

# Sterowanie wskaźnikami ciekłokrystalicznymi

## Sterownik wyświetlacza alfanumerycznego

*Wskaźnik ciekłokrystaliczny stanowi doskonały element uzupełniający sterownik mikrokomputerowy. Rozwój technologii i obniżka cen elementów umożliwia konstrukcje sterowników bazujących na płytach głównych komputerów PC. Nic więc dziwnego, że pomysł zastąpienia karty graficznej i monitora wskaźnikiem ciekłokrystalicznym jest bardzo atrakcyjnym rozwiązaniem nie tylko obniżającym koszty, ale również gabaryty i pobór prądu przez taki sterownik.*

Do wielu zastosowań kontrolno-pomiarowych w zupełności wystarczy wskaźnik składający się z kilku wierszy lub wskaźnik graficzny o niewielkiej rozdzielczości. Na rynku dostępnych jest bardzo wiele gotowych modułów, od bardzo prostych aż do w pełni emulujących karty SVGA i monitory kolorowe. Niestety, informacje dotyczące działania, a co najważniejsze użytkowania wskaźników nie są powszechnie dostępne. Opracowanie niniejsze ma na celu pokazanie jak w prosty sposób można wyposażyć we wskaźnik alfanumeryczny lub graficzny sterownik oparty na płycie głównej komputera PC.

### Wskaźniki alfanumeryczne

Większość wskaźników alfanumerycznych, oprócz samego elementu ciekłokrystalicznego, posiada zintegrowany układ kontrolera. Najpopularniejszym sterownikiem alfanumerycznym jest układ HD44780 firmy Hitachi.

Prezentowane w dalszej części rozwiązania dotyczyć będą wskaźnika LM032 również firmy Hitachi. Wskaźnik ten umożliwia wyświetlanie 2 linii tekstu po 20 znaków w wierszu. Ponieważ kontroler HD44780 jest sterownikiem uniwersalnym, sterowanie za jego pomocą innych wskaźników (nawet innych firm) jest bardzo podobnie i sprowadza się do ustawienia odpowiednich parametrów konfiguracyjnych. Co więcej, większość gotowych modułów wskaźników, w odróżnieniu od wskaźników graficznych, używa identycznego interfejsu z jednostką centralną.

Sterownik HD44780 jest układem CMOS dużej skali integracji, zapewniającym kompleksową obsługę wskaźników alfanumerycznych. Wszystkie niezbędne funkcje kontrolne zostały zaimplementowane sprzętowo, odciążając w ten sposób główny procesor. Wewnętrznie HD44780 składa się z rejestru kontrolnego, rejestru danych, bufora na 80 znaków oraz z generatora 192 znaków zrealizowanych w macierzy 5x7 lub 5x10 punktów. W zestawie znaków znajduje się 96 znaków łańciskich, 64 znaki Kata kana i wybrane 32 znaki greckie. Kody znaków alfanumerycznych zgodne są z ASCII (32..127).

Ponadto, generator znaków pozwala na zdefiniowanie przez użytkownika do 8 dowolnych glifów. Połączenie układu HD44780

z jednostką sterującą odbywa się za pomocą prostego interfejsu równoległego. Wszystkie sygnały sterujące dostępne są na 14-stykowym złączu, do którego można zamontować standardowy wtyk IDC14 oraz gniazdo z kablem wstęgowym. Rozkład sygnałów na gnieździe wskaźników alfanumerycznych firmy Hitachi przedstawiono w **tab. 1**.

Do wskaźnika oprócz sygnałów sterujących, masy i zasilania +5V należy przyłączyć napięcie sterujące kontrastem wskaźnika. Napięcie to otrzymuje się z suwaka potencjometru o wartości 10..20kΩ (patrz **rys. 1**). Interfejs kontrolera HD44780 przystosowany jest do bezpośredniej współpracy z szyną procesorów 6502/6800. Przyłączenie wskaźnika do szyny procesorów iAPX86 nie stanowi wielkiego problemu, jako że w większości zastosowań praktycznych wskaźniki sterowane nie są bezpośrednio przez procesor, a pośrednio przez układ peryferyjny np. 8255 lub, jak w przypadku prezentowanego rozwiązania, poprzez niewykorzystywany port drukarkowy.

