



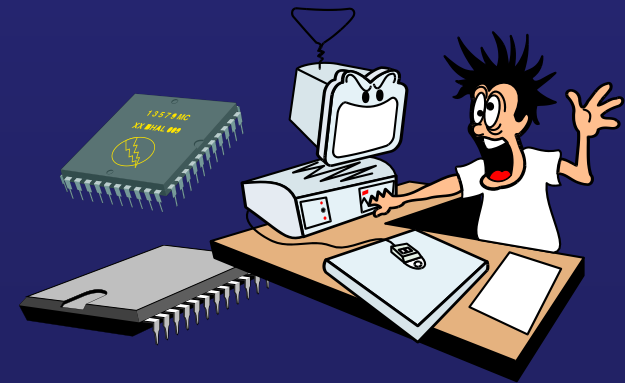
WYDZIAŁ FIZYKI
i INFORMATYKI STOSOWANEJ
Uniwersytet Łódzki



Systemy wbudowane



Witold Kozłowski



<https://std2.phys.uni.lodz.pl/mikroprocesory/>

Systemy wbudowane

Kierunek: Informatyka
PRACOWNIA DYDAKTYCZNA

Uwaga !!!

**Proszę o wyłączenie
telefonów komórkowych**

na wykładzie i laboratorium

Wykład 5.

Sterowanie alfanumerycznym wyświetlaczem LCD

Wyświetlacz LCD Liquid Crystal Display

Wyświetlacze ciekłokrystaliczne

-rozpowszechnione są także pod nazwą wyświetlaczy LCD. Możemy je spotkać w zegarkach elektronicznych, discmanach, radiach przenośnych lub samochodowych, lodówkach, telewizorach, pralkach i w wielu wielu innych dziedzinach życia.

Wykorzystują one specjalne właściwości ciekłych kryształów. Kryształy takie mogą zachowywać się jak ciecze lub kryształy. Poniżej dopuszczalnej temperatury ciekły kryształ zmienia się w ciało stałe o właściwościach:

- anizotropowych, tzn. że ich właściwości fizyczne zależą od tego jak się je bada, np. przewodnictwo cieplne, współczynnik załamania światła, czy stała dielektryczna.

- natomiast powyżej górnej dopuszczalnej temperatury zmienia się w ciecz izotropową,

Wyświetlacz LCD Liquid Crystal Display

Ciekły kryształ

Jest zbudowany z podłużnych molekuł w kształcie cygar, mających duży moment dipolowy. Dzięki temu tworzą one luźno uporządkowane układy, nazywane: nematycznymi, smektycznymi i cholesterycznymi.

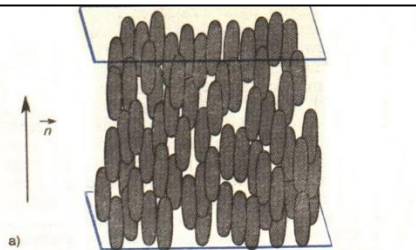
W zależności od sposobu ułożenia molekuł we wskaźnikach wykorzystuje się struktury, w których molekuły są ułożone równoległe i mogą poruszać się w kierunku swoich osi głównych oraz obracać wokół nich. Pomiedzy molekułami występują małe siły międzycząsteczkowe. Ułożenie molekuł może być więc zmieniane pod wpływem niewielkich pól elektrycznych



