięci wyświetlacza i załadować tam nowe, potrzebne do wyświetlenia nowego napisu (usuwanie znaków odbywa się automatycznie, podczas ładowania nowych).

Edytor dodatkowych znaków LCD może także przydać się do definiowania najrozmaitszych symboli, nie zawartych w pamięci stałej wyświetlacza. Znakami takimi mogą być symbol: stopni Celsjusza, litery greckie i wiele innych.

Pewną wadą wyświetlaczy alfanumerycznych LCD jest ograniczona powierzchnia ich ekranów. Wprawdzie w przerobionych ćwiczeniach korzystaliśmy ze stosunkowo "pojemnego" wyświetlacza 2*40 znaków, ale w codziennej praktyce najczęściej używać będziemy tanich i łatwo dostępnych wyświetlaczy 1*16 lub 2*16 znaków. Co więc zrobić, jeżeli będziemy mieli dłuższy tekst do pokazania? Możliwości jest wiele: można wyświetlić żądany tekst partiami, za każdym razem czyszcząc ekran wyświetlacza przed wysłaniem na niego kolejnego fragmentu tekstu. Zademonstruję Wam jednak znacznie efektowniejszą metodę, dzięki ułatwieniom BASCOM-a banalnie prostą w realizacji.

Powróćmy do naszego ekranu edycyjnego i napiszmy nowy programik.

```
Config Lcd = 16 * 1          'określenie typu wyświetlacza
Cls          'inicjalizacja wyświetlacza i czyszczenie ekranu
Deflcdchar 1 , 226 , 228 , 238 , 241 , 241 , 241 , 238 , 128          ' definicja polskiego znaku "ó"
Cls          'załadowanie zdefiniowanego znaku do pamięci wyświetlacza
Lcd "*Elektronika dla Wszystkich wita Student" ; Chr(1) ; "w BASCOM COLLEGE
i zaprasza do nauki!*"
End          'koniec programu
```

Dodatkowego komentarza wymaga tylko przedostatnia linijka programu. Polecenie "LCD" wyświetla na ekranie najpierw fragment teksu do części słowa "Student..., następnie bez jakiejkolwiek przerwy (decyduje o tym znak ";") polski znak "ó" i kończy wyświetlanie literą "w" słowa "Studentów" i dalszą częścią tekstu. Popatrzmy teraz, co zobaczymy na ekranie wyświetlacza (**rys. 10**):

No cóż, kompletna klapa, na wyświetlaczu nie ukazała się nawet mozolnie zdefiniowana polska litera! Na szczęście BASCOM oferuje nam narzędzie, za pomocą którego możemy wybrnąć z kłopotu i zaprezentować na wyświetlaczu cały nasz napis.

Modyfikujemy nasz program, dodając do niego trzy linijki:

```
Dim A As Byte          ' zadeklarowanie zmiennej A jako bajtu (maksymalna
wartość 255)
Config Lcd = 16 * 1
Cls
Deflcdchar 1 , 226 , 228 , 238 , 241 , 241 , 241 , 238 , 128          ' ó
Cls
Lcd "*Elektronika dla Wszystkich wita Student" ; Chr(1) ; " w
BASCOM COLLEGE i zaprasza do nauki!*"
For A = 1 To 225
Shiftlcd Left
Next A
Cls
End
```

Nie komentujmy na razie tego programu, ale skompilujmy go i uruchommy w symulacji programowej. Nareszcie, mamy to, czego żeśmy chcieli i to w wyjątkowo ciekawej i bajeranckiej formie. Na ekranie najpierw ukazała się pierwsza część napisu, a następnie, po chwili przerwy (ta przerwa wynika z zasad symulacji i nie będzie odczuwalna w przypadku pracy z procesorem) na ekranie zaczął "przewijać się" nasz napis! Pozostało nam już tylko omówienie dodanych do programu linijek.

"Dim A As Byte" oznacza poinformowanie kompilatora o zamiarze zastosowania zmiennej A o wartości maksymalnie jednego bajtu. Szerzej o deklaracji zmiennych mówimy w artykule opisującym budowę prostego analizatora kodu RC5.

"For A = 1 to 225" oraz dalej: "NEXT A" jest typowym poleceniem każdego dialektu języka BASIC. Oznacza ono, że wszystkie czynności opisane pomiędzy tymi poleceniami zostaną powtórzone zadaną ilość razy czyli w naszym przypadku polecenie "Shiftlcd Left" zostanie wydane 225 -krotnie.

Najważniejszym poleceniem w drugiej części naszego programu jest "Shiftlcd Left". Oznacza ono żądanie przesunięcia całego napisanego przez nas tekstu o jeden znak w lewo. Pamiętajmy, że chociaż nasz napis nie został w całości ukazany na wyświetlaczu, to mając 79 znaków został w całości umieszczony w pamięci wyświetlacza, która mieści maksymalnie 80 symboli. Każde polecenie "Shiftlcd Left" przesuwało nasz tekst w lewo, tak że mogliśmy zobaczyć wszystkie litery napisu, i to nawet trzykrotnie!

W tym odcinku omówimy jeszcze tylko jedno polecenie odnoszące się do obsługi wyświetlacza alfanumerycznego, a następnie zaproszę Was do laboratorium, gdzie dalej będziemy kontynuować naukę. Jak dotąd nawet nie dotknęliśmy hardware'a, naszej płytki testowej. Za chwilę nadrobimy to zaniedbanie i od czystej teorii przejdziemy do praktyki.

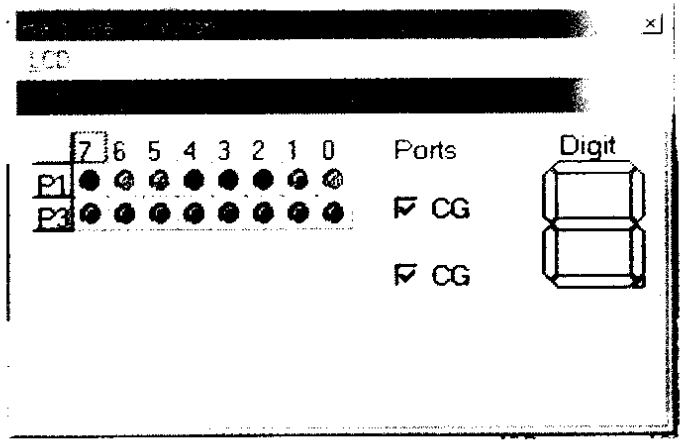
Napiszmy sobie teraz, Drodzy Studenci, następujący programik:

```
Dim A As Byte
Config Lcd = 16 * 1
Deflcdchar 0 , 236 , 242 , 242 , 236 , 224 , 224 , 224 , 224
Cls
A = 234
Lcd "T="
Locate 1 , 6
Lcd A ; Chr(0) ; "C"
A = A / 10
Locate 1 , 5
Lcd A ; ","
```

Nie jest to bynajmniej ćwiczenie czysto teoretyczne, ale wzięty z życia dość ciekawy przykład sztuczki programowej. Problem był następujący: w wyniku konwersji danych pobranych z cyfrowego termometru 1WIRE DALLAS1820 (jest to temat jednego z następnych wykładów) otrzymałem liczbę, w danej temperaturze wynoszącą 234. Oznaczała ona wynik pomiaru równy 23,4°C. Z pozoru dalsze postępowanie było bardzo proste: powinienem

