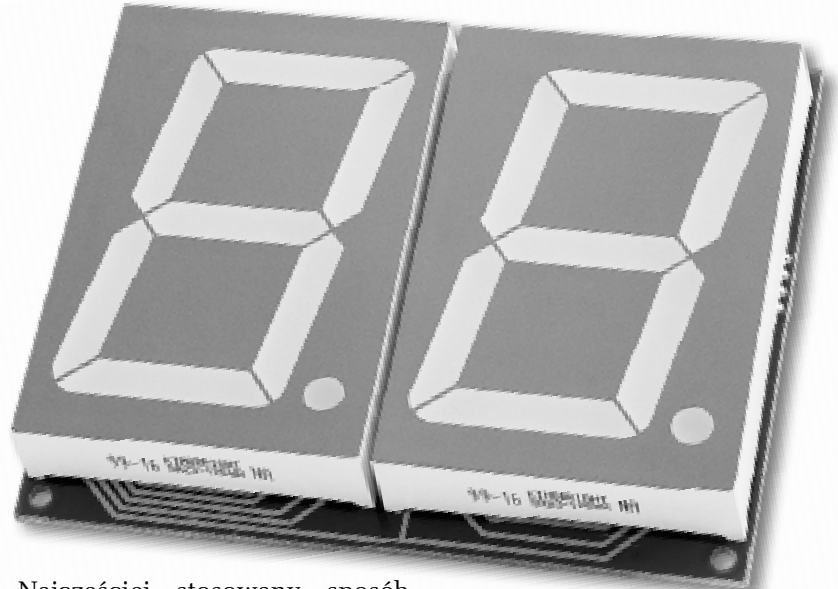


# Podwójny wyświetlacz siedmiosegmentowy sterowany I<sup>2</sup>C

## AVT-859

*Konstruktorzy projektujący układy mikroprocesorowe, w których wykorzystują do prezentacji danych siedmiosegmentowe wyświetlacze LED, napotykają nieraz na problemy techniczne i trudności z uzyskaniem czytelnego wyświetlania.*



Najczęściej stosowany sposób sterowania wyświetlaczy, polegający na ich kolejnym uaktywnianiu przy jednoczesnym włączaniu odpowiednich segmentów (czyli tzw. multipleksowania), posiada dość poważne wady. Po pierwsze trzeba wykorzystać wówczas dużą liczbę wyprowadzeń procesora (7 + liczba zastosowanych wyświetlaczy).

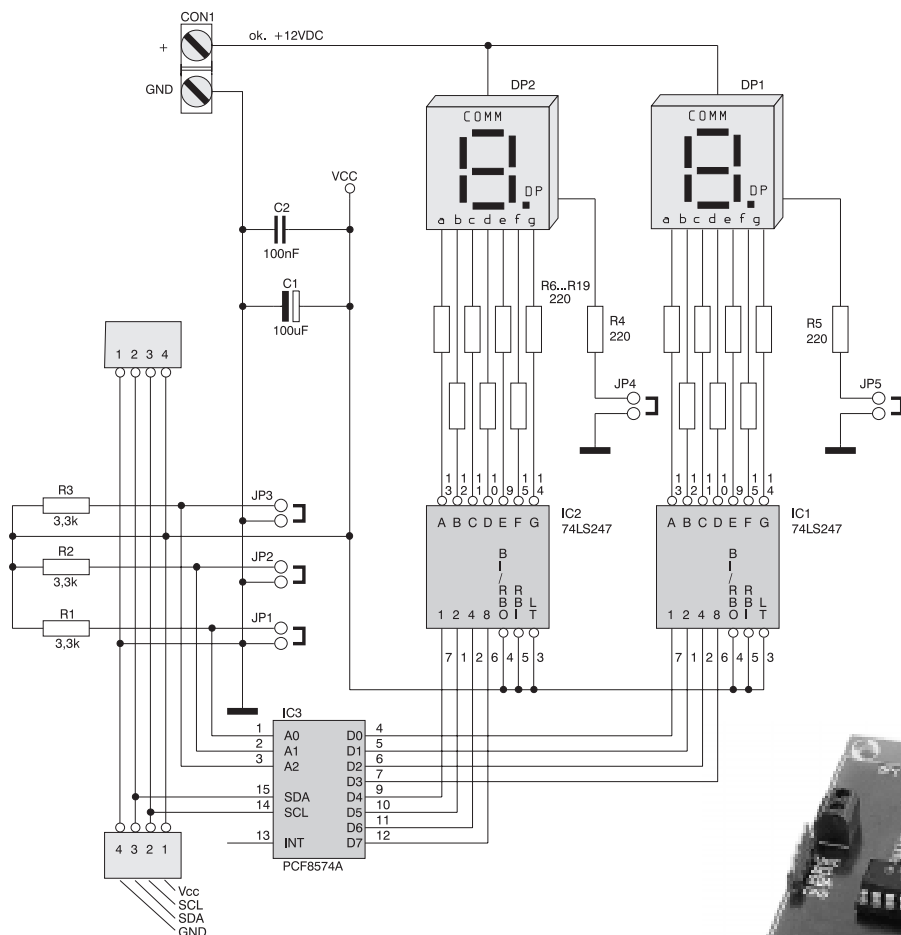
Jest to poważna niedogodność, utrudniająca lub wręcz uniemożliwiająca stosowanie w konstrukcjach „małych” procesorów, np. z rodziny 89CX051. Po drugie, system wyświetlania multipleksowanego nie pozwala na osiągnięcie dużej jasności świecenia segmentów, szczególnie przy większej liczbie wyświetlaczy. Nawet przy stosowaniu wyświetlaczy o podwyższonej jasności, czytelność wyświetlania większej liczby cyfr pozostawia najczęściej wiele do życzenia.

