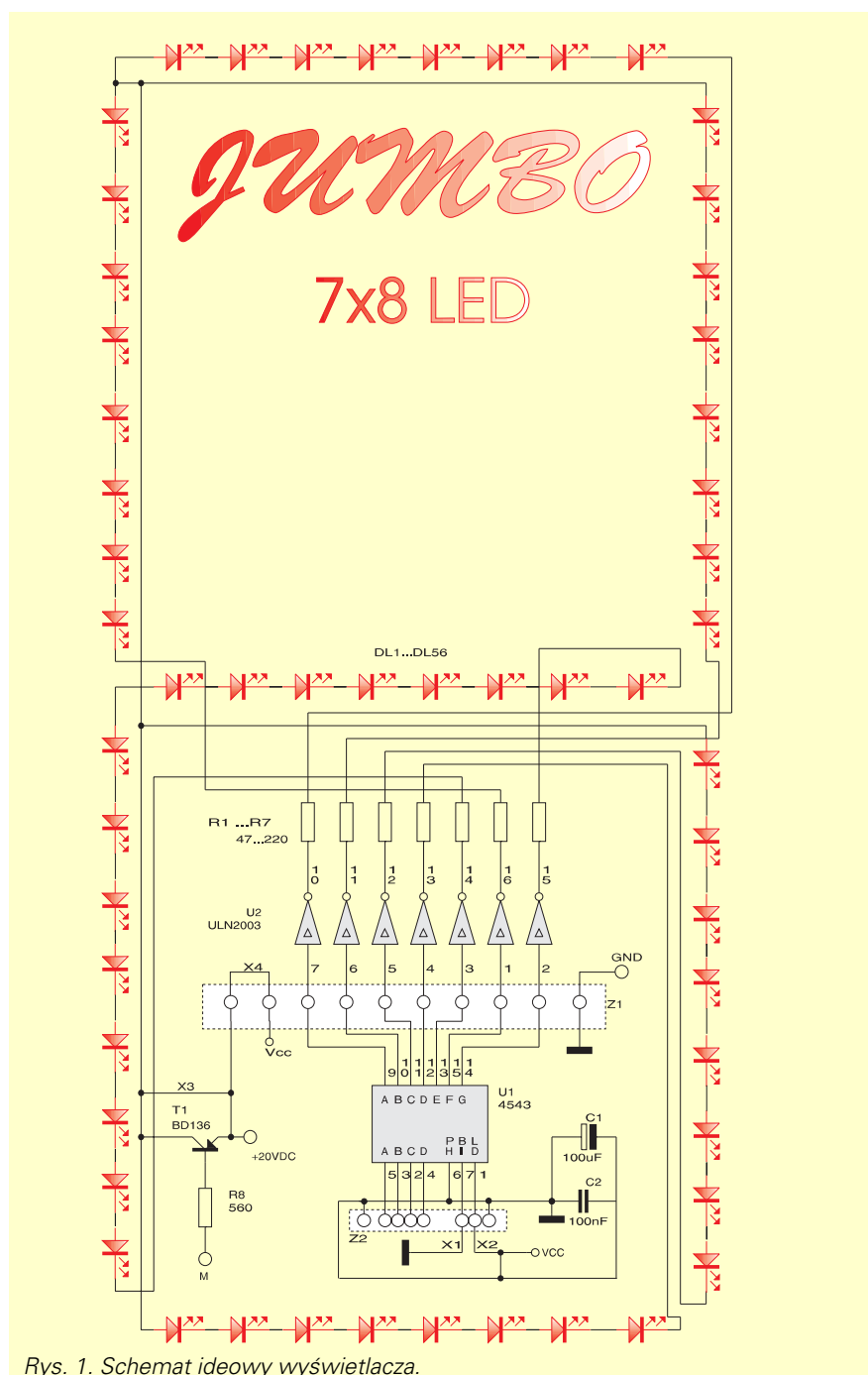


Do czego to służy?

