

Alfanumeryczne wyświetlacze LCD

część I

Inteligentne wyświetlacze alfanumeryczne LCD są elementem coraz częściej spotykanym w sprzęcie powszechnego użytku: od urządzeń gospodarstwa domowego, poprzez systemy alarmowe, na medycznym sprzęcie profesjonalnym skończywszy. Dla wielu elektroników amatorów, chcących wykorzystać te efektywne elementy we własnych konstrukcjach są one często tylko marzeniem. W wielu przypadkach powodem takiego stanu rzeczy nie jest bynajmniej ich cena, lecz brak wiedzy o praktycznych sposobach na zmuszenie tego elementu do wyświetlania „tego co akurat w danej chwili chcemy...”

W niniejszym artykule autor w przystępny sposób stara się zapoznać Czytelników z tymi elementami budzącymi często podziw i westchnienie niejednego początkującego konstruktora.

Chyba każdy z Was zgodzi się, że bezpowrotnie minęły czasy, kiedy to zdobycie popularnego układu ICL7106 wraz z niezbędnym 3,5-cyfrowym wyświetlaczem LCD graniczyło z cudem. Sam pamiętam czasy, kiedy to postanowiłem samodzielnie zbudować swój pierwszy multimetr, po pierwsze dlatego że moja stara UM-ka znudziła mi się, drugim powodem była ogromna chęć posiadania przyrządu, może nie o wysokich parametrach technicznych, lecz o nowoczesnym prawdziwie „cyfrowym” wyglądzie. Z lekką w oku wspominam te chwile, kiedy po zdobyciu na giełdzie upragnionego wyświetlacza, zresztą w wersji bez końcówek lutowniczych, rozbraiałem na części pierwsze swój poczciwy kalkulator, aby pozyskać tzw. „przewodzące gumki”, niezbędne do prawidłowego podłączenia elementu do płytki drukowanej. Jednak mój trud i długie kazanie rodziców (na temat zdezelowanego kalkulatora) opłacało się, bowiem po kilku dniach mogłem wpatrywać się godzinami w pierwszy w moim domowym laboratorium przyrząd z wymarzoną wyświetlaczem LCD.

To już historia, dziś na rynku elektronicznym aż roi się od różnorodnych, monochromatycznych a nawet kolorowych

wyświetlaczy LCD. Producenci prześcigają się w parametrach technicznych, oraz wersjach, wyposażając wyświetlacze w dodatkowe elementy podwyższające ich funkcjonalność: np. elektroluminescencyjne podświetlenie.

Nie wpadając jednak w zbyt zachwyty nad możliwościami współczesnej technologii warto przypomnieć sobie kilka podstawowych, nadal obowiązujących prawd:

- po pierwsze: wyświetlacze LCD są najbardziej ekonomicznymi, pod względem zużycia energii, elementami wskaźnikowymi, ma to szczególne odzwierciedlenie w przenośnych przyrządach zasilanych bateryjnie, gdzie są bezkonkurencyjne;
- po drugie: często nie zajmują więcej miejsca niż tradycyjne wyświetlacze siedmiosegmentowe LED
- po trzecie: koszt zakupu wielopozycyjnego wyświetlacza LCD jest kilkukrotnie niższy od takiego samego modułu w wersji LED, nie mówiąc o wyświetlaczach zdolnych wyświetlać tekst. W przypadku tych ostatnich stosunek ceny do ilości wyświetlanych znaków jest nieporównywalnie niższy od podobnych konstrukcji opartych o matryce LED.

Wyświetlacze LCD mają też swoje wady. Zakres temperatur użytkowania jest znacznie węższy, niż w przypadku wyświetlaczy LED. Bez odpowiedniego podświetlenia, informacja na nich w złych warunkach oświetleniowych jest praktycznie nieczytelna. Wreszcie, ze względu na dość „kruchą” swoją budowę, wyświetlacze LCD są mało odporne na wstrząsy i ewentualne uszkodzenia spowodowane np. upadkiem z wysokości.

Nie umniejsza to jednak ich funkcjonalności, bowiem w wielu zastosowaniach są one często niezastąpione.

