

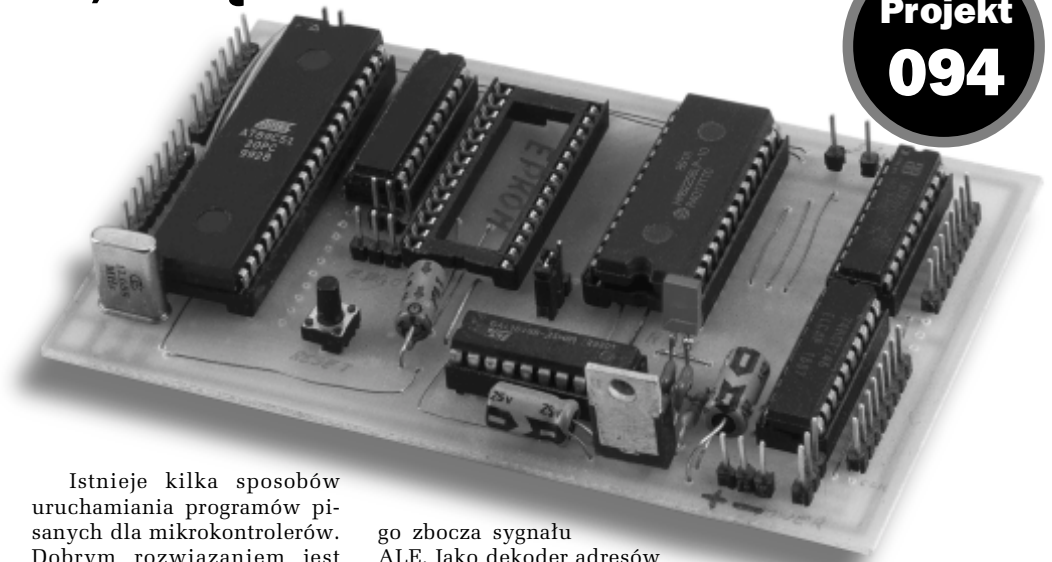
Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Układ prototypowy dla mikrokontrolerów z serii 8051, część 1

Projekt 094

Przedstawiamy zestaw uruchomieniowy z własnym programem monitorującym, którego autorem jest jeden z naszych Czytelników. Dzięki przemyślanej konstrukcji, prezentowane urządzenie może stać się niezbędnym elementem wyposażenia domowego lub uczelnianego laboratorium mikroprocesorowego.



Istnieje kilka sposobów uruchamiania programów pisanych dla mikrokontrolerów. Dobrym rozwiązaniem jest użycie tzw. emulatora *in-circuit*, ale jest ono drogie i wiąże się z pewnymi komplikacjami. Można używać także emulatora pamięci EPROM, ale w tym przypadku nie mamy możliwości podglądu wewnętrznych i zewnętrznych zasobów mikrokontrolera, a uruchamiany program przejmie całkowitą kontrolę nad mikrokontrolerem. Stosunkowo praktycznym sposobem jest wykorzystanie płytki prototypowej z wbudowanym programem monitora.

Opis układu

Układ prototypowy dla mikrokontrolerów serii MCS-51 zaprojektowano jako uniwersalny moduł umożliwiający przetestowanie przygotowywanych programów. Może on być także bardzo pomocny w nauce programowania mikrokontrolerów. Schemat układu przedstawiono na rys. 1. Jak łatwo zauważyć, jest to typowa konfiguracja mikrokontrolera 8051 z zewnętrznymi pamięciami: danych i programu. Dla zapewnienia poprawnego działania modułu z zewnętrzną pamięcią konieczne jest stosowanie układu, który zapamiętuje mniej znaczący bajt adresu. Odbywa się to podczas opadające-

go zbocza sygnału ALE. Jako dekodery adresów zastosowano programowalny układ logiczny GAL16V8 (U5). Takie rozwiązanie znacznie upraszcza budowę układu i umożliwia zaprojektowanie stosunkowo małej, jednostronnej płytki drukowanej. Odpowiednia „logika” zbudowana z użyciem tradycyjnych układów TTL musiałaby prawdopodobnie zająć całą powierzchnię przedstawionej tu płytki, i byłaby dosyć droga. Zastosowanie układu programowalnego ma jeszcze tę zaletę, że umożliwia zmianę funkcji logicznych realizowanych przez układ bez konieczności przeprojektowywania druku. Opis funkcji logicznych reali-

zowanych przez układ będzie zamieszczony w części opisu-jącej oprogramowanie.

