

MTS-51

Zestaw do nauki mikrokontrolera '51

Trzeba obiektywnie przyznać, że MCS-51 to rodzina układów bardzo przyjazna dla użytkownika, łatwa do nauczania i świetnie wyposażona w narzędzia zarówno programowe, jak i sprzętowe. Można oczywiście polemizować, czy przyjęta koncepcja jednostki centralnej jest dobra i czy odpowiada dzisiejszym wymaganiom? Czy w dobie tak szybkich zmian, jakie obserwujemy w elektronice, rdzeń mikrokontrolera opracowany kilkanaście lat temu nie jest już muzealnym zabytkiem?

Pojawiające się co pewien czas nowe mutacje 51-ki świadczą o tym, że powyższe wątpliwości nie znajdują uzasadnienia, a rodzina ma się całkiem nieźle (dowody na to przedstawiamy w artykule opublikowanym na witkiedce On/Off Line - tylko w EPo/oL).

Na początku ery mikrokontrolerów konstruktorzy wykorzystujący je byli nie wiadomo jakimi specami. Dzisiaj można nie znać na pamięć serii układów TTL czy CMOS, ale bez znajomości choćby jednego mikrokontrolera trudno zabierać się nawet za najprostsze projekty. Choć w zakresie literatury technicznej w ciągu ostatnich lat bardzo wiele się u nas zmieniło na korzyść, to - jak wiadomo - skuteczność nauczania znacznie się zwiększa, jeśli do nauki wykorzystuje się ćwiczenia praktyczne. Specjalnie dla tych, którzy dzisiaj nie mają jeszcze zielonego pojęcia, co to jest mikrokontroler, na dalekim Tajwanie opracowano trenera MTS-51. Nie jest to klasyczny starter kit, do jakich jesteśmy przyzwyczajeni. Raczej trudno dołączyć do niego własny fragment systemu, ale chyba też nie taka była intencja projektantów. Zamysłem było jak najpełniejsze zaprezentowanie architektury mikrokontrolera i sposobów dołączania typowych układów peryferyjnych, z jakimi spotykamy się na co dzień, stąd ich bogactwo w zestawie (fot. 1).

Dość oryginalnie wygląda płyta czołowa zestawu. Jest to po prostu płytka drukowana, do której przylutowano poszczególne elementy. Zamiast typowej soldermaski zastosowano farbę, która maskuje ścieżki na płycie, a na

niej nałożono opisy wyjaśniające funkcje poszczególnych elementów. Trener jest wyposażony we wbudowany zasilacz sieciowy.

Dokumentacja

Do zestawu dołączono pokaznych rozmiarów książkę, która w swej pierwszej części jest źródłem wiedzy na temat architektury mikrokontrolerów '51, w drugiej natomiast dokładnie opisuje sam zestaw MTS-51. W części teoretycznej zapoznajemy się z podstawowymi pojęciami związanymi z techniką mikroprocesorową. Dowiadujemy się co to jest ALU, CPU, czym różni się pamięć ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, poznajemy zasadę działania układów we/wy oraz systemu przerwań. Dalej dowiadujemy się, jak powyższe komponenty są implementowane w konkretnych układach rodziny MCS-51. Można zauważyć, że opisy zamieszczone w podręczniku są zredagowane nieco inaczej niż odpowiadające im noty katalogowe. Użyte sformułowania zostały dobrane z myślą o tym, że będą je czytać ludzie

Parafrazując popularne powiedzenie, chciałoby się rzec: „51-ka wiecznie żywa“.

Wciąż znajdują się chętni do wykorzystywania jej w swoich projektach, wciąż nie brak chętnych do wkraczania w świat mikrokontrolerów poprzez poznawanie właśnie tej rodziny. Jeśli już się uczyć, to najlepiej na błędach.

