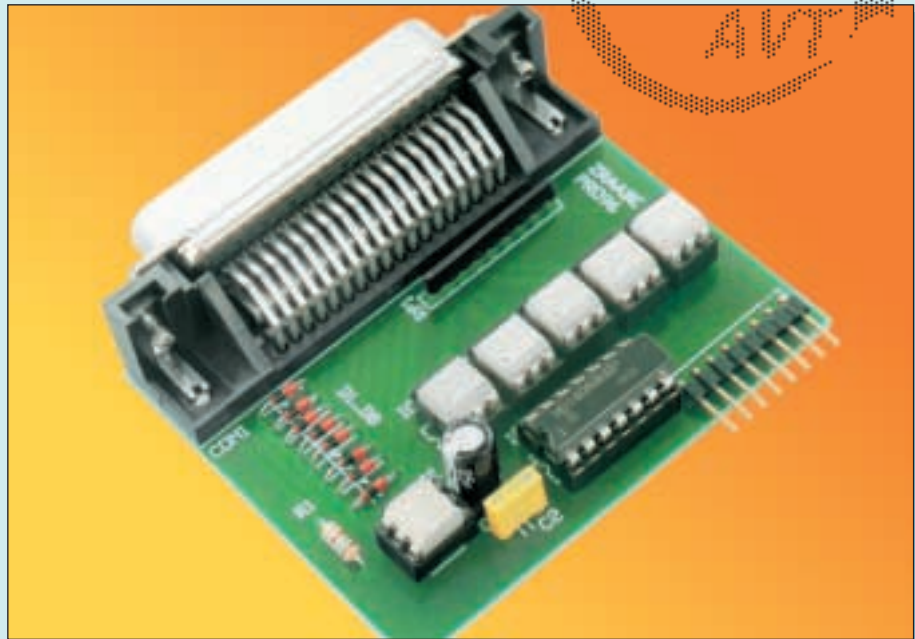


# Komputerowy analizator stanów logicznych



## Do czego to służy?

O tym, że komputer osobisty klasy PC stał się obecnie jednym z najważniejszych narzędzi pracy elektronika nie trzeba chyba nikogo przekonywać. Komputer taki, wyposażony w odpowiednie oprogramowanie i w najczęściej niezbyt skomplikowane i kosztowne przystawki potrafi zastąpić praktycznie wszystkie używane dotąd przyrządy pomiarowe. Więcej, wykorzystując komputer możemy dokonywać pomiarów i obserwacji, o których nawet dotąd nie mogliśmy marzyć. Posłuży się przykładem: dobrej klasy oscyloskop cyfrowy jest przyrządem niezwykle kosztownym i nieczęsto trafia do rąk hobbystów. Tymczasem, PC wyposażony w niezbyt skomplikowany i kosztowny układ elektroniczny może go z powodzeniem zastąpić i umożliwić realizowanie funkcji, w które wyposażone są jedynie oscyloskopy najwyższej klasy.

Szczególnie atrakcyjna jest możliwość łatwego zapisywania danych uzyskanych podczas pomiarów, a następnie prezentowania ich w dowolnej formie. Następuje wtedy „połączenie” oprogramowania służącego do pomiarów z typowymi edytorami stosowanymi w pracach graficznych. Np. uzyskany z oscyloskopu wykres możemy przedstawić w dowolnej postaci graficznej, bez najmniejszego kłopotu możemy dodać do niego odpowiednie komentarze i objaśnienia. Możemy łączyć ze sobą wiele takich wykresów w celu ich porównania, uzyskując w ten sposób jakby przyrząd pomiarowy o praktycznie dowolnej ilości kanałów.

Mam jednak nadzieję, że nikomu z moich Czytelników nie przyjdzie do głowy „poprawianie” w ten sposób wyników pomiarów w celu np. pochwalenia się parametrami wykonanego wzmacniacza.