Rys. 9

Rys. 10

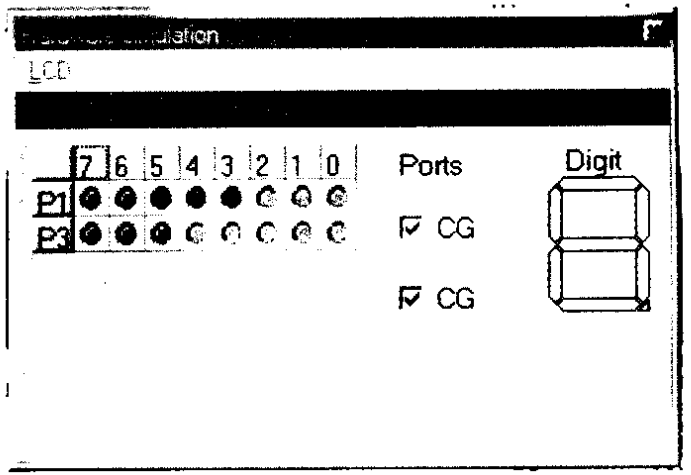


otrzymane liczby dzielić przez 10 i wyświetlać na ekranie. Niestety, tylko na pierwszy rzut oka zadanie było takie łatwe. Nie będę się teraz wdawać w szczegóły, ale na wykonanie dzielenia liczb zmiennoprzecinkowych i wyświetlenie ich w poprawnym, tzn. z jednym miejscem po przecinku formacie po prostu nie starczało miejsca w załadowanej już prawie do końca pamięci RAM procesora. Posłużyłem się więc sztuczką, której działanie zechciejcie łaskawie sami przeanalizować, już bez mojej pomocy. Na **rysunku 11** pokazany został rezultat działania tego małego podprogramu: poprawnie wyświetlona na ekranie LCD wartość temperatury. Pamiętajcie, że polecenie:

LOCATE [rząd wyświetlacza, pozycja kursora]

lokalizuje kursor (a tym samym początek wyświetlanego tekstu) w zadanym rzędzie wyświetlacza i na zadanej pozycji.

To wszystko na dzisiaj w części teoretycznej naszych rozważań. Zapraszam Was teraz do laboratorium, gdzie zapoznamy się z pierwszym praktycznym układem wykorzystującym procesor '2051, mam nadzieję, że także w Waszej opinii ciekawym, oraz otrzymamy kolejny, spory łyk wiedzy teoretycznej. Tam też dowiemy się, jak programować z po-



Rys. 11

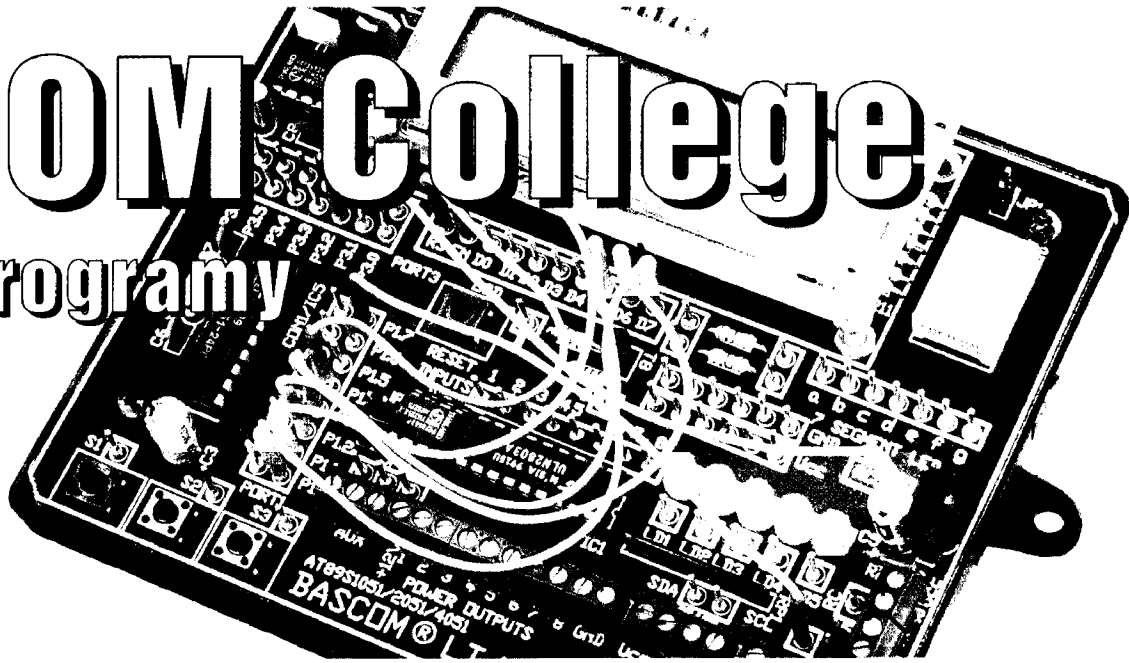
ziomu BASCOM-a procesory, i zapoznamy się z obsługą portów procesora '2051.

Na dzisiejszym wykładzie dostaliście tak ogromną porcję materiału do przemyślenia, że nie zadaję Wam żadnej konkretnej pracy domowej. W dalszym ciągu namawiam Was do poznawania BASCOM-a, już nie LT, ale prawie profesjonalnego pakietu. Grzebcie, kopcie, bobrujcie, myszkujcie w tym programie, a przede wszystkim zapoznawajcie się z HELPem i przykładowymi programami.

Zbigniew Raabe
e-mail: zbigniew.raabe@edw.com.pl

BASCOM College

Pierwsze programy



Ćwiczenie

Witam ponownie Studentów BASCOM College. W wykładzie wchłonęliśmy już sporą dawkę teorii dotyczącej wyświetlaczy LCD, wypróbowaliśmy wbudowany w pakiet BASCOM symulator programowy i najwyższa już pora na bliższe zapoznanie się z jednym z najważniejszych elementów naszego systemu edukacyjnego - płytką testową. Podczas tego ćwiczenia poznamy także praktycznie podstawowe polecenia odnoszące się do operacji dokonywanych na portach i pojedynczych wyprowadzeniach procesora 89C2051. Jeżeli zostanie nam dość czasu, to spróbujemy także emulacji sprzętowej wyświetlacza LCD.

Zacznijmy od bliższego zapoznania się z płytką testową AVT-2500. Zanim jednak przejdziemy do tej części ćwiczenia, chciałbym wyjaśnić pewne nieporozumienie, które powstało w związku z konstrukcją naszej płytki. Od kilku dociekliwych Czytelników otrzymałem e-maile informujące o błędach na płytce testowej! Błędy te miały polegać na nieumieszczeniu na schemacie złącza oznaczonego jako ISP oraz jumpera JP7. Rzeczywiście, elementy te zostały **celowo** pominięte na schemacie, ponieważ nie chciałem bez potrzeby komplikować rysunku przez wprowadzanie do niego dodatkowych, potrzebnych dopiero w dalekiej przyszłości składników.Zakładam, że przeszliście już przez męki związane z wlutowaniem w płytkę testową blisko 100 kołeczków, że nie poparzyliście się podczas podgrzewania izolacji termokurczliwej na przewodach montażowych i że gotowa płytka testowa leży przed Wami na biurku. Pozostaje więc już tylko dołączyć ją do komputera oraz zasilania i rozpocząć pracę.

Uwaga! Dołączanie płytki do komputera może odbywać się wyłącznie przy odłączonym zasilaniu obydwóch urządzeń. Niespełnienie tego warunku może doprowadzić do uszkodzenia portu równoległego, a tym samym płyty głównej nowoczesnego komputera!

