



Tester układów scalonych



Każdy wie, że „układ zbudowany ze sprawnych elementów nie wymaga żadnej regulacji i działa od razu...”, ale w praktyce jest trochę inaczej. Często wykorzystujemy układy pochodzące z demontażu, są to najczęściej układy cyfrowe serii 40XX i 74XX, co do których nie mamy stuprocentowej pewności, czy są sprawne. Gdy zmontowany układ nie działa, sprawdzamy nasze cyfrówki za pomocą sond logicznych. Jest to proste, jeśli sprawdzamy pojedyncze bramki, np. 4093, ale jak sprawdzić bardziej zaawansowany układ np. 40181? Najprostszym sposobem jest kupić nowy i wmontować go w miejsce starego. Wiąże się to z kosztami i może być niepotrzebnym wydaniem pieniędzy. Opisujemy poniżej układ pozwoli w stu procentach upewnić się, czy dany układ jest sprawny, czy też nie.

Za jego pomocą możemy testować:

- wszystkie układy cyfrowe serii 40XX i 74XX,
- wzmacniacze operacyjne np. LM324, TL082,
- transoptory,
- układy sterowane magistralą I²C np. PCF8574,
- układy sterowane magistralą Iwire.

Lista możliwości testera jest ograniczona jedynie ilością wyprowadzeń testowanego układu (maksymalnie 18), pojemnością mikroprocesora i pomysłowością twórcy programu.

Układ jest niezależny i nie wymaga stałego podłączenia do komputera. Dzięki zastosowaniu mikroprocesora programowalnego przez interfejs ISP nie jest konieczne posiadanie kosztownego programatora, co jest dużym udogodnieniem dla osób niezajmujących się mikroprocesorami.

Opis układu

Na rysunku 1 przedstawiono schemat elektryczny testera. Sercem

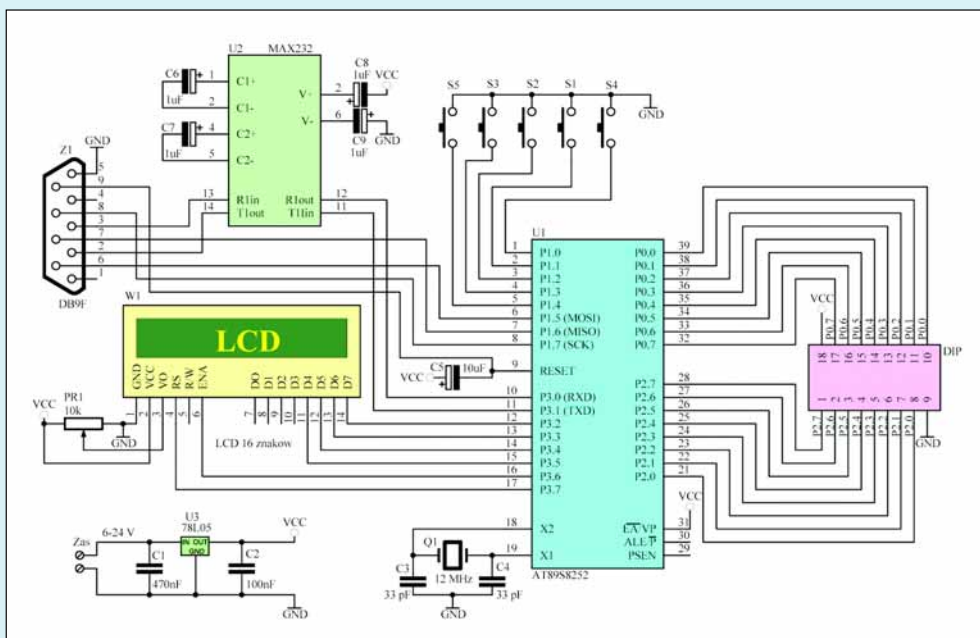
układu jest mikroprocesor AT89S8252, a właściwie zawarty w nim program. Działanie układu polega na odpowiednim sterowaniu portami P0 i P2, do których podłączona jest podstawka z testowanym układem.

