

Alfanumeryczne wyświetlacze LCD

część IV

Po miesięcznej przerwie kończymy opis alfanumerycznych wyświetlaczy LCD. Dzięki tej przerwie miałem okazję zapoznać się z wieloma listami w których pytacie, drodzy Czytelnicy, o praktyczne sposoby sterowania tymi jakże ciekawymi elementami. W niniejszej ostatniej części postaram się w kilku prostych przykładach to wyjaśnić. Podam też istotne wskazówki dotyczące miejsc zakupu oraz przybliżone ceny wyświetlaczy w zależności od typu i producenta. Dzięki tej garści informacji każdy z Was będzie mógł zastosować te interesujące podzespoły elektroniczne w swoich projektach.



W poprzednich trzech częściach artykułu zapoznaliśmy się praktycznie ze wszystkimi możliwościami jakie oferują nam inteligentne moduły LCD. Wiemy już że większość z takich wyświetlaczy posiada standardową listę instrukcji, a to dzięki temu, że korzystają one z takiego samego sterownika (mikroprocesora) umieszczonego na płytce modułu. Najczęściej jest to układ firmy Hitachi oznaczony symbolem HD44780. W nazwie mogą na końcu lub początku występować dodatkowe litery, jednak jeżeli kupując moduł z niepewnego źródła zobaczycie na jego tylnej części wlotowany układ z takim właśnie symbolem, to prawie pewne że wyświetlacz będzie można wysterować tak jak typowe układy tej rodziny, korzystając z instrukcji podanych w tym artykule (cz. I i II).

Na początek podam kilka praktycznych sposobów na ujarznienie modułów LCD.

Przykłady zastosowania

Najprostszy, choć mało elegancki sposób sterowania wyświetlaczem pokazano na **rysunku 11**.

Jak widać z rysunku, do linii danych D0...D7 dołączono przełączniki dwupozyycyjne, tak aby można było wymusić na nich stan wysoki lub niski – będzie to nam potrzebne do przesyłania danych lub instrukcji do sterownika wyświetlacza. Linia R/W została zwarta do masy dla uproszczenia sterowania bowiem będziemy jedynie zapisywać dane i instrukcje do wyświetlacza. W tym przypadku ręcznego sterowania modułem nie jest oczywiście konieczne sprawdzanie stanu zajętości wyświetlacza (poprzez odczyt „busy flag”) bo czas pomiędzy kolejnymi zapisami do modułu jest z reguły wystarczająco długi.

Linia RS także dołączona jest do przełącznika 2-pozycyjnego, bowiem zgodnie z tabelą 2 linia ta informuje wewnętrzny sterownik modułu, czy zapisujemy daną

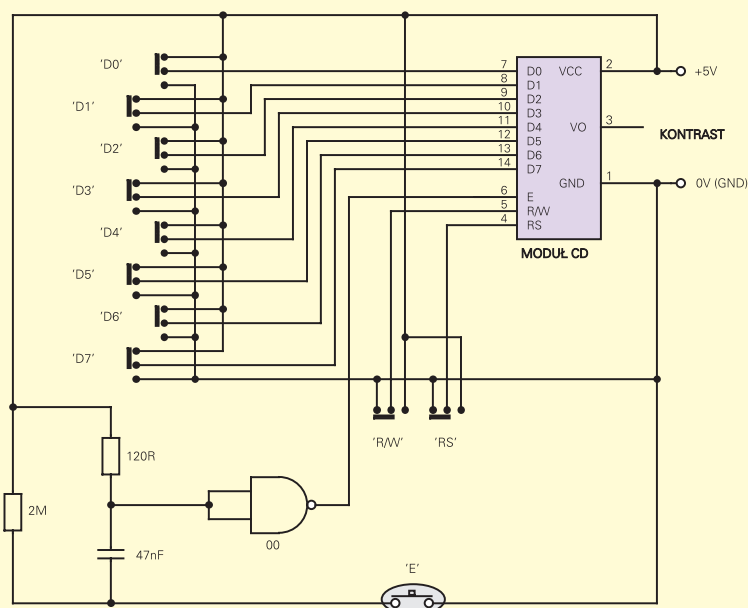
do wyświetlenia, czy instrukcję. I wreszcie najważniejszą linię E („enable”) dołączono poprzez prosty układ eliminujący stany nie ustalone, do przełącznika chwilowego, dzięki któremu możliwe jest po ustawieniu linii D0...D7 oraz RS, uaktywnienie modułu i wymuszenie odczytania informacji z linii sterujących. W tym przypadku włącznik powinien być chwilowy. Stała czasowa układu eliminacji drgań zestyków została dobrana w przybliżeniu, tak aby zapewnić wystarczająco długi czas generacji impulsu E przy jednoczesnej eliminacji dodatkowych zakłóceń mechanicznych styku włącznika. W praktyce w roli przełączników 2 -poz. autor użył typowych komputerowych jumperów a do linii E dołączony został tzw. mikroswicz.

