

*mgr inż. Wojciech HERNIK
Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów MERA-PIAP
Warszawa*

PROGRAMOWA OBSŁUGA WYŚWIETLACZA ALFANUMERYCZNEGO SKONSTRUOWANEGO W OPARCIU O UKŁADY TYPU VQC10

W pracy został zaprezentowany sposób programowej obsługi wyświetlacza alfanumerycznego zbudowanego z układów typu VQC10. Wyświetlacz ten został umieszczony w panelu programowania stosowanym w robotach IRp-6/60. Układy zastosowane w tym wyświetlaczu są jedynymi układami segmentowych wyświetlaczy alfanumerycznych dostępnymi w krajach RWPG. Układy VQC10 mają bardzo ograniczone możliwości funkcjonalne w stosunku do układów wyświetlaczy oferowanych przez firmy zachodnie. Wszystkie czynności związane z wyświetlaniem znaków musi realizować specjalizowany układ sterowania wyświetlacza (USW) i program obsługi wyświetlacza. Ze względu na bardzo małą ilość miejsca przeznaczoną na USW, duża część funkcji realizowanych normalnie przez układy elektroniczne musi być realizowana programowo.

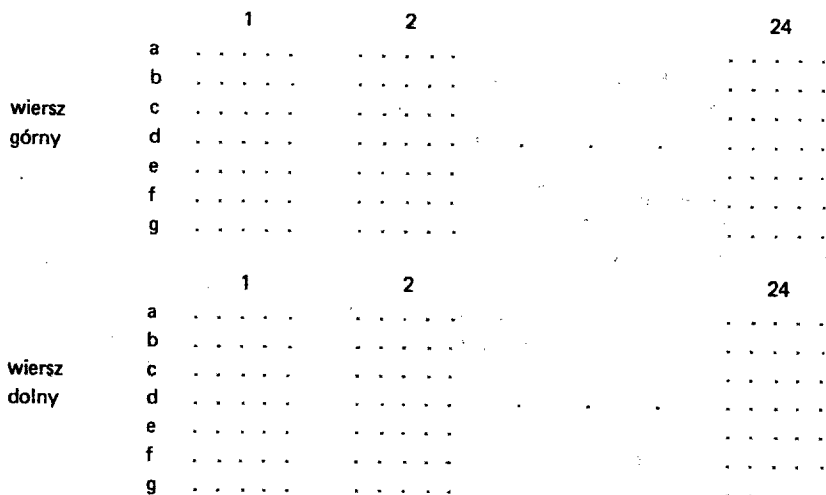
1. Budowa wyświetlacza

Wyświetlacz zbudowany jest z dwóch wierszy czterosegmentowych wyświetlaczy alfanumerycznych typu VQC10. Każdy wiersz zawiera po 6 wyświetlaczy, co daje możliwość wyświetlania dwóch linii tekstu po 24 znaki w każdej linii. Wyświetlacze VQC10 pozwalają na wyświetlanie znaków zaprojektowanych na matrycy 5 na 7 punktów. Każdy punkt jest reprezentowany przez diodę elektroluminescencyjną GaAsP świecąca czerwonym światłem.

Wyświetlacze VQC10 są wyświetlaczami bardzo prostymi, jeśli chodzi o realizowane funkcje. Ich działanie sprowadza się do zobrazowania w danym takcie zegara aktualnego stanu linii danych wybierających punkty na jednej matrycy znakowej. Układ sterowania wyświetlaczem (por. [1]) został tak skonstruowany, aby maksymalnie ułatwić programową obsługę wyświetlacza przy minimalnym stopniu rozbudowania układu (ograniczona ilość miejsca przeznaczonego na układ). W wyniku kompromisu między własnościami funkcjonalnymi układu sterowania wyświetlaczem a gabarytami tego układu powstała konstrukcja, w której procesor steruje pracą wyświetlaczy za pomocą trzech typów rozkazów:

- rozkaz zgaszenia wyświetlacza, którego wykonanie powoduje wygaszenie wszystkich punktów wyświetlacza i ustawienie układu sterowania wyświetlacza w stan oczekiwania na zapis do wewnętrznego bufora wyświetlacza (WBW),
- rozkaz zapisu kolejnego bajtu do WBW,
- rozkaz zapalenia wyświetlacza, którego wykonanie powoduje wyświetlenie aktualnej zawartości WBW.