Charakterystyka ogólna

Od pewnego czasu coraz częściej spotyka się w handlu i na różnych wyprzedazach inteligentne wyświetlacze LCD potrafiące oprócz pokazywania podstawowych cyfr z zakresu 0...9, wyświetlać pełen zestaw liter alfabetu łacińskiego, cyfr oraz dodatkowych znaków tak interpunkcyjnych jak i semigraficznych. W większości są to tzw. **wyświetlacze tekstowe**, co odróżnia je od bliźniaczych i podobnie wyglądających, **wyświetlaczy graficznych** LCD. Te pierwsze charakteryzują się tym że ich pole odczytowe składa się kilkunastu do kilkudziesięciu jednakowych pól, złożonych z matryc punktów. Za po-



mocą każdej takiej matrycy (przeważnie: 5 na 8 punktów) możliwe jest wyświetlenie dowolnego znaku, jak pokazano na przykładzie z rysunku 1. Poszczególne matryce w wyświetlaczach tekstowych są oddzielone przerwą tak między sobą (w kolumnie) jak i w rzędzie, w przypadku wyświetlaczy składających się z kilku linii. W praktyce w omawianych dalej w artykule modułach matryca znaku składa się z 5 x 7 pól, natomiast „dolny”, ósmy rząd pięciu punktów jest wykorzystywany do wyświetlania generowanego automatycznie znaku kursora.

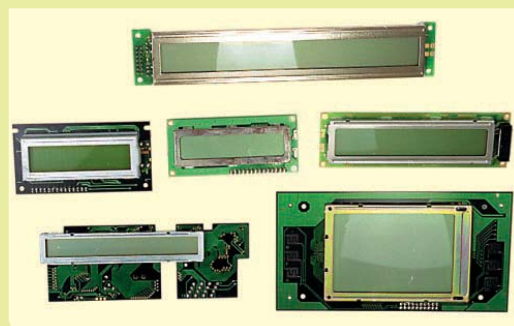
Tak więc w informacji wyświetlonej na displeju tekstowym wszystkie litery są fizycznie oddzielone małą przerwą, dzięki której poszczególne znaki nie zlewają się ze sobą, tworząc w ten sposób czytelny tekst. Niestety przez tą właściwość nie jest możliwe np. płynne (punkt po punkcie) przesuwanie napisu, jak to ma miejsce np. we wszystkich znanych reklamach typu „płynące napisy”. Taka możliwość istnieje w graficznych wyświetlaczach LCD, ale to temat na zupełnie inny artykuł. Jak się okazuje w praktyce, w typowych wyświetlaczach tekstowych możliwa jest w miarę czytelna realizacja przesuwania tekstów informacyjnych, może w nieco mniej efektownej formie, lecz w czytelny, a zarazem efektowny sposób. W końcu nie tylko o „bajery” nam przecież chodzi, lecz o czystą funkcjonalność zastosowanego elementu.

Istnieje wiele wersji tekstowych wyświetlaczy LCD, główną cechą odróżniającą je od siebie jest liczba lini-

i oraz liczba znaków w 1 linii. I tak jeżeli mówimy że wyświetlacz jest typu 2x16, oznacza to że może on wyświetlić maksymalnie 2 linie tekstu po 16 znaków w każdej. Na rynku spotykane są także inne wersje, mające od 1 do 8-miu linii tekstu, w każdej z nich może być wypisanych od 8-miu znaków aż do 40-tu, co w prawdziwych „gigantach” tej klasy daje możliwość wyświetlenia sporej wielkości tekstu o 320 znakach. W praktyce jednak spotykane są ograniczone wersje pozwalające na wyświetlenie połowy lub jednej czwartej tej ilości, co w większości zastosowań w zupełności wystarcza.

Inną cechą, która odróżnia poszczególne modele wyświetlaczy tekstowych to sposób sterowania nimi. Zanim jednak o niej powiem chcę Ci coś uświadomić.