Do czego służy wyświetlacz siedmio-segmentowy LED, wie chyba każdy Czytelnik EdW - do obrazowania w liczbowym systemie dziesiętnym wyników działania urządzeń elektronicznych. Wyświetlacze takie stosuje się w zegarach, miernikach i innych urządzeniach, w których wymagane jest odczytywanie wartości liczbowych. Wyświetlacze siedmio-segmentowe produkowane są w ogromnych ilościach i są to elementy względnie tanie. Po co więc wykonywać je samemu? Odpowiedź na to pytanie jest prosta: większość tanich wyświetlaczy posiada małe wymiary i odczytywa-

Wyświetlacz siedmio-segmentowy JUMBO



Rys. 1. Schemat ideowy wyświetlacza.

nie danych może odbywać się z odległości co najwyżej kilku metrów. Produkowane są wprawdzie wyświetlacze o dużych rozmiarach, są to jednak podzespoły bardzo kosztowne. Tymczasem wykonanie wyświetlacza o praktycznie dowolnych rozmiarach nie jest zadaniem trudnym, a i koszt elementów potrzebnych do ich budowy nie okaże się zbyt wysoki.

Budując nasze wyświetlacze, których każdy segment składać się będzie z szeregu diod LED, nie dokonujemy zresztą żadnego nowego wynalazku. Wyświetlacze takie są także produkowane fabrycznie i powszechnie stosowane (np. w systemie przywoływania interesantów instalowanym obecnie w naszych pocztach).

Autor widzi zastosowanie proponowanych wyświetlaczy przede wszystkim w szkołach, klubach sportowych czy firmach. Umieszczenie wyświetlaczy takich rozmiarów w M3 nie ma może wielkiego sensu, ale nie wszystko przecież musi mieć sens, a wiele urządzeń budujemy po prostu "dla szpanu" i aby zaimponować kolegom kolejnym bajkerkiem. Jednak same wyświetlacze na niewiele się zdadzą, potrzebne są jeszcze układy sterujące. Na szczęście naszymi Jumbo możemy zastąpić wyświetlacze praktycznie każdego urządzenia. W dalszej części opisu dowiecie się, jak to zrobić.

Autor posiada obecnie "na warsztacie" trzy urządzenia przeznaczone specjalnie do współpracy z proponowanymi wyświetlaczami. Są to:

1. Zegar "mecзовy" umożliwiający obrazowanie upływu czasu w zakresie do 99min 99 sek. Zegar posiada oczywiście możliwość zatrzymania upływu czasu w dowolnym momencie i na dowolnie długi okres (przydatne w meczach koszykówki).
2. Wyświetlacz wyników gier sportowych, którego zastosowanie jest chyba oczywiste.
3. Zwykły zegar pokazujący aktualny czas.

Jak to działa?

Schemat elektryczny wyświetlacza pokazany został na **rysunku 1** i już na pierwszy rzut oka widać, że do skomplikowanych on raczej nie należy. Każdy segment składa się w naszym układzie z ośmiu diod LED połączonych szeregowo i za pośrednictwem rezystora dołączonych do wyjścia drivera ULN2003. Układ ten nie jest dla nas nowością: w projektach serii 2000 stosowaliśmy bowiem jego nieco większego brata - ULN2803. Zasadnicze różnica pomiędzy tym rodzeństwem polega na tym, że ULN2003 zawiera w swojej strukturze siedem, a ULN2803 osiem tranzystorów Darlingтона wraz z rezystorami ograniczającymi prąd bazy i diodami zabezpieczającymi tranzystory przed skutkami przebiegów (ważne przy sterowaniu np. przekaźników czy silników elektrycznych).

Drugim układem scalonym zastosowanym w układzie jest popularny dekodery BCD - kod wyświetlacza siedmiosegmentowego 4543. Układ ten także stosowany był w naszych projektach, ale nigdy nie omawialiśmy go szczegółowo. Nie było to wtedy potrzebne: układ 4543 przeznaczony był zawsze do pełnienia jednej, określonej funkcji. Obecnie musimy trochę bardziej szczegółowo zapoznać się z tą ciekawą kostką.