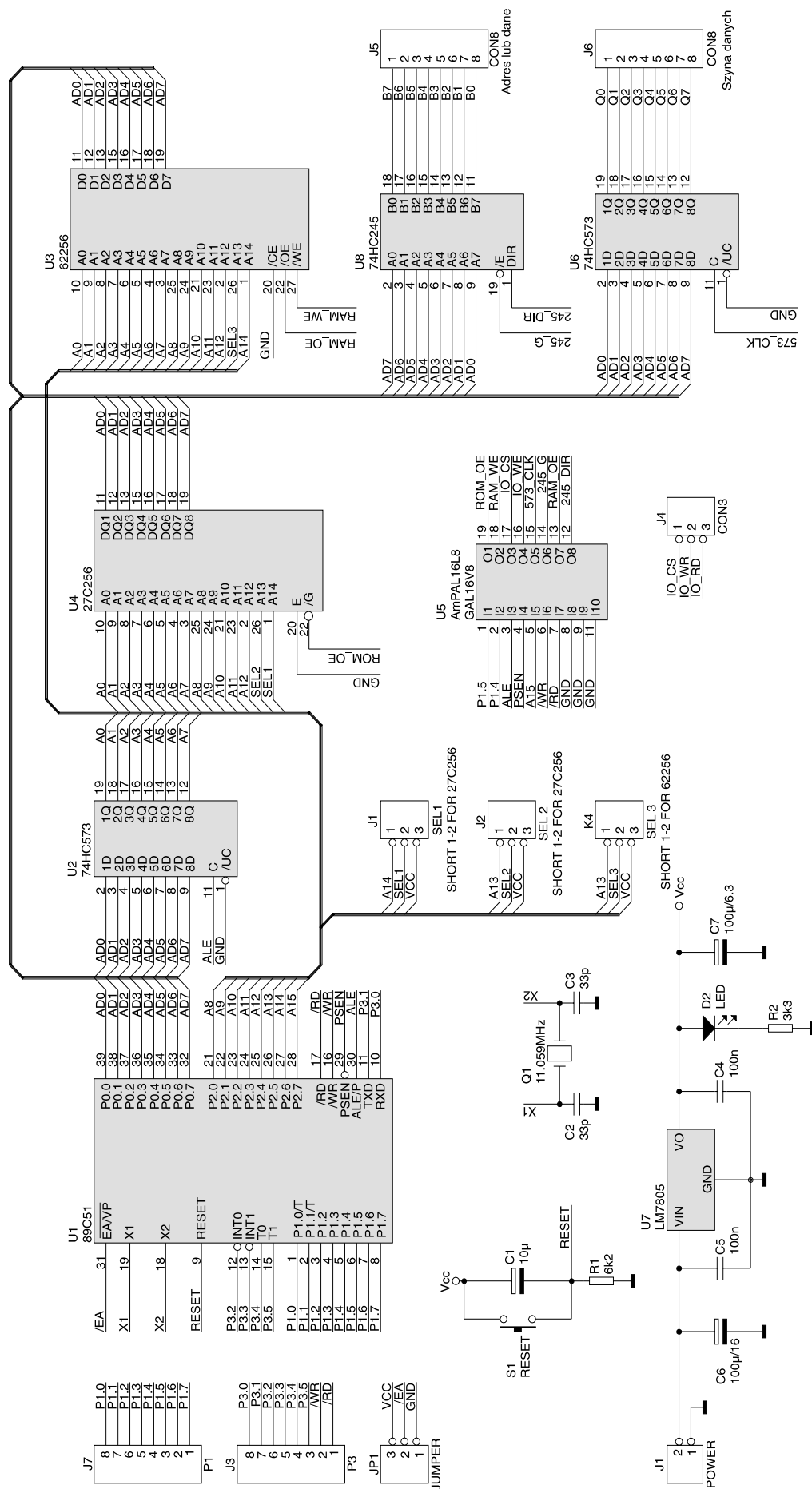
Ponieważ użycie zewnętrznych pamięci programu i danych wiąże się z rezygnacją z dwóch portów wejścia/wyjścia mikrokontrolera, układ został uzupełniony o dwa układy scalone (U6 i U8) umożliwiające dołączenie zewnętrznych układów rozszerzeń np. 82C55A, pamięci itp. Całość jest zasilana napięciem stabilizowanym +5V. Można zrezygnować z montowania stabilizatora (U7), jeśli posiadamy zew-

Tab. 1.