Operacje na portach i pojedynczych pinach procesora 89C2051

W struktury procesorów podrodziny 89CX051 wbudowane są dwa ośmiobitowe porty wejściowo-wyjściowe nazwane, P1 i P3. Zapewnia to procesorowi możliwość komunikacji ze światem zewnętrznym, przyjmowanie z niego potrzebnych informacji, a także wysyłanie danych do układów peryferyjnych i sterowanie urządzeniami podporządkowanymi. Do dyspozycji mamy piętnaście wejść i wyjść, które możemy wykorzystywać zgodnie z aktualnymi potrzebami. Z pewnością wielu Czytelników zwróciło uwagę na drobną nieścisłość w poprzednim zdaniu. Najpierw mówiliśmy o dwóch ośmiobitowych portach, a następnie o piętnastu wejściach! Na szczęście nie była to pomyłka: procesor 89C2051 rzeczywiście posiada dwa pełne porty ośmiobitowe, z tym jednak, że wyjście 6 portu P3 nie jest dostępne z zewnątrz. Jest to wyjście komparatora analogowego wbudowanego w procesor, a jego stan, a tym samym informację o relacji pomiędzy napięciami dołączonymi do wejść komparatora, możemy odczytać na drodze programowej.

PORT P1				
Pin portu	*Pin układu*	*Funkcja*	*Funkcja dodatkowa*	*Uwagi*
P1.0	12	IN/OUT	Wejście „+" komparatora analogowego	Brak rezystora podciągającego
P1.1	13	IN/OUT	Wejście „-" komparatora analogowego	Brak rezystora podciągającego
P1.2	14	IN/OUT	Brak	
P1.3	15	IN/OUT	Brak	
P1.4	16	IN/OUT	Brak	
P1.5	17	IN/OUT	Brak	
P1.6	18	IN/OUT	Brak	
P1.7	19	IN/OUT	Brak	

Sądzę, że warto uporządkować sobie informacje na temat portów procesora '2051, tym bardziej, że wiele ich pinów spełnia dodatkowe, niekiedy bardzo użyteczne funkcje.

PORT P3				
Pin portu	*Pin układu*	*Funkcja*	*Funkcja dodatkowa*	*Uwagi*
P3.0	2	IN/OUT	Wejście RXD toru transmisji RS232	
P3.1	3	IN/OUT	Wejście TXD toru transmisji RS232	
P3.2	6	IN/OUT	Wejście przerwania zewnętrznego INT0	Aktywne opadającym zboczem lub poziomem
P3.3	7	IN/OUT	Wejście przerwania zewnętrznego INT1	Aktywne opadającym zboczem lub poziomem
P3.4	8	IN/OUT	Wejście timera 0	
P3.5	9	IN/OUT	Wejście timera 1	
P3.6	-	IN/OUT	Wewnętrzne wyjście komparatora analogowego	Odczyt stanu tego wyjścia jest możliwy tylko na drodze programowej
P3.7	11	IN/OUT	Brak	

Bardzo ważna uwaga!

Dwa wejścia portu P1: P1.0 i P1.1 nie zostały wyposażone w wewnętrzne rezystory podciągające! Jeżeli jedno z tych wyjść ustawimy w stan niski, to będzie ono zachowywać się dokładnie tak, jak pozostałe aktywne wyprowadzenia procesora: wewnętrzny rezystor wymusi na nim stan wysoki. Jeżeli jednak ustawimy P1.0 lub P1.1 w stan wysoki, to wyjście to bez stosowania elementów zewnętrznych będzie "wisieć w powietrzu" i nie będzie mogło być wykorzystane np. do sterowania bazy tranzystora lub innego wejścia bez rezystora podciągającego.

Na razie zajmiemy się tylko podstawowymi funkcjami pełnionymi przez porty procesora 89C2051. Funkcje dodatkowe będziemy poznawać stopniowo, w miarę zdobywania kolejnych porcji wiedzy o programowaniu w języku MCS BASIC.

Na **rysunku 1** został pokazany schemat połączeń, jakie będziemy musieli wykonać w celu przerobienia materiału dzisiejszych ćwiczeń, a **rysunek 2** pokazuje schemat montażowy: połączenia, które będziemy musieli wykonać na płytce testowej w celu wykonania pierwszych ćwiczeń.

Wszystkie ćwiczenia będziemy mogli przerobić na trzech "poziomach": za pomocą emulatora programowego, emulatora sprzętowego oraz wykorzystując zaprogramowany procesor.

Operacje na portach procesora '2051 możemy przeprowadzać wykorzystując polecenia programowe odnoszące się bądź do całego portu, bądź do pojedynczych pinów. Najprostszymi poleceniami, za pomocą których możemy zmienić stan pojedynczego wyprowadzenia są:

SET [port.pin] oraz RESET [port.pin]

Wydanie polecenia SET powoduje ustawienie wyznaczonego pinu w stan wysoki.
Wydanie polecenia RESET powoduje ustawienie wyznaczonego pinu w stan niski.
Np.:
SET P3.0 spowoduje wystąpienie stanu wysokiego na wyprowadzeniu 0 portu P3

RESET P3.1 spowoduje wystąpienie stanu niskiego na wyprowadzeniu 1 portu P3

Jeszcze prościej możemy dokonywać operacji odnoszących się do całego portu.

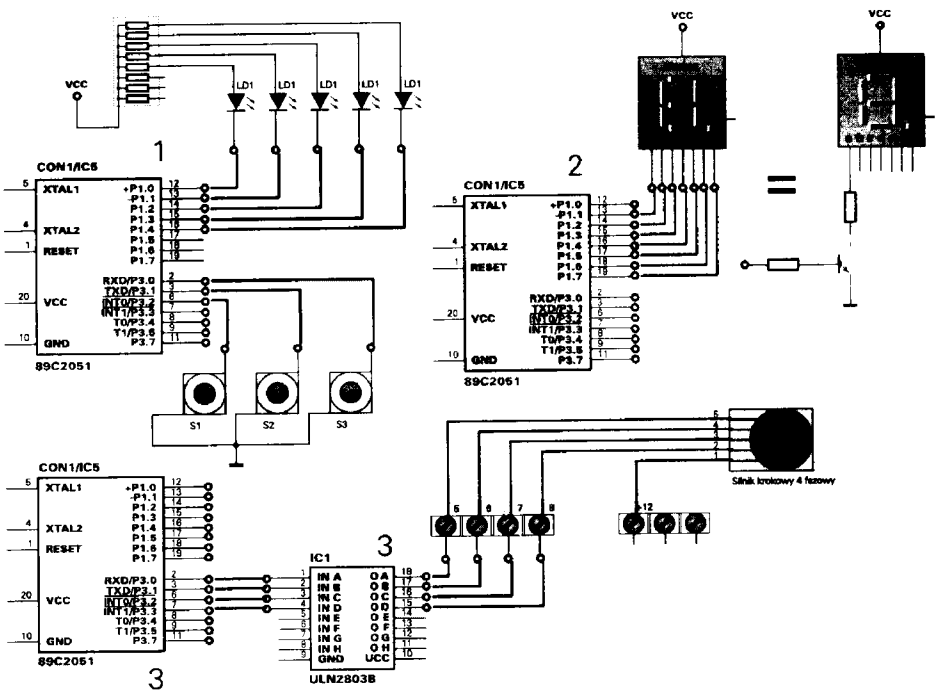
P[1,3] = [X (liczba z zakresu 0 ...255)]

Wydanie tego polecenia powoduje wysłanie binarnej reprezentacji liczby X na wyjścia wskazanego portu

Np.
P3 = 0 spowoduje ustawienie wszystkich wyjść portu P3 w stan niski
P3 = 255 spowoduje ustawienie wszystkich wyjść portu P3 w stan wysoki.
P3 = 3 spowoduje wysłanie na wyjścia portu P3 liczby "3", czyli ustawienie w stan wysoki wyjść P3.0 i P3.1.

