

Tester układów cyfrowych

Chciałbym zaproponować Czytelnikom EP budowę kolejnego, bardzo prostego urządzenia ułatwiającego uruchamianie i testowanie układów cyfrowych. Jest wyjątkowo proste i łatwe do wykonania, nawet dla początkujących konstruktorów.

Fakt, że tester zawiera tylko dwa łatwo dostępne i tanie układy scalone pozytywnie rzutuje na koszt jego wykonania. Jedynym ograniczeniem jest to, że proponowany układ będzie użyteczny jedynie dla właścicieli komputerów PC lub innych, z wbudowanym dwukierunkowym interfejsem CENTRONICS, tzn. pracującym w trybie BIDIRECTIONAL. W taki interfejs są wyposażone wszystkie obecnie produkowane komputery standardu PC, a większość starszych modeli (począwszy od 486) posiada interfejs CENTRONICS umożliwiający dwukierunkową transmisję danych.

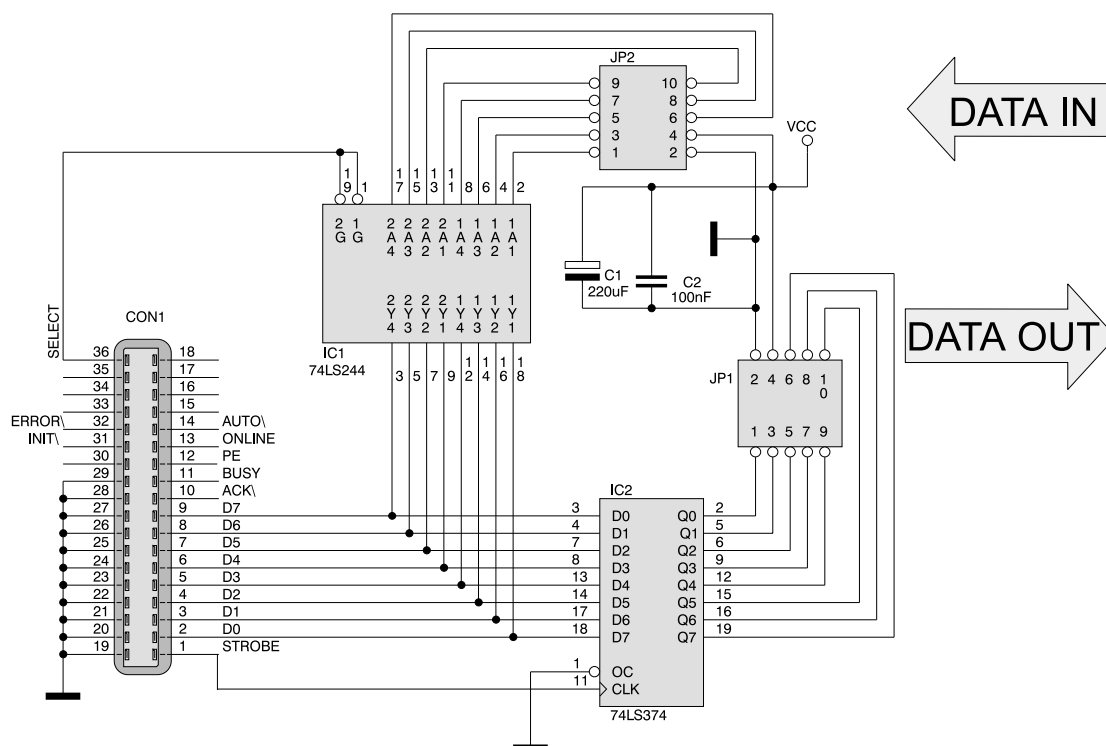
Jakie kłopoty sprawiają cyfrowe układy podczas ich uruchamiania wie każdy, kto kiedykolwiek zaprojektował i wykonał taki układ. Teoretycznie kłopotów nie powinno być wcale: jeżeli urządzenie zostało zaprojektowane poprawnie, a następnie układ połączeń został bezbłędnie przeniesiony na płytkę obwodu drukowanego, to urządzenie powinno „odpalić” natychmiast, nie przysparzając żadnych kłopotów konstruktorowi. Rzeczywistość bywa czasem inna. Widok elektronika wpat-

zonego z obłędem w oczach w leżącą przed nim płytkę i dołączające do niej coraz to nowe próbniki stanów logicznych i diody LED mające zastąpić takie próbniki, których nie mamy w laboratorium zbyt wiele, jest czymś codziennym w pracowni konstrukcyjnej. Nawet w prostym układzie cyfrowym występuje najczęściej wielka liczba zmiennych czynników, od których zależy poprawne działanie układu. Nie tylko jednoczesne analizowanie stanów logicznych w wielu punktach badanego układu jest czynnością niezwykle uciążliwą. Także wymuszanie na różnych wejściach określonych poziomów logicznych, za pomocą prowizorycznie dołączanych przełączników czy przez zwieranie ścieżek do masy lub plusa zasilania, jest niewygodne i niepraktyczne.