Zasadę działania najlepiej przedstawić na przykładzie układu 4009, jest to sześciokrotny inwerter (na wyjściu układu otrzymujemy sygnał przeciwny do wejściowego), przedstawiono go na **rysunku 2**. Pierwszym zadaniem programu sterującego jest poprawne zasilanie układu.

W zależności od tego, w jakiej obudowie lub na której końcówce znajduje się dodatkowe wyprowadzenie zasilające, procesor ustawia odpowiadający mu port w stan wysoki i w taki sposób testowany układ uzyskuje zasilanie. Nie musimy więc obawiać się, że zasilanie układu wprost z portu procesora uszkodzi go. Cyfrowe układy pobierają znikomą ilość

prądu, przy zasilaniu napięciem 5V jest to do 0,5mA, a więc ponad dwadzieścia razy mniej niż dopuszczalne maksymalne obciążenie jednego portu procesora. W przypadku układu 4009 dodatnie wyprowadzenie zasilające (n. 16) jest podłączone pod port P0.6. Następną czynnością procesora jest ustawienie odpowiednich stanów sterujących wejściami testowanego układu i odczyt zmian na wyjściach tego układu, dla 4009 najłatwiej ustawić wszystkie porty P0 i P2 w stan wysoki, a ponieważ układ 4009 jest inwerterem, należy sprawdzić, czy na nogach 2, 4, 6, 15, 12, 10 pojawił się stan niski. Jeśli tak, oznacza to, że układ jest sprawny. Jest to test podstawowy i może się zdarzyć, że nie wykryje wadliwego układu, który może mieć jedną z bramek uszkodzoną w taki sposób, że na wyjściu cały czas będzie występował stan

Rys. 1



niski. Dlatego można rozbudować procedurę testującą tak, aby po teście pierwszym wykonała jeszcze jeden: na portach P0 i P2 ustawić stan niski i należy sprawdzić, czy na wyprowadzeniach 2, 4, 6, 15, 12 i 10 pojawił się stan wysoki. Całą procedurę testującą układ 4009 przedstawia **listing 1**.

Listing 1

```
Sub 4009
P0 = 255
P2 = 255
If p2 = 213 and p0 = 213 Then
P0 = 64
P2 = 0
If p2 = 42 and p0 = 106 then
Call sprawny
End if
Call uszkodzony
End sub
```

Taki test gwarantuje stu procentowe wykrycie uszkodzonego układu, ale zabiera dużo więcej miejsca w pamięci procesora. Należy zdecydować, czy wykonywać podstawowe testy i mieć więcej miejsca w pamięci na nowe układy, czy wykonywać dokładniejsze testy kosztem mniejszej liczby testowanych układów. Warto zauważyć, że niektóre procedury testujące mogą być takie same dla kilku różnych układów np. procedura testująca układ 4001 odpowiada testowi 4011 i 4093, a przy wykonywaniu tylko podstawowych testów, do tych trzech układów możemy dodać 4030, 4070 i 4507.

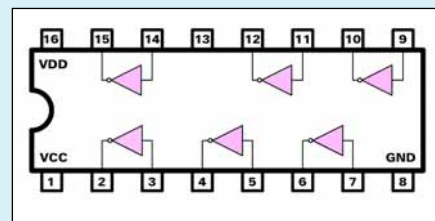
Jako wyświetlacz najlepiej zastosować jednoliniowy szesnastoznakowy, który w zupełności wystarczy do wyświetlania oznaczenia układu i informacji o tym, czy układ jest sprawny. Za pomocą potencjometru PR1 możemy regulować jego kontrast. Całością sterujemy za pomocą przycisków S1-S5, których przeznaczenie zależy od programu. W projekcie występuje jeszcze układ MAX232, który wraz z kondensatorami C6-C9 jest zbędny w wersji podstawowej Testera, ale może przydać się w przyszłości do komunikacji poprzez złącze RS232 z komputerem lub nawet z różnego rodzaju przystawkami, które pozwolą testować bardziej zaawansowane układy. Wyjścia układu MAX232 dołączone są do gniazda DB9, do tego samego gniazda dołączono również porty procesora służące do programowania układu poprzez ISP. Ułatwi to zmianę programu bez konieczności wyjmowania układu z podstawki lub całego urządzenia z obudowy. Pozostałe elementy to stabilizator 78L05 i para