Jak już powiedziano, 4543 jest scalonym dekoderym zamieniającym kod BCD na kod właściwy dla wyświetlacza siedmiosegmentowego. Na jego cztery wejścia podajemy słowo czterobitowe w kodzie BCD, a stany na wyjściach sterujących segmentami będą wyglądały tak, jak w **tabeli 1**.

Wyświetlacze siedmiosegmentowe LED produkowane są w dwóch podstawowych odmianach: ze wspólną katodą i wspólną anodą. Co to oznacza? W przypadku zastosowania wyświetlaczy ze wspólną katodą (CC - Common Cathode)

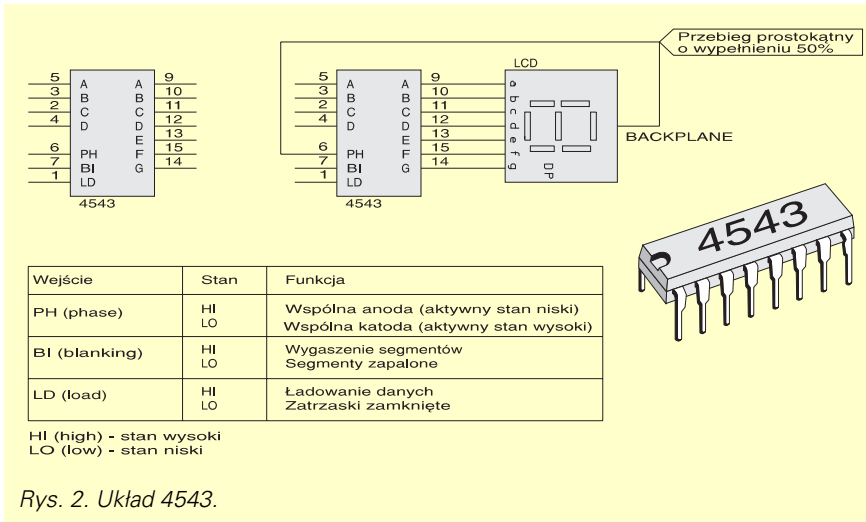


Tabela 1.

	Wejścia				Wyjścia						
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	A	A	A	A	A	A	X
1	1	0	0	0	X	A	A	X	X	X	X
2	0	1	0	0	A	A	X	A	A	X	A
3	1	1	0	0	A	A	A	A	X	X	A
4	0	0	1	0	X	A	A	X	X	A	A
5	1	0	1	0	A	X	A	A	A	X	A
6	0	1	1	0	A	X	A	A	A	A	A
7	1	1	1	0	A	A	A	X	X	X	X
8	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A
9	1	0	0	1	A	A	A	A	X	A	A

A - wyjście aktywne
X - wyjście nieaktywne

katody wszystkich diod połączone są ze sobą wewnątrz struktury wyświetlacza, a anody wyprowadzone są na zewnątrz. Katody musimy dołączyć do minusa zasilania, a anody będą zwierane (najczęściej poprzez rezystor ograniczający prąd) przez dekodery do plusa. W przypadku wyświetlaczy ze wspólną anodą (CA - Common Anode) połączenia wykonane muszą być odwrotnie. Wszystkie produkowane w technologii CMOS i TTL scalone dekodery przystosowane są bądź do współpracy z wyświetlaczami CC, bądź z wyświetlaczami CA. Wszystkie z wyjątkiem 4543: ten dekodery może współpracować z dowolnym rodzajem wyświetlacza! Stawia to konstruktora w arcymygodnej sytuacji: po przemyśle-



Rys. 2. Układ 4543.

