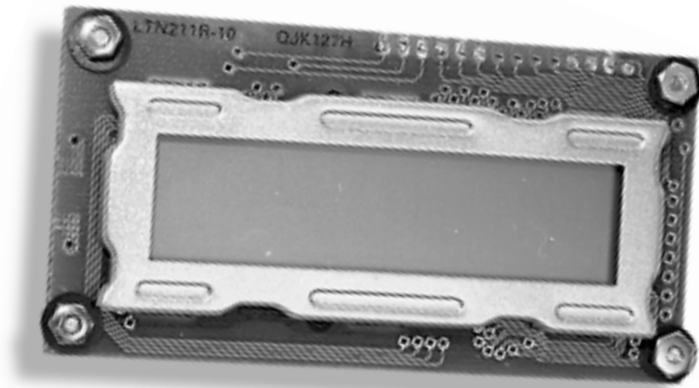


# Wyświetlacz LCD z interfejsem szeregowym

## kit AVT-375

Rosnąca popularność miniaturowych mikrokontrolerów powoduje, że początkujący konstruktorzy napotykają podczas realizowania na nich projektu na szereg trudności. Jedną z najpoważniejszych jest ograniczona liczba wyprowadzeń, co często utrudnia lub wręcz uniemożliwia wykonanie zamierzonych zadań. O tym, w jaki sposób można „oszczędnie“ podłączyć do mikrokontrolera wyświetlacz alfanumeryczny LCD piszemy w artykule.



Spotykane na rynku popularne wyświetlacze alfanumeryczne LCD mają nie tylko unormowane wymiary, ale - co jest znacznie dla elektronika ważniejsze - ten sam interfejs równoległy. Wadą tego interfejsu jest duża liczba wykorzystywanych linii I/O, skutecznie zniechęcająca do stosowania tych wyświetlaczy w małych systemach mikroprocesorowych, a szczególnie tam, gdzie mikrokontroler z 16 liniami I/O jest szczytem „rozpasania“ i każda linia jest cenna. Proponujemy zatem ów interfejs równoległy zastąpić interfejsem szeregowym.

Interfejs równoległy stosowany w wyświetlaczach alfanumerycznych LCD został opracowany przez firmę Hitachi. Specjalizowane procesory, sterujące wyświetlaniem segmentów, zapewniają wiele sposobów obróbki wyświetlanego tekstu, m.in. czyszczenie ekranu, sprowadzanie kursora do pozycji zerowej, wyłączenie/włączenie treści całego kranu, operacje na kursorze, przesuwanie tekstu.

Interfejs równoległy występuje w dwóch odmianach: 4-bitowej i 8-bitowej. Sposób wyboru wersji magistrali jest programowy. Wersja 8-bitowa pozwala przesyłać dane i rozkazy na pełnej magistrali

8-bitowej, dostępnej na złączu krawędziowym wyświetlacza LCD. Wersja 4-bitowa czyni to połówkami bajtów, najpierw starsza tetrada, potem młodsza.

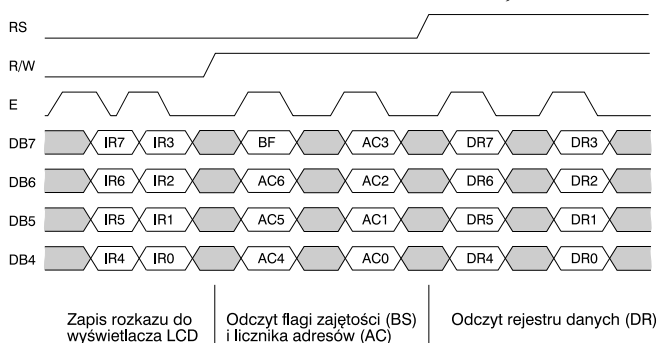
W obydwu przypadkach są jednak nieodzowne trzy sygnały kontroli współpracy:

- RS - sygnał wyboru rejestru, z którego dane będą pobierane, albo do którego będą trafiać: RS=0 oznacza wybór rejestru rozkazowego, RS=1 to wybór rejestru pamięci RAM;
- R/W - sygnał kierunku przesyłania danych: R/W=0 oznacza zapis do wyświetlacza, R/W=1 oznacza odczyt z wyświetlacza;
- E - sygnał zezwolenia na wykonanie operacji.

Z tego wynika, że minimalna liczba linii potrzebnych do zapewnienia współpracy z wyświetlaczem LCD wynosi 7. Jest to dużo, jeśli mamy do dyspozycji mikrokontroler z wolnymi kilkoma liniami I/O.