Tryb	PIN 1.5	PIN 1.4	Pamięć programu		Pamięć danych	
			0000-7FFF	8000-FFFF	0000-7FFF	8000-FFFF
3 (Start mode)	H	H	EPROM**	EPROM	I/O lub zewnętrzny RAM	RAM*
2	H	L	EPROM	EPROM	RAM	I/O lub zewnętrzny RAM
1	L	H	RAM	EPROM	I/O lub zewnętrzny RAM	RAM
0	L	L	RAM	EPROM	RAM	I/O lub zewnętrzny RAM

* RAM umieszczony na płytce EVM51

** EPROM umieszczony na płytce EVM51



Rys. 1.

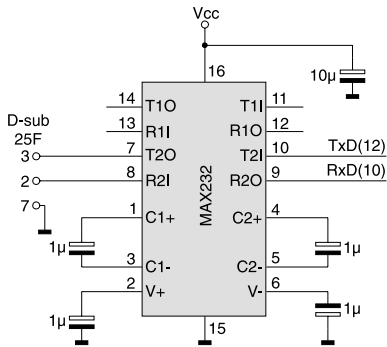
wnętrzny zasilacz dostarczający stabilizowanego napięcia +5V o wydajności ok. 100mA.

Do praktycznego wykorzystania układu potrzebny jest kabel łączący płytkę z komputerem PC poprzez port szeregowy. Taki kabelek powinien być uzupełniony układem transлятора poziomów z wykorzystaniem np. układu scalonego MAX232 (przykładowe rozwiązanie pokazano na rys. 2). Jego zastosowanie jest konieczne ze względu na inne poziomy napięć występujące na wyjściu portu szeregowego komputera i wyjściu układu szeregowy transmisji danych mikrokontrolera 89C51. Ponieważ układ scalony MAX232 do najtańszych nie należy, dlatego zazwyczaj używam jednego układu umieszczonego w obudowie gniazdka telefonicznego i łączę go z płytkami za pomocą kabelka zakończonego wtyczką telefoniczną z 4 przewodami (2 sygnałowe i 2 zasilania).

Mikrokontroler jest taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości 11,059 MHz (rezonator kwarcowy Q1), ale nic nie stoi na przeszkodzie aby zastosować dowolny inny rezonator o częstotliwości mieszczącej się w dopuszczalnych granicach dla układu 89C51. Trzeba jedynie pamiętać, że w oprogramowaniu standardowo wchodzącym w skład systemu Windows można wybierać jedynie standardowe szybkości transmisji, a zastosowanie kwarcu o innej częstotliwości może spowodować, że program monitora nie będzie w stanie usta-

Prezentowany w artykule układ prototypowy dla mikrokontrolerów serii MCS-51 umożliwia:

1. Przetestowanie niemal każdego programu bez konieczności posiadania programatora pamięci, programatora mikrokontrolerów itp.
2. Wykorzystanie 32kB pamięci RAM i 32kB pamięci EPROM przez programistę.
3. Bezpośrednie połączenie z komputerem przez port szeregowy.
4. Automatycznie ładuje, a potem uruchamia program. Proste, tanie i efektywne.
5. Programowanie szeregowych pamięci EEPROM z interfejsem I²C.
6. Wybór jednej z czterech, wybieranej programowo konfiguracji zewnętrznych pamięci i układów rozszerzeń.



Rys. 2.

lić właściwej szybkości transmisji. Dysponuję programem, który jest w stanie wykorzystywać port szeregowy komputera PC na dowolnej, także niestandardowej szybkości transmisji. Jest to jednak program napisany pod system DOS, dlatego jego obsługa nie jest tak wygodna jak programów pod Windows.