Dla opisanego algorytmu obsługi wyświetlacza wprowadźmy oznaczenia wg rysunku 1.



Rys. 1. Schematyczny rysunek wyświetlacza

Jak widać na rysunku, wyświetlacz składa się z wiersza górnego i dolnego. Każdy wiersz zawiera 24 matryce znakowe ponumerowane od 1 do 24. Każda matryca składa się z 7. wierszy po 5 punktów w wierszu. Wiersze matrycy (tzw. piątki) oznaczone są kolejnymi literami alfabetu od a do g. Wykorzystując wprowadzone oznaczenia, sekwencję czynności wykonywanych przy zmianie stanu wyświetlaczy można zapisać następująco:

1. zgaszenie wyświetlacza,
2. zapisanie piątki a, matrycy 1, wiersza górnego,
3. zapisanie piątki a, matrycy 2, wiersza górnego,
25. zapisanie piątki a, matrycy 24, wiersza górnego,
26. zapisanie piątki b, matrycy 1, wiersza górnego,
27. zapisanie piątki b, matrycy 2, wiersza górnego,
49. zapisanie piątki b, matrycy 24, wiersza górnego,
50. zapisanie piątki c, matrycy 1, wiersza górnego,
169. zapisanie piątki g, matrycy 24, wiersza górnego,
170. zapisanie piątki a, matrycy 1, wiersza dolnego,
171. zapisanie piątki a, matrycy 2, wiersza dolnego,
193. zapisanie piątki a, matrycy 24, wiersza dolnego,
194. zapisanie piątki b, matrycy 1, wiersza dolnego,
195. zapisanie piątki b, matrycy 2, wiersza dolnego,

- 217. zapisanie piątki b, matrycy 24, wiersza dolnego,
- 218. zapisanie piątki c, matrycy 1, wiersza dolnego,

337. zapisanie piątki g, matrycy 24, wiersza dolnego,

338. zapalenie wyświetlacza.

Z przedstawionej procedury wynika, że do wewnętrznego bufora wyświetlacza należy wpisać najpierw wszystkie piątki wiersza górnego, a potem wszystkie piątki wiersza dolnego. Należy przy tym zaznaczyć, że dla uzyskania poprawnego obrazu wyświetlanego tekstu cykl zapisu musi zawierać zapis wszystkich 336. piątek. Jeśli więc, na przykład, trzeba zmienić zawartość jednej z matryc (odpowiada to zmianie jednego znaku w linii tekstu), to należy wykonać wyżej przedstawiony pełny cykl zapisu.

2. Programowy generator znaków

Konstrukcja układu sterującego wyświetlacza narzuciła konieczność zaimplementowania programowego generatora znaków. Na pierwszym etapie projektowania określono repertuar znaków, które mają być wyświetlane (por. tabl. 1).

Ze względu na oszczędność miejsca w pamięci programu repertuar wyświetlanych znaków jest znacznie uboższy niż repertuar znaków kodu ASCII. Zaimplementowanie wszystkich znaków z kodu ASCII dwukrotnie zwiększyłoby wielkość pamięci zajmowanej przez wzorce znaków. Dlatego też zaimplementowano tylko znaki najbardziej potrzebne, tzn. znaki tworzące alfabet dużych liter polskich i cyfry arabskie oraz kilkanaście innych znaków.