Jeżeli ktoś z was pokusi się o wykonanie takiego prostego układu testującego, powinien opcjonalnie, w zależności od

potrzeby zasilić wyświetlacz napięciem ujemnym lub nie, korzystając chociażby z układu konwertera, którego rysunek znalazł się w poprzednich częściach artykułu (rysunek 3 – układ z ICL7660). Nie należy zapomnieć także o rezystorze montażowym do regulacji kontrastu. Po wykonaniu proponowanego „ręcznego” układu sterowania proponuję wykonać przedstawiony poniżej ciąg instrukcji. Wykonując kolejne polecenia należy najpierw ustawić przełącznikami D0...D7, RS odpowiednie stany zgodnie z tabelą, a następnie na krótką chwilę nacisnąć przycisk E. W ten sposób już po dwóch poleceniach wyświetlacz powinien ożyć.

Jeżeli po wykonaniu drugiego kroku kursor nie będzie nadal widoczny, radzę sprawdzić:

- jakość połączeń
- wyregulować kontrast wyświetlacza



Rys. 11. Sterowanie modułem LCD za pomocą przełączników mechanicznych

Tabela 1

krok	RS D7 ... D0	wyświetlacz	co robimy...
1.	0 00110000	–	instrukcja wstępna
2.	0 00001110	–	włączenie wyświetlacza i zapalenie kursora
3.	0 00000110	–	ustaw tryb inkrementacji adresu
4.	1 01000100	D _–	wpisanie znaku „D”
5.	1 01001001	D I _–	wpisanie znaku „I”
6.	1 01010011	D I S _–	wpisanie znaku „S”
7.	1 01010000	D I S P _–	wpisanie znaku „P”
8.	1 01001100	D I S P L _–	wpisanie znaku „L”
9.	1 01000101	D I S P L E _–	wpisanie znaku „E”
10.	1 01001010	D I S P L E J _–	wpisanie znaku „J”
11.	0 00000010	D I S P L E J	powrót kursora na pozycję początkową

Dla przykładu podam sekwencję instrukcji w języku Turbo Pascal, która powoduje zapisanie jednego znaku do modułu wyświetlacza.

W miejsce „kod_znaku”, należy oczywiście wpisać żadaną literę, np. chcąc wyświetlić literę „A” należy linię (3) zapisać w postaci:
 port[LPT+\$00]:=ord('A') { zapis znaku na linii D0...D7}

Wszyscy elektronicy-użytkownicy komputerów z łatwością napiszą resztę programu, tak aby sterować dowolnie wyświetlaczem.

– w przypadku modułów zasilanych podwójnym napięciem (+/-5V) sprawdzić poziom ujemnego.

Wskazówka 1: jeżeli po włączeniu zasilania wszystkie punkty pola odczytowego są zapalone, oznacza to, że ustawiony pr-kiem kontrast jest za duży. Jeżeli przy pomocy pr-ka pokazanego na rysunku 3 nie daje się ich wygasić do takiego poziomu aby były lekko widoczne, oznacza to że wyświetlacz nie wymaga zasilania napięciem ujemnym (jeżeli takie oczywiście dołączyliście). Skręcanie potencjometrem w kierunku masy powinno stopniowo wygaszać wszystkie matryce znaków, kręcenie w przeciwną stronę – rozświecać.