Sprawdźmy teraz w praktyce, czy rzeczywiście podane polecenia funkcjonują poprawnie. Uruchamiamy program BASCOM i w okienku edytora piszemy sobie następujący programik:

```
P3= 0
End
```



Rys. 1

To chyba najkrótszy program, jaki kiedykolwiek został napisany, ale jego działanie nie jest pozbawione sensu. Kompilujemy nasz program (za pomocą naciśnięcia klawisza F7 możemy podać dowolną nazwę pliku lub pozostawić "NONAME"), a następnie naciskamy klawisz F2 wywołując w ten sposób panel symulatora sprzętowego i programowego. Klawiszem oznaczonym strzałką uruchamiamy nasz program i pilnie obserwujemy okienko emulacji programowej, w którym zobrazowane są stany wyjść wszystkich portów procesora (także portów P0 i P2, które nie istnieją wprawdzie w procesorze '2051, ale których emulacja jest potrzebna przy korzystaniu z "większych" '51).

Zgodnie z przewidywaniami, po wykonaniu naszego programu wszystkie wyjścia portu P3 znalazły się w stanie niskim, co sygnalizowane jest wyłączeniem wszystkich symbolizujących je lampek (rys. 3). Powtórzmy nasze doświadczenie kilkakrotnie, cały czas obserwując ekran emulatora programowego. Sądzę, że wszyscy z Was zauważyli już pewne dziwne zjawisko, występujące po każdorazowym uruchomieniu naszego programu. Otóż, lampki obrazujące stan wyjść portu P3 zapalają się na moment, aby następnie, zgodnie z poleceniem programowym zgasnąć. Oznacza to, że po uruchomieniu wszystkie wyjścia portu P3 przyjmują na moment stan wysoki, a dopiero po chwili, zgodnie z wydanym poleceniem, stan niski. Co jest, czyżby błąd w programie emulatora? Nic podobnego, emulator oddaje wiernie wszystkie czynności wykonywane przez procesor, a nie tylko te, których wykonanie zostało przewidziane w testowanym programie. Aby wykonywanie programu mogło się rozpocząć, procesor przez okres co najmniej dwóch taktów zegarowych musi znajdować się w stanie RESET, co połączone jest z wystąpieniem na wszystkich wyjściach portów stanu wysokiego. Dopiero po ustąpieniu stanu wysokiego z wejścia RESET procesora, może on rozpocząć normalną pracę.

Uruchommy teraz jeszcze raz nasz programik obserwując tym razem płytkę testową. Aha, zapomniałem powiedzieć, że symulator sprzętowy i programowy mogą działać jednocześnie. Spowalnia to trochę pracę programu i nie zawsze ma sens, ale w przypadku prostych ćwiczeń nie ma to większego znaczenia. Od razu zauważymy, że zaszły na niej zjawiska z pozoru odwrotne do tych, jaki obserwowaliśmy w okienku emulatora programowego. Wszystkie diody LED najpierw zgasły na moment, a potem zapaliły się ponownie. Jednak i tym razem wszystko jest w porządku:

Diody LED na naszej płytce testowej włączone są pomiędzy wyjścia procesora (lub emulatora sprzętowego) a plus zasilania i świecą przy stanie niskim dołączonego do nich wyjścia.

Poćwiczmy jeszcze trochę wysyłanie danych do portów procesora i ożywmy trochę naszą płytkę testową. Piszemy kolejny, króciutki programik:

```
$sim        'zawiadomienie kompilatora, że program będzie testowany w symulacji 'sprzętowej lub programowej
Dim R As Byte                'deklaracja zmiennej R
For R = 1 To 255    'od wartości R = 1 do osiągnięcia wartości R=255 powtarzaj:
P3 = R                       'wyślij do portu P3 aktualną wartość R
Next R                       'powtórz powyższą instrukcję
End                          'po wyjściu z pętli FOR .... NEXT koniec programu
```

i po skompilowaniu uruchamiamy go w symulacji programowej i sprzętowej. Efekt jest nawet ładny: wszystkie diody zapalają się i gasną, wyczerpując wszystkie możliwe kombinacje kodu dwójkowego z zakresu od 1 do 255 w okienku emulatora sprzętowego i od 1 do 32 na płytce testowej, na której nie zmieściła się już większa liczba diod.

Jak jednak będziemy musieli postąpić, jeżeli naszym zamiarem będzie zmiana stanu tylko jednego wyprowadzenia któregoś z portów, bez ingerowania w stan pozostałych wejść lub wyjść? To bardzo proste, napiszmy sobie mały program:

```
P3 = 0                    'wyślij na wyjścia portu P3 liczbę "0"
Do
Set P3.1   'ustaw stan wysoki na zadanym wyjściu portu (P3.1)
Reset P3.1'ustawia stan niski na zadanym wyjściu portu (P3.1)
Loop
```

I jak zwykle: F7, F2 i już możemy oglądać rezultaty działania poleceń SET i RESET. Zgodnie z naszymi oczekiwaniami dioda dołączona do wyjścia 1 portu P3 migocze, a pozostałe pozostają wyłączone. Możliwość dokonywania operacji na pojedynczych wyjściach portów ma ogromne znaczenia praktyczne i upraszcza pisanie programów, o czym przekonacie się w najbliższej przyszłości.

Jak dotąd, wszystkie wykonane ćwiczenia nie miały większego zastosowania użytkowego i służyły wyłącznie celom poznawczym. Spróbujmy teraz zrobić coś, co nie tylko będzie ćwiczeniem szkoleniowym, ale znajdzie praktyczne zastosowanie: uruchommy wyświetlacz siedmiosegmentowy na płytce testowej i w emulacji programowej.

Popatrzmy przez chwilę na schemat naszej płytki testowej zamieszczony w numerze 3/2000 Elektroniki dla Wszystkich i na samą płytkę. W układzie został zastosowany wyświetlacz siedmiosegmentowy ze wspólną anodą, a do wejść każdego z segmentów został dołączony tranzystor NPN, który po spolaryzowaniu bazy będzie zwierał odpowiadający mu segment do masy, włączając go. A więc, podając na odpowiednie wejścia, oznaczone na płytce jako a ... g, stan wysoki możemy uzyskać włączanie odpowiednich segmentów wyświetlacza i obrazować na nim cyfry, a także inne znaki możliwe do zdefiniowania za pomocą siedmiu świecących segmentów. Jeżeli zatem dołączymy wejścia a .... g do wyjść jednego z portów procesora, to wystarczy wysyłać do tego portu odpowiednie liczby, odpowiadające kodowi wyświetlacza siedmiosegmentowego, aby uzyskać wyświetlanie żądanych cyfr. A więc, do dzieła: zmontujmy na płytce testowej układ przedstawiony na rysunku 1 - 2 i na schemacie montażowym z **rysunku 4** i zastanówmy się, jakie liczby będziemy musieli wysyłać do portu P3 procesora, aby uzyskać wyświetlanie cyfr od 0 do 9.

Przeanalizujmy najprostszy przypadek: cyfrę "1". Do jej wyświetlenia niezbędne jest włączenie segmentów "b" i "c" wyświetlacza, a pozostałe segmenty muszą być wyłączone. Segment "b" sterowany jest z wyjścia P3.1, a segment "c" z wyjścia P3.2 procesora. A zatem liczba, której podanie na wyjścia portu P3 spowoduje ukazanie się na wyświetlaczu upragnionej jedynki to binarnie:

0X00 0110

gdzie X - bit nieznaczący (pamiętajmy, że wyjście P3.6 nie może być w jakikolwiek sposób sterowane od "strony" procesora i nie jest wyprowadzone na zewnątrz kostki. Liczba binarna 0000 0110 to w kodzie dziesiętnym po prostu "6". A zatem piszemy:

```
p3= 6
End
```

i kompilujemy ten wyjątkowo „rozbudowany" program. Następnie możemy uruchomić go w symulacji sprzętowej i/lub programowej, ale najpierw musimy wykonać jeszcze jedną czynność. Z pewnością zauważyliście rysunek wyświetlacza siedmiosegmentowego w okienku symulatora programowego. Nie jest to bynajmniej ozdoba, ale kolejny "fajerwerk" pakietu BASCOM, ułatwiający programistom życie. Jednak aby z niego skorzystać, musimy go najpierw odpowiednio skonfigurować, czyli przypisać odpowiednie segmenty emulowanego wyświetlacza odpowiadającym im wyprowadzeniom portu procesora. Naprowadzamy zatem kursor na rysunek wyświetlacza i klikamy PRAWYM klawiszkiem myszki. Następstwem tego odważnego kroku jest rozwinięcie się okienka konfiguracyjnego wyświetlacza, pokazanego na **rysunku 5**. Następnie wpisujemy w tabelkę zawartą w tym okienku odpowiednie wartości, zgodnie z tabelą:

