

F. Układ HD44780 - sterownik wyświetlacza LCD

HD44780 jest sterownikiem wyświetlacza LCD ze wskaźnikiem w postaci matrycy punktów. Może pracować pod kontrolą dowolnego 4 lub 8-bitowego mikroprocesora. Steruje wyświetlaczem LCD zawierającym maksymalnie 80 znaków.

W systemie DSM-51 HD44780 steruje wyświetlaczem 2*16 znaków, o matrycy jednego znaku 5 x 7 punktów. Generator znaków zawarty w pamięci ROM zawiera 192 znaki. Dodatkowy generator znaków zawarty w pamięci RAM pozwala na zaprojektowanie własnych 8 znaków.

Inicjalizacja

Układ HD44780 jest automatycznie ustawiany w stan początkowy przy włączeniu napięcia zasilania - napięcie zasilające musi spełniać określone warunki. Drugim sposobem inicjalizacji jest inicjalizacja przez odpowiedni zestaw instrukcji. Ten sposób jest w systemie DSM-51 automatycznie wykonywany przez program zawarty w pamięci EPROM. Dodatkowo podprogram inicjalizacji jest udostępniony dla użytkowników systemu (LCD_INIT).

Rozkazy

Do sterownika HD44780 doprowadzona jest szyna danych oraz trzy linie sterujące:

Linia	DSM-51	Nazwa	Opis
E	LCD	Enable	Wybór sterownika
RS	A0	Register Selection	Wybór wewnętrznych rejestrów: IR (Instruction Register) - Rejestr instrukcji DR (Data Register) - Rejestr danych
R/W	A1	Read/Write	Odczyt/zapis sterownika

Cztery kombinacje sygnałów RS i R/W pozwalają na wykonanie następujących operacji:

		DSM-51	
RS	R/W	(adres)	Opis
1	0	LCDWD	Zapis danych do pamięci RAM (do danych wyświetlacza DD_RAM lub generatora znaków CG_RAM)
1	1	LCDRD	Odczyt danych z pamięci RAM (danych wyświetlacza DD_RAM lub generatora znaków CG_RAM)
0	1	LCDRC	Odczyt flagi Busy (bit 7) oraz aktualnej zawartości licznika adresów (AC) Busy = 1 - sterownik zajęty wykonywaniem wewnętrznej operacji Busy = 0 - sterownik może przyjąć kolejną instrukcję Licznik adresów jest wspólny dla pamięci DD_RAM i CG_RAM
0	0	LCDWC	Zapis (po szynie danych) rozkazów do sterownika

Do sterownika HD44780 można wysłać następujące rozkazy:

Rozkaz	Opis
0 0 0 0 0 0 1	Clear display Kasuj dane wyświetlacza i ustaw kursor pod adres 0.
0 0 0 0 0 1 x	Return home Ustaw kursor pod adres 0. Ustaw dane o adresie 0 na pozycji 1 wyświetlacza.
0 0 0 0 0 1 I/D S	Entry mode set Ustaw kierunek przesunięcia kursora oraz włącz lub wyłącz przesuwanie danych wyświetlacza. I/D = 1 (Increment) - zwiększaj (+1) adres kursora po każdym wpisie lub odczycie danych. I/D = 0 (Decrement) - zmniejszaj (-1) adres kursora po każdym wpisie lub odczycie danych. S = 1 - Jednoczesny obrót danych wyświetlacza.
0 0 0 0 1 D C B	Display ON/OFF control 1 = ON (włącz), 0 = OFF (wyłącz): D - cały wyświetlacz C - kursor B - mruganie znaku w pozycji kursora
0 0 0 1 S/C R/Lxx	Cursor and display shift S/C = 1 - obrót danych wyświetlacza S/C = 0 - przesunięcie kursora R/L = 1 - obrót / przesunięcie w prawo R/L = 0 - obrót / przesunięcie w lewo
0 0 1 D L N F X X	Function set DL = 1 - 8-bitowa szyna sterująca DL = 0 - 4-bitowa szyna sterująca N = 1 - 2 linie wyświetlacza N = 0 - 1 linia wyświetlacza F = 1 - znaki 5 x 10 punktów F = 0 - znaki 5 x 7 punktów Dla DSM-51 należy ustawić: 0011 10xx.
0 1 A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁ A ₀	Set CG_RAM address Ustawienie adresu generatora znaków (A ₅ ..A ₀) w liczniku adresów. Po tej operacji można pisać lub czytać generator znaków z pamięci RAM.
1 A ₆ A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁ A ₀	Set DD_RAM address Ustawienie adresu danych (A ₆ ..A ₀) w liczniku adresów.