Na schemacie elektrycznym umieszczono układ pamięci EPROM 27C256, ale jego stosowanie nie jest konieczne. Na płytce znajduje się podstawa pod ten układ. Można w to miejsce „podpiąć” emula-

tor pamięci EPROM lub włożyć układ scalony pamięci. W rozwiązaniu modelowym to miejsce nie jest wykorzystywane, a całe oprogramowanie monitora jest umieszczone w pamięci Flash mikrokontrolera 89C51. W takim przypadku wyprowadzenie /EA mikrokontrolera powinno być dołączone do plusa zasilania (zworka od spodu płytki drukowanej). Jeśli wykorzystywana ma być zewnętrzna pamięć

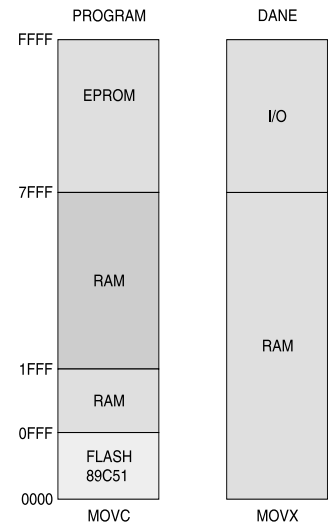
programu lub zamierzamy pracować z emulatorem EPROM-ów i z jego pomocą uruchamiać programy i sterować układem mikrokontrolera, to wyprowadzenie /EA łączymy z masą. Można używać także programu monitora jako programu, z którego „startuje” układ, a uruchamiane programy umieszczać w pamięci emulatora epromów, ale jest to rozwiązanie skomplikowane i nie polecam jego stosowania. Do nauki programowania i prostych testów w zupełności wystarcza zamontowanie mikrokontrolera 89C51 i pamięci RAM 62256.

Więcej informacji o różnych możliwościach konfiguracji układu zawarto w **tab. 1**. Przedstawiono w niej 4 podstawowe tryby konfiguracji pamięci programu, danych i układów wejścia/wyjścia.

Należy zwrócić uwagę, że przestrzeń adresowa mikrokontrolera wynosi 64kB, natomiast wszystkie użyte zewnętrzne pamięci są o pojemności 32kB. Dlatego np. dla trybu 3 pamięć EPROM pod adresami 8000...FFFF jest kopią tej samej pamięci która znajduje się w przestrzeni adresowej 0000...7FFF. Podobnie dla trybu 0 pamięć RAM w przestrzeni adresowej pamięci danych jest kopią tej samej pamięci RAM umieszczonej w pamięci programu. Zapisanie (rozkazem *movx*) jakiegokolwiek informacji do pamięci danych w trybie 0 pod adresy 0000...7FFF spowoduje „zamazanie” pamięci programu pod tym samym adresem. Trzeba o tym pamiętać, gdyż w pewnych sytuacjach może to powodować „zawieszanie” się wykonywanego programu. Zrozumienie tego zjawiska jest bardzo ważne ze względu na wykorzystanie zerowego trybu pracy przy korzystaniu z monitora umiesz-

czanego w pamięci Flash mikrokontrolera. Dlatego postaram się wyjaśnić ten tryb trochę szerzej.

Mapę pamięci przedstawiono w **tab. 1**. Przy wykorzystaniu pierwszych 4kB pamięci mikrokontrolera można wykorzystać pierwsze 4kB pamięci RAM jako pamięć danych (zapis i odczyt rozkazami *movx*). Program monitora modyfikuje zawartość zewnętrznych pamięci zapisując do nich rozkazami *movx*, natomiast odczyt (z pewnymi wyjątkami) odbywa się rozkazami *movc*. Dlatego odczyt zewnętrznych pamięci powyżej 4kB (i mniejszych od 32kB) rozkazem *movx* i *movc* zwróci tę samą wartość. Natomiast ta sama operacja dla obszaru pamięci poniżej 4kB zwróci dwie różne wartości. Schematycznie wyjaśnia to **rys. 3**. Kolejne 4kB pamięci o adresach 0FFF...1FFF, to pamięć przeznaczona dla dodatkowych komend, jakie można dodawać do programu moni-



Rys. 3.

toru we własnym zakresie. Więcej na ten temat w punkcie w którym opisano oprogramowanie. Właściwy program powinien się zaczynać od adresu 1FFF i może mieć maksymalny rozmiar 24kB. Jest to ilość w zupełności wy-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 6,2kΩ SMD
- R2: 3,3kΩ