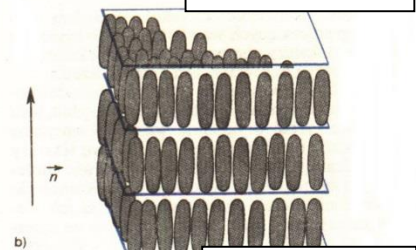


Liquid crystals LQ

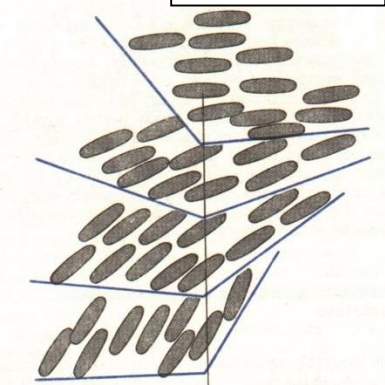
Struktura ciekłych kryształów



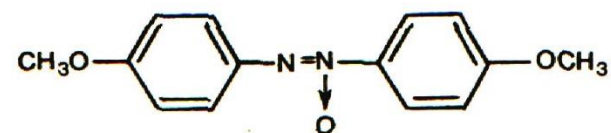
Nematyczny



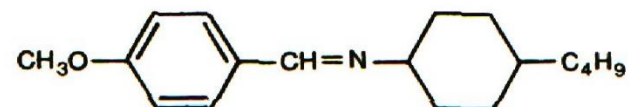
Smektyczny



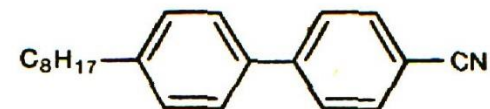
Cholesterolowy



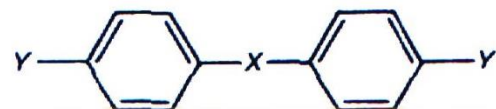
p-azoksyanizol (PAA)



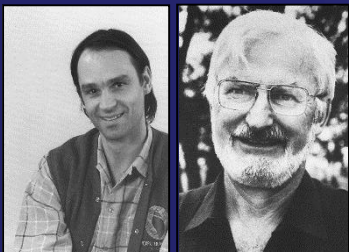
4-*n*-butylo-*N*-(4-metoksybenzylideno)-anilina (MBBA)



oktylocyjanodwufenyli (OCB)



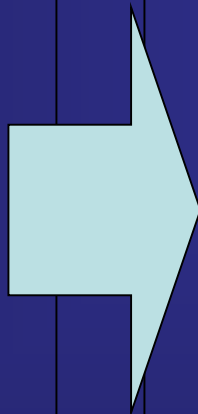
Tunelowanie – Skaningowy Mikroskop Tunelowy