Obsługa pośrednia wymaga w pełni programowej generacji sekwencji sygnałów sterujących. I w tym przypadku nie stanowi to wielkiego problemu, gdyż HD44780 (będąc układem CMOS) nie może być sterowany zbyt szybko. Procedury wejścia/wyjścia mogą być z powodzeniem zrealizowane w języku wyższego poziomu, np. C.

Dużą zaletą układu HD44780 jest możliwość stosowania zarówno czterobitowej jak i ośmiobitowej szyny danych. W połączeniu z trzema sygnałami sterującymi możliwa jest więc pełna kontrola wskaźnika nawet jednym bajtem.

### Obsługa wskaźnika

W opisywanym rozwiązaniu wskaźnik obsługiwany jest za pomocą biblioteki *HD44780.h*. Biblioteka ta składa się z dwu części. W części pierwszej zebrane są funkcje zapewniające uniwersalną obsługę portów równoległych komputera PC. W części drugiej znajdują się definicje słów kontrolnych, funkcje generujące cykle zapisu do i odczytu z układu HD44780, jak również podstawowe funkcje edycyjne.

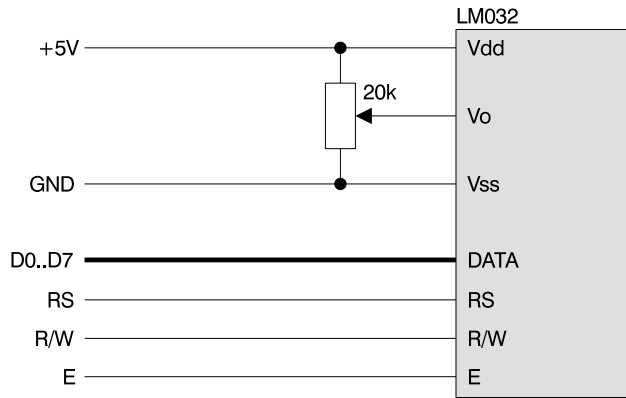
### Wykorzystanie portu drukarkowego komputera PC do komunikacji z układami peryferyjnymi

Złącze Centronics komputera PC stanowi doskonały, uniwersalny interfejs równoległy, który wraz z odpowiednim oprogramowaniem może służyć do kontroli nie tylko wskaźnika ciekłokrystalicznego, ale także innych układów.

Komputer PC może być wyposażony w cztery porty drukarkowe znane w systemie MSDOS jako porty LPT1, LPT2, LPT3 i LPT4. Przynajmniej jeden port dostępny jest w starszych komputerach na karcie Mul-

**Tabela 1. Interfejs wskaźnik-komputer.**

złącze LM032	sygnał	bit sterujący	złącze LPT	opis
1	Vss	-	18..25	masa zasilania
2	Vdd	-	-	zasilanie +5V
3	Vo	-	-	kontrast -0,7V
4	RS	D1	14	0:rozkaz, 1:znak
5	R/W	D3	17	0:zapis, 1:odczyt
6	E	D0	1	strob 1->0
7..14	D0..D7	2..9	szyna danych	



Rys. 1. Podłączenie potencjometru kontrastu wskaźnika.

ti I/O, a w nowszych montowany jest bezpośrednio na płycie głównej. Sterowanie interfejsem Centronics możliwe jest poprzez BIOS komputera albo bezpośrednio przez program. Złącze LPT obsługiwane jest przez 3 porty: port danych, port kontrolny i port statusu. Adresy portów dla LPT2 wynoszą odpowiednio 0x378, 0x37A i 0x379. Nowsze rozwiązania portów drukarkowych typu EPP używają również dodatkowych rejestrów i sprzętowych protokołów transmisji. Port danych w większości rozwiązań (począwszy od portów *bitronics*) może być używany jako port dwukierunkowy. Port kontrolny stanowi czterobitowe wyjście, a port statusu 5-bitowe wyjście. Kierunek transmisji przez port danych sterowany jest bitem D5 portu kontrolnego. Bit D4 umożliwia automatyczną generację przerwania *int7*.

Przy porządkowaniu pinów złącza DB25 portu Centronics bitom portów wejścia-wyjścia zebrano w **tab. 2**. Funkcję *bitronics* na starszych kartach Multi I/O należy ustawić zworką, a w płytach głównych ze zintegrowanym interfejsem należy ustawić opcje EPP w SETUP BIOS-u. Pewnym utrudnieniem obsługi portu kontrolnego i statusu jest fakt, że część sygnałów na złączu peryferyjnym jest zanegowana. Aby uprościć do maksimum komunikację przez złącze LPT wystarczy przygotować zestaw funkcji komunikacyjnych. Funkcje te stanowią część biblioteki *HD44780.h* i przedstawione są w **list. 1**.