Ponadto, czy rzeczywiście potrzebujemy pełnej szybkości przesyłania informacji na ekran (według katalogu 120µs na jeden znak), której treść jest realnie zauważalna dopiero po kilkuset milisekundach?

Spowolnimy zatem transfer informacji stosując interfejs szeregowy. Niewątpliwą zaletą interfejsu szeregowego jest niezbedna, w najlepszym razie, jedna linia danych. Aby zapewnić minimalną kontrolę transmisji dodaje się jeszcze dwie linie stanu i rozdziela linię da-



Rys. 1.

nych na linię danych odbieranych i linię danych nadawanych. Cały, dość prosty, interfejs szeregowy może więc mieć cztery linie. W ten sposób, w stosunku do rozwiązania proponowanego przez producenta wskaźników LCD odzyskujemy trzy linie, które na pewno w małym systemie mikroprocesorowym zostaną zastosowane do innych, znacznie ważniejszych celów.

## Współpraca LCD <-> mikroprocesor

Jak zostało wspomniane wyżej, interfejs równoległy może być 8- albo 4-bitowy. Interfejs 8-bitowy z góry odrzucamy, ponieważ wykorzystuje łącznie 11 linii, zainteresujemy się natomiast interfejsem czterobitowym.

Współpraca pomiędzy sterownikiem wyświetlacza i mikrokontrolerem opiera się na 8-bitowym słowie. Ośmiobitowe są zarówno kody wyświetlanych znaków, jak i rozkazy. Siłą rzeczy w czterobitowym interfejsie bajt będzie dzielony na dwie części, zwane tetradami. Rozróżnia się bardziej znaczącą (starszą) i mniej znaczącą (młodsza) tetradę.

Linie danych w interfejsie czterobitowym zostały przypisane do linii DB4..DB7 wyświetlacza LCD, a pozostałe linie, czyli DB0..DB3, nie biorą udziału w transmisji. Szczegóły są widoczne na rys. 1.

Transmisja przebiega w dwóch cyklach: najpierw jest przesyłana starsza tetradą, a potem młodsza.

Cała transmisja odbywa się przy udziale sygnałów sterujących: RS, R/W, E.

W czasie tworzenia oprogramowania należy pamiętać o pewnych różnicach pomiędzy odczytem z wyświetlacza, a zapisem do niego. Kiedy dane mają być przekazane do wyświetlacza, faktyczny zapis rozpoczyna się od wykrycia opadającego zbocza sygnału E. Odczyt danych z wyświetlacza jest możliwy tylko wtedy, gdy E=1.

## Opis układu

Do wykonania prostego interfejsu szeregowego wykorzystamy mikrokontroler PIC16C54. Ów procesorek będzie zapewniać odbiór danych i ich przesłanie do wyświetlacza LCD. Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na rys. 2.

Złącze W1 symbolizuje złącze krawędziowe wskaźnika. Z rys. 2 wynika, że transmisja pomiędzy mikrokontrolerem IC1 a wskaźnikiem W1 odbywa się według czterobitowego formatu: do czterech najstarszych linii portu PB mikrokontrolera są dołączone cztery najstarsze linie danych wskaźnika. Z kolei trzy najmłodsze linie portu PB obsługują trzy linie kontroli współpracy.

Mikrokontroler jest taktowany sygnałem

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1: 47kΩ

PR1: 5kΩ

### Kondensatory

C1, C5: 100nF

C2, C3: 20pF

C4: 22μF/25V

C6, C7, C8, C9: 22μF/10V

### Półprzewodniki

IC1: PIC16C54 (zaprogramowany)