G. Binnig H. Rohrer

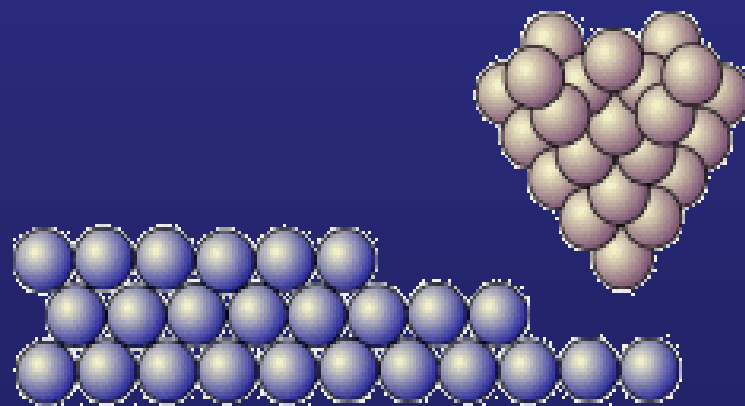


*Nagroda Nobla z Fizyki
za 1986 rok*



STM

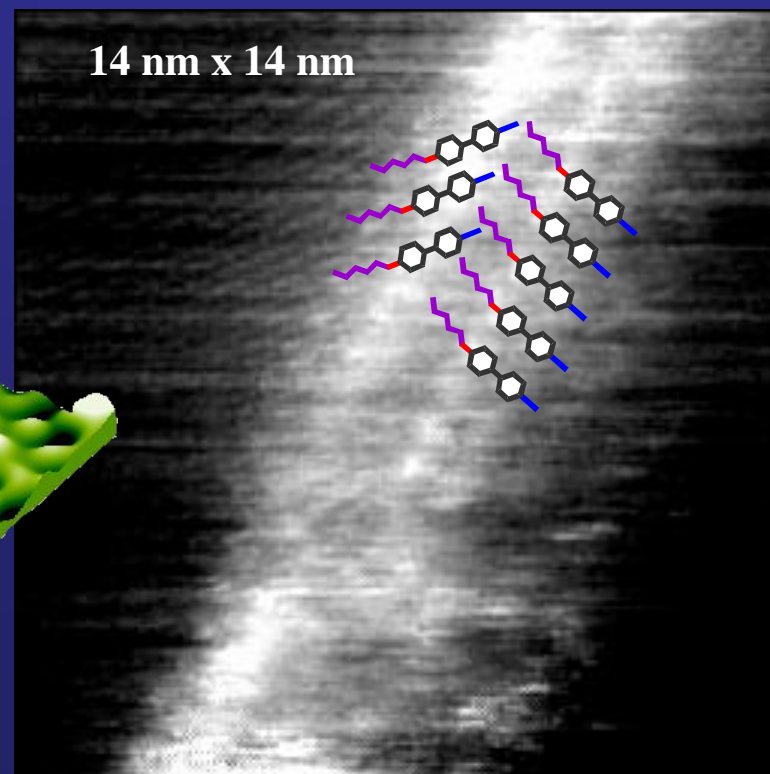
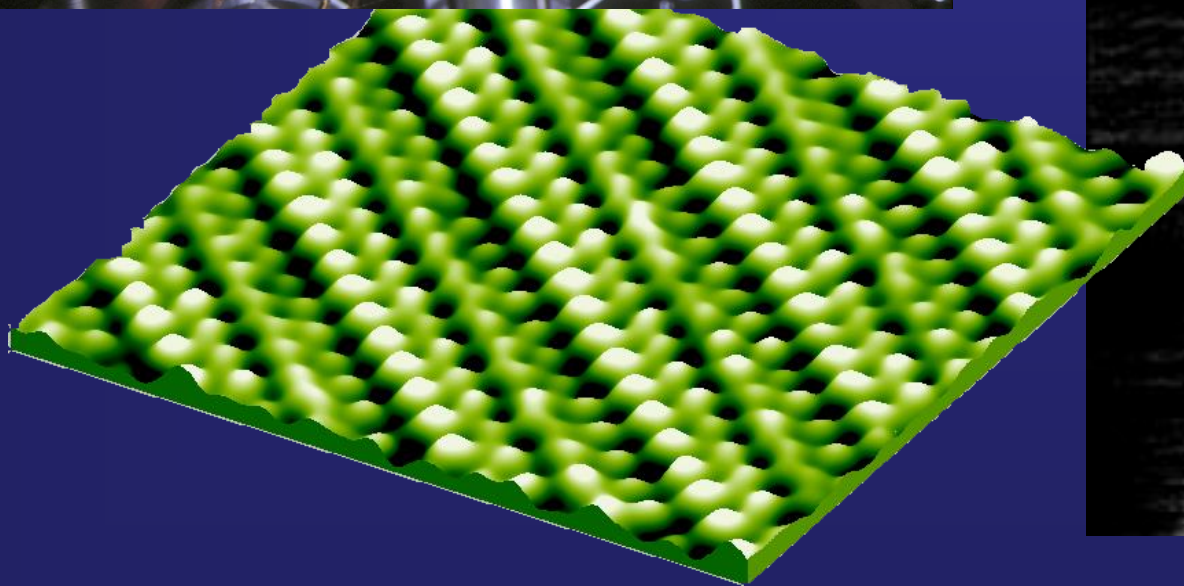