Pamięć danych wyświetlacza (DD_RAM)

Dla wyświetlacza 2 x 16 znaków do poszczególnych pozycji wyświetlacza przyporządkowane są następujące adresy DD_RAM (szesnastkowo):

Pozycja wysw.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Linia 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
Linia 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

Dla poszczególnych linii zapamiętanych jest 40 znaków od 00H do 27H (40H..67H), z których wyświetla się wybrane 16 znaków. Obroty danych wyświetlacza są wykonywane jednocześnie dla obu linii, ale dane w liniach są niezależne - nie przesuwają się z linii 1 do 2 i z 2 do 1.

Adresy DD_RAM po obrocie w lewo:

Pozycja	1	2	3	...	14	15	16
Linia 1	01	02	03	...	0E	0F	10
Linia 2	41	42	43	...	4E	4F	50

Adresy DD_RAM po obrocie w prawo:

Pozycja	1	2	3	...	14	15	16
Linia 1	27	00	01	...	0C	0D	0E
Linia 2	67	40	41	...	4C	4D	4E

UWAGA !

W podprogramach wpisywania tekstu na wyświetlacz LCD umieszczonych w pamięci EPROM systemu DSM-51 jest zawarty mechanizm wykrywania końca linii i tekst przenoszony jest automatycznie do drugiej linii. Podprogramy te działają poprawnie, jeżeli nie jest włączone obracanie danych wyświetlacza przy wpisywaniu tekstu.

Pamięć generatora znaków (ROM + CG_RAM)

Generator znaków zawarty w pamięci ROM zawiera 192 znaki przedstawione w tabeli. Dodatkowo można zaprojektować 8 znaków umieszczonych w pamięci CG_RAM. Znaki te są wyświetlane po umieszczeniu w pamięci DD_RAM kodów od 0...7 (lub 8...15).

Na każdy znak przeznaczonych jest 8 bajtów w pamięci CG_RAM odpowiednio 0H...7H, 8H...0FH, ...38H...3FH. Przykładowo, pamięć znaku M wygląda następująco:

A2	A1	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	x	x	x	1	0	0	0	1
0	0	1	x	x	x	1	1	0	1	1
0	1	0	x	x	x	1	0	1	0	1
0	1	1	x	x	x	1	0	0	0	1
1	0	0	x	x	x	1	0	0	0	1
1	0	1	x	x	x	1	0	0	0	1
1	1	0	x	x	x	1	0	0	0	1
1	1	1	x	x	x	0	0	0	0	0

- pozycja kursora

Tabela znaków 5 x 7 punktów:

Higher 4 bit Lower 4 bit		0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
0001	(2)	.	!	@	#	\$	%	&	'	()	*	+	,
0010	(3)	"	#	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
0011	(4)	*	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
0100	(5)	*	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
0101	(6)	*	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
0110	(7)	*	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
0111	(8)	*	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1000	(1)	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1001	(2)	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[]
1010	(3)	*	#	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1011	(4)	+	#	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1100	(5)	*	<	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1101	(6)	—	—	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1110	(7)	*	>	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1111	(8)	/	?	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y