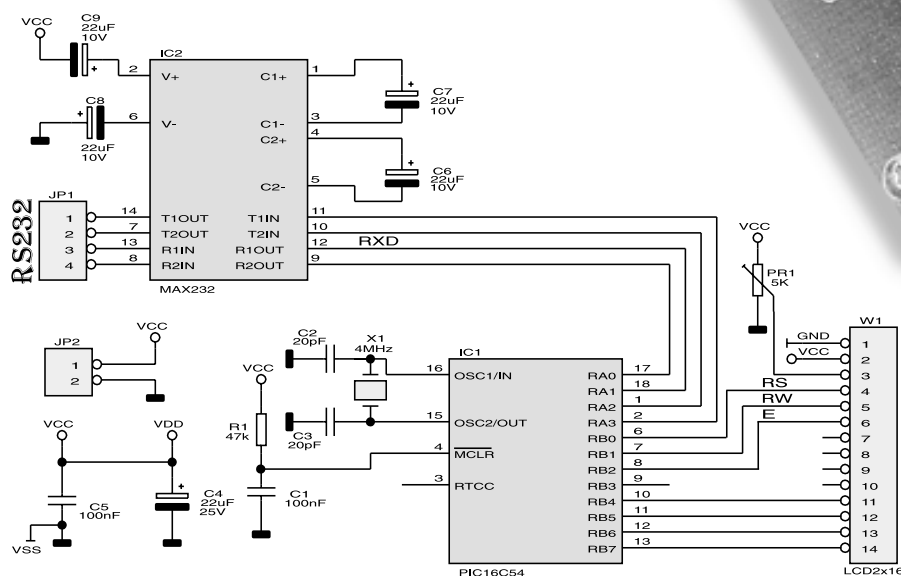
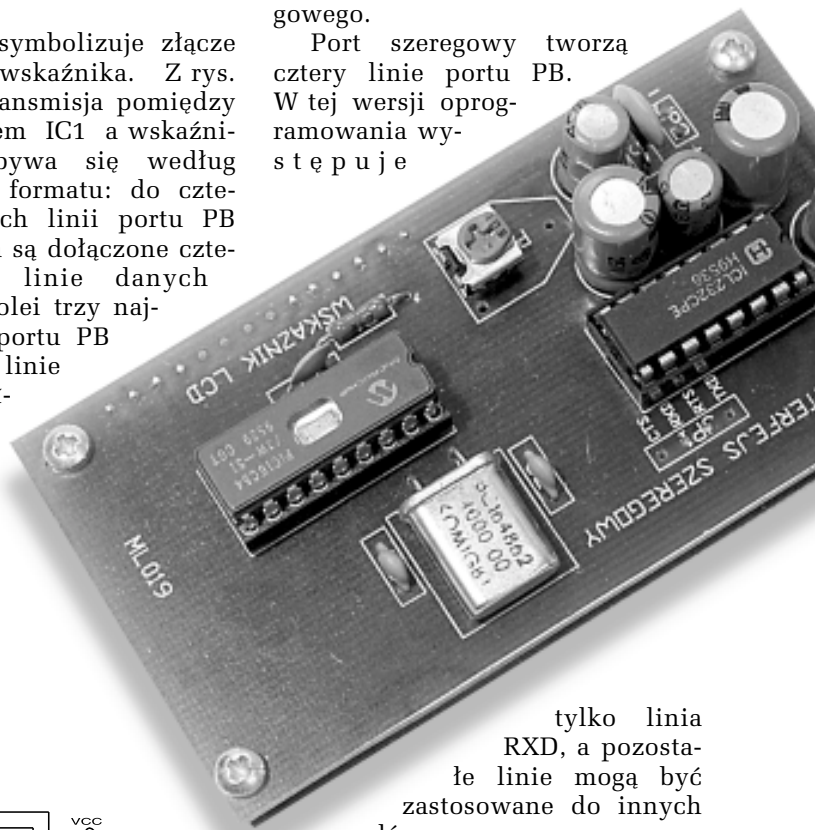
IC2: MAX232 (lub podobny)

### Różne

X1: kwarc 4MHz

zegarowym z generatora kwarcowego o częstotliwości 4MHz, w ten sposób jest zapewniona dobra stabilność transmisji w czasie odbioru informacji z portu szeregowego.

Port szeregowy tworzą cztery linie portu PB. W tej wersji oprogramowania występuje



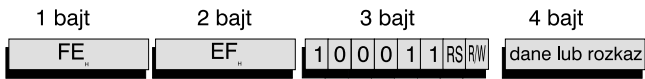
Rys. 2. Schemat elektryczny układu.

tylko linia RXD, a pozostałe linie mogą być zastosowane do innych celów.

Układ IC2 jest dwukierunkowym konwerterem poziomów ze standardu TTL na standard interfejsu RS-232C, przewidującego napięcia +10V i -10V.

## Oprogramowanie

W czasie pisania programu, autor skorzystał z firmowych procedur obsługi portu szeregowego, zawartych w nocie aplikacyjnej AN593. W czasie badania



Rys. 3. Format przesyłanej ramki.

przydatności tych procedur okazało się, że trzeba je nieco zmodyfikować.

Oprogramowanie składa się z dwóch grup procedur: procedur obsługi portu szeregowego i procedur współpracy ze wyświetlaczem LCD.