A teraz prosty sposób na sterowanie modułem dla wszystkich tych którzy mają w domu komputery i to niekoniecznie PC-ty. Na **rysunku 12** pokazano sposób dołączenia modułu wyświetlacza wprost

Tabela 2

port[LPT+\$02]:=\$08;	{ ustawienie sygnału E=0 }
port[LPT+\$02]:=\$09;	{ ustawienie RS=1, R/W=0 }
port[LPT+\$00]:=kod_znaku;	{ zapis znaku na linii D0...D7}
port[LPT+\$02]:=\$01;	{ E=1 }
port[LPT+\$02]:=\$08;	{ E=0 koniec zapisu znaku }
delay(1);	{ poczekaj na wykonanie instrukcji }

dane. Sygnał odblokowania E modułu połączono z linią „Device Select”. Teraz aby wysterować odpowiednio moduł trzeba określić adresy rejestrów danych i sterujących portu równoległego komputera. Dla maszyn typu PC adres bazy rejestrów znajduje się pod adresami:

378h dla LPT1,
 278h dla LPT2,
 3BCh dla LPT3,
 2BCh dla LPT4.

Rejestr bazowy łączy jest jednocześnie rejestrem danych, czyli zapis do niego bajtu powoduje odpowiednie ustawienie linii D0...D7 portu.

Rejestr sterujący poziomem napięcia na końcówce „Strobe” ma przesunięcie +1 względem adresu bazowego – bit nr 7 (najstarszy). Należy pamiętać że poziom napięcia na tej końcówce jest w rzeczywistości zanegowany, dlatego też aby ustawić poziom niski na pinie Strobe, należy ustawić bit 7 w rejestrze +1.

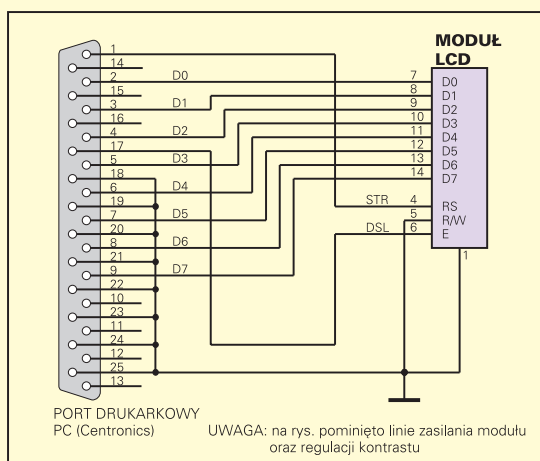
Pod adresem równym (rejestr bazowy + 2) znajduje się rejestr, którego bit nr 3 (także zanegowany) steruje poziomem napięcia na końcówce 17 portu drukarko-

Sterowanie modułem za pomocą komputera i to w dodatku z wykorzystaniem portu drukarkowego wydać się może bezcelowe, no bo w końcu mamy do dyspozycji ekran monitora, jednak przy rozpoczynaniu zabawy z inteligentnymi modułami LCD, korzystanie z dobrodziejstw komputera zaoszczędza nam zmartwień związanych z montażem 9-ciu przełączników (jak z przykładu 1).

Aby w pełni wykorzystać zalety modułów tekstowych LCD najlepiej jest wysterować układ za pomocą prostego sterownika opartego na pamięci EPROM lub bardziej wyrafinowanego z mikroprocesorem. Na łamach EdW ukazała się konstrukcja modułu wykorzystująca te pierwsze rozwiązanie. Mankamentem takiego rozwiązania jest ograniczona liczba komunikatów i mała swoboda sterowania modułem. Wszystkie zalety wyświetlacza ujawniają się przy podłączeniu modułu do układu mikroprocesorowego.