Kondensatory

- C1: 10µF/6V
- C2, C3: 33pF SMD
- C4, C5: 100nF
- C6: 100µF/16V
- C7: 100µF/6V

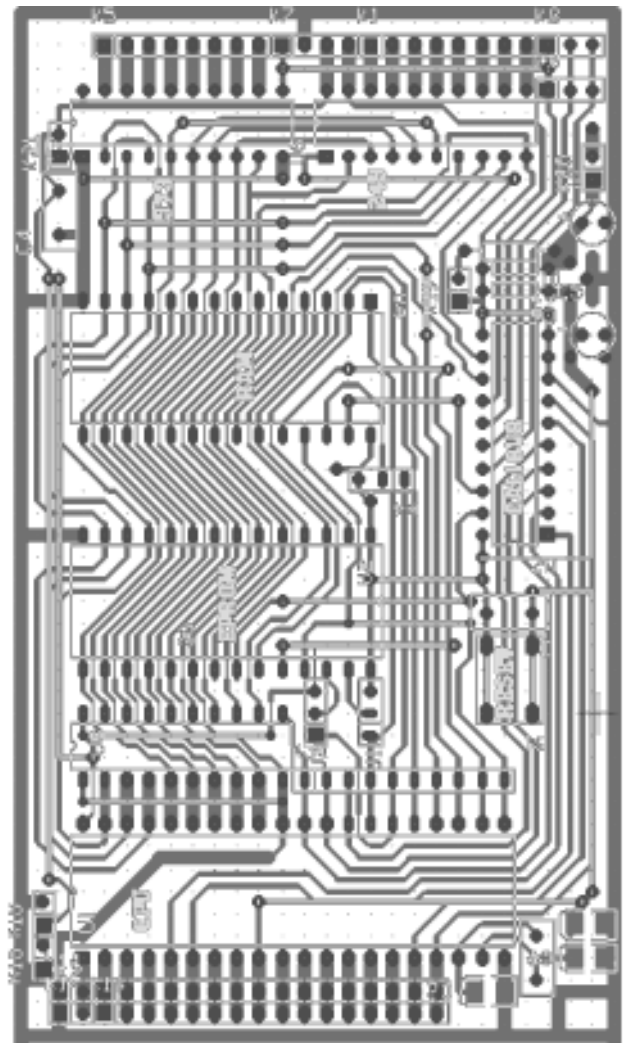
Półprzewodniki

- U1: Atmel 89C51 z programem monitora
- U2: 74HC573
- U3: 62256
- U4*: 27C256
- U5: GAL16V8 (zaprogramowany)
- U6: 74HC573
- U8: 74HC245
- U7*: LM7805
- D2: LED czerwony

Różne

- J1: CON2
- J2: CON3
- J3: CON8
- J4: CON3
- J5: CON8
- J6: CON8
- J7: CON8
- JP1: CON3
- K4: CON3
- Q1: 11,059MHz
- S1: micro switch

* opcjonalnie, patrz tekst



Rys. 4.

starczająca do większości zastosowań. Wybranie trybu 0 powoduje utratę 2 linii portu P1, co w niektórych przypadkach może być kłopotliwe. Dlatego jeśli te linie są z jakiegoś powodu potrzebne, to można piny P1.5 i P1.4 odłączyć od GAL-a, a odpowiednie nóżki GAL-a połączyć z masą. Można także zmienić równania układu GAL tak, aby niezależnie od stanu pinów

P1.5 i P1.4 wybrany był na stałe tryb 0. Tryb 0 jest wybierany w czasie inicjalizacji programu monitora.

Płytką została wykonana jako jednostronna, co spowodowało zmniejszenie kosztów, nie zwiększając nadmiernie liczby zwór. Schemat montażowy płytki znajduje się na **rys. 4**. Nic nie stoi jednak na przeszkodzie, aby wykonać płytkę jako dwustronną (taki

wzór zamieściliśmy na wkładce wewnątrz numeru).

Montaż jest bardzo prosty, a zacząć go trzeba od montażu zwór. Pod układy scalone wygodnie jest zamontować podstawki. Jest to wskazane zwłaszcza dla mikrokontrolera, GAL-a i pamięci EPROM. Wszystkie konektory to listwy pinów, jakie można dostać w większości sklepów z elementami elektronicznymi. Na-

leży z takiej listwy odłamać odpowiednią liczbę pinów i wlotować w odpowiednie miejsce. Na płytce jest dużo dodatkowych punktów lutowniczych wyprowadzających niektóre sygnały, napięcia zasilające, służących do konfiguracji pamięci. Ułatwiają one dołączanie innych układów i wykorzystuje się je w miarę potrzeb.
Przemysław Dmochowski
pdmochow@wp.pl