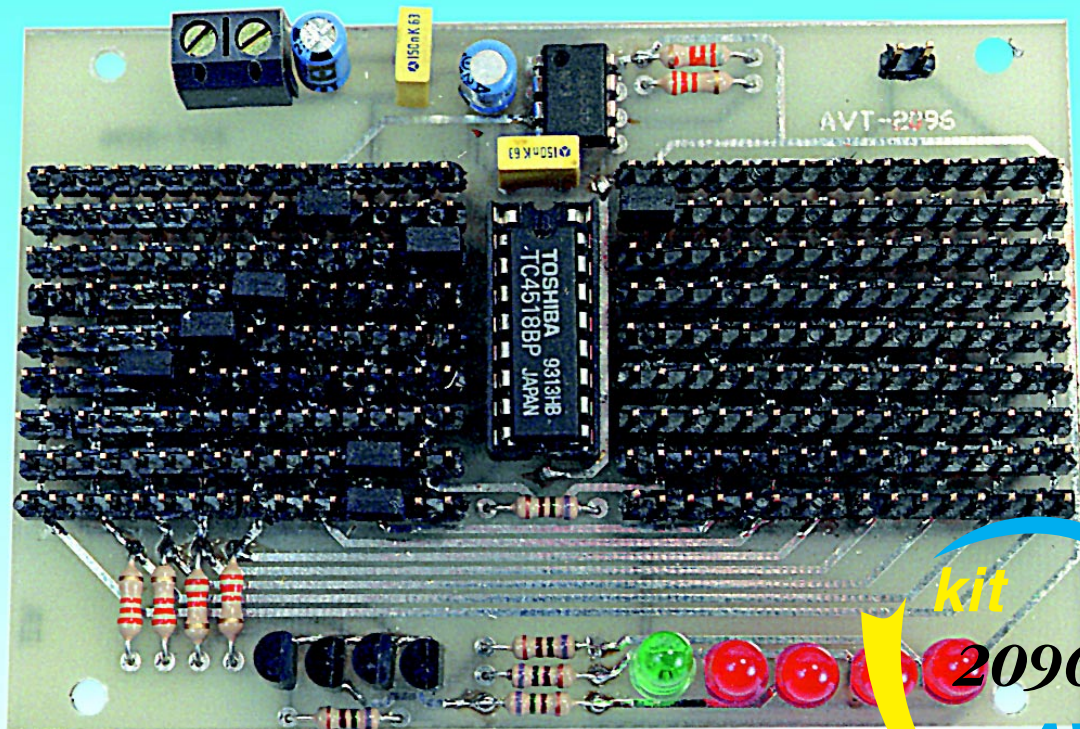


Tester układów cyfrowych



“W przypadku użycia sprawdzonych elementów układ pracuje od razu poprawnie i nie wymaga...” Takie sformułowanie znajdujemy w większości opisów montażu i uruchamiania urządzeń elektronicznych. Tylko kto i jak ma te elementy sprawdzić? Być może powinno to być zadanie producenta, ale żaden nie robi tego i nigdy nie dojdzie do testowania wszystkich wyprodukowanych standardowych układów. Jest to możliwe jedynie w przypadku produkcji elementów do celów specjalnych, np. militarnych czy przeznaczonych do pracy w kosmosie. A zatem to sprzedawca powinien sprawdzić wszystkie oferowane podzespoły? Nonsense, wymagałoby to zatrudnienia sztabu ludzi i użycia kosztownego, wyspecjalizowanego sprzętu pomiarowego i za to wszystko zapłaciłbyś Ty, drogi Czytelniku.