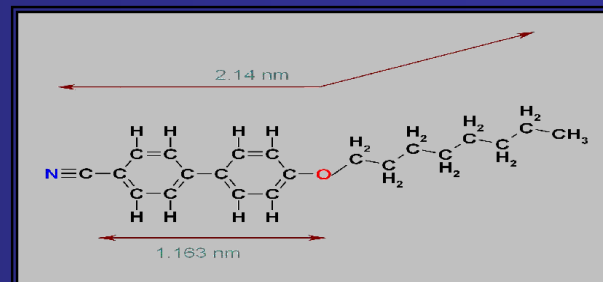
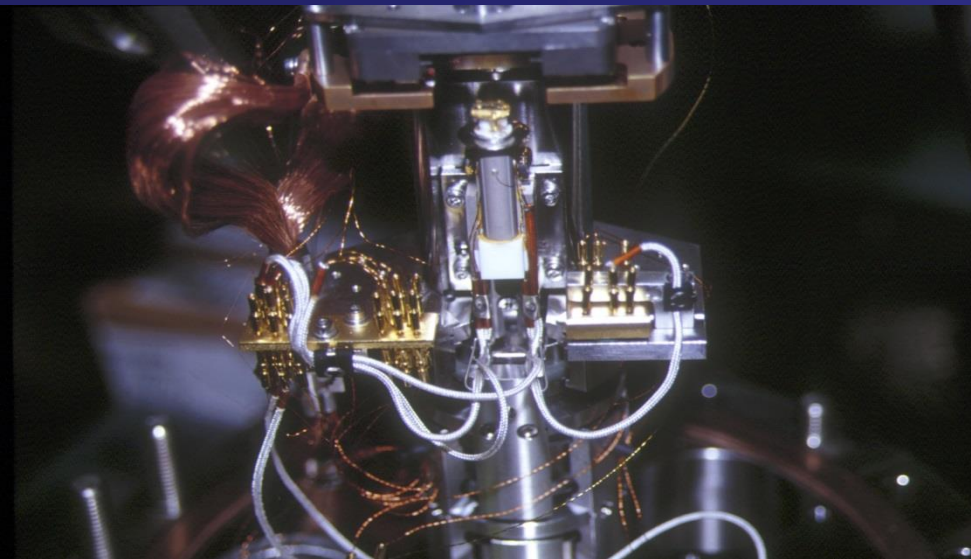
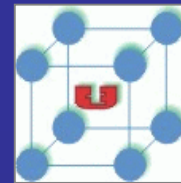
Skaningowy Mikroskop Tunelowy