Dysponując opisanym poniżej zestawem, można ich bezpiecznie popełniać bez liku.

z praktycznie zerowym poziomem wiedzy. Poszczególne fragmenty tekstu są bogato ilustrowane tabelami i rysunkami. Tam, gdzie jest to potrzebne, przedstawiane są algorytmy procedur w postaci graficznej. Pod koniec pierwszej części podręcznika zamieszczono listę rozkazów mikrokontrolera '51, zilustrowaną przykładowym programem w assemblerze. Zawarto również krótki opis makroassemblera X8051 oraz linkera LINK4. Dość dokładnie opisane są też formaty plików wynikowych .hex, w szczególności różnice pomiędzy typami Intel, Extended Intel, Tektronix, S19, S28 i S37. Kolejne rozdziały dotyczą zestawu MTS-51.



Fot. 1. Wygląd zestawu MTS-51



Rys. 2. Okno programu WinISP

Poszczególne bloki funkcjonalne zestawu omówiono indywidualnie, do każdego opisu dołączono odpowiedni schemat ideowy. Zaprezentowano tu również program wykorzystywany do programowania mikrokontrolera - WinISP. Kolejną część dokumentacji stanowią dokładne opisy kilkunastu ćwiczeń praktycznych, jakie można przeprowadzić w oparciu o zestaw MTS-51. Po krótkim wstępie ogólnym do każdego tematu, podano sposób skonfigurowania przełączników i zworek, a następnie dokładnie opisano przebieg ćwiczenia. Całość jest uzupełniona podaniem wersji źródłowych programów, które można również znaleźć na załączonym CD-ROM-ie.

Programowanie mikrokontrolera

W zestawie MTS-51 zastosowano mikrokontroler P89C51RD+ firmy Philips. Posiada on wewnętrzną pamięć programu typu Flash, dzięki czemu stało się możliwe programowanie go w systemie. Czynność ta jest bardzo prosta, nie wymaga ciąglego przekładania układu z systemu uruchamianego do programatora, mimo że przewidziano specjalną podstawkę typu ZIF, niewymagającą używania siły podczas demontażu. Jej zastosowanie wynika więc raczej ze stworzeniem możliwości wymiany typu mikrokontrolera. Przed przystąpieniem do programowania należy za pomocą specjalnej zworki ustawić odpowiednie napięcie programujące (5 lub 12 V), połączyć zestaw z komputerem poprzez port szeregowy, uruchomić program WinISP i wcisnąć przycisk przełączający zestaw w tryb pracy ISP. Następnie w parametrach programu określa się typ układu, numer portu komunikacyjnego, zakres programowanych adresów, a także częstotliwość taktowania mikrokontrolera (rys. 2). Za pomocą tego programu można także ustawić bity zabezpieczające, do nauki nie będą one jednak potrzebne.

Kolejną czynnością jest załadowanie programu wynikowego, który będzie zapisany w pamięci Flash. Użytkownik oprócz wersji źródłowych dostaje na CD-ROM-ie przygotowane przez producenta do każdego ćwiczenia pliki wynikowe. Nie jest więc konieczne kompi-

lowanie programów przed użyciem. Po załadowaniu programu wyświetlane są jego adresy początku i końca. Odpowiedni obszar pamięci Flash powinien być wykasowany przed przystąpieniem do programowania. Służy do tego klawisz *Erase Block*. Jeśli warunek ten jest spełniony, wystarczy wcisnąć klawisz *Program Part*, aby po kilku sekundach uzyskać gotowy do testów mikrokontroler. Program WinISP umożliwia ponadto ręczne modyfikowanie zawartości bufora, w tym zapełnianie go podanym wzorcem. Po zakończeniu programowania należy ponownie przełączyć zestaw w normalny tryb pracy, odpowiednio dla uruchamianego programu skonfigurować wszystkie przełączniki i zworki i wyzerować system przyciskiem *Reset*. Jeśli wszystkie powyższe czynności zostały wykonane prawidłowo, to mikrokontroler powinien od tego momentu rozpocząć wykonywanie zapisanego w jego pamięci programu. Na własne pomysły z pewnością przyjdzie czas, na początku warto zapoznać się z gotowymi propozycjami eksperymentów.