nym zaprojektowaniu płytki wyboru rodzaju wyświetlacza możemy dokonać już w czasie montażu układu i uzależnić go od aktualnego stanu naszego magazynu. Czy jednak projektantom 4543 chodziło właśnie o takie ułatwienie życia konstruktorom? Bynajmniej, a w każdym razie nie tylko o to. Układ 4543 jest jedynym popularnym dekoderyem mogącym współpracować z wyświetlaczami ciekłokrystalicznymi - LCD. Jak bowiem wiadomo, wyświetlacze te nie mogą być zasilane napięciem stałym, lecz wyłącznie przemiennym, a polaryzacja napięcia musi zmieniać się kilkaset razy na sekundę. 4543 umożliwia realizację zmiany biegunowości napięcia w bardzo prosty

sposób, co ilustruje prosty schemat widoczny w prawej części rysunku 2. Czytelnicy zechcą łaskawie sami wytłumaczyć sobie zasadę działania 4543 w połączeniu z wyświetlaczem ciekłokrystalicznym. W naszym układzie 4543 pracuje tak, jakby miał współpracować z wyświetlaczem o wspólnej katodzie. Aktywny stan wysoki z jego wyjść powoduje spolaryzowanie właściwych baz tranzystorów zawartych w strukturze ULN2003 i zapalenie odpowiednich segmentów utworzonych z diod LED.

Należy jeszcze wspomnieć o pozostałych dwóch wejściach sterujących 4543. Wejście BI umożliwia wygaszenie

wszystkich segmentów wyświetlacza i może zostać zastosowane do prostej regulacji jasności świecenia cyfr. Układ taki zastosowaliśmy w projekcie zegara - programowanego sterownika (EdW 12/96).

Najciekawszą funkcję pełni wejście sterujące LD. Do tej pory mówiliśmy o 4543 jako o dekoderyem, nie wspominając że posiada od wbudowaną pamięć. Bardzo wprawdzie małą, tylko jedno słowo czterobitowe, ale zawsze pamięć. Podanie na wejście LD stanu wysokiego powoduje że informacja przechowywana w pamięci zmienia się zgodnie ze

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R7: 47...220Ω, w zależności od zastosowanych diod i napięcia zasilania (dla U=18V 68Ω)