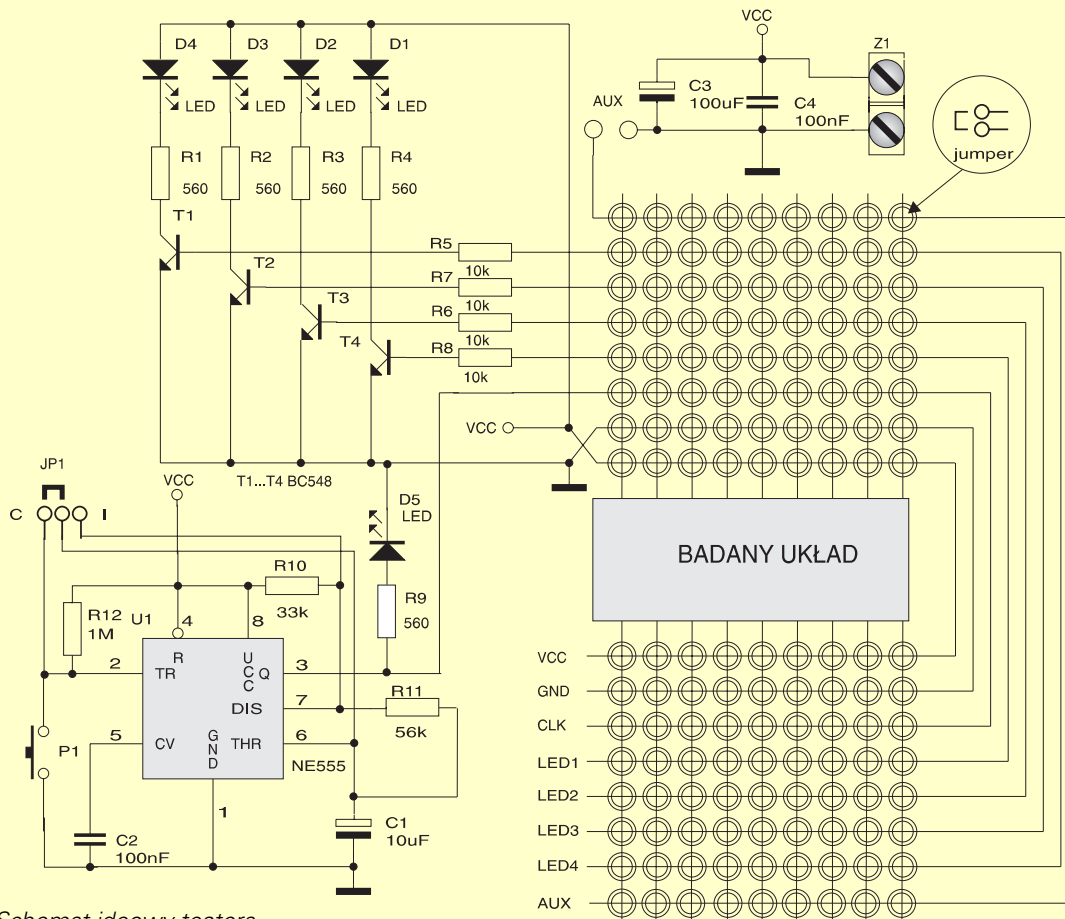
Tak więc, musimy pogodzić się z faktem, że wśród wyrobów nawet najbardziej renomowanych producentów mogą trafić się uszkodzone kostki. Więcej, jeżeli budujemy dużo urządzeń elektronicznych, to zgodnie z teorią prawdopodobieństwa możemy mieć całkowitą pewność, że prędzej czy później taka kostka trafi w nasze ręce. Ponadto często w praktyce amatorskiej wykorzystujemy elementy niepełnowartościowe, kupione na wyprzedażach lub nawet części pochodzące z demontażu uszkodzonych lub przestarzałych urządzeń elektronicznych. W takim przypadku możliwość napotkania niesprawnego układu scalonego wielokrotnie wzrasta.