Dla każdego znaku, na matrycy 5 na 7 punktów zaprojektowano krój znaku. Przy projektowaniu szczególnie zwrócono uwagę na uzyskanie maksymalnej czytelności znaku, gdyż w rzeczywistości matryca diodowa jest dosyć „rzadka” co znacznie zmniejsza czytelność znaków. Przykładowe kroje znaków przedstawiono na rysunku 2. Dla maksymalnego skrócenia czasu programowej obsługi wyświetlacza zbiór krojów znaków został podzielony na siedem tablic bajtowych.

Kody znaków.

Tablica 1

Kod	Symbol	Uwagi	Kod	Symbol	Uwagi
0		spacja	31	C	
1	-		32	Ć	
2	%		33	D	
3	→	strzałka prawa	34	E	
4	←	strzałka lewa	35	Ę	
5	+		36	F	
6	.		37	G	
7	!		38	H	
8	.		39	I	
9	/		40	J	
10	::		41	K	
11	>		42	L	

Kod	Symbol	Uwagi	Kod	Symbol	Uwagi
12	=		43	Ł	
13	różny	przekreślony znak równości	44	M	
14	>		45	N	
15	?		46	Ń	
16	[47	O	
17]		48	Ó	
18	0		49	P	
19	1		50	Q	
20	2		51	R	
21	3		52	S	
22	4		53	Ś	
23	5		54	T	
24	6		55	U	
25	7		56	V	
26	8		57	W	
27	9		58	X	
28	A		59	Y	
29	Ą		60	Z	
30	B		61	Ż	
			62	ž	

Pierwsza tablica zawiera obrazy piątek „a” krojów znaków, druga – piątek „b” krojów znaków, itd. Piątki w tablicach są uporządkowane wg numerów kodów znaków. Bajt zawierający obraz piątki wygląda następująco:

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	D	D	D	D	D

gdzie:

- X – oznacza, że wartość bitu jest nieistotna,
- D = 0 – dioda związana z tym bitem ma być zapalona,
- D = 1 – dioda związana z tym bitem ma być wygaszona.