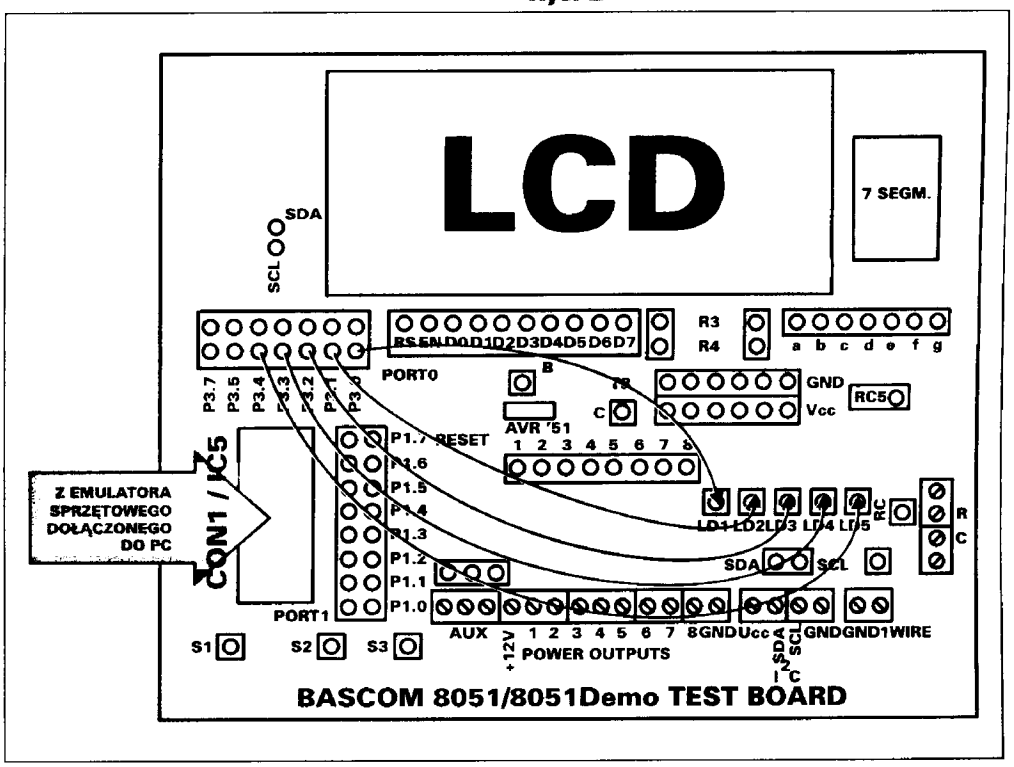
Segment	*Pin*
A	P3.0
B	P3.1
C	P3.2
D	P3.3
E	P3.4
F	P3.5
G	P3.7

Klikamy "OK" w okienku konfiguracyjnym i uruchamiamy program. BINGO! Na wyświetlaczu ukazała się cyfra "1" i wszystko wskazuje na to, że dokładnie tak samo zachowa się wyświetlacz na naszej płytce testowej, oczywiście po włączeniu symulacji sprzętowej i ponownym uruchomieniu programu!

Zajmijmy się teraz określeniem, jakie wartości należy wysłać do portu P3, aby uzyskać wyświetlanie pozostałych dziewięciu cyfr. Wykonałem tę pracę za Was, a jej wynik pokazany został w poniższej tabeli. Pozostaje nam zatem praktyczne sprawdzenie poprawności moich obliczeń (wykonanych dla przyśpieszenia pracy w arkuszu kalkulacyjnym MS EXCELL). Bierzmy się zatem do napisania pierwszego nieco bardziej rozbudowanego programu.

Segment	*G*	*F*	*E*	*D*	*C*	*B*	*A*	*Wartość*
Cyfra								
0	0	1	1	1	1	1	1	63
1	0	0	0	0	1	1	0	6
2	1	0	1	1	0	1	1	155
3	1	0	0	1	1	1	1	143
4	1	1	0	0	1	1	0	166
5	1	1	0	1	1	0	1	173
6	1	1	1	1	1	0	1	189
7	0	0	0	0	1	1	1	7
8	1	1	1	1	1	1	1	191
9	1	1	0	1	1	1	1	175

Rys. 2



Pierwszym problemem, jaki będziemy musieli rozwiązać, będzie z pewnością sprawa uporządkowania obliczonych wartości tak, abyśmy mogli z nich korzystać w możliwie wygodny sposób. Zastanówmy się, w jakich programach będziemy musieli korzystać z wyświetlania cyfr? Ano, przede wszystkim we wszelkiego rodzaju licznikach, zegarach, miernikach częstotliwości i innych podobnych urządzeniach. W większości wypadków będziemy zatem mieli do czynienia z cyklicznym wyświetlaniem cyfr. Oczywiście, możemy każdej z wartości nadać indywidualne nazwy, np. Cyfra1, Cyfra2 itd. Wątpię jednak, czy korzystanie z tak określonych stałych byłoby wygodne! Postąpimy zatem inaczej: umieścimy nasze wartości w tabeli, czyli mówiąc językiem programistów zadeklarujemy tablicę danych. Sposób deklaracji tablicy jest bardzo podobny do deklarowania pojedynczej zmiennej, a różnica polega na tym, że tym razem powiadamiamy kompilator o konieczności zarezerwowania w pamięci RAM procesora miejsca jednorazowo na więcej niż jedną wartość. Mówiąc ściślej, deklaracja tablicy polega na zadeklarowaniu kilku zmiennych o tej samej nazwie, ale o innym "numerze porządkowym". Jak wygodnym posunięciem jest zadeklarowanie tablicy danych, przekonamy się za chwilę, ale pamiętajcie o jednej sprawie:

Każda zmienna typu "BYTE" zajmuje w pamięci procesora dokładnie jeden bajt, których do dyspozycji mamy zaledwie 128. Inne zmienne zajmują (z wyjątkiem zmiennej typu "BIT") jeszcze więcej miejsca. Deklarowanie tablic powoduje drastyczne zwiększenie obszaru zajmowanej pamięci i dlatego musimy stosować je z rozwagą, deklarując tablice o minimalnych dopuszczalnych rozmiarach.

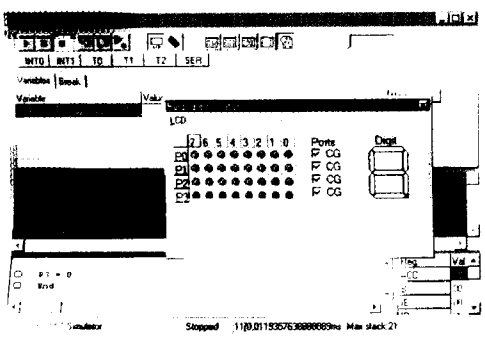
Pomimo powyższego ostrzeżenia, dochodzimy jednak do wniosku, że zadeklarowania tablicy jest niezbędne i czynimy to za pomocą polecenia:

DIM [zmienna] ([ilość stosowanych zmiennych]) As [typ zmiennej]

W naszym, konkretnym przypadku polecenie to będzie miało postać:

DIM Cyfra(9) As Byte

Rys. 3



Po wydaniu tego polecenia kompilator zarezerwuje sobie w pamięci już nie pojedynczą komórkę, ale jakby malutką szafkę z dziesięcioma (pierwsza szafka ma numer "0") szufladkami, w których umieścimy liczby potrzebne do wyświetlenia wszystkich dziesięciu cyfr.