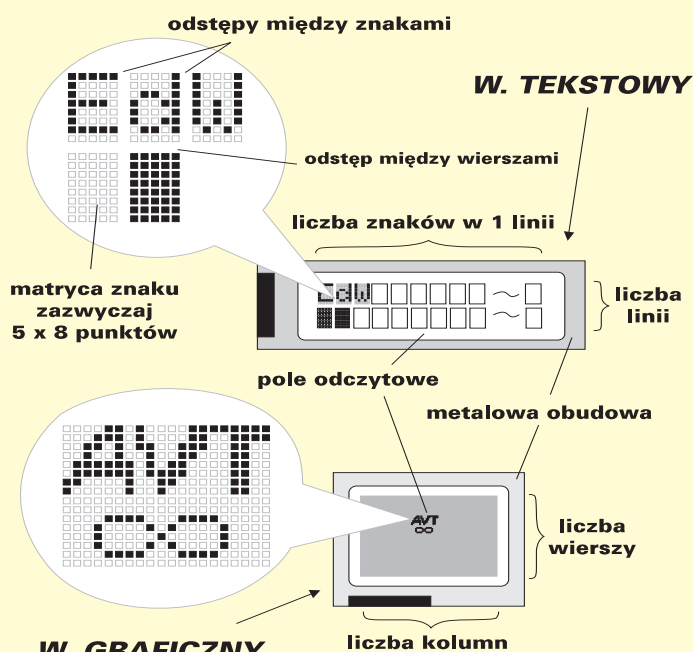
Jak pewnie wiesz drogi Czytelniku, w przypadku prostych wyświetlaczy np. 7-segmentowych LCD każdy z segmentów danej cyfry jest sterowany, (czyli gaszony i zapalany) oddzielnie. Najczęściej taki sposób sterowania wymusza wyprowadzenie poszczególnych segmentów wszystkich cyfr na zewnątrz, co zwiększa liczbę końcówek do np. 32 w przypadku wyświetlacza 4 cyfry (4 x 7 segmentów = 28 + 4 kropki dziesiętne = 32). A teraz popatrz na wyświetlacz tekstowy LCD, aby np. w taki sposób wyświetlić 4 znaki, wyświetlacz musiałby mieć aż ... 140 wyprowadzeń! (140



= 4 matryce po 35 punktów, każda matryca ma 5 x 7 punktów), nie licząc elektrody wspólnej, to zbyt dużo jak na możliwości przeciętnego układu elektronicznego. Dlatego producenci inteligentnych tekstowych wyświetlaczy LCD musieli uprościć sterowanie takim elementem, tworząc nie tylko sam wyświetlacz LCD (pole odczytowe) ale cały moduł sterujący. W skład takiego modułu wchodzi zazwyczaj także specjalizowany układ scalony nazywany kontrolerem sterującym wyświetlacza. Układ taki montowany jest fizycznie technologią montażu powierzchniowego na cienkiej płytce drukowanej, która jednocześnie stanowi „podstawę”, do której za pomocą metalowej klamry przymocowane jest szklane pole odczytowe. Często oprócz wspomnianego sterownika, na płytce znajdują się dodatkowe układy, których zadaniem jest przechowywanie znaków wpisanych przez użytkownika. Całość stanowi bardzo zwartą konstrukcję, jak widać na fotografii na początku artykułu i co najciekawsze mimo dość dużej złożoności, pobiera zazwyczaj mniej niż 2 miliampery prądu przy zasilaniu 5V!. Oczywiście cały moduł jest zmontowany fabrycznie, toteż nie trzeba przy nim dodatkowo „dłubać”, a nabyć go można w sklepach ze specjalistycznymi artykułami elektronicznymi, firmach wysyłkowych (np. ogłaszających się w pismach AVT) lub na giełdach elektronicznych, np. na warszawskim Wolumenie.

Tak więc zastosowany w module tekstowym LCD specjalizowany układ scalony jest jakby „pomostem” pomiędzy użytkownikiem a matrycą punktów wyświetlacza. Redukuje on liczbę potrzebnych do sterowania końcówek, do kilku, zazwyczaj do 11-tu, wprowadzając za to specjalny protokół (sposób) porozumiewania się całego modułu wyświetlacza ze światem zewnętrznym.