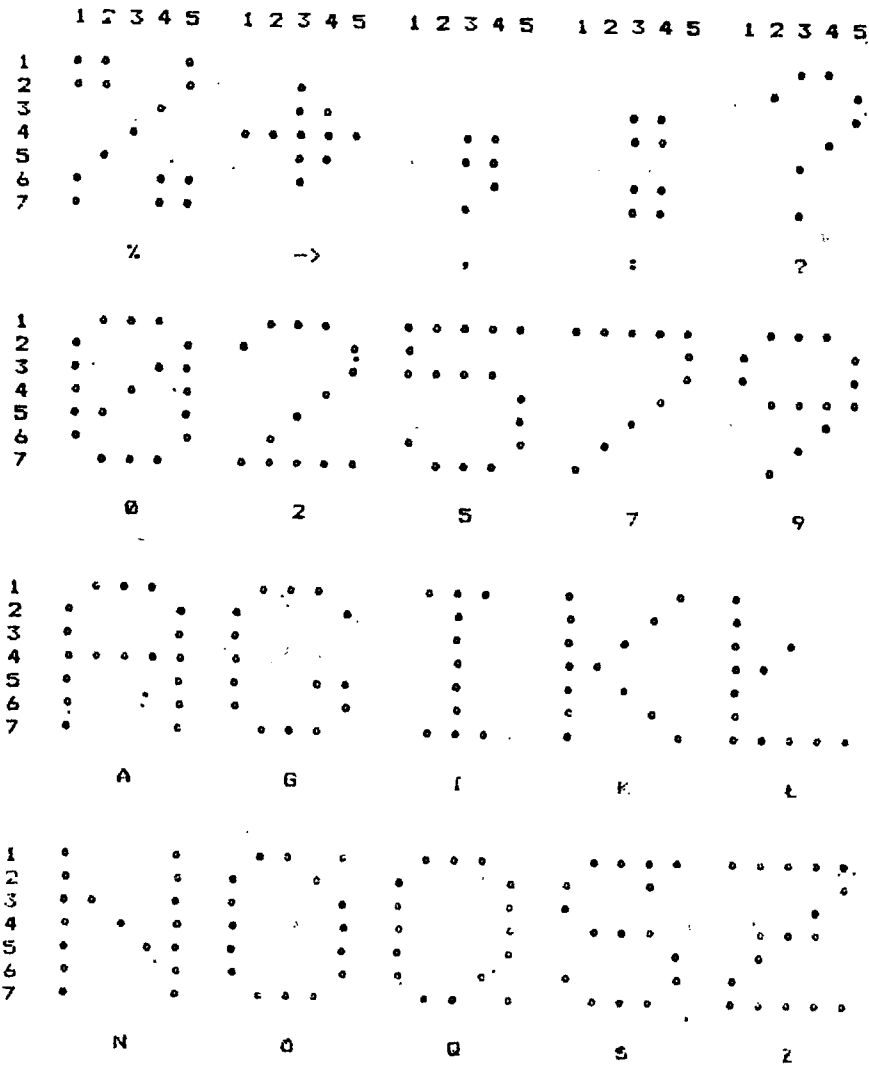
3. Wyświetlanie tekstów

Z górnym wierszem wyświetlacza jest związany bufor BG o długości 72 bajtów, a z dolnym wierszem – bufor BD o długości 24 bajtów. Różnica w długości buforów wynika z różnego charakteru tekstów wyświetlanych w górnym i dolnym wierszu. Ze względu na to, że długość bufora BG jest większa niż długość górnego wyświetlacza, w danej chwili może być wyświetlony tylko fragment tekstu umieszczony w buforze BG. Natomiast tekst umieszczony w buforze BD jest zawsze wyświetlany w całości.

Do obsługi buforów BG i BD służą dwa rodzaje procedur:

- procedury wpisujące tekst do bufora,
- procedury dopisujące tekst do bufora.

Procedury wpisujące tekst, przed dokonaniem zapisu do bufora, wypełniają bufor spacjami. Następnie



Rys. 2. Przykładowe kroje znaków.

do bufora wpisywany jest tekst począwszy od pierwszej pozycji bufora. Procedury dopisujące tekst wpisują tekst do bufora bezpośrednio za tekstem już do niego wpisanym. Dzięki temu możliwe jest składanie tekstów z fragmentów.

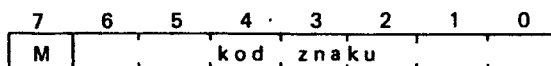
Teksty wpisywane do buforów pochodzą z dwóch źródeł: ze zbioru tekstów gotowych lub z procedur generujących tekst (np. procedur konwersji binarno—dziesiętnej). W zbiorze tekstów, ze względu na oszczędność miejsca, teksty są przechowywane w postaci skompresowanej. Kompresja polega na zastąpieniu ciągu trzech lub więcej spacji przez dwa znaki. Pierwszy z nich jest znakiem specjalnym o kodzie OFFH a drugi określa liczbę skompresowanych spacji. Jeśli na przykład w ciągu bajtów

reprezentujących tekst pojawi się sekwencja wartości OFFH, 005H, oznacza to, że w tym miejscu tekstu ma być wstawione 5 spacji. Procedura kopiująca teksty do buforów BG i BD rozpoznaje znak specjalny oraz występujący za nim licznik i automatycznie zastępuje tę parę bajtów ciągiem spacji o odpowiedniej długości.