kondensatorów filtrujących. Kvarc Q1 i kondensatory C3-C5 to niezbędne elementy wymagane do poprawnej pracy procesora

Montaż i uruchomienie

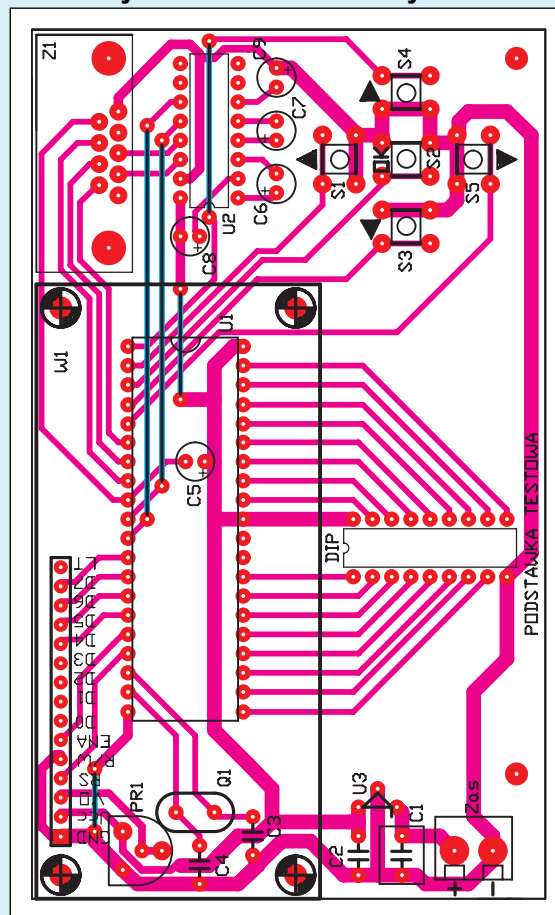
Układ można zmontować na płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 3**. Różni się ona od pierwotnego modelu przedstawionego na fotografii wstępnej. Kondensatory C3, C4, C5 oraz kwarc należy zamontować „na leżąco” pod wyświetlaczem. Wyświetlacz należy osadzić w listwie z gniazdami goldpin.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów wymaga tylko zaprogramowania mikroprocesora. W tym celu najlepiej użyć *Sample Electronics programmer*, którego schemat został przedstawiony na **rysunku 4**. Programator ten, a właściwie kabel, jest obsługiwany przez pakiet BASCOM, więc nie będzie żadnego problemu przy programowaniu.