Autor przyjął, że oprogramowanie powinno sprawiać wrażenie „prawie przezroczystego“ z punktu widzenia sygnałów sterujących wyświetlaczem. Przyjęto stałą prędkość transmisji, wynoszącą 9600 bitów na sekundę. Transmisja jest asynchroniczna, o długości słowa 8 bitów, zakończona jednym bitem stopu, pierwszym przesyłanym bitem jest bit najstarszy.

Do portu szeregowego są wysyłane kody odpowiednich rozkazów i danych w sposób podobny, jakby to był wyświetlacz LCD.

Format takiej „ramki“ przedstawiono na **rys. 3**.

Ramka składa się z czterech bajtów. Pierwsze dwa bajty stanowią bajty synchronizujące, dwa następne zawierają właściwą informację. W bajcie trzecim przesyłany jest stan linii RS i R/W, a w bajcie ostatnim znajduje się dana albo rozkaz. W zależności od stanu linii RS i R/W mikrokontroler podejmuje decyzję o interpretacji odebranej ramki.

Na uwagę zasługują procedury współpracy wyświetlacza LCD z mikroprocesorem, a należą do nich:

- *SetLines* - procedura przesyłająca starszą tetradę na linii danych wyświetlacza,

- *ZapDan* - procedura zapisu danej do wyświetlacza,

- *ZapRozk* - podprogram zapisu rozkazu do wyświetlacza,

- liczne podprogramy wydawania poleceń wyświetlaczowi.

Dostarczono tablicę definicyjną polskich znaków diakrytycznych, chociaż w tej wersji oprogramowania nie jest wykorzystywana. Skorzystano w tym celu z możliwości kontrolera wyświetlacza do definiowania własnych ośmiu znaków. Wskutek szczupłości miejsca w pamięci wskaźnika zdecydowano się tylko na litery wielkie.

### Montaż układu

Konstrukcyjnie układ zrealizowano w postaci „kanapki“ składającej się z płytki mikrokontrolera i płytki typowego wyświetlacza LCD 2x16 znaków. Montaż zaczynamy od płytki mikrokontrolera (rozmieszczenie elementów na **rys. 4**, a układ ścieżek na **rys. 4**, a układ ścieżek na wkładce wewnątrz numeru). Kolejność montażu podzespołów jest dowolna. Po zamontowaniu wszystkich podzespołów na płycie mikrokontrolera, skręcamy obie płytki za pomocą czterech śrubek M2,5x16, nawlekając na nie tulejki dystansowe, albo nakręcając dwie, trzy nakrętki. Skręcamy obie płytki w taki sposób, aby złącza krawędziowe pokryły się ze sobą. Potem należy oba te złącza zewrzeć za pomocą srebrozłoty.

Należy zwrócić uwagę, że układ nie ma wewnętrznego stabilizatora napięcia i do uruchomienia będzie wymagał stabilizowanego napięcia 5V. Po podłączeniu układu do zasilania można go sprawdzić korzystając z aplikacji napisanej specjalnie do tego celu. Przedtem należy połączyć linię RXD z linią TXD wybranego portu

szeregowego komputera oraz masy obu urządzeń.

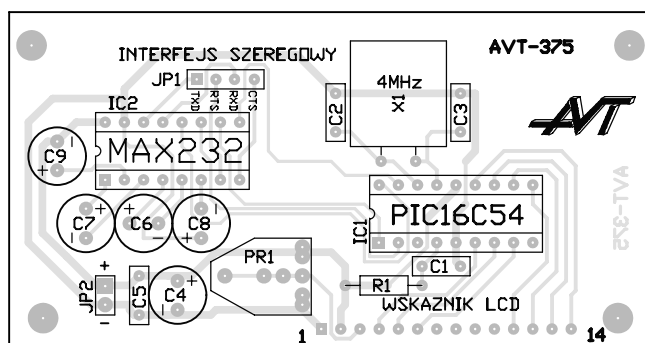
**Mirosław Lach, AVT**  
**mlach@polbox.com**

### Literatura

1. Nota aplikacyjna firmy Microchip AN593, dostępna także w Internecie, pod adresem <http://www.microchip.com>
2. Teoria złącza RS-232, Zeszyt USKA mikroprocesory, pamięci nr 1/94.

*Oprogramowanie służące do testowania opisanego w artykule wskaźnika oraz kod źródłowy programu dla IC1 są dostępne w Internecie pod adresem:*

**<http://www.avt.com.pl/avt/ep/download.htm>**



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.