No dobrze, mamy już tablicę danych, ale niewielki z niej pożytek, tak jak z każdej pustej szafki. A zatem zapełnijmy naszą tablicę potrzebnymi nam danymi. Czynność tę możemy wykonać w najrozmaitszy sposób, ale na razie wybierzemy metodę najprostszą, wręcz intuicyjną. Piszemy:

```
Dim Cyfra(9) As byte

Cyfra(0) = 63
Cyfra(1) = 6
Cyfra(2) = 155
Cyfra(3) = 143
Cyfra(4) = 166
Cyfra(5) = 173
Cyfra(6) = 189
Cyfra(7) = 7
Cyfra(8) = 191
Cyfra(9) = 175
```

i po uruchomieniu programu nasza szafka zostanie zapełniona aż po same brzegi! Pamiętajmy jednak, że zużyliśmy już 10 bajtów cennej pamięci RAM procesora. Nie obawiajcie się jednak, to co zostało wystarczy jeszcze na potrzeby nawet dość rozbudowanego programu, a w najbliższej przyszłości dowiemy się, jak można usunąć niepotrzebne już zmienne z pamięci RAM i uwolnić zajmowaną przez nie pamięć.

Podprogram, który napisaliśmy przed chwilą warto zapisać sobie w osobnym pliku. Z pewnością przyda się on nam w przyszłości. Tu na marginesie drobna uwaga: dobrą praktyką jest zapisywanie w osobnym katalogu szczególnie cennych fragmentów programów i ciekawych procedur. Po jakimś czasie uzbieramy sobie pokaźną bibliotekę, a pisanie kolejnego programu często będzie sprowadzać się do "sklejania" ze sobą zarchiwizowanych uprzednio podprogramów.

Jednak jak na razie nie mamy zbyt wielkiego pożytku z napisanego programu. Po skompilowaniu i uruchomieniu załaduje on wprawdzie potrzebne dane do pamięci i nic więcej. A więc, musimy jeszcze chwilę popracować, aby wreszcie ujrzeć wszystkie cyfry ukazujące się na wyświetlaczu. Zakładamy, ze wystarczy nam jednorazowe sprawdzenie poprawności przeprowadzonych uprzednio operacji. Piszemy zatem kolejne linijki programu:

```
For R = 0 To 9
P3 = Cyfra(r)
Next R
P3= 0
End
```

A na początku, zaraz po poleceniu Dim Cyfra(9) As Byte dopisujemy:

Dim R as Byte

Działanie polecenia Dim jest już dla Was oczywiste, ale zastanówmy się, jakie czynności mają wykonywać ostanie cztery linijki programu.

For R = 0 To 9 oznacza, że wszystkie czynności zawarte pomiędzy tym poleceniem a NEXT mają być wykonane dziesięć razy, a po każdym ich wykonaniu wartość R zostanie powiększona o 1.

Polecenie P3 = Cyfra(r) wykonane zostanie dziesięć razy, a za każdym razem do portu P3 zostanie wysłana liczba przyporządkowana aktualnej wartości zmiennej R, czyli kolejno wszystkie umieszczone w tablicy liczby.

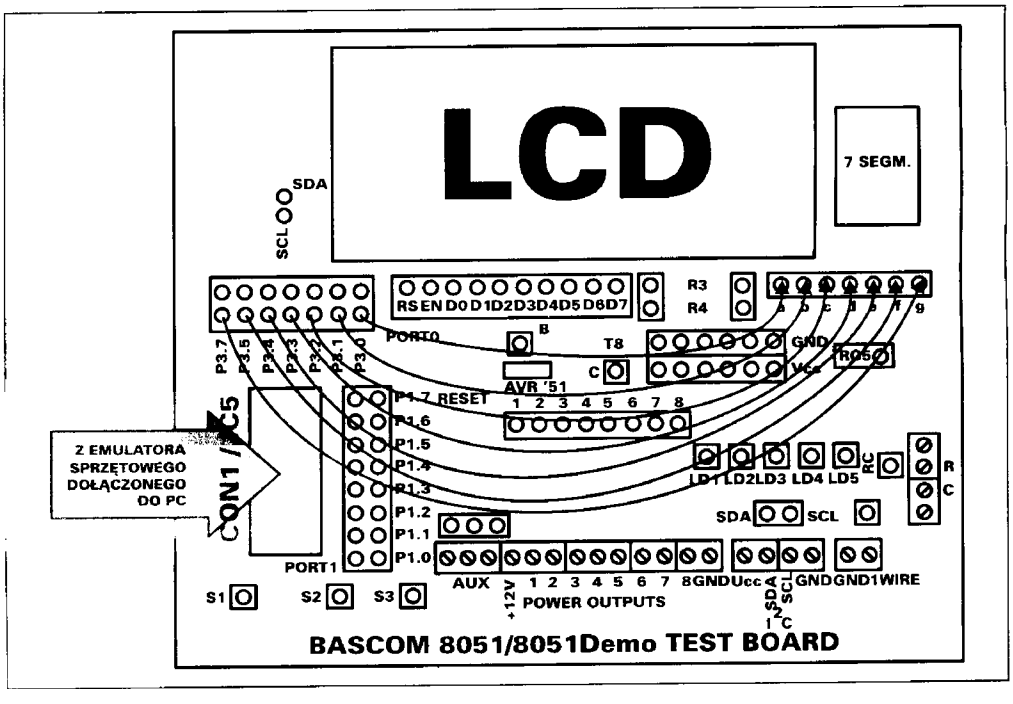
Polecenie NEXT zamyka pętlę programową

Polecenie P3=0 sprawia, że po wyświetleniu wszystkich cyfr wyświetlacz siedmiosegmentowy zostanie wyłączony (na wyjściach portu P3 pojawią się same zera).

End - koniec programu.

Wygląda na to, że wszystko powinno działać zgodnie z przewidywaniami. Kompilujemy więc nasz program i włączamy symulację

Rys. 4



programową. Tym razem jednak nie bardzo mamy ochotę zakrzyknąć "BINGO!". Na symulowanym wyświetlaczu coś się wprawdzie pokazało, ale wyświetlanie cyfr przebiegło tak szybko, że nawet nie zdążyliśmy zaobserwować jego ewentualnej poprawności. W symulacji sprzętowej, na płytce testowej sytuacja wygląda równie źle: wyświetlacz zamigotał i wszystkie segmenty wyłączyły się. Gdzie więc tkwi błąd?

Błąd tkwi w zbyt dużej szybkości pracy programu, nawet podczas powolnej emulacji sprzętowej czy programowej. Gdybyśmy teraz tak napisany program załadowali do procesora i uruchomili, to zobaczylibyśmy co najwyżej krótki błysk segmentów wyświetlacza. Na szczęście rozwiązania problemu są bardzo proste: wystarczy w jakiś sposób zmusić program, aby po wyświetleniu każdej cyfry zaczekał trochę na powolnego człowieka i umożliwił mu odczytanie pokazanej cyfry. Celowo napisałem "rozwiązania", ponieważ żądane opóźnienie zrealizujemy dwoma różnymi metodami, odpowiednimi dla symulacji i pracy programu w zaprogramowanym procesorze.

Realizowanie opóźnienia w symulacji sprzętowej i/lub programowej

W symulacji najprościej jest zrealizować opóźnienie za pomocą dodatkowej pętli programowej wstawionej w odpowiednim miejscu programu. Pętla może być pusta, nie musi wykonywać jakichkolwiek czynności, wystarczy, że wykonanie jej samej zajmuje trochę czasu. Najprościej zrealizować taką pętlę za pomocą znanej już Wam instrukcji NEXT ... FOR. Ilość powtórzeń pętli zależy od szybkości działania procesora w komputerze i najlepiej ustalić ją doświadczalnie. Przykładowo: wykonanie instrukcji:

For X = 1 to 100
Next X

zajmuje na komputerze z procesorem PENTIUM 133 około 2 sekund.