Ćwiczenia

Przygotowane przez producenta zestawu eksperymenty mają na celu wszechstronne zademonstrowanie możliwości mikrokontrolerów rodziny MCS-51. Prezentacja jest oparta na obsłudze typowych urządzeń peryferyjnych, dając tym samym gotowe rozwiązania dla praktyków. Na ogół jeden eksperyment jest podzielony na kilka ćwiczeń, co pozwala na stopniowe nabywanie umiejętności przez ucznia. Poniżej zapoznamy się pokrótce z programem kursu.

Sterowanie diodami LED

Pierwsze ćwiczenia mają na celu nauczanie korzystania z portów we/wy. Najprostszym i najbardziej efektywnym przykładem jest oczywiście mruganie diodami świecącymi. Mamy więc efekt „biegnącego punktu”. Przy okazji uczymy się tworzyć pętle wytracania czasu. W kolejnych ćwiczeniach sposób zapalania LED-ów ulega modyfikacjom. Poznajemy też techniki wykorzystywania tablic przechowujących szablony wyświetlania (*lookup table*).

Sterowanie wyświetlaczem 7-segmentowym

W kolejnym ćwiczeniu zaznajamiamy się z techniką wyświetlania informacji na 7-segmentowym wyświetlaczu cyfrowym. Do dyspozycji są dwie pary wyświetlaczy. Uczymy się przy okazji tworzyć dwucyfrowy licznik rewersyjny.

Sterowanie wskaźnikiem matrycowym 8x8 LED

Tym razem poprzeczka została nieznacznie podniesiona. Wykorzystujemy już jednocześnie dwa porty P0 i P2. Uzyskujemy bardzo efektowne wrażenia wizualne. Wyświetlacz matrycowy umożliwia wyświetlanie pięknych znaków alfanumerycznych. Po nabraniu wprawy będziemy

mogli projektować własną semigrafikę. Przydaje się nabyta wcześniej umiejętność wykorzystywania tablic lookup. Pod koniec ćwiczeń jesteśmy już prawie gotowi do zaprojektowania własnej tablicy świetlnej z przesuwającymi się napisami.

Obsługa klawiatury matrycowej 4x4

Do klasycznego otoczenia mikrokontrolera dochodzi zewnętrzny enkoder 74C922. Jest to specjalizowany układ przeznaczony do obsługi klawiatury matrycowej. Potrafi on wykryć wciśnięcie klawisza, a fakt ten sygnalizuje mikrokontrolerowi generując przerwanie. Przekraczamy więc kolejny stopień wtajemniczenia. Reakcją na naciśnięcie klawisza jest zapalenie odpowiadającego mu LED-a lub cyfry na wyświetlaczu.

Sterowanie silnikiem krokowym

To już nie przelewki. Postawione przed nami zadania stają się coraz trudniejsze. Niewątpliwie zadaniem takim jest sterowanie 4-fazowym silnikiem krokowym. Uczymy się obracać jego oś w dwie strony, wykonywać określoną liczbę obrotów, regulujemy też prędkość obrotów silnika.

Wykorzystywanie portu szeregowego

Przeprowadzamy dość dziwny eksperyment. Wysyłamy dane z wewnętrznego portu szeregowego (UART) zaimplementowanego w mikrokontrolerze, a odbieramy w rejestrze przesuwającym 74164. Wyjścia równoległe tego układu sterują LED-ami. Podobny przebieg ma kolejne ćwiczenie. Równoległe dane są w nim wysyłane z rejestru 74165 i odbierane przez UART.

Transoptory jako elementy sterujące

Do dyspozycji mamy dwa transoptory. Próbujemy poprzez nie sterować kierunkiem obrotów silnika krokowego, zliczać impulsy, itp.