Jeżeli uszkodzony element zamontowaliśmy w podstawie, to sytuacja nie jest jeszcze najgorsza - sam się sprawdzi! Jeżeli jednak niesprawny układ został wlutowany bezpośrednio w płytkę (a w szczególności w płytkę dwuwarstwową), to sprawa jest niewesoła. Bez dobrego odsysacza i sporej wprawy mamy nikłe szanse na wylutowanie kostki bez uszkodzenia płytki. Ponadto, nieraz trudno ustalić, który układ scalony w systemie jest niesprawny. Tak więc wydaje się być koniecznością chwili zbudowanie prostego urządzenia pozwalającego na

orientacyjne sprawdzenie jakości zakupionych układów scalonych i wyeliminowanie niesprawnych elementów. Zdecydowaliśmy się więc na budowę testera układów cyfrowych.

Założenia konstrukcyjne

1. Urządzenie powinno pozwalać na przetestowanie większości układów cyfrowych CMOS i TTL.
2. Ze względu na chęć ograniczenia wymiarów urządzenia i kosztów wykonania ograniczymy się do możliwości testowania układów w obudowach DIL, maksymalnie 18-końcówkowych. Układy cyfrowe w większych obudowach używamy stosunkowo rzadko, a i tak najczęściej są to kostki trudne do przetestowania w tak prostym urządzeniu.
3. Układ musi dawać możliwość dołączenia do dowolnych nóżek badanej kostki napięć zasilających i ustawienie na dowolnych końcówkach stanów logicznych "1" lub "0".
4. Układ musi umożliwiać badanie stanów logicznych na co najmniej czterech końcówkach sprawdzanego układu jednocześnie.
5. Ponieważ w wielkich układach cyfrowych występuje konieczność dołączania z zewnątrz elementów dyskretnych



Rys. 1. Schemat ideowy testera.

nych (kondensatorów czy rezystorów), urządzenia musi zapewniać taką możliwość.

Jak to działa?

Schemat elektryczny testera został przedstawiony na rysunku 1, ale odpowiedź na pytanie "Jak to działa?" jest tym razem trudna. Dlaczego? Bo to urządzenie właściwie... nie działa! W przeciwieństwie do większości układów elektronicznych nie jest ono zdolne do samodzielnego wykonywania jakichkolwiek funkcji użytkowych, do dawania jakichkolwiek oznak życia. Jakakolwiek aktywność układu rozpoczyna się dopiero po włożeniu kostki przeznaczanej do testowania do podstawki i rozpoczęcia realizacji właściwego dla niej algorytmu testowania. Tak więc sposobów działania urządzenia jest tyle, ile produkuje się różnych cyfrowych układów scalonych, czyli raczej sporo.

Jedynym elementem aktywnym testera jest generator zrealizowany na tak ukochanym przez autora układzie scalonym NE555. Ukochanym czy nie, ale umożliwia on w tym wypadku zbudowanie najprostszego z możliwych generatora. Częstotliwość jego pracy możemy w szerokich granicach zmieniać za pomocą doboru wartości rezystora R10 i/

lub kondensatora C1. Z wartościami pokazanymi na schemacie wynosi ona ok. 1Hz, co wydaje się być wartością optymalną do przeprowadzenia większości testów. Dioda świecąca D5 sygnalizuje pracę generatora i z grubsza informuje o jego częstotliwości pracy. Za pomocą jumpera JP1 możemy zmieniać tryb pracy generatora z multistabilnego na monostabilny. W położeniu JP1 takim, jakie pokazano na schemacie (pozycja "C") generator wytwarza ciąg impulsów prostokątnych, których generacje możemy w każdej chwili przerwać za pomocą przycisku P1. W przeciwnej pozycji, oznaczonej na schemacie i płytce literą "I" generator po naciśnięciu przycisku P1 wytwarza pojedynczy impuls o czasie trwania określonym rezystancją R10 i pojemnością C1. Wybór trybu pracy generatora zależy od typu badanego układu.