Dopisujemy więc do naszego programu pętlę opóźniającą, nie zapominając o zadeklarowaniu kolejnej zmiennej: X. Zarówno deklaracja tej zmiennej, jak i pętla programowa zostaną przed zaprogramowaniem procesora usunięte z program, tak więc nie musimy martwić się zwiększeniem zajmowanej powierzchni pamięci RAM.

Ostateczna, gotowa do uruchomienia wersja naszego programu wygląda następująco:

```
                                'Deklaracje Zmiennych
Dim Cyfra(9) As Byte            'deklaracja tablicy zmiennych
Dim R As Byte                   'deklaracja zmiennej pomocniczej (licznik instrukcji FOR ...NEXT)
Dim X As Byte                   'deklaracja zmiennej pomocniczej opóźnienia
'Ładowanie danych do tablicy
Cyfra(0) = 63                   'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "0"
Cyfra(1) = 6                    'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "1"
Cyfra(2) = 155                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "2"
Cyfra(3) = 143                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "3"
Cyfra(4) = 166                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "4"
Cyfra(5) = 173                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "5"
Cyfra(6) = 189                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "6"
Cyfra(7) = 7                    'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "7"
Cyfra(8) = 191                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "8"
Cyfra(9) = 175                  'umieszczenie w tablicy kodu cyfry "9"
'Właściwy program
Do                                      'wykonaj wszystko, co poniżej
For R = 0 To 9                  'początek pętli głównej programu
  P3 = Cyfra(r)                 'wysłanie do portu P3 wartości odpowiadającej cyfrze
    For X = 1 To 100            'pętla opóźnienia
    Next X                              'pętla opóźnienia
Next R                                  'zamknięcie pętli głównej
Loop                                    'wykonaj jeszcze raz
End
```

Zauważyliście pewnie, że dodałem do programu jeszcze jeden element: niekończącą się pętlę DO .... LOOP. W związku z tym nasz program będzie wykonywany w nieskończoność, wyświetlając na wyświetlaczu siedmiosegmentowym kolejne cyfry.

Realizacja opóźnienia w programie przeznaczonym do umieszczenia w procesorze

Język MCS BASIC oferuje nam wiele możliwości realizacji opóźnień czasowych, zwalniając nas **na razie** od konieczności poznawania obsługi timerów systemowych. Do dyspozycji mamy dwie podstawowe instrukcje, pozwalające na wnoszenie opóźnień z zakresu od 1 ms do 255 sekund, czyli do ponad 4 minut. Są to instrukcje:

WAIT [liczba sekund, liczba z zakresu 1 do 255)

WAITMS [liczba milisekund, liczba z zakresu od 1 do 255]

Po wydaniu jednaj z tych dwóch instrukcji program wstrzymuje swoje działanie aż do momentu upłynięcia oznaczonego czasu. Oczywiście, zawsze możliwe jest wydanie kolejno kilku instrukcji opóźnienia, chociażby w celu "załatania dziury" pomiędzy 255msek za 1 s. Np.:

Wait 1: Waitms 125

lub

Waitms 255: Waitms 100

Gdybyśmy chcieli teraz zaprogramować procesor i sprawdzić w "real world" jego działanie, to musimy pamiętać o bezwzględnym usunięciu z niego opóźnień realizowanych w formie pętli programowej i zastąpienie ich jednym z wyżej opisanych poleceń. Tak więc zamiast:

```
For X = 1 To 100
Next X
```

Wstawimy np.:

```
WAIT 1
```

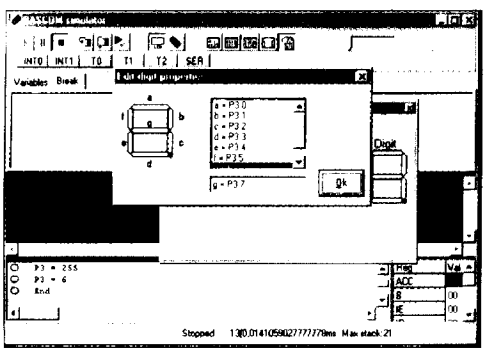
co da nam opóźnienie 1 sekundy.

Nie wyczerpaliśmy bynajmniej tematu wysyłania danych do portów procesora '51, ale pozostało już niewiele czasu z tej godziny lekcyjnej. W opisywaniu głównego tematu ćwiczenia przeszkadzały nam liczne dygresje, ale także dzięki nim wypełnialiśmy postawione przed nami zadania: uczyliśmy się języka MCS BASIC i obsługi pakietu BASCOM. Chciałbym wspomnieć Wam jeszcze, chociażby w największym skrócie, o odczytywaniu danych z portów procesora.

Odczytanie jakichkolwiek danych z portu procesora '2051 lub z pojedynczego pinu takiego portu jest możliwe dopiero po programowym ustawieniu na całym porcie lub wybranym pionie STANU WYSOKIEGO.

Wyprowadzenia portów procesora '2051 możemy z pewnym przybliżeniem traktować jako wyjścia typu OPEN DRAIN wyposażone w bufory, w których zatrzaskuje się podana z wewnątrz informacja. Jeżeli np. po podaniu polecenia:

Rys. 5



P3=0

chcielibyśmy odczytać z wejść tego portu jakiekolwiek dane, to niezależnie od stanów logicznych na dołączonych do nich układów peryferyjnych zawsze odczytywalibyśmy same zera! Dopiero po wydaniu polecenia:

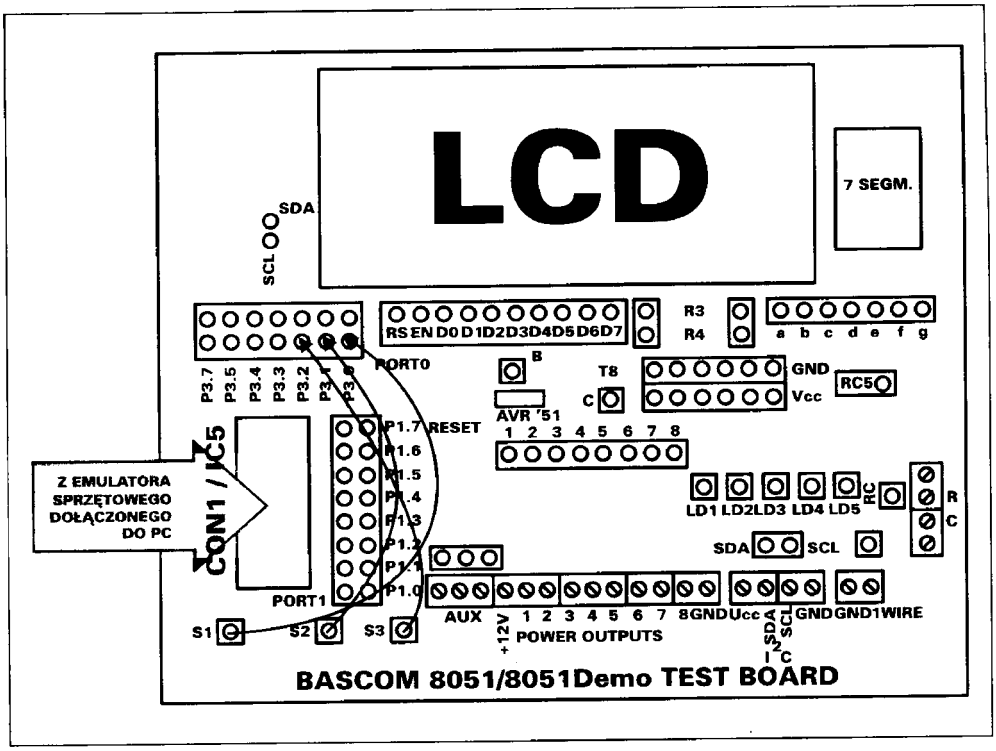
P3= 255

uzyskujemy dostęp do wejść portu P3.