Obsługa timerów mikrokontrolera w różnych trybach

Podobnie jak w pierwszym ćwiczeniu zapalamy LED-y. Tym razem jednak czas świecenia wyznacza wewnętrzny układ czasowy mikrokontrolera. W dalszej części budujemy generator przebiegu prostokątnego o ustalonej częstotliwości równej 1 kHz. Następny stopień wtajemniczenia obejmuje generację przebiegów na wyprowadzeniach P2.0 do P2.3. Kolejne ich częstotliwości pozostają w stosunku 1:2.



Rys. 3. Okno programu µVision/51



Rys. 4. Okno programu dScope-251/51

Śpiewać każdy może

Niekoniecznie śpiewać, ale grać na pewno. Niestety proponowany instrument robi to „trochę gorzej“, fałszuje bowiem niemiłosiernie. Do odtwarzania dźwięków wykorzystuje zwykły buzzer, co może być pewnym usprawiedliwieniem problemów. Podbudowa teoretyczna jest za to bardzo naukowa.

Wyświetlacz alfanumeryczny

To hasło spędza sen z powiek niejednemu elektronikowi. Korzystając z zestawu, uczymy się obsługiwać wyświetlacz alfanumeryczny LCD 20x2, wykorzystując 8-bitową magistralę danych. Początkowo napisy pojawiają się statycznie, by

w kolejnych krokach mrugać i przesunąć się po ekranie. Na koniec, wykorzystując nabyte wcześniej umiejętności, budujemy elektroniczny stoper pracujący z dokładnością do 0,01 s.

Systemy wieloprocessorowe

To brzmi dumnie. W rzeczywistości chodzi o sprzęgnięcie dwóch zestawów poprzez port szeregowy.

Narzędzia programowe

Powyższe ćwiczenia można - jak wiemy - przeprowadzić w oparciu o przygotowane fabrycznie pliki *.hex*. Prawdziwy konstruktor, choćby początkujący, będzie z pewnością próbował dołożyć do nich własną inwencję twórczą. Jest to możliwe, gdyż do zestawu dołączono ewaluacyjne wersje programów *µVision/51* (rys. 3) oraz *dScope-251/51* (rys. 4) firmy Keil. Pozwalają one na tworzenie kodu wynikowego do 2 kB, zarówno w asemblerze, jak i w języku C. Debugger *dScope-251/51* przydaje się do testowania na sucho programu przed zapisaniem go w pamięci mikrokontrolera.

Ocena

Zestaw MTS-51 to świetny zestaw edukacyjny. Będzie na pewno dużą pomocą dydaktyczną w szkolnych

i uczelnianych pracowniach systemów mikroprocesorowych. Dobrze napisana książka będąca zarówno źródłem wiedzy ogólnej, jak i instrukcją obsługi ma niestety jedną wadę. Po kilku otwarciach rozsypuje się na pojedyncze kartki - już myślałem, że jest to tylko nasza „narodowa“ specjalność. Szkoda też, że nie opracowano polskiej wersji językowej podręcznika.

Płyta czołowa zestawu, choć zaprojektowana bardzo ergonomicznie, również nie jest pozbawiona drobnego błędu. Gniazdo krawędziowe portu szeregowego nie jest - jakby sugerowała to nazwa - wyprowadzone na krawędź płytki, w wyniku czego po włożeniu wtyku zostaje dość poważnie odkształcone. Mimo drobnych niedociągnięć, zestaw stwarza bardzo dobre wrażenie ogólne. Uczniowie będą zachwyceni tym, że mogą mrugać lampkami, wyświetlać ruchome napisy i sterować obrotami silnika.

Jarosław Doliński, AVT

jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Dodatkowe informacje

Cena kompletnego zestawu: 2900 zł netto.

Zestaw do testów udostępniła redakcji firma NDN, tel. (22) 641-15-47, www.ndn.com.pl.