Zajmiemy się dzisiaj najprostszą chyba przystawką do PC, która umożliwi przemianę tej maszyny w prosty analizator stanów logicznych. O tym, że taki analizator jest bezcennym przyrządem dla każdego elektronika zajmującego się techni-

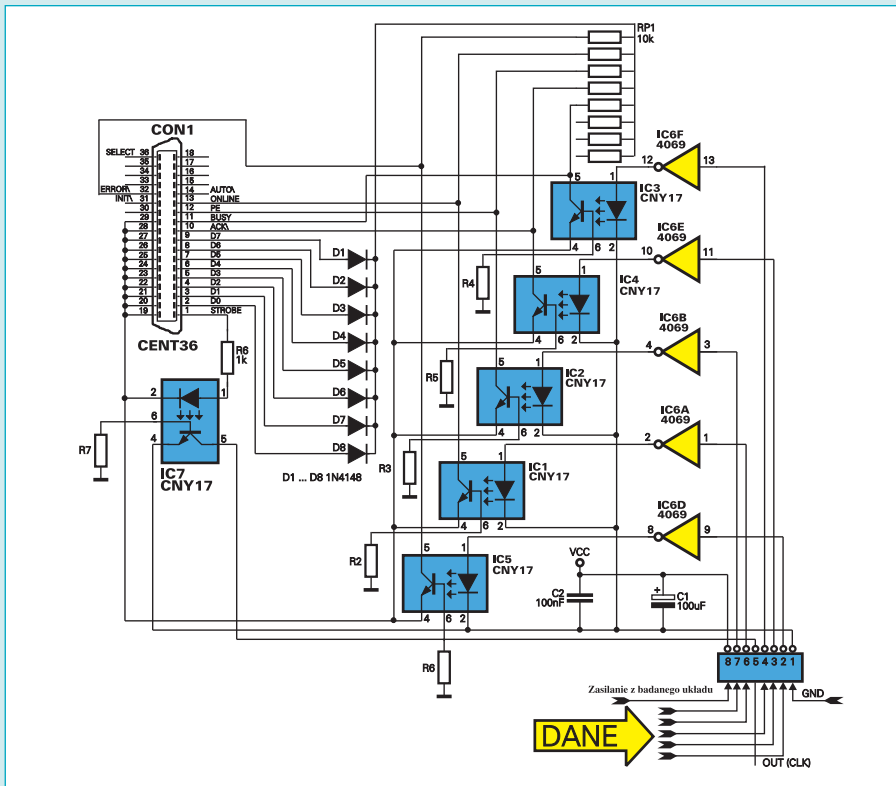
ką cyfrową (czyli obecnie dla wszystkich elektroników) także nie trzeba chyba nikogo przekonywać.

Podstawowym przyrządem pomiarowym stosowanym w technice cyfrowej jest próbnik stanów logicznych, z pomocą którego możemy zbadać, jaki stan logiczny panuje w danym punkcie układu. Bardziej rozbudowane próbniaki umożliwiają także detekcję krótkich impulsów szpilkowych. Taki próbnik w wielu sytuacjach może oddać duże usługi, jednak w innych zawodzi. Zmiany w systemach cyfrowych zachodzą najczęściej z taką szybkością, że ich obserwacja w czasie rzeczywistym jest absolutnie niemożliwa. Niekiedy można zmniejszyć tą prędkość, np. za pomocą zmiany częstotliwości pracy zegara, ale nie zawsze (systemy mikroprocesorowe!) jest to możliwe. Ponadto, najczęściej potrzebujemy analizować stany logiczne w kilku punktach układu naraz, co nawet przy niewielkiej częstotliwości zegara systemowego jest dość kłopotliwe.

Proponowany układ działa na zasadzie kamery stosowanej przy rejestracji zjawisk, w których zmiany zachodzą z wielką prędkością. Zdjęcia wykonywane są w czasie rzeczywistym, ale z częstotliwością wielokrotnie większą od częstotliwości ich późniejszego odtwarzania. Pozwo-

li to nam na zarejestrowanie szybko zachodzących zmian, a następnie spokojne przeanalizowanie sposobu działania badanego układu.