Za pomocą tych kilku sygnałów możliwe jest nie tylko wypisywanie tekstów ale także wykonywanie najprzeróżniejszych operacji np. „czyszczenia” wyświetlacza, przesuwania tekstu w lewo lub prawo, pokazywania „kursora”, wreszcie definiowania własnych znaków



Rys. 1. Pole odczytowe typowego wyświetlacza tekstowego i wersji graficznej LCD

Podręczny poradnik elektronika

użytkownika, co w przypadku naszego alfabetu ma szczególne znaczenie.

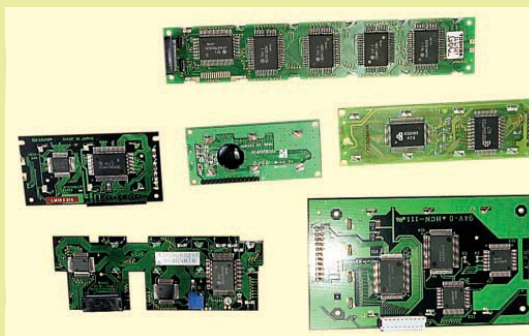
I tu powraca temat drugiej cechy jaka odróżnia między sobą poszczególne wersje inteligentnych wyświetlaczy LCD, chodzi mianowicie o wspomniany sposób sterowania czyli protokół transmisji między wyświetlaczem a światem zewnętrznym.

Istnieje bowiem na rynku wielu producentów takich modułów, a wśród nich kilka standardów określających „język porozumiewania” się wyświetlaczy. Najbardziej jednak rozpowszechnionym jest standard opracowany przed laty przez japońską firmę Hitachi, a wdrożony w postaci mikrosterownika o nazwie HD44780. Układ ten jest właśnie wspomnianym „pomostem” i fizycznie znajduje się na każdym module z tego standardu. Skoro padło słowo „standard” to znaczy że sposób komunikacji wyświetlacza jest taki sam niezależnie ile ma on znaków w linii czy samych linii w polu odczytowym. Różne są tylko możliwości wyświetlania co do długości danego tekstu.

Jest to prawda, a jak realizuje się to dokładnie w przypadku opisywanych modułów zapoznasz się za chwilę.

Na **rysunku 2** pokazano schemat budowy typowego modułu wyświetlacza

ków minus 16 znaków na HD44780 = 64 : 16 = 4 układy drajwerów). Przedstawiony przykład widoczny jest także na zdjęciu, na którym widać odwrotną stronę modułu wyświetlacza, czyli płytkę drukowaną ze wspomnianymi układami sterującymi.



Jak dotąd opis modułu może wydawać się nieco skomplikowany, nie należy się tym jednak przejmować. Z punktu widzenia użytkownika do praktycznego zastosowania wyświetlacza nie jest potrzebna znajomość jego struktury wewnętrznej.

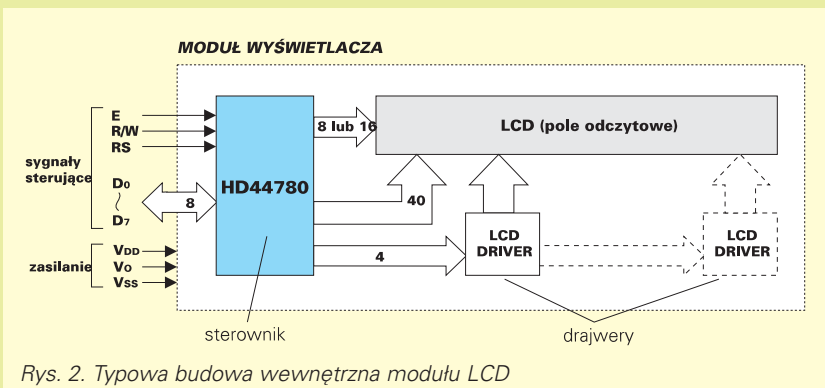
Cały moduł porozumiewa się z otoczeniem za pomocą widocznych na rysunku 2 jedenastu linii sterujących. Do tego