Dla uzyskania płynności zmian obrazu wyświetlanych tekstów (zminimalizowanie czasu, wygaszenia wyświetlacza) odwzorowanie zawartości buforów BG i BD na wyświetlaczu przebiega dwuetapowo. W pierwszym etapie obraz wyświetlacza tworzony jest w pośrednim buforze wyświetlacza (PBW). Tworzenie obrazu polega na wpisaniu do bufora PBW sekwencji piątek w takiej kolejności, w jakiej będą wpisywane do wewnętrznego bufora wyświetlacza (WBW). W tym celu wskazany fragment bufora BG przeglądany jest siedmiokrotnie. Podczas pierwszego przeglądu, wg kodów znaków znajdujących się w buforze, wybierane są piątki „a”, przy drugim przeglądaniu – piątki „b”, itd. Następnie analogiczna operacja jest przeprowadzana na buforze BD. Po wpisaniu 336 bajtów do bufora PBW realizowany jest etap drugi, tzn. zgaszenie wyświetlacza, przepisanie zawartości bufora PBW do bufora WBW i zapalenie wyświetlacza. Dzięki takiej organizacji wyświetlania czas wygaszenia wyświetlacza jest minimalny.

4. Mruganie fragmentem tekstu

Oprogramowanie sterujące pracą wyświetlacza zawiera również procedury realizujące mruganie wybranego fragmentu tekstu. Każdy bajt buforów BG i BD ma następującą budowę:



gdzie:

M jest wskaźnikiem mrugania, tzn:

gdy M = 0, to znak jest wyświetlany normalnie,

gdy M = 1, to znak mruga.

Procedura inicjująca mruganie ustawia wskaźnik mrugania na jeden we wszystkich bajtach wskazanego fragmentu bufora. Procedura wyłączająca mruganie wykonuje czynność odwrotną, tzn. zeruje wskaźniki mrugania we wskazanym fragmencie bufora. W pracy wyświetlacza wyróżnione są dwa cykle związane z mruganiem: cykl wygaszenia i cykl podświetlenia. Długości tych cykli są różne, tzn. cykl wygaszenia jest około 3 razy krótszy niż cykl podświetlenia. Na początku cyklu wygaszenia w buforze PBW jest tworzony aktualny obraz wyświetlanego tekstu, przy czym znaki, przy których wskaźnik mrugania jest ustawiony na jeden, traktowane są jak spacje. Wyświetlenie zawartości tak przygotowanego bufora PBW powoduje, że podczas całego cyklu wygaszenia odpowiedni fragment tekstu będzie wygaszony. Po cyklu wygaszenia następuje cykl podświetlenia, podczas którego zawartość bufora jest wyświetlana w normalny sposób, tzn. tak jak wtedy, gdy wskaźniki mrugania są wyzerowane.

5. Testowanie wyświetlacza

Układy typu VQC10 nie mają możliwości samotestowania (np. kontroli wielkości pobieranego prądu). W opisywanym tutaj zastosowaniu, układ sterujący wyświetlaczem zbudowanym z tego typu układów również nie ma wbudowanych żadnych funkcji testujących. Z tego powodu jedyną możliwością kontroli poprawności pracy wyświetlacza jest kontrola wizualna. Do tego celu skonstruowano test

programowy wyświetlający w obu wierszach tekst składający się ze wszystkich znaków należących do repertuaru znaków tego wyświetlacza. Tekst złożony ze znaków o kolejnych kodach co około 1 sekundę przesuwa się o jeden znak w lewo. Znaki o niższych kodach „wypychane” są poza wyświetlacz z lewej strony, a z prawej strony „wchodzą” znaki o kolejnych wyższych kodach. Po wyświetleniu znaków o najwyższym kodzie, kierunek ruchu tekstu zmienia się na przeciwny. Oba wiersze wyświetlacza testowane są równocześnie w ten sam sposób. Jedyną różnicą jest to, że tekst w dolnym wierszu jest przesunięty o jeden znak w lewo w stosunku do tekstu wyświetlonego w górnym wierszu.

Literatura

- [1] Panel programowania dla robotów IRp-6/60. Opis techniczny. Dokumentacja w archiwum PIAP nr 4728. Warszawa, 1987