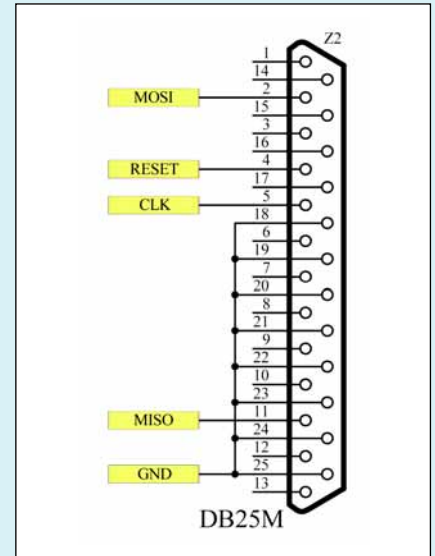
Rys. 2

Rys. 3 Schemat montażowy



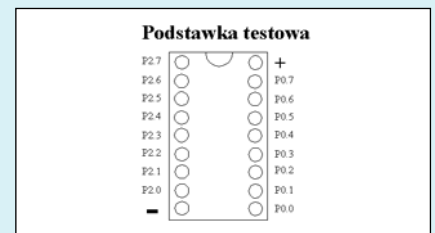
Należy połączyć wyjście MOSI z nogą 6 mikroprocesora, MISO z 7, RESET z 9, CLOCK z 8 i GND z masą całego układu. Tak przygotowane przejście pozwala na zaprogramowanie układu.

Ciąg dalszy na stronie 28.



Rys. 4

Rys. 5



Wykaz elementów

C1	.....	470nF
C2	.....	100nF
C3,C4	.....	.33pF
C5	.....	10µF/16V
C6-C9	.....	1µF/16V
DIP	.....	DIP18 podstawka precyzyjna
PR1	.....	10kΩ PR miniaturowy
S1-S5	.....	mikroswitch 2-4mm
Q1	.....	rezonator kwarcowy 12MHz
U1	.....	AT89S8252
U2	.....	MAX232
U3	.....	78L05
W1	.....	LCD 16 znaków
Zas	.....	ARK2
Z1	.....	gniazdo DB9F do druku
Z2	.....	wtyk DB25M
Kabel 5-żyłowy (np. od systemów alarmowych) – 1,5m		
Listwa z gniazdami goldpin 15-punktowa		
Podstawka DIP16		
Podstawka DIP40		

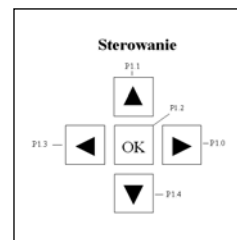
Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2709

Ciąg dalszy ze strony 19.

Podstawowy program, który przygotowałem, zajmuje ponad 2KB w pamięci procesora. Jest dobrą podstawą do napisania własnego programu. Pokazuje, jak testować zwykłe bramki, liczniki, przerzutniki, transoptory i wzmacniacze operacyjne. W najbliższej przyszłości powstanie program dający dużo więcej możliwości. Mikroprocesor AT89S8252 posiada 8KB pamięci, osoby, którym ten obszar wydaje się za mały, mogą zastosować układ AT89C55, który posiada 20KB lub nawet Atmega128 z 128KB pamięci. W przypadku zastosowania tego ostatniego konieczne jest zaprojektowanie nowej płytki drukowanej, ponieważ układ jest w obudowie TQFP64. Natomiast układy

AT89S8252 i AT98C55 można stosować zamiennie. W układzie można też zastosować tańsze mikroprocesory rodziny '51, programowane w klasycznych programatorach. Utrudni to jednak zmianę programu sterującego pracą testera. Zachęcam do pisania własnych programów testujących, pozwoli to lepiej poznać układy cyfrowe i nie tylko. Na **rysunku 5** przedstawiono podstawkę testową, a na **rysunku 6** przyciski sterujące wraz z odpowiadającymi im portami procesora. Taki układ portów pozwala zmniejszyć trochę objętość programu i usprawnić dodawanie nowych układów. Pisząc własny program w BASCOM-ie warto pamiętać, że nie musimy ustawiać każdego z portów procesora osobno, możemy wydać jedno polecenie, zamiast pisać *set p0.1, set p0.2, set p0.3...* mo-

zemy napisać *P0 = 255*. Pozwoli to zaoszczędzić kilka linii programu, tak samo można postąpić przy odczytywaniu danych z portów. Jako podstawkę testową należy zastosować podstawkę precyzyjną, zwiększy to trwałość układu i poprawi jego wygląd. Tester z wyświetlaczem 1*16 i testowanym układem serii 40XX pobiera niecałe 20mA prądu, dlatego do zasilania w zupełności wystarczy bateria 9V.



Rys. 6

Łukasz Nowak