Sytuacja komplikuje się dodatkowo w przypadku stosowania wyświetlaczy siedmiosegmentowych o dużych rozmiarach. Segmenty takich wyświetlaczy zawierają najczęściej po kilka diod LED połączonych szeregowo, co wymaga stosowania napięć zasilających znacznie przekraczających

maksymalne napięcie zasilania procesorów i kolejne komplikowanie układu.

W proponowanym układzie rozwiązano przynajmniej częściowo te problemy. Możliwe jest dołączenie do dowolnego systemu mikroprocesorowego wyświetlaczy siedmiosegmentowych LED z cyframi o wysokości 57mm. Wyświetlacze takie są czytelne ze znacznych odległości i ich zastosowanie umożliwia budowę zegarów tablicowych i innych wskaźników, które w założeniu muszą być obserwowane z pewnego odдалenia. Proponowane wyświetlacze sterowane są za pośrednictwem magistrali I<sup>2</sup>C i do ich obsługi musimy wykorzystać tylko dwa wyprowadzenia procesora.

Kolejną zaletą (ale czasami i wadą) proponowanych wyświetlaczy jest statyczne wyświetlanie wszystkich segmentów jednocześnie. Zaletą, bo ten sposób pozwala na osiągnięcie dużej jasności świecenia segmentów, a wadą ponieważ wyświetlanie statyczne powoduje znaczne zwiększenie zużycia energii. Wadę tę można na szczęście dość łatwo usunąć metodami programistycznymi, stosu-



Rys. 1. Schemat elektryczny modułu dwóch wyświetlaczy LED sterowanych magistralą I<sup>2</sup>C.

jąc wyświetlanie pseudomultipleksowane, które niestety pogarsza czytelność wyświetlaczy, szczególnie w jasno oświetlonych pomieszczeniach.

Maksymalna liczba wyświetlaczy, jaką możemy dołączyć do systemu wynosi 8, z możliwością rozszerzenia do 16. Konstrukcja mechaniczna wyświetlaczy została zaprojektowana tak, że można je łączyć z sobą bez konieczności lutowania.

### Opis działania

Na rys. 1 został pokazany schemat elektryczny modułu dwóch wyświetlaczy LED sterowanych magistralą I<sup>2</sup>C. Segmenty wyświetlaczy sterowane są w „klasyczny” sposób, za pośrednictwem dwóch dekodów BCD - kod wyświetlacza siedmiosegmentowego (74LS247). Dekodery 74LS247 posiadają wyjścia typu *open-collector* o wytrzymałości napięciowej 15V, a zatem nadają się doskonale do pracy w naszym układzie. Prąd płynący przez seg-