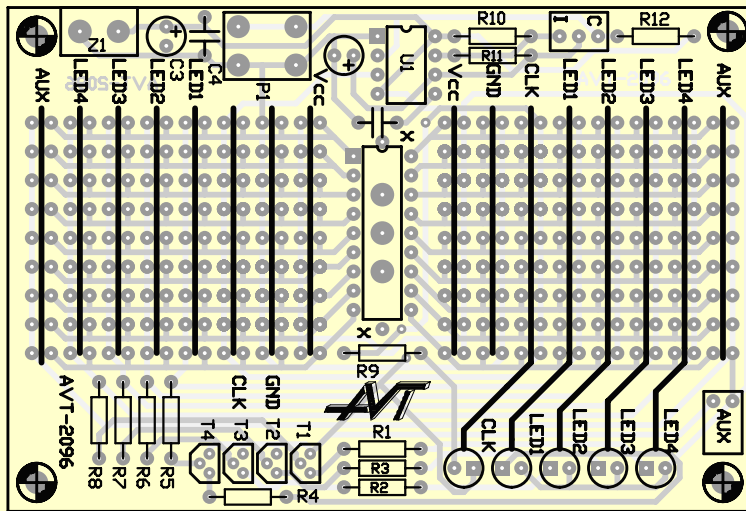
Obok generatora widzimy cztery zespoły: dioda LED oraz tranzystor sterujący wraz z rezystorami pomocniczymi. Służą one do sprawdzania wartości stanów logicznych na maksymalnie czterech wyjściach badanego układu scalonego.

Tester wymaga dołączenia napięcia zasilania właściwego dla typu badanego

układu scalonego. Dla układów rodziny TTL będzie to oczywiście napięcie 5VDC, a dla CMOS - dowolne napięcie z przedziału 3...18VDC.

Montaż i uruchomienie

Z montażem tak prostego urządzenia nie będziemy mieli z pewnością najmniejszych kłopotów. Jedyne wlotowanie w płytkę sporej ilości goldpinów okaże się z pewnością nieco nużącą czynnością. Na stronie opisowej płytki umieszczono wiele napisów odnoszących się do funkcji pełnionych przez kolejne rzędy goldpinów. Aby nie zmniejszać czytelności tego opisu, tym razem zrezygnowano z umieszczenia na overlay'u oznaczeń elementów. Jest to pewnym utrudnieniem przy montażu, ale ze względu na małą ilość elementów nie powinno to nikomu sprawić większego kłopotu. Uwagę należy zwrócić na jakość podstawki pod testowane układy. Ponieważ z założenia mocowane w niej kostki będą ustawicznie zmieniane, a wymiana podstawki wlotowanej w dwustronna płytkę jest trudna, to od jakości tej podstawki w decydujący sposób zależy będzie ewentualna awaryjność urządzenia. Godny polecenia wydaje się być następujący sposób rozwiązywania problemu: w płytkę wlotowujemy podstawkę na-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory

C1: 10µF/25V
C3: 100µF/25V lub 47µF/25V
C2, C4: 100nF

Rezystory

R1, R2, R3, R4, R9: 560w
R5, R6, R7, R8: 10kw
R10: 33kw
R11: 56kw
R12: 1Mw

Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4, D5: diody LED
± 5mm (jedna odmiennego koloru)
T1, T2, T3, T4: BC548 lub odpowiednik
U1: NE555

Różne

P1: przycisk typu microswitch
Z1: ARK2
AUX: 2 goldpiny
JP1: 3 goldpiny
20 jumperów
Goldpiny jednorzędowe proste, 18 szt. po 16 pinów

wet dość przeciętnej jakości. Następnie umieszczamy w niej drugą, identyczną podstawkę i dopiero w niej umieszczamy badane układy. To rozwiązanie posiada dwie zalety: umożliwia bardzo prostą wymianę zużytej lub uszkodzonej podstawki oraz ułatwia wyjmowanie badanych układów scalonych, ponieważ znajdują się one w pewnej odległości od płytki i wmontowanej w nią elementów.

Aby podczas wyjmowania badanego układu podstawki nie rozłączały się, proponujemy połączenie ich dwoma obejmami wykonanymi z drutu lub odcinków cienkiej srebrozłoty. Punkty przeznaczone do przylutowania tych elementów oznaczone są na płytce literami "X", a szkic proponowanego rozwiązania widzimy na rysunku 3.