Proponowany układ wyposażony jest w pięć kanałów co umożliwi obserwację zjawisk zachodzących w wybranych pięciu punktach testowanego urządzenia i powinien zostać dołączony do portu CENTRONICS dowolnego komputera wyposażonego w taki interfejs. W tym momencie wielu moich Czytelników z pewnością zaprotestuje: „Dlaczego budujemy przyrząd pięciokanałowy, jeżeli wiadomo że interfejs CENTRONICS komputera wyposażony jest w ośmiobitową szynę danych? Przecież wykorzystując ją moglibyśmy zbudować analizator umożliwiający badania całego bajtu!” Jest to prawda, ale nie cała prawda. W dwukierunkową szynę danych, umożliwiającą odczyt informacji przesyłanych do komputera przez układ peryferyjny wyposażone są jedynie porty CENTRONICS nowszych maszyn, w zasadzie od PENTIUM I wzwyż i to bynajmniej nie wszystkie. Standardowy interfejs CENTRONICS umożliwia jedynie odczyt słowa pięciobitowego przesłanego do jego rejestru dwukierunkowego. Oczywiście odczytywanie przez CENTRONICS słów jednobajtowych jest jak najbardziej możliwe,



Rys. 1 Schemat ideowy

ale spowodowałyby to znaczną komplikację w założeniu prostej konstrukcji. Z drugiej strony wiem, że nie wszyscy posiadacie nowoczesne komputery i nie chciałem zamykać drogi do korzystania z zbudowanego analizatora mniej zamożnym Kolegom.

Układ, z którego budowę za chwilę się zapoznacie jest śmiesznie prosty i łatwy do wykonania. Zastosowałem przy jego budowie wyłącznie tanie i łatwe do zdobycia elementy, a na obniżenie kosztów wpłynęło z pewnością wykonanie płytki obwodu drukowanego na laminacie jednostronnym. Możecie też nie obawiać się o uszkodzenie cennego komputera: układ analizatora zapewnia całkowitą izolację galwaniczną komputera od badanego urządzenia.

## Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu analizatora stanów logicznych został pokazany na rysunku 1. Jak widać, wzmianka o prostocie układu nie była bynajmniej przesadą. Nasz analizator składa się wprawdzie aż z siedmiu układów scalonych, ale pełniona przez nie funkcja jest bardzo prosta. Jest nią w zasadzie jedynie ochrona portu komputera przed napięciami, do których nie jest przystosowany. Barierą nie do przebicia dla napięć o wartości nawet kilowoltów jest sześć transoptorów -IC1 ... IC5 i IC7. Kolektory tranzystorów wyjściowych zawartych w strukturach transoptorów IC1 ... IC5 zostały dołączone za pośrednictwem złą-

cza CON1 do pięciu wejść rejestru dwukierunkowego interfejsu CENTRONICS. Aby zapewnić układowi pewność działania wejścia te zostały „podciągnięte” do plusa zasilania za pomocą pięciu rezystorów zawartych w R-PACK’u RP1. Na tym etapie projektowania układu powstał pewien problem konstrukcyjny: skąd wziąć potrzebne napięcie, dodatkowo względem masy zasilania komputera? Dostarczenie tego napięcia z zewnątrz przeczyłoby przyjętej zasadzie całkowitego odizolowania układu komputera od urządzeń peryferyjnych, a pobranie zasilania z wnętrza PC byłoby nieco kłopotliwe. Sądzę, że niezłym rozwiązaniem jest wykorzystanie jako źródła zasilania niewykorzystywanej w tej chwili szyny danych D0 ... D7. Za pomocą prostego polecenia programowego (opis w dalszej części artykułu) ustawiamy na szynie danych wysokie stany logiczne i wykorzystujemy ją, po odseparowaniu wyjść za pomocą diod D1 ... D8 do zasilania analizatora.