0...+5V, i drugi przypadek, kiedy to do prawidłowego wyświetlenia informacji potrzebne jest ujemne napięcie polarizujące wejście V_o zazwyczaj z zakresu -5V...0V. Wtedy to niezbędne staje się zastosowanie przetwornicy odwracającej polaryzację napięcia. Oczywiście istnieją moduły nie wymagające ujemnego zasilania, jednak przy zakupie często nieokreślonego typu warto przewidzieć tę pierwszą możliwość. Z reguły moduły w wersji z pojedynczym napięciem zasilającym są droższe od wersji wymagających podwójnego zasilania (+5V, -5V), tak że zdarza się że koszt modułu w tańszej wersji plus koszt przetwornicy jest mniejszy od

ceny zakupu modułu z pojedynczym zasilaniem. Nie jest to jednak regułą w zależności od źródła pochodzenia wyświetlacza. Regulacja kontrastu w praktyce jest realizowana za pomocą pojedynczego potencjometru montażowego umieszczonego poza modułem LCD w układzie sterującym użytkownika. Spotykane są też wersje modułów posiadające swój własny „peerek” przymocowany do płytki drukowanej modułu tuż obok sterownika HD44780.

Jeżeli taki element znajduje się w module, oznacza to, że zewnętrzny potencjometr nie jest potrzebny, oraz że końcówka V_o nie jest wykorzystana przez moduł i nie powinna być podłączana. Zdarzają się jednak przypadki, kiedy pomimo istnienia peerka na płycie modułu, niezbędne jest dołączenie (zazwyczaj ujemnego) napięcia V_o polarizującego pole odczytowe LCD.

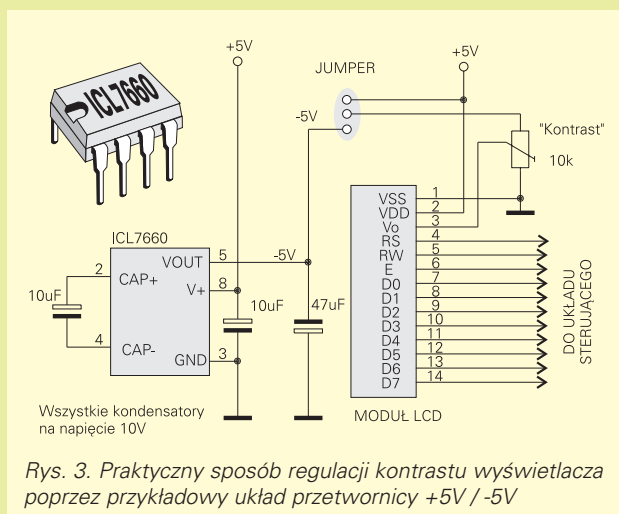
Na **rysunku 3** pokazano praktyczny sposób uniezależnienia się od „kaprysów” tekstowych wyświetlaczy



Rys. 2. Typowa budowa wewnętrzna modułu LCD

tekstowego opartego o wspomniany kontroler HD44780. Zasadnicze pole odczytowe LCD jest sterowane za pomocą trzech grup sygnałów. Dwie pierwsze generowane są przez sam kontroler, trzecia pochodzi od dodatkowych układów znajdujących się na płycie modułu zwanych drajwerami. Jeden drajwer może obsłużyć maksymalnie do 16-tu matryc znakowych (16-tu znaków). Dlatego w zależności od ilości wyświetlanych znaków w danym module drajwerów może być więcej. Należy przy tym wspomnieć że sam kontroler HD44780 potrafi samodzielnie obsłużyć 16 znaków. Dlatego np. dla wyświetlacza LCD 2x40 znaków na płycie oprócz kontrolera HD44780 znajdują się dodatkowe cztery układy drajwerów (2x40=80

dochodzą także dwa przewody zasilania VDD i VSS oraz jeden do regulacji kontrastu V_o . O ile z reguły moduły można zasilają napięciem +5V (VDD=5V, VSS=GND), o tyle sprawa się nieco komplikuje w przypadku napięcia V_o . Otóż istnieją dwa przypadki, kiedy to napięcie to leży w zakresie napięć zasilających, czyli



Rys. 3. Praktyczny sposób regulacji kontrastu wyświetlacza poprzez przykładowy układ przetwornicy +5V / -5V