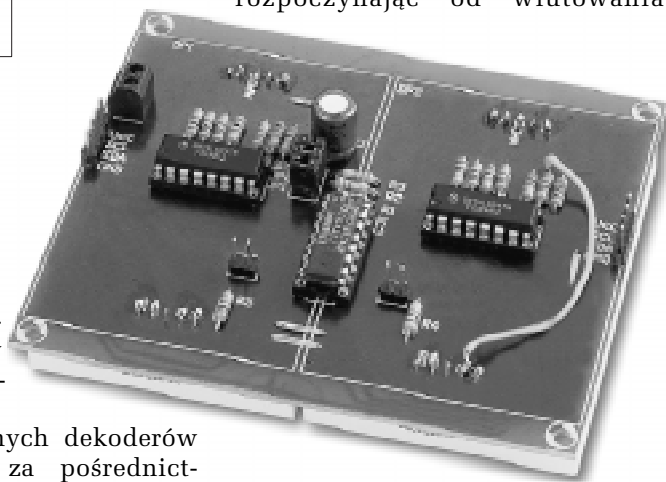
menty wyświetlaczy ograniczany jest za pomocą rezystorów R6..R19.

Sterowanie samych dekodów jest realizowane za pośrednictwem konwertera I<sup>2</sup>C - ośmiobitowa szyna danych typu PCF8574A. Układ PCF8574A pracuje w naszym urządzeniu jako odbiornik magistrali I<sup>2</sup>C i posiada swój, ustalany za pomocą jumperów

JP1..JP3, indywidualny adres, pod którym procesor może „odnaleźć” ten moduł wyświetlaczy. Ponieważ każdy PCF8574 posiada trzy wejścia adresowe, łatwo obliczyć, że do magistrali I<sup>2</sup>C może być podłączonych jednocześnie 8 takich układów, czyli 8 modułów wyświetlaczy - razem 16 cyfr!

### Montaż i uruchomienie

Na rys. 2 zostało pokazane rozmieszczenie elementów na płycie obwodu drukowanego zaprojektowanego na laminacie jednostronnym. Zastosowanie jednostronnego obwodu drukowanego, podyktowane chęcią zmniejszenia kosztów wykonania modułów, będzie przyczyną pewnych trudności w montażu płytki, które jednak z pewnością łatwo przewyżczymy. Jednak jak na razie, montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od wlotowania



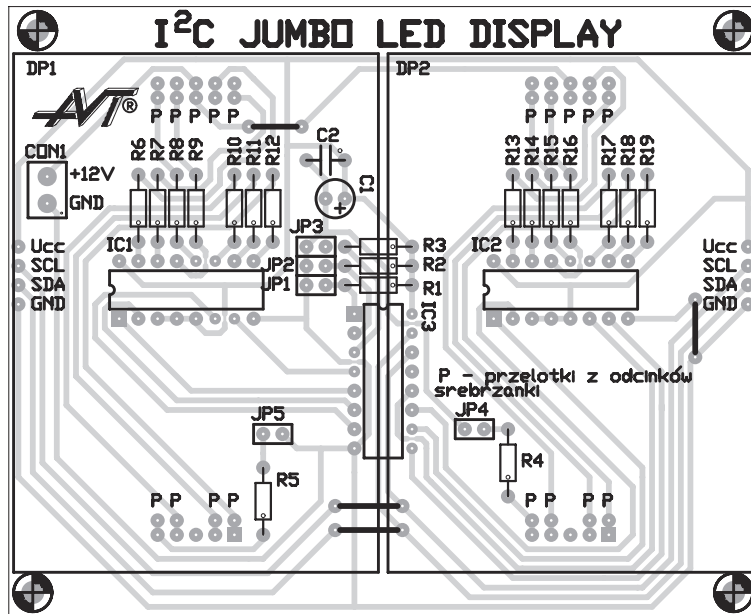
w płytkę elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc jego pierwszy etap na zamontowaniu kondensatora elektrolitycznego, jumperów i złącza CON1.