R8: 560Ω

Kondensatory

C1: 100μF/25V

C2: 100nF

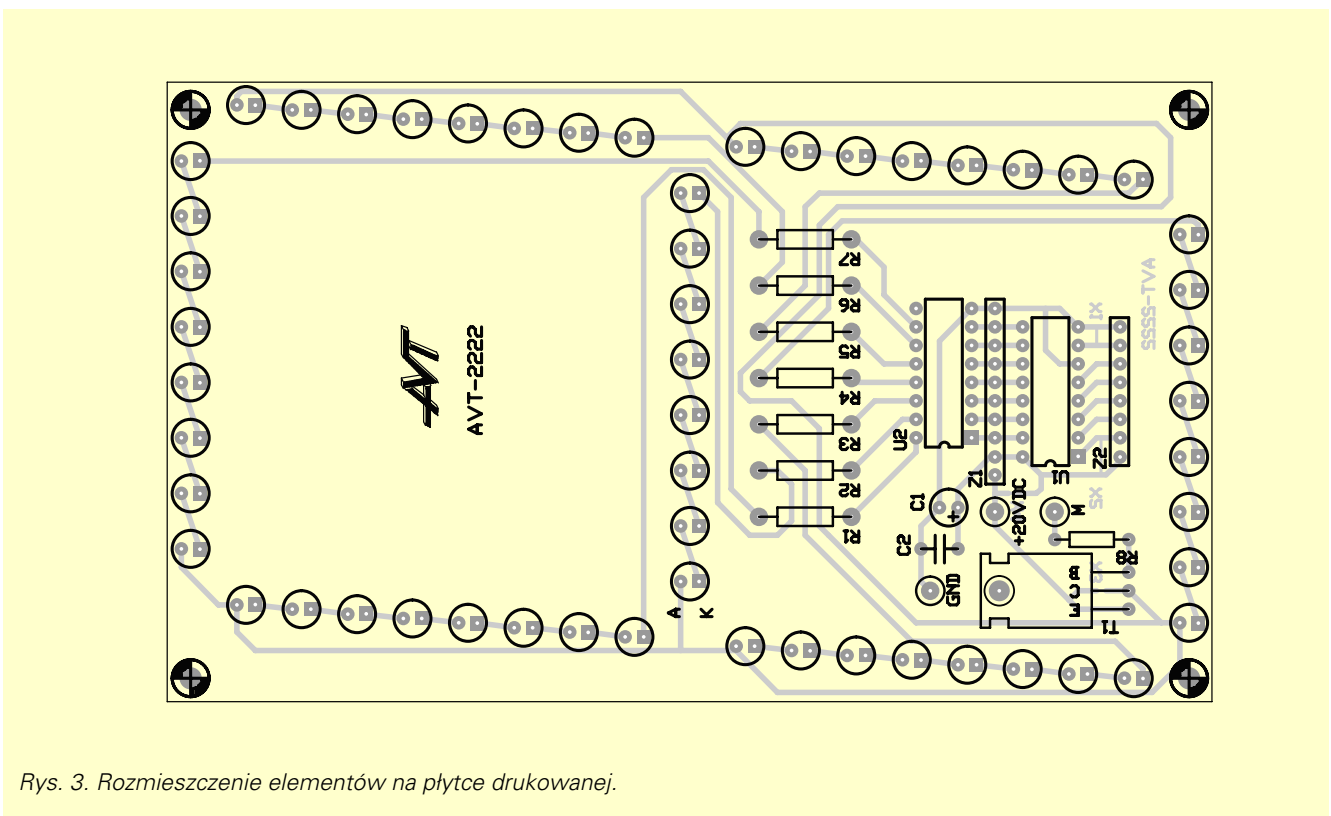
Półprzewodniki

U1: 4543

U2: ULN2003

T1: BD136 lub odpowiednik (opcja, nie wchodzi w skład kitu)

DL1...DL156: LED. Ze względu na różne kolory diod LED, elementy te należy zamawiać oddzielnie.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

zmianami stanu wejść BCD, na co reaguje dekodery wyświetlając odpowiednie cyfry. Natomiast podanie na wejście LD stanu niskiego spowoduje "zatrzasknięcie się" pamięci i układ przestanie reagować na zmiany stanów na wejściach, zapamiętując i wyświetlając ostatnio podaną na wejścia cyfrę. Ta funkcja 4543 znakomicie ułatwia konstruowanie wielu układów, o czym dowiedzie się w najbliższym czasie.

Jak do tej pory, więcej powiedzieliśmy o kostce 4543 niż o układzie naszego wyświetlacza. Było to jednak absolutnie konieczne, ponieważ znajomość zasad pracy tego dekodera umożliwi dołączenie naszych JUMBO do układów różnego typu.

Zresztą, o układzie wyświetlacza niewiele więcej da się już powiedzieć. Wyjaśnienia wymagają już chyba tylko dziwne połączenia oznaczone jako X1...X4, które występują zarówno na schemacie, jak i na płytce obwodu drukowanego. Do czego one służą dowiedzie się jednak w dalszej części artykułu.

Montaż i uruchomienie

Roźmieszczenie elementów na płytce pokazano na **rysunku 3**. Płytkę wyglądałaby na bardzo prostą w montażu, gdyby nie konieczność precyzyjnego wlutowania 56 diod. Spokojnie, poradzimy sobie i z tymi diodami! Montaż wykonujemy tradycyjnie, rozpoczynając od elementów najmniejszych i podstawkach pod układy scalone. Z diodami poradzimy sobie w następujący sposób: najpierw wlutowujemy tylko cztery diody w narożach prostokąta wyświetlacza. Diody musimy wlutować wyjątkowo starannie, w identycznej odległości od płytki. Lutujemy tylko po jednej nóżce. Następnie wkładamy w płytkę wszystkie pozostałe diody przykrywamy kawałkiem tektury i całość obracamy o 180° kładąc płytkę diodami w dół na gładkiej powierzchni. Sprawdzamy, czy wszystkie diody dotyczą tej powierzchni i lutujemy po jednej nóżce

każdej z diod. Następnie wyrównujemy diody tak, aby utworzyły równe szeregi i lutujemy pozostałe diody. Autor namawia do zachowania maksymalnej uwagi podczas lutowania tych elementów. Odwrócenie ich biegunowości spowodowałoby trudności w uruchomieniu układu i lokalizacja odwrótnie wlutowanej diody byłaby równie "łatwa" jak odnalezienie jednej przepalanej lampki w girlandzie światełek na choinkę.