LCD w przypadku niewiadomego źródła pochodzenia. Pokazany schemat prostej przetwornicy +5V / -5V składa się tylko z jednego niewielkiego układu scalonego oraz 3 kondensatorów elektrolitycznych. Ponieważ sam scalak ICL7660 jest dość tani i dodatkowo umieszczony w obudowie DIP-8 nie powinien sprawić dużego kłopotu konstruktorowi, którym jesteś przecież Ty. Przetwornicę można zrealizować także innym sposobem stosując wypróbowane układy „pompujące” oparte zazwyczaj na inwerterach CMOS np. serii 74HC04 lub podobnych. Przykładowy projekt takiego rozwiązania ukazał się w numerze: 7/96 EdW na str. 43. Pobór prądu z ujemnego źródła zasilania w przypadku modułów wyświetlaczy tekstowych nie przekracza 1 mA, dzięki temu wymogi prądowe zastosowanej przetwornicy są minimalne.

Tyle jeżeli chodzi o sprawy zasilania modułów. Na koniec ogólnego przedstawienia modułów informacja dotycząca generowanych przez moduł znaków. Otóż aby wyświetlić jakiś znak np. literę „K” nie trzeba „mówić” modułowi, które kropki na matrycy (5x7) ma zapalić, wystarczy poinformować go tylko o chęci wyświetlenia akurat tego znaku – litery. Jak zapewne wiesz wszystkie znaki alfabetu łacińskiego, cyfry, oraz dodatkowe znaki specjalne są ponumerowane i noszą tzw. kody (kody ASCII, czytaj: aski), czyli każdemu znakowi odpowiada liczba, akurat w tym przypadku z zakresu 0...255. Jak pewnie zauważyłeś jest to liczba 8-bitowa ($2^8 - 1 = 255$). Stąd nasuwa Ci się zapewne słuszna myśl że wyświetlacz potrafi pokazać 256 znaków, co w przybliżeniu jest prawdą. Dlatego aby wyświetlić podaną w przykładzie literę, wystarczy podać na linii sygnałowe D0...D7 (tzw. linii danych) kombinację „zer” i „jedynek” odpowiadającą binarnej kodowi litery „K” czyli liczbie 75 (dziesiątka) lub 01001011 (binarnie). Jeszcze należy w odpowiedni sposób ustawić pozostałe (widoczne na rysunku 2) sygnały

	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)	Q	A	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
0001	(2)	!	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	.
0010	(3)	"	Z	R	B	r	r	r	r	r	r	r	r
0011	(4)	#	S	C	S	c	a	u	o	t	e	e	e
0100	(5)	*	4	0	7	d	t	.	!	!	!	!	!
0101	(6)	%	5	E	U	e	u	.	*	+	+	+	+
0110	(7)	&	6	F	V	f	v	+	+	+	+	+	+
0111	(8)	'	7	G	W	g	w	+	+	+	+	+	+
1000	(1)	(B	H	X	h	x	+	+	+	+	+	+
1001	(2))	9	I	Y	i	y	+	+	+	+	+	+
1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	+	+	+	+	+	+
1011	(4)	+	:	K	K	k	k	+	+	+	+	+	+
1100	(5)	.	<	L	#	l	l	+	+	+	+	+	+
1101	(6)	-	=	M	M	m	m	+	+	+	+	+	+
1110	(7)	.	>	N	^	n	+	+	+	+	+	+	+
1111	(8)	/	?	0	_	o	+	+	+	+	+	+	+

Rys. 4. Zawartość generatora znaków CG ROM (matryca znaku 5x7)

RW, RS i E, aby upragniona literka pokazała się na wyświetlaczu. Prawda że proste! Dokładny przepis na „te ciasto” podam za chwilę. Istotne jest abyś wiedział że oprócz elementów wchodzących w skład modułu a opisanych wcześniej, wchodzi także tzw. generator znaków, fachowo zwany „CG ROM” (ang. „Character Generator ROM”). Fizycznie jest

to wbudowana w strukturę sterownika HD44780 pamięć typu ROM z umieszczonymi kombinacjami zgaszonych i zapalonych „kropek” w matrycy danego znaku. Dlatego podając tylko kod danej litery lub symbolu, wybierasz z CG ROM konkretny układ matrycy odpowiadający interesującej Cię literze, który następnie służy jako wzorec do wyświetlenia zna-