Na **rysunku 13** pokazano najprostsz sposób dołączenia modułu do dowolnego systemu mikroprocesorowego zawierającego typowe sygnały:

/RD : odczytu z zewnętrznej przestrzeni adresowej
 /WR: zapisu z zewnętrznej przestrzeni adresowej
 A0, A1: najmłodsze linie adresowe

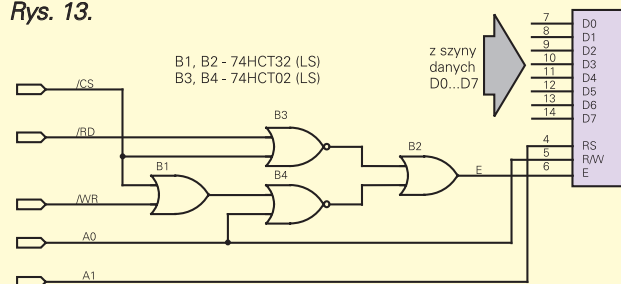


Rys. 12. Dołączenie układu do portu drukarkowego komputera

wego, czyli w naszym przypadku sygnałem E modułu.

Aby prawidłowo wysterować moduł należy do podanych portów w odpowiedniej, znanej już kolejności, wpisać dane.

Rys. 13.



D0...D7 : szyna danych systemu mikroprocesorowego

/CS : sygnał z dekodera adresowego systemu

Bez żadnych przeróbek układ ten nadaje się do zastosowania w system z mikrokontrolerem z serii MCS-51 np. 8051. Opis takiego układu znalazł się na łamach EdW w zeszłym roku, jako kit AVT-2250. Wspomniany system zawiera wszystkie niezbędne sygnały do dołączenia układu z rysunku 13. Zapraszam więc do lektury poprzednich numerów *Elektroniki dla Wszystkich*.

Zastosowane w przykładzie z rysunku 13 bramki są niezbędne do wygenerowania odpowiednich opóźnień względem pomiędzy sygnałami RW, RS i E modułu. W układzie takim przy zastosowaniu bramek serii LS lub HCT maksymalna częstotliwość pracy systemu mikroprocesorowego, gwarantująca prawidłową obsługę wyświetlacza to ponad 12 MHz. Dla ułatwienia podaję adresy a właściwie przesunięcia względem adresu sygnału /CS dla poszczególnych operacji zapisu i odczytu modułu:

offset	funkcja
+0	zapis instrukcji (RW=0, RS=0)
+1	odczyt „busy flag” i adresu (RW=1, RS=0)
+2	zapis danej (RW=0, RS=1)
+3	odczyt danej spod bieżącego adresu (RW=1, RS=1)

Tak więc jeżeli sygnał /CS przyjmuje stan aktywny (niski) przy adresowaniu obszaru o adresach np. 8000h...8FFFh, to kolejne funkcje można wywołać adresując następujące komórki w zewnętrznej przestrzeni: 8000h, 8001h, 8002h, 8003h.

Wszystkich zainteresowanych przykładami programowania mikroprocesorów do celów obsługi wyświetlaczy tekstowych LCD, informuję że w prowadzonym w EdW cyklu „Mikroprocesory – to takie proste”, zajmiemy się tym tematem – zachęcam więc wszystkich do lektury.

Tabela 3

Numer końcówki	Symbol	Poziom	Znaczenie
1	GND	-	masa zasilania
2	Vcc	-	zasilanie +5V
3	Vo		kontrast wyświetlacza (czasem -5V)
4	RS	H/L	„data/instruction select” – – rodzaj informacji na wejściu D0...D7 „H” gdy instrukcja „L” gdy dana (znak do wyświetlenia)
	5	R/W	H/L „read/write” - – sygnał odczytu lub zapisu do modułu „H” gdy odczyt „L” gdy zapis
	6	E (EN)	L->H->L „enable signal” – uaktywnienie wyświetlacza
7	D0	H/L	
8	D1	H/L	
9	D2	H/L	
10	D3	H/L	linie danych D0...D7
11	D4	H/L	
12	D5	H/L	
13	D6	H/L	
14	D7	H/L	

W jednym z kolejnych odcinków wspomnianego cyklu przedstawię sposób dołączenia modułu do systemu AVT-2250 oraz zamieszczę listing podprogramów realizujących podstawowe funkcje związane ze sterowaniem wyświetlacza.