Układ oczywiście nie wymaga uruchamiania i natychmiast pracuje poprawnie. Nie świecenie któregoś z segmentów może być spowodowane jedynie odwrótnym wlutowaniem diody (lub diod).

Wyjaśnijmy teraz rolę jaką pełnią połączenia oznaczone tajemniczymi "iksami" i tranzystor T1, o którym do tej pory nawet nie wspomnieliśmy. Największą zaletą naszego wyświetlacza jest możliwość współpracy z wieloma różnymi urządzeniami, a także stosowania wyświetlania multipleksowanego. A więc po kolei:

Połączenie oznaczone X1 normalnie zwiera do masy nóżkę 7 układu 4543, czyli wejście wygaszania segmentów. Gdybyśmy jednak chcieli w jakikolwiek sposób wykorzystać tę funkcję, to przecinamy ścieżkę (jest ona dwukrotnie cieńsza w miejscu ewentualnego przecięcia) i do wejścia B1 doprowadzamy np. sygnał prostokątny o zmiennym wypełnieniu.

Połączenie oznaczone X2 w typowych zastosowaniach zwiera do plusa zasilania nóżkę 1 układu 4543, czyli wejście sterujące pamięcią wewnętrzną. W takiej sytuacji pamięć jest "przezroczysta". Jeżeli jednak zaprojektujemy układ, który wymagał będzie korzystania z funkcji zapamiętywania danych, to wystarczy przeciąć odpowiednią ścieżkę i do wejścia LD doprowadzić potrzebny sygnał.

Połączenie oznaczone X3 najczęściej zwiera ze sobą kolektor i emiter tranzys-

tora T1. Tranzystor ten wykorzystywany być może przy stosowaniu wyświetlania multipleksowego. W takim trybie pracy nie stosujemy dekodera 4543 (lub stosujemy tylko jeden dla wszystkich cyfr), a sygnały sterujące zapalaniem segmentów wyświetlacza doprowadzamy bezpośrednio do wejść układu drivera ULN2003. Natomiast sygnały sterujące włączaniem poszczególnych wyświetlaczy doprowadzamy do baz tranzystorów T1 każdego z modułów.

Bardzo ważną rolę pełni połączenie oznaczone jako X4. W naszym układzie diody LED połączone są szeregowo, co wymusza stosowanie dość wysokich napięć zasilających. Diody czerwone świecą wystarczająco jasno już przy napięciu 16V, natomiast zielone wymagają zasilania min. 18V, co jest górną granicą bezpiecznej pracy układów CMOS. Tak więc w wielu sytuacjach (szczególnie przy stosowaniu w układzie sterującym układów TTL) konieczne może być oddzielenie napięć zasilających część elektroniczną od diod LED wyświetlacza. W takim wypadku należy przeciąć połączenie X4 i doprowadzić osobno zasilanie do diod.

Zamocowanie naszych wyświetlaczy nie wymaga chyba komentarza. Można to zrobić na dwa sposoby: za filtrem o kolorze właściwym dla zastosowanych diod, albo za ekranem, w którym wywiercono otwory na diody. Jeżeli wybierze się drugą metodę, to prace może Wam bardzo ułatwić rysunek na wkładce. Po skserowaniu go na papier, a jeszcze lepiej na papier samoprzylepny posłużyć on może jako matryca do idealnie równego wywiercenia otworów na diody.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2222.

Cd. ze str. 56

Jedyną regulacją jest ustawienie właściwej częstotliwości przy pomocy potencjometru PR1.

Można to zrobić, zasilając układ scalony napięciem 12V (mniejszym niż napięcie diody Zenera D5). Wystarczy dolutować przewody zasilacza do nóżek kondensatora C2.

Ale najprostszym sposobem będzie regulacja w warunkach naturalnych -