Podręczny poradnik elektronika

ku na wyświetlaczu. Pojemność generatora znaków CG ROM jest określona w danych technicznych przedstawionych poniżej. Dodatkowo zwykle CG ROM zawiera dwa zestawy znaków: jeden to znaki w matrycy 5 x 7 punktów, drugi to znaki 5 x 10 punktów. W praktyce tych drugich używa się rzadko, ze względu na to że znane nam litery ze znanego Ci alfabetu łacińskiego i tak korzystają jedynie z pierwszych 35 punktów (5x7). Dodatkowo 15 punktów jest wykorzystane przez znaki o kodach z zakresu 128...255, gdzie producent układu HD44780 umieścił niektóre znaki i symbole ze swego ojczystego języka – prawdopodobnie japońskiego.

Oczywiście wybór jednego z przedstawionych zestawów znaków (5x7 czy 5x10) zależy od użytkownika, warto jednak wiedzieć że nie wszystkie moduły pozwalają na wyświetlanie znaków w matrycy 5x10 punktów, co zresztą w praktyce nie ma dla nas znaczenia, bowiem matryca 5x7 w zupełności wystarcza na czytelne pokazanie wszystkich liter alfabetu w tym także polskich znaków „ąęćłóśźAĘĆŁÓŚŹŻ, cyfr oraz dodatkowych znaków interpunkcyjnych.

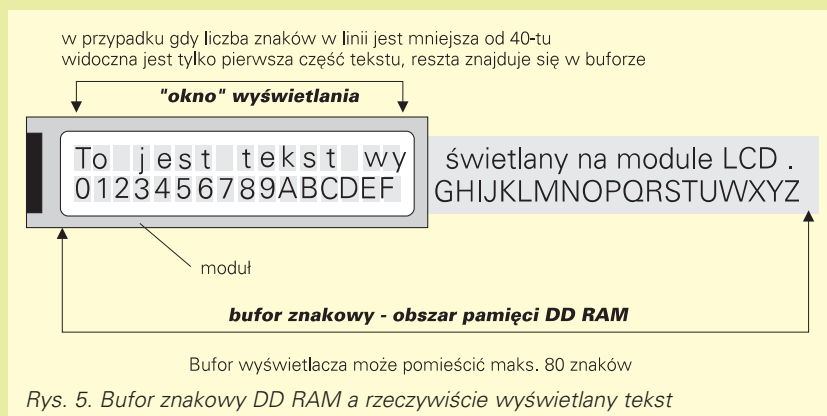
W tabeli z **rysunku 4** pokazany jest cały zestaw matryc wzorcowych znaków zawartych w CG ROM modułu. Sposób „czytania” tabeli jest bardzo prosty. Otóż znaki ponumerowane są za pomocą dwóch półbajtów każdy. Starszy półbajt określony jest przez numer kolumny w której jest dany znak, podobnie młodszy określa wiersz. Po złożeniu półbajt otrzymujemy kod znaku, czyli kombinację linii D7...D0 która powoduje wyświetlenie takiego znaku na wyświetlaczu. I tak np. weźmy literę „m”: kolumna: „0110”, wiersz: „1101”, po złożeniu powstaje kod: 01101101, czyli dziesiętnie 109, a więc kod naszej literki „m”.

Pierwsze 16 znaków o kodach 0...15 jest pustych. Kody te są przeznaczone na znaki własne wymyślone przez użytkownika. Znaki takie są definiowane przez tego ostatniego programowo, poprzez odpowiednie ustawianie linii sterujących modułu (D0...D7, RW, RS, E). Sposób generowania jest dość złożony dlatego zostanie omówiony w drugiej części artykułu. Na razie warto wiedzieć, że użytkownik w procesie definiowania znaku musi poinformować sterownik modułu o ułożeniu wszystkich punktów w danej matrycy znaku. Nie wystarczy więc podać tylko kod znaku, trzeba punkt po punkcie (w praktyce wiersz po wierszu) podać kolejność tych zapalonych i zgaszonych. Informacja o tak utworzonym znaku użytkow-