#### List. 1.

```

$sim 'usunąć w przypadku testowania z zaprogramowanym procesorem
Dim R As Byte 'deklaracja zmiennej jak bajtu
Dim Q As Byte 'deklaracja zmiennej jak bajtu
Dim X As Byte 'deklaracja zmiennej jak bajtu
Config Sda = P3.0 'poinstruowanie kompilatora, które wyprowadzenie
'procesora pracuje jako SDA
Config Scl = P3.1 'poinstruowanie kompilatora, które wyprowadzenie
'procesora pracuje jako SCL
I2csend 112 , 0 'wysłanie na wyświetlacz o adresie 112DEC wartości 00 (*)
Wait 1 'czekaj 1 s
For R = 1 To 99 'początek pętli FOR...NEXT
X = Makebcd(r) 'konwersja wartości R na dwucyfrowy kod BCD
I2csend 112 , X 'wysłanie do wyświetlacza kolejnej liczby w kodzie BCD
For Q = 1 To 50 'pętla opóźnienia (usunąć w/przypadku testowania
'z zaprogramowanym procesorem)
Wait 1 'czekaj 1 s
Next R 'zamknięcie pętli FOR ... NEXT
End 'koniec programu
    
```

(\* ) w języku MCS BASIC pętla FOR...NEXT może być wykonywana tylko od wartości 1. Stąd konieczność osobnego wysłania do wyświetlacza wartości 00.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Uwaga: na płytce obwodu drukowanego, tuż obok punktów lutowniczych wyświetlaczy, umieszczono dodatkowe punkty, oznaczone na stronie opisowej literami „P”. W otwory w tych punktach wlotujemy odcinki srebrzanki tak, aby wystawały ponad stronę elementów płytki na ok. 3.4mm. Grubość srebrzanki lub w ostateczności miedzianego drutu powinna zostać dobrana tak, aby wchodziła ona w otwory „na wcisk”.

Ponieważ po wlotowaniu wyświetlaczy wykonanie jakichkolwiek poprawek będzie bardzo utrudnione, sprawdzamy bardzo dokładnie poprawność pierwszego etapu montażu i jakość lutowania.

Ostatnią, najtrudniejszą czynnością podczas montażu modułu będzie wlotowanie w płytkę wyświetlaczy siedmiosegmentowych. Wyświetla-

cze wkładamy w płytkę **od strony druku** i następnie zaginamy ich wyprowadzenia tak, aby zetknęły się z przylutowanymi wcześniej do płytki odcinkami srebrzanki. Ostatnią czynnością podczas montażu płytki będzie przylutowanie wyprowadzeń wyświetlaczy do srebrzanki za pomocą dużych kropli cyny.

Aby pokazać na wyświetlaczach jakąś liczbę, należy do układu PCF8574 wysłać jej reprezentację w kodzie BCD. W każdym języku programowania napisanie procedury konwertującej liczbę z zakresu 0..99 na kod BCD zajęłoby trochę czasu. Jednak w języku MCS BASIC, stosowanym w pakiecie BASCOM, wystarczy jedno tylko polecenie: X=

MAKEBCD(A) gdzie:  
A - liczba, którą chcemy podać konwersji,  
X - żądana liczba w kodzie BCD.

#### WYKAZ ELEMENTÓW

##### Rezystory

R1..R3: 3,3kΩ  
R4, R5: 220Ω  
R6..R19: 220Ω

##### Kondensatory

C1: 100μF/10V  
C2: 100nF

##### Półprzewodniki

DP1, DP2: wyświetlacz siedmiosegmentowy 57mm  
IC1, IC2: 74LS247  
IC3: PCF8574A

##### Różne

CON1: ARK2 (3,5mm)  
JP1, JP2, JP3: 3x2 goldpin + 3 jumpery  
JP4, JP5: 2x goldpin + jumper 2 szeregi po 4 goldpiny 4 jumpery

Aby sprawdzić działanie naszego wyświetlacza, możemy napisać program pokazany na **list. 1**.

Do napisania i skompilowania tego programu Czytelnicy nie posiadający pakietu BASCOM 8051 mogą wykorzystać jego shareware'ową wersję: BASCOM LT Demo, która jest dostępna na stronie [www.ep.com.pl/ftp/tools.html](http://www.ep.com.pl/ftp/tools.html).

Po skompilowaniu programu możemy albo zaprogramować procesor, albo wykorzystać do sprawdzenia wykonanego układu emulator sprzętowy sterowany z pakietu BASCOM.

**Zbigniew Raabe, AVT**  
[zbigniew.raabe@ep.com.pl](mailto:zbigniew.raabe@ep.com.pl)

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP08/2000 w katalogu PCB.