Ciekawość Czytelników zwróciły już z pewnością trzy otwory o średnicy 3mm umieszczone pod podstawką. Umożliwiają one wykonanie prostej konstrukcji ułatwiającej wyjmowanie kostek z podstawki. Element przedstawiony także na rys. 3 i elegancko nazwany "wypychaczem" możemy wykonać z dwóch śrubek M3 i kawałków przylutowanego do nich laminatu lub blachy.

Jak posługiwać się testerem?

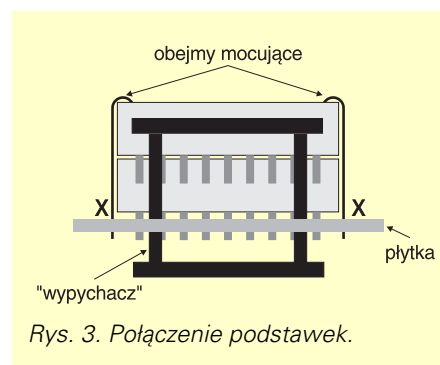
Przejdźmy teraz do najważniejszego: jak tym się posługiwać? Jak już powiedziano, sposób działania testera jest ściśle uzależniony od rodzaju badanego układu i najlepszą metodą zapoznania się z zasadą jego działania będzie przeanalizowanie konkretnego przykładu testu układu scalonego. Mając mniejsze doświadczenie Kolegom polecamy ułożenie sobie specjalnej tabelki, zawierającej algorytm testowania konkretnego układu. Przykład takiej tabelki widzimy na rysunku 4. Badaniu poddamy popular-

ny licznik CMOS 4518, a właściwie jeden z liczników zawartych w tym układzie. Dlatego też w tabelkach nie uwzględniono wyprowadzeń związanych z drugim licznikiem znajdującym się w kostce.

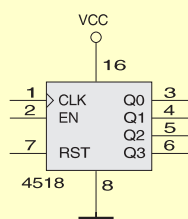
W pierwszej kolejności dołączamy zasilanie do badanego układu. Zwieramy za pomocą jumperów nóżkę 8 kostki z minusem zasilania, a nóżkę 16 z szyną doprowadzającą dodatni biegun zasilania. Wyjścia licznika łączymy jumperami z szynami doprowadzającymi sygnał do baz tranzystorów sterujących diodami LED. Licznik będzie zliczał impulsy pochodzące z generatora multistabilnego, ręczne podawanie kolejnych impulsów nie miałyby wielkiego sensu. Tak więc jumper sterujący trybem pracy generatora ustawiamy w położeniu oznaczonym na płytce literą "C". Następnie wykonujemy trzy testy, które pozwolą nam przekonać się ponad wszelką wątpliwość o wartości badanej kostki.

Test 1

Ponieważ stanem aktywnym wejścia zerującego jest stan wysoki, zwieramy za pomocą jumpersa nóżkę 7 (RESET) układu z masą zasilania. Stanem aktywnym wejścia zezwalającego na pracę licznika jest stan wysoki, a więc pin EN



Rys. 3. Połączenie podstawek.



Test 1		1	2	3	4	5	6	7	8	16
Pin										
UCC										
GND										
CLK										
LED 1										
LED 2										
LED 3										
LED 4										

Test 2		1	2	3	4	5	6	7	8	16
Pin										
UCC										
GND										
CLK										
LED 1										
LED 2										
LED 3										
LED 4										

Test 3		1	2	3	4	5	6	7	8	16
Pin										
UCC										
GND										
CLK										
LED 1										
LED 2										
LED 3										
LED 4										

Rys. 4. Tabele testowe.

	A	B	C	D
0	●	●	●	●
1	☀	●	●	●
2	●	☀	●	●
3	☀	☀	●	●
4	●	●	☀	●
5	☀	●	☀	●
6	●	☀	☀	●
7	☀	☀	☀	●
8	●	●	●	☀
9	☀	●	●	☀

Rys. 5. Tabele stanów diod LED.