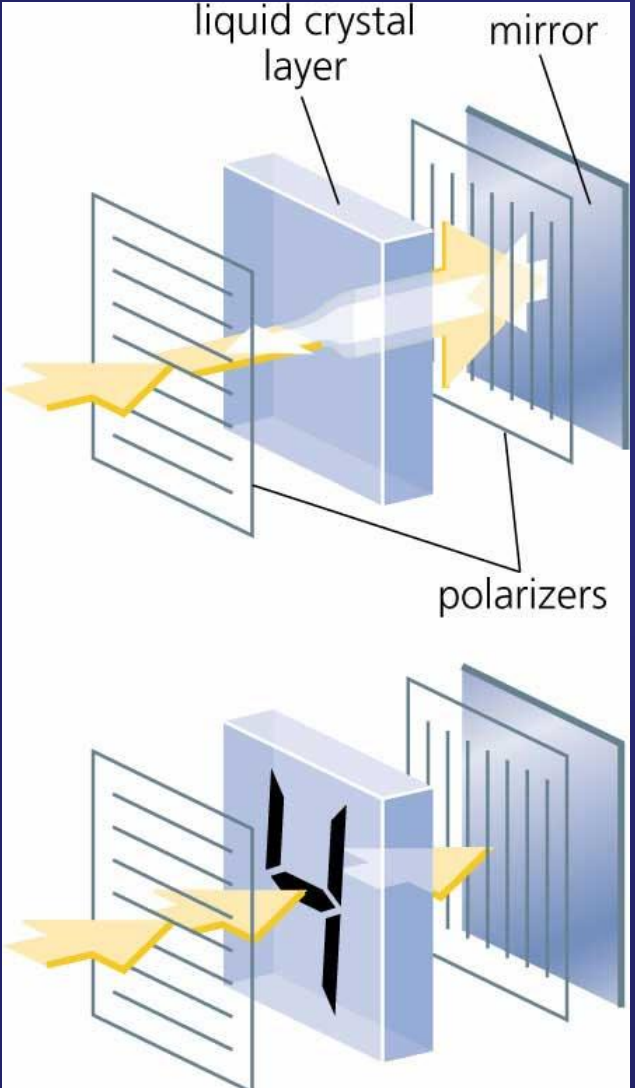
Skaningowy Mikroskop Tunelowy

głowica skanująca

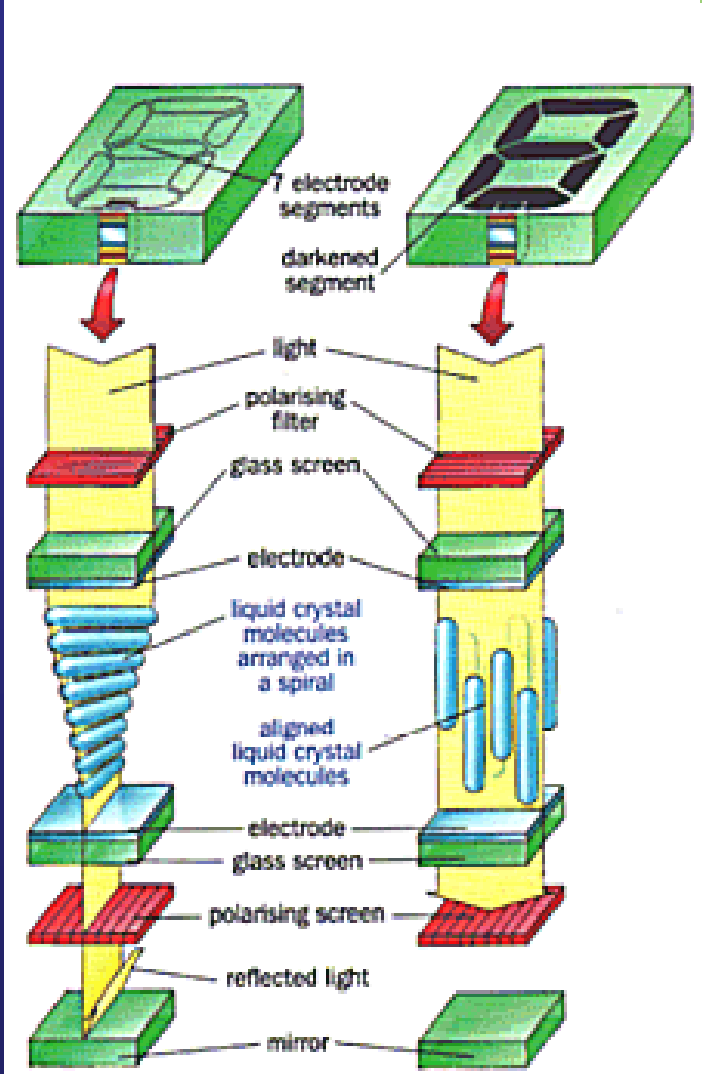


wskaźniki
refleksyjne

Wyświetlacz LCD Liquid Crystal Display