**Sterowanie układem HD44780 za pomocą portu równoległego komputera PC**

Procedura zapisu do układu HD44780 rozpoczyna się od ustawienia linii RS (RS=1, dane lub RS=0, rozkaz), linii R/W (R/W=0, zapis lub RW=1, odczyt). Cykl rozpoczyna się narastającym zboczem sygnału wybierającego E. Dane do rejestru wewnętrzznego wpisywane są zboczem opadającym E. Podobnie, cykl odczytu inicjowany jest ustawieniem linii RS i R/W, a sam odczyt dokonywany jest w czasie aktywności linii E. Szczegóły przedstawiono na **rys. 2**.

**Tab. 2. Złącze DB25 interfejsu Centronics komputera PC.**

port	adres	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
dane	0x278	2	3	4	5	6	7	8	9
kontrola	0x27A	-	-	dir	int	/17	16	/14	/1
status	0x279	/11	10	12	13	15	-	-	-
masa	18..25								

Głównym ograniczeniem częstości powtarzania cykli dostępu jest czas trwania sygnału wybierającego E, który nie może być krótszy niż 500ns. Okres cyklu odczytu określony czasem pomiędzy kolejnymi narastającymi zboczami sygnału E nie może być krótszy niż 1µs. Co więcej, kontroler po otrzymaniu rozkazu wykonuje go, w zależności od polecenia, w czasie od 1µs do 5ms i w tym czasie nie może przyjąć ani rozkazu, ani danych.

Sygnal zajętości HD44780 może być testowany poprzez odczyt jego rejestru kontrolnego. W odczytanym słowie bit D7=1 oznacza zajętość kontrolera.

Bezpośrednio po włączeniu zasilania i minimum 15-ms pauzie, wewnętrzny układ zerujący inicjuje kontroler. Ustawiane są następujące parametry wyjściowe: 8-bitowa szyna danych, 1 linia tekstu, matryca 5x7 punktów, wskaźnik, kursor i migotanie znaku zostają wyłączone. Przesuwanie okienka zostaje zabronione oraz ustawiony jest ruch kursora w prawo. W trakcie inicjacji wskaźnik BF ustawiony jest na 1.

Wewnętrzny układ zerujący HD44780 działa poprawnie jedynie wtedy, gdy czas narastania napięcia zasilania jest krótszy od 10ms. W przeciwnym razie kontroler zostanie ustawiony w stan nieustalony i wymaga zerowania programowego. Do zasilania wskaźnika można z powodzeniem użyć napięcia +5V dostępnego w gnieździe klawiatury komputera PC.

Przy inicjacji programowej HD44780 zaleca się wstępne trzykrotne przesłanie do rejestru rozkazów (RS=R/W=0) kodu 0x30, przy czym pomiędzy pierwszym a drugim przesłaniem musi upłynąć czas min. 4,1ms, a między drugim i trzecim min. 100µs. W trakcie wstępnej inicjacji obowiązuje 8-bitowa szyna danych (choć bity D3..D0 są ignorowane). Kod 0x30 przesyłany jest więc w jednym cyklu. Ponadto, pomiędzy tymi przesłaniami nie można testować stanu zajętości kontrolera.

Po wykonaniu wstępnej inicjacji, kolejne rozkazy mogą być przesyłane z wstępnym sprawdzeniem zajętości kontrolera. Przebiegi czasowe cykli zapisu i odczytu, przedstawione na **rys. 2**, praktycznie realizowane są w opisywanym projekcie za pomocą funkcji *lcdwr()* i *lcdrd()*, których „treść“ przedstawiono na **list. 1**. Funkcja *lcdwait()* wykonywana na początku cykli zapisu i odczytu ma za zadanie upewnić się czy układ HD44780 nie jest zajęty wykonywaniem poprzedniego rozkazu.

**Programowanie układu HD44780**

Układ HD44780 programowany jest za pomocą 11 rozkazów. Rejestr kontrolny służy do ustawiania parametrów pracy, a rejestr

danych do przesyłania i odczytu zawartości wewnętrznego bufora układu: adresu kursora i zawartości generatora znaków.