nika jest przechowywana w dodatkowej pamięci (także zawartej w strukturze HD44780) zwanej pamięcią generatora znaków użytkownika w skrócie „CG RAM” (ang. Character Generator RAM). CG RAM ze względu na określoną swoją pojemność może pomieścić informację maksymalnie o 8-miu znakach. O ile pamięć CG ROM to pamięć typu ROM, czyli po wyłączeniu zasilania modułu informacja pozostaje przechowana na stałe, o tyle zawartość pamięci CG RAM jest w takim przypadku tracona. Dlatego w układach wykorzystujących moduły tekstowe oraz dodatkowo definiowane znaki użytkownika, należy przewidzieć możliwość każdorazowego, automatycznego wpisywania swoich znaków po włączeniu zasilania, lub w innym stosownym do tego momencie.

I choć z tabeli na rysunku 4 wydawać by się mogło że można zdefiniować aż 16 znaków (kody: 0...15), to w praktyce ze względu na rozmiar pamięci CG RAM,

czesnym wyświetleniem go. Otóż operacja wpisania znaku polega jedynie na umieszczeniu go we wbudowanej w układ sterownika HD44780 tzw. pamięci wyświetlania, w skrócie „DD RAM” (ang. „Display Data RAM”). Niezależnie od rodzaju wyświetlacza, a w zasadzie od jego wielkości, czyli de facto ilości znaków w wierszu i ilości linii, pojemność DD RAM jest zawsze taka sama i wynosi 80 znaków (80 bajtów). Dlatego maksymalnie jednocześnie można zapisać do modułu wyświetlacza 80 znakową informację. W przypadku wyświetlacza LCD 2x40 znaków całość będzie oczywiście pokazana na displeju, jednak w przypadku mniejszego pola odczytowego np. 2x16 znaków widoczna będzie tylko pierwsza część wpisanego tekstu. Obrazowo można by opisać zależność tego co znajduje się aktualnie w DD RAM a tego co jest wyświetlane, używając określenia „okna wyświetlania”. Sytuację tę obrazuje **rysunek 5**.



kody wzięte parami: 0 z 8, 1 z 9, 2 z 10 itd. dają w efekcie na wyświetlaczu ten sam zdefiniowany znak. W efekcie możliwe jest zdefiniowanie tylko 8 znaków użytkownika. W przypadku polskich liter załatwia to sprawę tylko dla połowy naszych rodzimych znaków, a co z drugą? Otóż w praktyce problem ten rozwiązuje się poprzez definiowanie potrzebnego znaku lub kilku na bieżąco. Rzadko bowiem zdarza się sytuacji aby jednocześnie na maksymalnie 80 znakowym wyświetlaczu trzeba było wyświetlić więcej niż 8 dodatkowych znaków specjalnych. Dlatego jeżeli określony znak specjalny jest potrzebny, wpisuje się go na miejsce tego który akurat w danej informacji jest zbędny – czyli nie występuje.

Na koniec wstępu jeszcze jedna istotna informacja. Otóż jak się za chwilę przekonasz „wpisanie” dowolnego znaku do modułu celem jego wyświetlenia nie jest często równoznaczne z jedno-

Jak widać, aby wyświetlić niewidoczną część tekstu, należałoby przesunąć w lewo zawartość całej pamięci DD RAM, do pozycji która nas akurat interesuje. W ten sposób można by pokazać schowaną, a interesującą nas jego część. W praktyce do tego celu służą instrukcje przesuwania zawartości bufora DD RAM w lewo lub prawo. Przy przesunięciu np. lewo o 1 całego bufora, wszystkie kody znaków, (niczym w bajtowym rejestrze przesuwalnym) zostaną przesunięte o jeden adres w lewo. Znak który znajdował się na pierwszej pozycji trafia na ostatnią, toteż żadna informacja nie zostaje w ten sposób tracona. Zawartość przy cyklicznym przesuwaniu krąży jakby „w pętli”.

Sposób oraz opis instrukcji przesuwania oraz wielu innych znajdzie się w drugiej części artykułu.

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Stawomir Surowiński