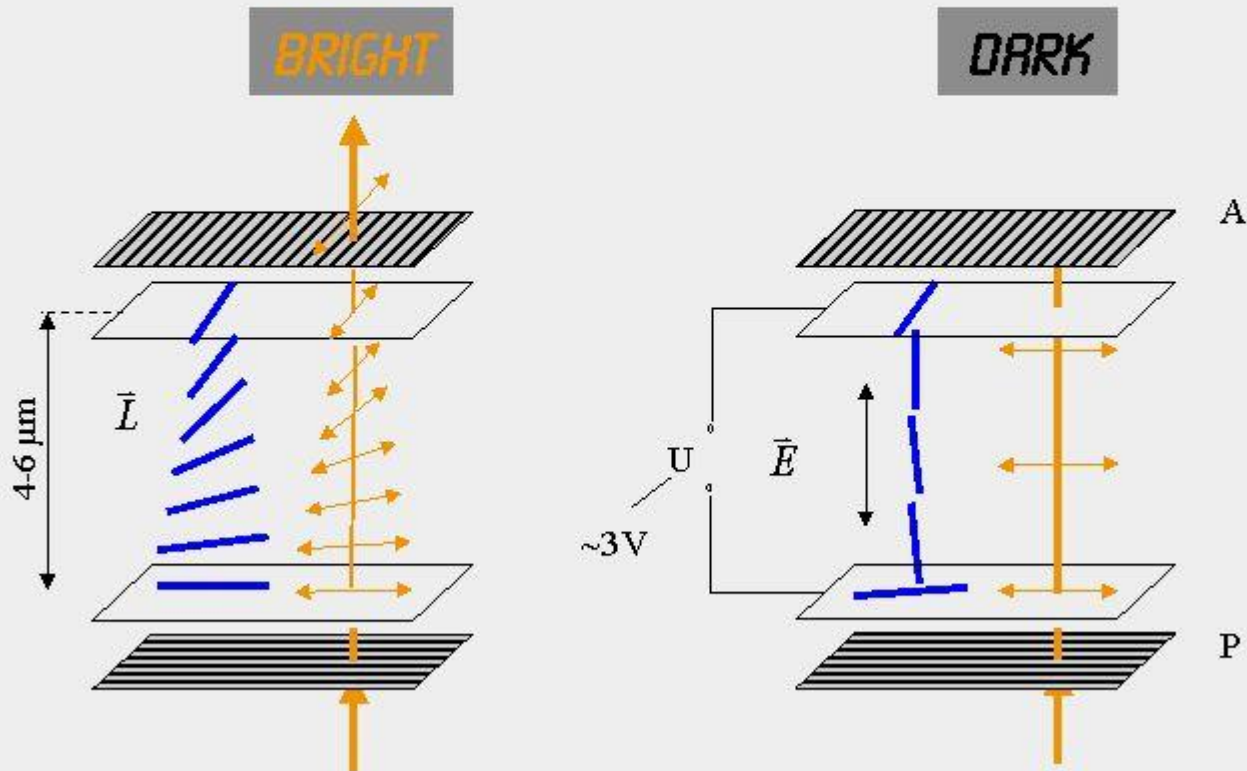
Precision Graphics



Wskaźniki
transmisyjne

Wyświetlacz LCD Liquid Crystal Display

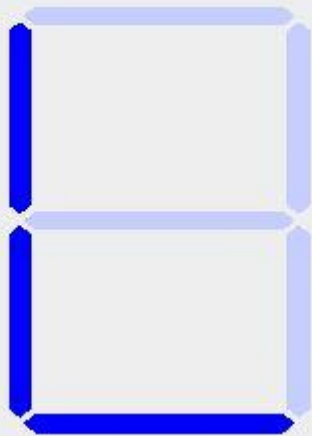
Twisted Nematic effect (Schadt-Helfrich effect)