Pełna lista rozkazów HD44780 zestawiona jest w **tab. 3**. Poniżej znajduje się krótki opis poszczególnych poleceń.

*Clear display*

Kasuje bufor wskaźnika wpisując do wszystkich komórek pamięci kod 0x20 (spacja) i ustawia kursor w pozycji Home (adres 0).

*Return Home*

Ustawia kursor w pozycji Home. Przestawia również okienko na adres 0. Zawartość bufora nie ulega zmianie.

*Entry mode set*

Ustawia kierunek zmian kursora (I/D=1 - w prawo, I/D=0 - w lewo) i zezwala na przesuwanie okienka (S=1 - zezwala, S=0 - blokuje). Po ustawieniu operacje z kursorem lub okienkiem wykonywane są automatycznie po rozkazie wpisania lub odczytu znaku.

*Display ON/OFF*

Ustawia atrybuty wskaźnika i kursora: D=1 - wskaźnik aktywny, D=0 - wskaźnik zgaszony,

C=1 - kursor widoczny, C=0 - kursor ukryty,

B=1 - znak pod kursorem migocze, B=0 - znak nie migocze.

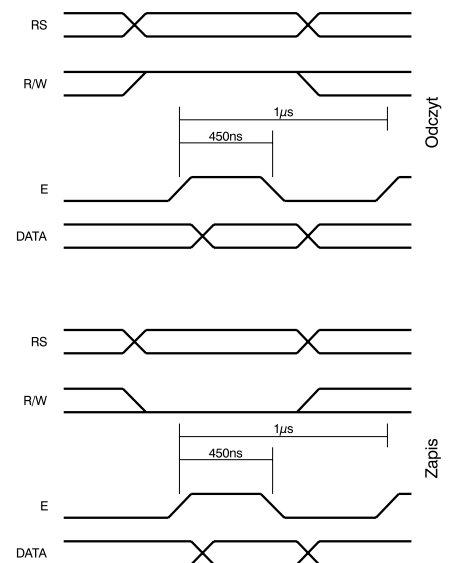
*Cursor/display shift*

Przesławia kursor lub okienko:

S/C	R/L	
0	0	przesławia kursor w lewo
0	1	przesławia kursor w prawo
1	0	przesławia okienko (i kursor w lewo
1	1	przesławia okienko (i kursor w prawo

*Function set*

Ustawia szerokość szyny danych (D=1 - 8 bitów, D=0 - 4 bity), liczba obsługiwanych linii (N=0 - 1 linia, N=1 - 2 linie) oraz matrycę znaków (F=0 - 5x7, F=1 - 5x10). Jeśli wybrano N=1 dostępna jest jedynie matryca 5x7.



Rys. 2. Cykle zapisu i odczytu kontrolera HD44780.