W języku MCS BASIC liczby charakteryzujące stan portów procesora, a także ich pojedynczych pinów, możemy traktować jako zwykłe zmienne, tzn. nadawać im określone wartości, a także dokonywać wszelkich innych operacji dozwolonych na zmiennych.

Np. po wydaniu polecenia A = P1 zmienna A przyjmie taką wartość, jaka znajduje się w momencie wydania polecenia na wejściach portu P1. Możemy także napisać: A = P1.3, a wtedy zmienna A przyjmie wartość, jaka aktualnie istnieje na wejściu 3 portu P1.

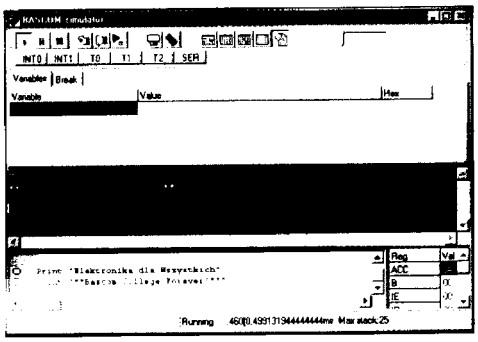
Napiszmy sobie zatem króciutki program:,



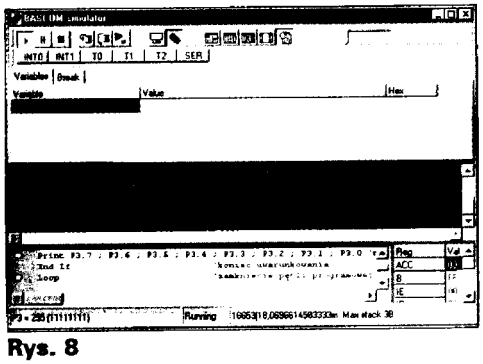
Rys. 6

a następnie zmontujmy na naszej płytce testowej układ pokazany na **rysunku 6**.

```
Do                                                    'początek niekończącej się pętli
programowej
P3 = 255                                              'przygotuj wejścia portu P3 do
odczytu danych
If P3 <> 255 Then                                     'jeżeli wartość podana do P3
zmieniła się, to:
Print P3 ; "  " ;                                     'napisz, jaka to jest wartość
Print P3.7 ; P3.6 ; P3.5 ; P3.4 ; P3.3 ; P3.2 ; P3.1 ; P3.0   'napisz, jakie są stany poszczegól-
nych pinów
End If                                                'koniec uwarunkowania
Loop                                                  'zamkniecie pętli programowej
```



Rys. 7



Rys. 8

Zanim jednak przejdziemy do testowania w symulacji sprzętowej naszego programu i zawartych w nim poleceń, winien jestem Wam pewne wyjaśnienia, dotyczące nowego dla nas polecenia PRINT, które znalazło się w powyższym programie.

Generalnie, polecenie **"PRINT"** używane jest do zapewnienia komunikacji pomiędzy komputerem PC a systemem mikroprocesorowym wyposażonym w interfejs RS232. W przypadku procesorów 'X051 i pracy w środowisku BASCOM-a nawiązanie takiej łączności jest szczególnie łatwe i będzie tematem jednej z następnych lekcji. Polecenie **"PRINT"** ma jednak jeszcze jedno, wyjątkowo użyteczne zastosowanie: podczas pracy w emulacji sprzętowej lub programowej umożliwia "podgląd" pracującego programu i w wielu przypadkach radykalnie przyspiesza i ułatwia jego uruchomienie.

W przypadku pracy w symulacji i bez wykorzystywania transmisji poprzez interfejs RS232 efekty działania polecenie PRINT kierowane są na ekran komputera, Napiszmy sobie dwie linijki programu i po skompilowaniu uruchommy go w symulatorze (**rys.7**):

```
Print "**Elektronika dla Wszystkich**"
Print "**BASCOM College Forever!**"
```

Tekst, którego wysłanie do portu szeregowego zostało zlecone poleceniem PRINT ukazał się na małym, niebieskim ekranie emulatora programowego i to samo zjawisko zajdzie w przypadku korzystania z emulatora sprzętowego. Na jednej z najbliższych lekcji pokażę Wam, jak bardzo polecenie PRINT może okazać się użyteczne, np. podczas uruchamiania programów obsługujących magistralę I^2C. Bez najmniejszej przesady: stosowanie tego polecenia do "podglądania" programu pracującego w symulacji może niejednokrotnie pozwolić na zaoszczędzenie wielu godzin czasu!

Wracajmy jednak do naszego programu testującego stan wejść portu P.3 procesora. Uruchamiamy go w symulacji sprzętowej, na zmontowanej wg rysunku 6 płytce testowej1. Początkowo nic się nie dzieje, ale po naciśnięciu któregokolwiek z przycisków S1 ... S3 na płytce na ekranie symulatora zaczynają pojawiać się liczby. Na początku zostaje wyświetlona liczba reprezentująca stan portu P3 w notacji dziesiętnej, a zaraz po niej ta sama liczba w kodzie binarnym.

Nie przerobiliśmy jeszcze całego zapowiedzianego materiału, a już odezwał się dzwonek oznajmiający koniec lekcji! Na zakończenie podam Wam trochę materiału do przerobienia w domu:

1. Spróbujcie napisać, skompilować i przetestować na płytce testowej poniższy program.

Ciąg dalszy na stronie 36.

Ciąg dalszy ze strony 28.

Będzie to jednocześnie praktycznie pierwsza próba skorzystania z wyświetlacza alfanumerycznego LCD umieszczonego na naszej płytce testowej. Schemat montażowy jest taki sam, jak do poprzedniego ćwiczenia.

2. Popatrzcie na główny schemat, na którym pozostał jeszcze nie omówiony fragment 3. Jeżeli posiadacie jakiś czterofazowy silnik krokowy (np. od starej stacji dysków 5,25"), to dołączcie go do naszej płytki w sposób pokazany na schemacie i spróbujcie napisać program wprawiający ten silnik w ruch. Nie mogłem sobie z tym problemem poradzić (no, może jest w tym trochę kokieterii) i bardzo byłbym wdzięczny za każdy pomysł na napisanie takiego programu przesłany mi na zbigniew.raabe@edw.com.pl.

3. Jeżeli nie posiadacie silnika krokowego, to spróbujcie napisać i uruchomić program obsługujący zwykły silnik DC małej mocy. A może poeksperymentujecie z żarówkami na niskie napięcie lub innymi odbiornikami DC, dołączanymi do płytki testowej? Pamiętajcie jednak o jednym: do każdego z wyprowadzeń portów procesora '2051 może wpływać prąd nie większy niż 20mA i najlepiej zawsze stosujcie wzmacniacz prądowy z układem ULN2803 umieszczony na płytce testowej.

To wszystko, co chciałem przekazać Wam w ćwiczeniu 2.

Zbigniew Raabe
zbigniew.raabe@edw.com.pl

```
$sim
Config Lcd = 16 * 1a
Cursor Off
Cls
Do
Set P3.0
Set P3.1
Set P3.2
If P3.0 = 0 Then
Cls
Print "Stan niski na P3.0"
Lcd "Low on P3.0"
End If
If P3.1 = 0 Then
Cls
Print "Stan niski na P3.1"
Lcd "Low on P3.1"
End If
If P3.2 = 0 Then
Cls
Print "Stan niski na P3.2"
Lcd "Low on P3.2"
End If
Loop
```