Do sterowania diod LED zawartych w strukturach transoptorów wykorzystane zostało pięć inwerterów IC6 A, B, D, E i F. Takie rozwiązanie pozwoliło do minimum ograniczyć prąd pobierany z badanych punktów testowanego układu cyfrowego. Niesie ono jednak za sobą pewne dwa utrudnienia:

1. Podczas pisania programu należy pamiętać, że sygnały pobierane z badanego urządzenia poddawane są negacji.
2. Żadne z wejść analizatora nie może pozostawać „wiszące w powietrzu”. Wejścia chwilowo niewykorzystywane należy dołączyć do plusa lub minusa zasil-

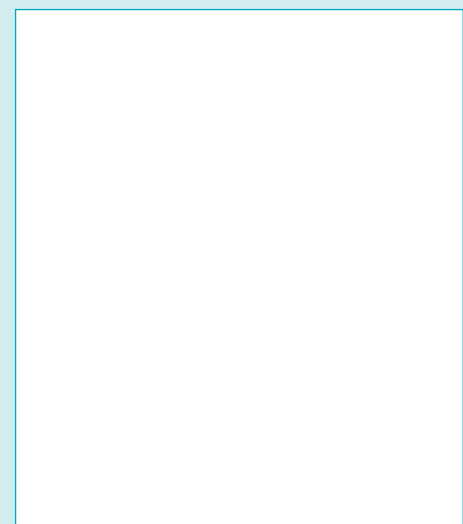
ania i fakt ten uwzględnić podczas analizy otrzymanych danych.

Dioda świecąca umieszczona w strukturze szóstego transoptora (IC7) została połączona za pośrednictwem ograniczającego prąd rezystora R6 z jednym z wyjść rejestru wyjściowego interfejsu CENTRONICS - STROBE. Programowe podanie stanu wysokiego na to wyjście spowoduje włączenie diody LED zawartej w strukturze transoptora i w konsekwencji przewodzenie tranzystora wewnątrz IC7. Tranzystor ten może być wykorzystany w sposób zależny od rodzaju przeprowadzanych testów, np. do uruchamiania badanego układu lub jako wejście zegara sterującego pracą testowanego urządzenia. W każdym jednak przypadku musimy pamiętać, że jest to wyjście typu otwarty kolektor.

## Montaż i uruchomienie.

Montaż układu wykonujemy według ogólnie znanych zasad, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach a kończąc na wlotowaniu kondensatora elektrolitycznego i złącza CON1. Tej ostatniej czynności należy poświęcić nieco uwagi i staranności, ponieważ delikatne wyprowadzenia CON1 łatwo zgiąć lub uszkodzić. Pod wszystkie układy scalone warto zastosować podstawki.

Ponieważ zmontowany ze sprawdzonych elementów układ analizatora nie wymaga jakichkolwiek czynności uruchomieniowych ani regulacyjnych, możemy teraz powiedzieć sobie parę słów na temat podstawowych zasad pisania programu obsługującego nasz analizator. Będę tu posługiwał się przykładami napisanymi w języku QBASIC, ale Koledzy bardziej ode mnie biegli w sztuce programowania z pewnością dostosują je do dowolnego języka. Polecenia podane w przykładach odnoszą się do portu LPT o adresie bazowym 378H(ex).



Rys. 2 Schemat montażowy

Adresy portu CENTRONICS są łatwo dostępne w QBASIC-u dzięki instrukcjom OUT (zapisz pod wskazany adres) i INP (odczytaj zawartość wskazanego adresu). Instrukcja INP jest interpretowana jako odnosząca się do obszaru we / wy, a nie do zwykłej "pamięci", adresowanej przy pomocy instrukcji PEEK i POKE. Użycie instrukcji INP lub OUT i adresu bazowego dotyczy 8-bitowej części wyjściowej interfejsu. Użycie tych instrukcji do adresu o jeden wyższego daje dostęp do 5-bitowego wejścia. Port dwukierunkowy jest dostępny dla tych instrukcji po powiększeniu o 2 adresu bazowego.