List. 1. Kod źródłowy biblioteki HD44780.h

```

/*****
 * HD44780.h
 * biblioteka obsługi HD44780 przy użyciu interfejsu
 * Centronics
 * (c) Janusz J. Młodzianowski
 *****/
#include <dos.h>

/***** Obsługa portów LPT *****/
#define LPTDATA 0x378 /* zakładamy LPT2 */
#define LPTSTAT 0x379
#define LPTCTRL 0x37A

/* prototypy */
void lptwr(char value);
char lptrd(void);
char lptstat(void);
void lptcmd(char cmd);

/***** zapis do portu danych LPT *****/
void lptwr(char value)
{
    outportb(LPTDATA, value);
}

/***** odczyt z portu danych LPT *****/
char lptrd(void)
{
    return(0xff&inportb(LPTDATA));
}

/***** odczyt z portu statusu LPT *****/
char lptstat(void)
{
    char tmp;

    tmp=inportb(LPTSTAT);
    return((0xff&tmp^0x80)>>3);
}

/***** zapis do portu kontrolnego LPT *****/
void lptcmd(char cmd)
{
    outportb(LPTCTRL, cmd^0xB);
}

/***** obsługa HD44780 *****/
#define LCDIN 0x28 /* dir, rw */
#define LCDOUT 0 /* dir, rw */
#define LCDDATA 0x02 /* rs */
#define LCDCMD 0 /* rs */
#define LCDEN 0x01 /* e */
#define LCDDIS 0 /* e */

#define EDELY 1 /* mim 540ns */

#define CLEAR 0x01 /* kasuj wskaźnik */
#define HOME 0x02 /* home cursor */
#define WRLEFT 0x04 /* zwiększ adres */
#define WRRIGHT 0x06 /* zmniejsz adres */
#define WRSHPTRIGHT 0x07 /* obrót w prawo */
#define WRSHPLEFT 0x05 /* obrót w lewo */

#define BLINK 0x09 /* kursor mrugający */
#define NOBLINK 0x08 /* niemrugający kursor */
#define CURON 0x0A /* kursor widoczny */
#define CUROFF 0x0B /* kursor niewidoczny */
#define DISPON 0x0C /* wskaźnik włączony */
#define DISPOFF 0x08 /* wskaźnik wyłączony */

#define SHIFTCURLEFT 0x10 /* kursor w lewo */
#define SHIFTCURRIGHT 0x14 /* kursor w prawo */
#define SHIFDISPLEFT 0x18 /* przesunięcie w lewo */
#define SHIFDISPRIGHT 0x1C /* przesunięcie w prawo */

#define MODE8 0x30 /* 8-bitowa szyna */
#define MODE4 0x20 /* 4-bitowa szyna */

#define LINES1 0x20 /* 1 linia */
#define LINES2 0x28 /* 2 linie */
#define DOTS7 0x20 /* font 5x7 */
#define DOTS10 0x24 /* font 5x10 */

#define CGRAM 0x40 /* | adres */
#define DDRAM 0x80 /* | adres */

/* prototypy */
void lcdwait(void);
void lcdset(char mode, char display, char cursor);
void lcdwr(char sel, char value);
char lcdrd(char sel);
void lcdchar(char ch);
void lcdstr(char *str);

/***** oczekiwanie na zwolnienie kontrolera *****/
void lcdwait(void)
{
    char busy;

    do{
        lptcmd(LCDIN|LCDCMD|LCDEN);
        busy=lptrd()&0x80;
        lptcmd(LCDIN|LCDCMD|LCDDIS);
    }while(busy);
}

/***** ustawienie parametrów pracy *****/
void lcdset(char mode, char display, char cursor)
{
    lcdwr(LCDCMD, mode);
    lcdwr(LCDCMD, display);
    lcdwr(LCDCMD, cursor);
    lcdwr(LCDCMD, CLEAR);
    lcdwr(LCDCMD, HOME);
}

/***** cykl zapisu *****/
void lcdwr(char where, char value)
{
    lcdwait();
    lptcmd(LCDOUT|where|LCDEN);
    lptwr(value);
    delay(EDELY);
    lptcmd(LCDOUT|where|LCDDIS);
}

/***** cykl odczytu *****/
char lcdrd(char what)
{
    char tmp;

    lcdwait();
    lptcmd(LCDIN|what|LCDEN);
    delay(EDELY);
    tmp=lptrd();
    lptcmd(LCDIN|what|LCDDIS);
    return(tmp);
}

/***** zapis znaku *****/
void lcdchar(char ch)
{
    lcdwr(LCDDATA, ch);
}

/***** zapis ciągu znaków *****/
void lcdstr(char *str)
{
    while(*str) lcdwr(LCDDATA, *str++);
}

```

*Set CG RAM address, Set DD RAM address*  
Ustawia początkowy adres pamięci generatora znaków (CG) lub bufora wskaźnika (DD). Po ustawieniu adresu kolejne operacje zapisu i odczytu odnoszą się do wyspecyfikowanego obszaru.

#### *Write Data (CG/DD)*

Wpisuje znak do pamięci ustawionej ostatnim rozkazem „Set CG address” lub „Set DD address” i do komórki, której adres wskazywany jest przez aktualną wartość licznika adresów. Po zapisie danej licznik zostaje

uaktualniony w sposób ustalony rozkazem „Entry mode set”.

#### *Read Data (CG/DD)*

Odczytuje znak z komórki wskazywanej przez licznik adresów. Typ odczytywanej pamięci (CG/DD) ustalony jest ostatnim rozkazem „Set CG address” lub „Set DD address”.

#### *Read BF & address*

Czyta wskaźnik zajętości kontrolera (BF=1 - zajęty, BF=0 - wolny) oraz aktualną wartość licznika adresu. Wskaźnik BF należy każdorazowo sprawdzać przed wysłaniem do kontrolera zarówno rozkazu jak i znaku.