Praktyczne wskazówki

I na koniec garść informacji dotyczących ewentualnych zakupów tekstowych wyświetlaczy LCD.

a) najwięcej informacji o obudowach i wprowadzeniach można znaleźć w katalogu Hitachi – „Liquid Crystal Character Display Modules”. Jeżeli nie masz dostępu do tego katalogu, nie przejmuj się, w niniejszym artykule (i poprzednich częściach) przedstawiono wszystko co jest potrzebne do rozpoczęcia pracy.

b) w tabeli 3 znajduje się numeracja i znaczenie końcówek większości typów wyświetlaczy LCD.

Jeżeli masz wątpliwości, co do swego egzemplarza modułu powinieneś poprosić sprzedawcę o opis końcówek, jeżeli go nie ma to lepiej jest zrezygnować z zakupu.

c) elementy podświetlające (diody LED) zasilane są z reguły napięciem +5V, lecz aby przedłużyć ich trwałość producenci często zalecają modulować te napięcie z częstotliwością kilkuset Hz (zwykle 300...400Hz). Podświetlony stałym napięciem 5V wyświetlacz pobiera znaczne ilości prądu (>300mA), co przy poborze prądu przez moduł rzędu 1..2mA jest wartością olbrzymią.

d) przy zakupie pamiętaj o dokładnym obejrzeniu modułu z każdej strony, sprawdzeniu czy nie posiada uszkodzeń mechanicznych, oraz czy zawiera „na pokładzie” znany ci sterownik HD44780.

e) w handlu bywa wiele rodzajów wyświetlaczy, ale prawie wszystkie posiadają oznaczenie pierwszej końcówki złącza, doprowadzającego sygnały sterujący oraz danych. Kierując się tabelą powyżej, łatwo jest zlokalizować końcówki RS, RW, E D0...D7, zasilanie, kontrast i masę. W zależności od typu złącza są jedno lub dwurzędowe. W przypadku 2-rzędowych numeracja jest standardowa, jak dla złączy typu ZFC.

Bywają jednak wyjątki. Autor w swojej praktyce spotkał model wyświetlacza LCD, zresztą bardzo taniego, który od kilku lat pojawia się w różnych sklepach elektronicznych. Na zdjęciu w artykule wyróżnia się on dość dziwnie powycinaną płytką bazową, na której nieznanemu producentowi umieścił pole odczytowe 1 linia z 24 znakami. Sam moduł jest bardzo dobry, nie potrzebuje ujemnego zasilania, a dodatkowo dzięki umieszczonego fabrycznie na płytce potencjometrowi regulacji kontrastu, nie ma potrzeby dołączania końcówki 3 modułu do układów zewnętrznych. Moduł posiada złącze 2-rzędowe w sumie z 16 pinami. Ich znaczenie odbiega niestety od przyjętego standardu, dlatego poniżej zamieszczam opis końcówek. Numeracja złącza jest taka sama jak poprzednio.

pin	sygnał
1	Vcc (+5V)
14	GND (0V)
2	E (Enable)
3	RS
9	R/W
10,7,11,6,12,5,13,4	w kolejności: D0...D7
8,15,16	nie dołączone

f) ceny modułów spotykane w handlu wahają się w granicach od kilku złotych dla nie standardowego modelu wspomnianego ostatnio przez autora, do kilkudziesięciu dla markowych typów (Hitachi, Nec) z 2 liniami po 40 znaków. Poniżej podaję kilka najbardziej popularnych oznaczeń z ilością linii oraz znaków w linii, ułatwi to z pewnością orientację przy okazji zakupu. Najlepsze miejsca do zakupu modułów, to sklepy ze układami mikroelektronicznymi oraz oczywiście giełdy np. warszawska Wolumen przy ul. Kasprowicza. Także wiele firm wysyłkowych oferuje różne typy modułów, lecz w przypadku zamawiania zawsze należy poprosić kartę katalogową zamawianego podzespołu oraz upewnić się, czy moduł jest oparty o standard HD44780.

typ	linie x znaki	uwagi
LM016	2 x 16	
LM015	1 x 16	
LM092	2 x 40	z podświetleniem LED
LM018	2 x 40	
LM041	4 x 16	
LM044	4 x 20	
LM060	2 x 24	
LM017	2 x 32	

Na koniec życzę sukcesów w użyciu inteligentnych wyświetlaczy LCD oraz wiele satysfakcji z używania ich w swoich układach.

Sławomir Surowiński