Następujące linie tworzą 5-bitowy rejestr wejściowy:

Nazwa sygnału	Bit
BUSY	7
ACK	6
PE	5
ONLINE	4
ERROR	3

Bity 0 ... 2 nie są wykorzystywane i zawsze mają wartość 0. Podczas pisania programu

musimy pamiętać, że najstarszy bit w rejestrze wejściowym jest sprzętowo negowany.

Rejestr dwukierunkowy zawiera następujące linie:

Nazwa sygnału	Bit
SELECT	3
INIT	2
AUTO	1
STROBE	0

W rejestrze dwukierunkowym bity 0, 1 i 3 są także poddawane

sprzętowej inwersji.

Pierwszą czynnością jaką będziemy musieli wykonać będzie „włączenie zasilania” analizatora (jego część wejściowa zasilana jest z badanego układu). Czynimy za pomocą prostego polecenia programowego

```
OUT &H378, 255
```

które spowoduje „zapalenie” samych jedynek na szynie danych interfejsu CENTRONICS. Od tego momentu, zakładając że badane urządzenie zostało dołączone do analizatora i zasilone, nasz układ jest gotowy do pracy.

Odczytu rejestru wejściowego dokonujemy za pomocą polecenia:

```
INP&H379
```

Które zwraca nam dziesiątną wartość odczytanej liczby. Nie jest to najwygodniejsza forma prezentacji danych pobranych z testowanego układu i dlatego najczęściej musimy dokonać jej konwersji na postać dwójkową lub hexadecymalną. Z zapisem w formacie HEX nie będziemy mieli problemu, ponieważ język BASIC dysponuje potrzebnym poleceniem:

```
PRINT HEX$(x)
```

Natomiast chcąc otrzymać wynik pomiaru przedstawiony w postaci binarnej

będziemy musieli napisać prosty podprogram, np.:

```
IF x >= 128 THEN GOSUB a
IF x >= 64 THEN GOSUB b
IF x >= 32 THEN GOSUB c
IF x >= 16 THEN GOSUB d
IF x >= 8 THEN GOSUB e
IF x >= 4 THEN GOSUB f`
IF x >= 2 THEN GOSUB g
IF x = 1 THEN h = 1
PRINT a; b; c; d; e; f; g; h
a:
a = 1: x = x - 128
RETURN
b:
b = 1: x = x - 64
RETURN
c:
c = 1: x = x - 32
RETURN
d:
d = 1: x = x - 16
RETURN
e:
e = 1: x = x - 8
RETURN
f:
f = 1: x = x - 4
RETURN
g:
g = 1: x = x - 2
RETURN
```

Za pomocą sygnałów wysyłanych na wyjście STROBE rejestru dwukierunkowego będziemy mogli wpływać na pracę badanego układu lub dostarczać do niego sygnał zegarowy. Aby uzyskać przewo d n i e t r a n z y s t o r a w strukturze transoptora IC7 należy wysłać do rejestru dwukierunkowego liczbę: XXX0 (BIN), gdzie „X” dowolna wartość bitu. Możemy uczynić to za pomocą polecenia:

```
OUT&H379,
```

X [XXX0 w zapisie binarnym]

Mam nadzieję, że powyższe wskazówki pozwolą Wam napisać odpowiedni program i spokoj-

nie posługiwać się nowo zbudowanym przyrządem.

Zbigniew Raabe

## Wykaz elementów

### Kondensatory

C1 100µF/16  
C2 100nF

### Rezystory

RP1 10kΩ  
R1 1kΩ  
R2...R7 10kΩ

### Półprzewodniki

D1, D2, D3, D4,  
D5, D6, D7, D8 1N4148  
IC1, IC2, IC3,  
IC4, IC5, IC7 CNY17  
IC6 4069

### Pozostałe

CON1 złącze CENTRONICS  
lutowane w płytce

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2345

Komputerowy analizator stanów logicznych.  
Schemat montażowy.