W przypadku konfiguracji 8-bitowej szyny danych informacja do i z kontrolera przesyłana jest przy użyciu wszystkich 8 bitów danych kontrolera. Przy 4-bitowej szynie danych wykorzystuje się jedynie bity D7..D4 interfejsu. Dane i rozkazy przesyłane są w dwu kolejnych cyklach. W pierwszym cyklu przesyłane są starsze bity (D7..D4), a w drugim młodsze bity (D3..D0).

## Organizacja pamięci ekranu

Układ HD44780 posiada wewnętrzny bufor (oznaczony jako DD RAM), przeznaczony do wyświetlania na wskaźniku do 80 znaków. W zależności od konfiguracji i zastosowanego wyświetlacza, znaki mogą być wizualizowane w jednym lub w kilku wierszach.

Komórki nie wykorzystane do wyświetlania mogą być stosowane jako pamięć ogólnego przeznaczenia. Kod znaku do wyświetlenia przesyłany jest do komórki pamięci, której adres jest wyznaczony przez aktualną zawartość licznika, ustawioną wcześniej rozkazem „Set DD RAM address“. Licznik ten, po każdorazowym zapisie lub odczycie jest automatycznie modyfikowany w sposób określony wcześniej rozkazem „Entry mode set“.

Kontroler HD44780 umożliwia bezpośrednie wyświetlanie jedynie 8 znaków na wiersz. Dodatkowe znaki (w wielokrotności 8/wiersz) mogą być wyświetlane dzięki dodatkowemu sterownikom typu HD44100. Tak więc wskaźnik LM032, wyświetlający 20 znaków w wierszu, wymaga oprócz HD44780 dwóch układów HD44100. Całość zmontowana jest fabrycznie na płycie modułu wskaźnika.

W zależności od liczby wyświetlanych linii, bufor wyświetlacza jest w różny sposób odwzorowany na wskaźnik. W przypadku wyświetlacza jednowierszowego odwzorowanie jest trywialne. Kolejne adresy bufora odpowiadają kolejnym znakom na wskaźniku. W danej chwili wyświetlanych jest jedynie tyle znaków na ile pozwala wskaźnik. Pozostałe znaki w wierszu mogą być wyświetlone po zastosowaniu przesunięcia okienka, np. rozkazem „Cursor/display shift“. Przesunięcie jest cykliczne, co oznacza, że po ostatnim znaku z bufora znajduje się pierwszy. Tak więc przy założeniu, że wskaźnik wyświetla 20 znaków odwzorowanie będzie następujące:

0	1	2	3..19	okienko nie przesunięte
1	2	3	4..20	okienko przesunięte w lewo
79	0	1	2..18	okienko przesunięte w prawo

Nieco bardziej skomplikowane odwzorowanie ma miejsce w przypadku wskaźnika dwuwierszowego. Po ustawieniu rozkazem „Function set“ konfiguracji dwuwierszowej, przestrzeń adresowa bufora staje się nieciągłą. Linia pierwsza, podobnie jak w poprzed-

**Tabela 3. Lista rozkazów kontrolera HD44780.**

rozkaz	kod								sterowanie		
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	RS	R/W	
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Return home	0	0	0	0	0	0	1	x	0	0	
Entry mode set	0	0	0	0	0	1	I/D	S	0	0	
Display ON/OFF	0	0	0	0	1	D	C	B	0	0	
Cursor/display shift	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x	0	0	
Function set	0	0	1	DL	N	F	x	x	0	0	
Set CG RAM address	0	1	adres							0	0
Set DD RAM address	1	adres							0	0	
Write Data (CG/DD)	znak								1	0	
Read Data (CG/DD)	znak								1	1	
Read BF & address	BF	adres							0	1	
x: bez znaczenia											

nim przypadku, odwzorowuje znaki od lokacji 0, ale do adresu 39, natomiast linia druga począwszy od lokacji 64 do lokacji 103 (razem 80 znaków). Przesunięcie okienka powoduje cykliczny obrót zarówno pierwszej jak i drugiej linii:

0	1	2..19	
64	65	66..83	okienko nie przesunięte
1	2	3..20	
65	66	67..84	okienko przesunięte w lewo
39	1	2..18	
103	65	66..82	okienko przesunięte w prawo

Kontroler HD44780 może również sterować wskaźnikiem czterowierszowym (np. LM044L). Przy takiej konfiguracji podział bufora jest jeszcze bardziej skomplikowany. Linia pierwsza wskaźnika odwzorowuje lokacje 0..19, linia druga lokacje 64..83, linia trzecia lokacje 20..39, a linia czwarta lokacje 84..103...