(Enable) zwieramy z plusem zasilania. Sygnał z generatora doprowadzamy do wejścia CLK (pin 1). Po włączeniu zasilania obserwujemy stan diod świecących. Powinny się one zapalać w cyklu pokazanym na **rysunku 5**. Czytelnicy zapewne wiedzą, jaki kod wyświetlany jest przez te diody? Tak więc tylko dla zupełnie początkujących przypominamy, że jest to kod BCD (Binary Coded Decimal) obrazujący w systemie binarnym kolejne cyfry systemu dziesiętnego. Jeżeli diody zapalają się zgodnie z rys. 5 to możemy już mieć prawie całkowitą pewność, że badany układ jest sprawny. Prawie... a więc na wszelki wypadek wykonajmy jeszcze dwa testy.

Test 2

Sprawdzimy teraz działanie wejścia EN (Enable) układu. W liczniku 4518 wejście to może być wykorzystywane także jako wejście zegarowe, reagujące na opadające zbocze sygnału. Zwieramy wejście zegarowe do masy, a do wejścia EN (pin 2) dołączamy sygnał zegarowy. Reakcja układu powinna być identyczna

jak przy poprzednim teście, z tym że teraz zmiany wyjść licznika odbywają się w momencie przejścia opadającego zbocza każdego impulsu zegarowego.

Test 3

Pozostało nam jeszcze sprawdzenie wejścia zerującego licznika. Zamiast do masy dołączamy to wejście (pin 7) do plusa zasilania. Licznik powinien przestać reagować na sygnał zegarowy i żadna z diod nie powinna się świecić.

Teraz już ze spokojnym sumieniem możemy umieścić sprawdzoną kostkę w budowanym urządzeniu. Ze spokojnym sumieniem? A co z drugą połówką kostki, bliźniaczym licznikiem umieszczonym w tej samej strukturze? Niestety, przypadki uszkodzenia jednej tylko połówki kostki a nawet pojedynczej bramki zdarzają się aż nadto często. Tak więc musimy sprawdzić także drugi licznik! Algorytm postępowania przy kolejnych testach zechcą już sobie ułożyć sami Czytelnicy.

Wspominaliśmy już o możliwości testowania układów cyfrowych wymagających dołączenia zewnętrznych elementów dyskretnych (np. 74121, 74123). Aby to uczynić musimy zaopatrzyć się w pewną ilość odpowiednio spreparowanych elementów: kilka rezystorów o różnej wartości, parę kondensatorów elektrolitycznych i bipolarnych i ze dwie diody małej mocy. Do wszystkich tych elementów przylutowujemy wtyczki wykonane z rozebranego "żeńskiego" złącza, choćby z wtyku drukarkowego. Tak zakończone elementy dadzą się z łatwością dołączyć do goldpinów testera. Czy jednak na pewno jest to tylko tester układów cyfrowych? Bynajmniej, już teraz widzimy że za pomocą tego urządzenia możemy sprawdzić także wiele prostych układów analogowych. W opisie układu zapomnieliśmy wspomnieć o jednym szeregu goldpinów i wejściu oznaczonych na schemacie i płytce jako AUX. Do tego wejścia (lub wyjścia) możemy podłączyć dowolne zewnętrzne urządzenie dodatkowe, np. woltomierz.

Tak więc wykonaliśmy nie tylko tester cyfrowych układów scalonych, ale dość uniwersalne urządzenie do testowania różnych układów, a także mogące posłużyć do konstruowania prostych układów próbnych czy dokonywania eksperymentów z układami scalonymi. Nasz tester jest jednocześnie jakby prostą płytką uniwersalną, na której możemy sprawdzić niektóre swoje pomysły. Kolejnym zastosowaniem układu jest z całą pewnością dydaktyka. Bo co innego robiliśmy podczas przykładowego testowania licznika 4518 jak nie uczyliśmy się zasad jego działania?

Zbigniew Raabe