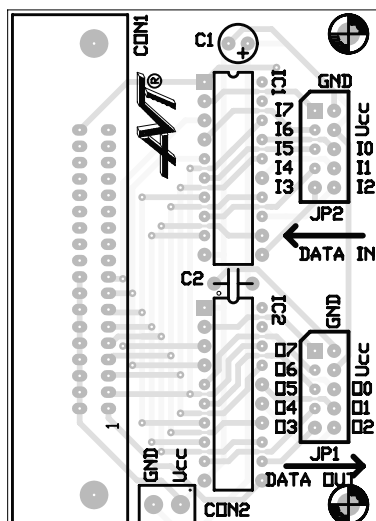
Proponowany układ eli-

minuje wszystkie te kłopoty. Pozwala na ustawienie w osmiu punktach uruchamianego układu dowolnych stanów logicznych, a także na odczytanie z osmiu punktów układu panujących na nich stanów. Sposób działania testera zależy będzie od aktualnych potrzeb użytkownika i jego inwencji. W zasadzie nie ma żadnych ograniczeń co do liczby przekazywanych do badanego urządzenia sekwencji stanów logicznych. Może ich być tyle, ile pomieści pamięć komputera, czyli sporo.

Schemat elektryczny układu testera pokazano na rys. 1. Układ został zbudowany z wykorzystaniem zaledwie dwóch układów scalonych. Układ IC1 - 74LS244 pełni rolę bufora wejściowego, a IC2 - 74LS374 wyjściowego. Wszystkie funkcje pełnione przez te układy są sterowane z komputera, za pośrednictwem portu dwukierunkowego. Dlatego też jakkolwiek analizę pracy układu można przeprowadzić jedynie w połączeniu z poleceniami wysyłanymi do niego przez komputer. Opis podzielimy na dwie części: wy-



Rys. 1.



Rys. 2.

syłanie sekwencji stanów logicznych do badanego urządzenia i ich odbieranie.

Wejście zezwolenia układu IC2 zostało na stałe zwarte do masy, co powoduje, że wpisane do niego dane są po każdym impulsie zegarowym przekazywane na jego wyjścia Q0..Q7. Założmy, że potrzebujemy wysłać do badanego urządzenia kolejną sekwencję stanów logicznych. W tym celu musimy wykonać następujące czynności:

1. Wysłać na szynę danych interfejsu CENTRONICS liczbę odpowiadającą potrzebnej kombinacji stanów logicznych. Liczba ta może być dziesiętna lub szesnastkowa reprezentacja słowa binarnego tej kombinacji. Dla przykładu: jeżeli na wyjściu naszego testera chcemy uzyskać stany 11001100, to na szynę danych musimy wysłać liczbę 204 (szesnastkowo &HCC). Czynimy to za pomocą polecenia (BASIC):

```
OUT &H [adres bazowy
interfejsu], 204
```

Jeżeli do sterowania naszym układem wykorzystamy port LPT1, to jego adres bazowy najczęściej wynosi 378_(HEX) i polecenie będzie miało postać:

```
OUT &H378, 204
```

Po wysłaniu do interfejsu danej liczby, na wyjściu szyny danych i na wyjściach bufora IC2 występuje żądana sekwencja stanów logicznych.

2. Kolejnym krokiem będzie przepisanie danych z wyjść bufora IC2 na jego wyjście i dalej, do badanego urządzenia. Wejście zegaro-

we bufora dołączone zostało do wyjścia STROBE rejestru dwukierunkowego interfejsu CENTRONICS. Rejestr ten posiada cztery wejścia - wyjścia, z których w naszym układzie wykorzystujemy dwa. Rejestr dwukierunkowy posiada jedną cechę, nieco utrudniającą posługiwanie się nim: bity 0, 1 i 3 są poddawane inwersji. Aby uniknąć kłopotów podczas programowania tego rejestru, w tab. 1 zawarto kombinacje stanów logicznych na wyjściach rejestru dwukierunkowego, odpowiadające kolejnym liczbom z zakresu 0..15

podanym na jego wejście. Interesujące nas kombinacje zawarte są w zacieniowanych polach.