## Programowany generator znaków

Generator znaków, w który wyposażony jest kontroler HD44780 umożliwia dowolne zaprogramowanie 8 znaków w postaci matrycy 5x8 lub 4 znaków w matrycy 5x11. Mimo iż pamięć generatora ma strukturę bajtowa, jedynie pięć bitów (D4..D0) określa kształt znaku. Nie wyświetlane bity D7..D5 są w dalszym ciągu programowane i mogą być wykorzystane jako zwykły RAM.

Definiowane znaki o kodach od 0 do 7 oraz powtórzone na pozycjach od 8 do 15 dostępne są tak samo, jak znaki ze standardowego generatora z ROM.

Definiowanie glifów polega na wpisaniu do kolejnych lokacji pamięci generatora znaków (CG RAM), począwszy od adresu 64, kolejnych (przy założeniu automatycznego zwiększania licznika adresu) 8 lub 11 bajtów na każdy znak. Ostatnia linia przeznaczona na kursor zwykle nie jest programowana.

## Łącze komputer-wskaźnik

Konstruowany interfejs łączy wskaźnik z portem drukarki (płyty głównej komputera PC) za pomocą 30 cm odcinka kabla wstęgowego.

Potencjometr kontrastu oraz gniazdo zewnętrznego zasilania +5V zmontowane są w standardowej plastikowej obudowie wtyku DB25. Linie danych wskaźnika sterowane są poprzez port danych. Linie: RS, R/W oraz E obsługują port kontrolny LPT. Bezpośrednio po włączeniu zasilania komputera, linie danych portu drukarkowego ustawione zostają jako wyjście. Linie sterujące, za wyjątkiem linii ScltIn (pin 17), przechodzą w stan wysoki.

Aby uniknąć konfliktu między portem LPT a kontrolerem HD44780, linia R/W sterowana jest bitem D3 portu kontrolnego. Bit ten po inicjacji komputera przyjmuje na złączu stan 0, przygotowując kontroler do zapisu. W tab. 2 zebrane są opisy poszczególnych sygnałów i numery końcówek na złączach kabla.

## Przykładowy program obsługi wskaźnika

Obsługa wskaźnika sprowadza się do ustawienia parametrów konfiguracyjnych instrukcją `lcdinit()`. Zakłada się przy tym, że wskaźnik został poprawnie zainicjowany po włączeniu zasilania. W opisywanym przykładzie wybierane są: wskaźnik dwuwierszowy, 8-bitowa szyna danych, ruch kursora w prawo i nie migoczący kursor w postaci podkreślenia.

Po inicjacji zdefiniowany zostaje znak „ż“, któremu przyporządkowany jest kod 1, a następnie na ekranie zostaje wyświetlony w pierwszej linii tekst „Wskaźnik Hitachi“, a na środku drugiej „LM032“.

W drugiej części artykułu opisany zostanie sposób sterowania wskaźnika graficznego LMG640X (240x128), wyposażonego w zintegrowany kontroler HD61830B.

**Janusz J. Młodzianowski**

Karta katalogowa (PDF) dostępna jest pod adresem <http://www.ep.com.pl/ftp/hd44780.pdf>

```
Listing 2. Przykład programu obsługi wskaźnika LM032.
#include "HD44780.h"

main(){
/* ustawienie parametrów pracy */
lcdinit(MODE8|LINES2|DOTS7, DISPON|NOBLINK|CURON, WRIGHT);

/* definicja litery 'ż' o kodzie 1 */
lcdwr(LCDCMD, CGRAM|0x48);
lcdchar(2);
lcdchar(4);
lcdchar(0xff);
lcdchar(0x2);
lcdchar(0x4);
lcdchar(0x8);
lcdchar(0xff);
lcdchar(0);

/* ustawienie zapisu do bufora od początku linii 1 */
lcdwr(LCDCMD, DDRAM);
lcdstr("Wskałnik Hitachi");

/* przejście do 5 pozycji w linii 2 */
lcdwr(LCDCMD, DDRAM|(0x40+5));
lcdstr("LM 032");
}
```