Aby przepisać informacje z wejścia IC1 na jego wyjście konieczne będzie zatem wysłanie następujących liczb pod adres 0 2 wyższy od adresu bazowego portu LPT1 (lub innego):

- OUT &H37A, 2
- OUT &H37A, 1

Wysłanie tych liczb spowoduje powstanie na wejściu zegarowym CLK IC2 krótkiego impulsu, którego dodanie zboczne spowoduje przepisanie informacji z wejść na wyjścia i ich „zatrzaśnięcie” do czasu wpisania nowych danych. Z wyjść IC2 stany logiczne zostają przekazywane za pośrednictwem złącza JP1 do badanego układu.

Warto zauważyć, że podczas wykonywania operacji przepisywania danych w układzie IC2, na wejściu zezwolenia bufora IC1 panował zawsze stan wysoki, powodujący ustawienie wszystkich wyjść tego układu w stan wysokiej impedancji.

Aby dokonać odczytu stanu wszystkich wejść układu IV+C1, wystarczy wysłać do rejestru dwukierunkowego liczbę 9. Spowoduje to wystąpienie niskiego stanu logicznego na wyjściu SELECT i w konsekwencji tego układ IC1 stanie się „przezroczysty” umożliwiając odczytanie stanu z ośmiu punktów badanego urządzenia, dołączonych do złącza JP2.

Na rys. 2 została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na la-

Tab. 1.

OUT SELECT	INIT	AUTO	STROBE
0	1	0	1
1	1	0	0
2	1	0	0
3	1	0	0
4	1	1	1
5	1	1	0
6	1	1	0
7	1	1	0
8	0	0	1
9	0	0	1
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	1	1
13	0	1	0
14	0	1	0
15	0	1	0
BIT	3	2	1

minacie dwustronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Z montażem układu nikt nie będzie miał z pewnością najmniejszego kłopotu. Jedynie włożenie w płytkę złącza CON1 wymaga nieco zręczności, ze względu na znaczną liczbę cienkich wyprowadzeń. Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ nie wymaga, oczywiście jakiegokolwiek uruchamiania i od razu jest gotowy do pracy.

Aby sprawdzić poprawność jego działania warto napisać króciutki program w BASIC-u, który przedstawiono na list. 1. Program ten wysyła kolejne liczby od 0 do 255 na wyjście szyny danych, przepisuje je do bufora wyjściowego i następnie odczytuje dla sprawdzenia dane z jego wyjść. Dla dokonania sprawdzenia działania układu jest niezbędne wykonanie krótkiego kabla taśmowego, którym połączymy ze sobą złącza JP1 i JP2.

List. 1.

```
OUT &H37A, 1
FOR R1= 1 TO 255
OUT &H378, R
REM Wysłanie danych na wyjście szyny danych interfejsu
CENTRONICS
PRINT R,
REM Wydrukowanie wysłanej liczby na ekranie
OUT &H37A, 2
REM Przepisanie danych na wyjścia IC2
FOR X1= 1 TO 100: NEXT X
REM Pętla opóźniająca
OUT &H37A, 1
OUT &H37A, 9
REM Zezwolenie na odczyt danych z/wyjść IC1
A1= INP(&H378)
REM Odczytanie danych z/wyjść IC1
PRINT A
REM Wydrukowanie odczytanych danych na ekranie w celu
porównania
FOR X1= 1 TO 100: NEXT X
REM Pętla opóźniająca
OUT &H37A, 1
FOR T1= 1 TO 50000: NEXT T
```

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory

C1: 220µF/10V

C2: 100nF

Półprzewodniki

IC1: 74LS244

IC2: 74LS374

Różne

CON1: złącze standardu CENTRONICS lutowane w płytkę

JP1, JP2: 2x5 goldpin

Dwa odcinki ok. 15cm przewodu taśmowego 10-żyłowego

18 chwytaków

miniaturowych

2 miniaturowe krokodylki

2 złącza zaciskane 10 pinów

1 złącze ZFC10

Kompletny układ i płytki drukowane są dostępne w AVT pod oznaczeniem AVT-1181.

Układ powinien być zasilany stabilizowanym napięciem +5V. Dla ułatwienia sobie pracy warto wykonać dwa komplety przewodów zakończonych z jednej strony zaciskaniem wtykiem 10-pinowym, a z drugiej miniaturowymi chwytakami pozwalającymi na łatwe dołączenie końcówek pomiarowych do badanego układu. Konieczne będzie także połączenie masy testera z masą badanego urządzenia i w tym celu przewód doprowadzony do pinów 2 JP1 i JP2 warto zakończyć małym krokodylkiem. Warto zauważyć, że do pinów 4 złącza JP1 i JP2 został doprowadzony dodatni biegun zasilania testera. Umożliwi to łatwe zasilanie przyrządu z badanego układu.

Zbigniew Raabe, AVT