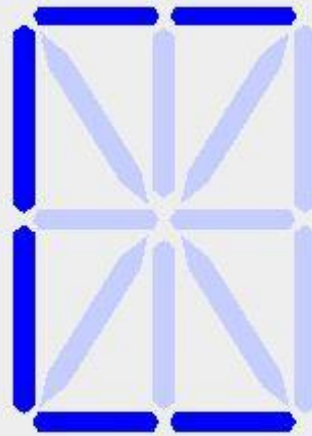
Wyświetlacz LCD

Liquid Crystal Display

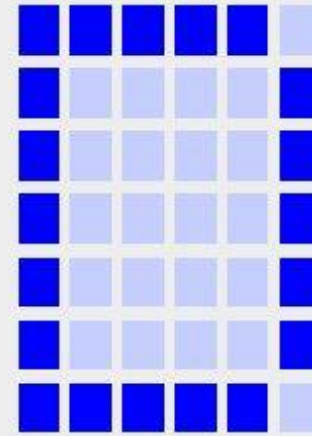
electrode configurations



7 segments



16 segments



5 x 7 matrix

Wyświetlacz LCD

Liquid Crystal Display

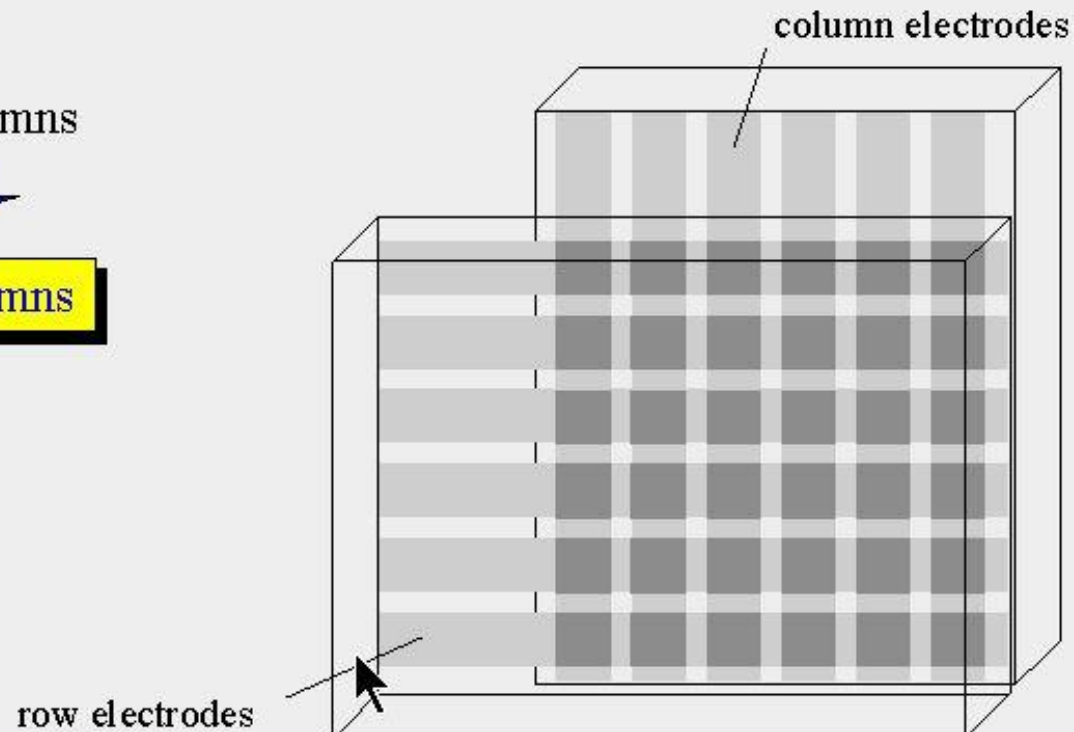
passive matrix displays

reduction in numbers
of connections:

rows x columns



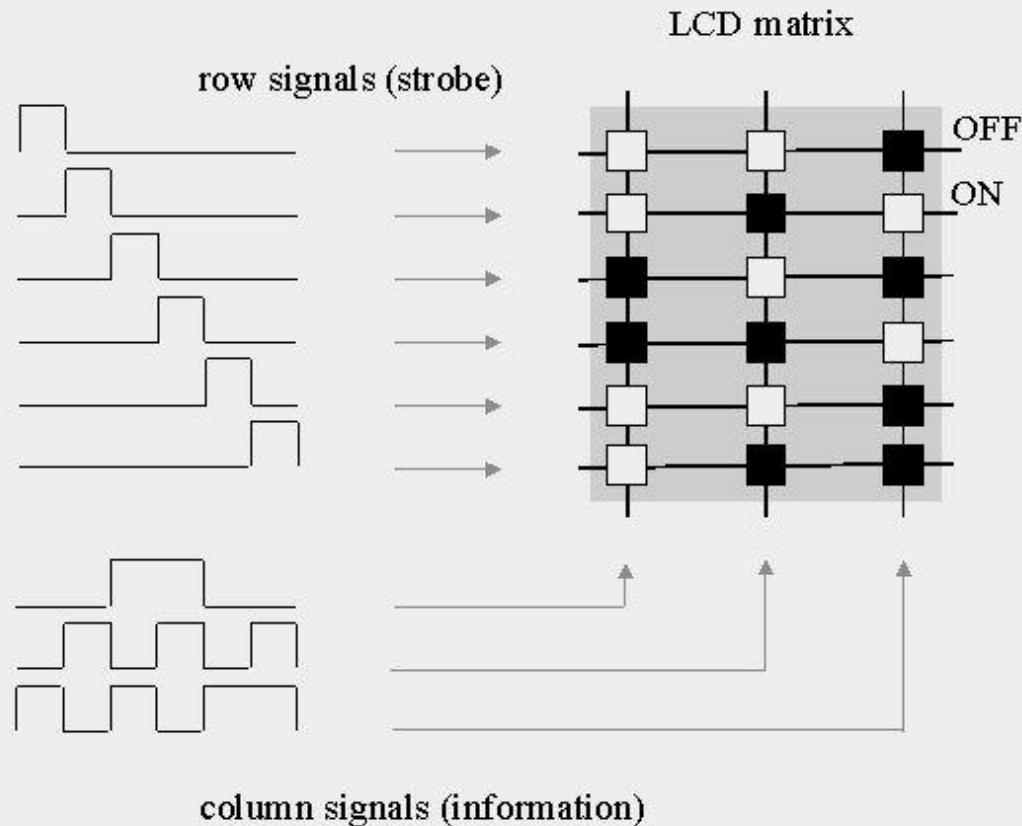
rows + columns

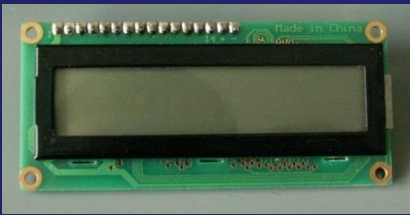


Wyświetlacz LCD

Liquid Crystal Display

time multiplexing





Wyświetlacz LCD

WADY:

Wskaźniki LCD nie są źródłami światła. Ich czytelność zależy przede wszystkim od oświetlenia zewnętrznego (wskaźniki refleksyjne) lub oświetlenia wewnętrznego (wskaźniki transmisyjne). Ich trwałość jest mniejsza niż wskaźników cyfrowych np. LED (10 000 - 20 000 h). Wymagają zasilania napięciem przemiennym, co wymaga bardziej rozbudowanego układu elektronicznego. Posiadają dużą bezwładność. Odpowiedź na sygnał sterujący pojawia się po 10 - 20 ms od chwili włączenia i 100 - 200 ms od chwili wyłączenia.

ZALETY:

Największą zaletą wskaźników ciekłokrystalicznych LCD jest bardzo mały pobór mocy (10^{-4} - 10^{-5} W), co ma podstawowe znaczenie w urządzeniach przenośnych zasilanych z baterii, np. w zegarkach i kalkulatorach lub monitorach ciekłokrystalicznych,

Wyświetlacz LCD



Wypr.	Symbol	Aktywny	Funkcja
1	VSS	L	Minus zasilania
2	VDD	H	Plus zasilania
3	VEE	-	Regulacja kontrastu
4	RS	H / L	Wybór rejestru
5	R/W	H / L	H: odczyt/L: zapis
6	E	H	Sygnal zezwalający (<i>enable</i>)
7	D0	H / L	Linia danych D0
8	D1	H / L	Linia danych D1
9	D2	H / L	Linia danych D2
10	D3	H / L	Linia danych D3
11	D4	H / L	Linia danych D4
12	D5	H / L	Linia danych D5
13	D6	H / L	Linia danych D6
14	D7	H / L	Linia danych D7

Połączenie wyświetlacza LCD z mikrokontrolerem

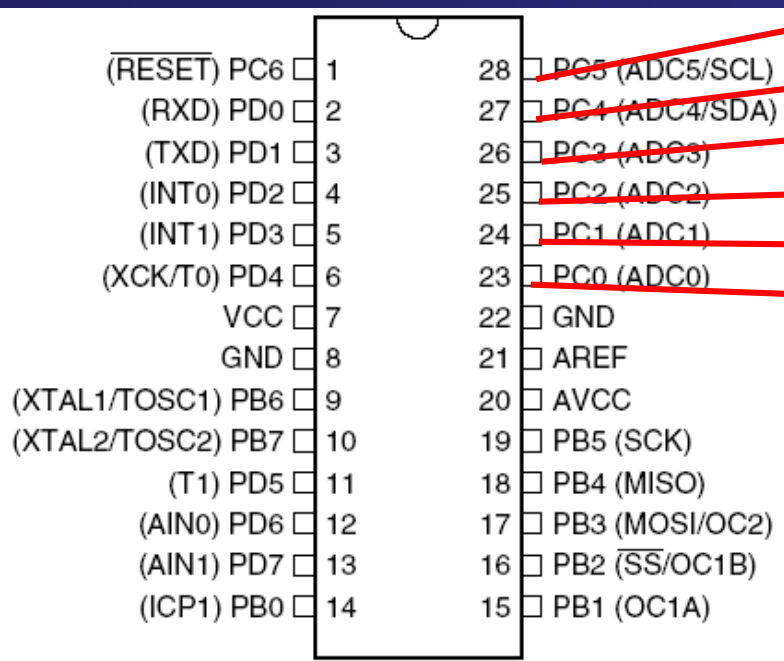


Linie sygnałowe wyświetlacza LCD można dołączyć do dowolnie wybranych wyprowadzeń mikrokontrolera *

Na ćwiczeniach będziemy używać portu C do obsługi wyświetlacza:

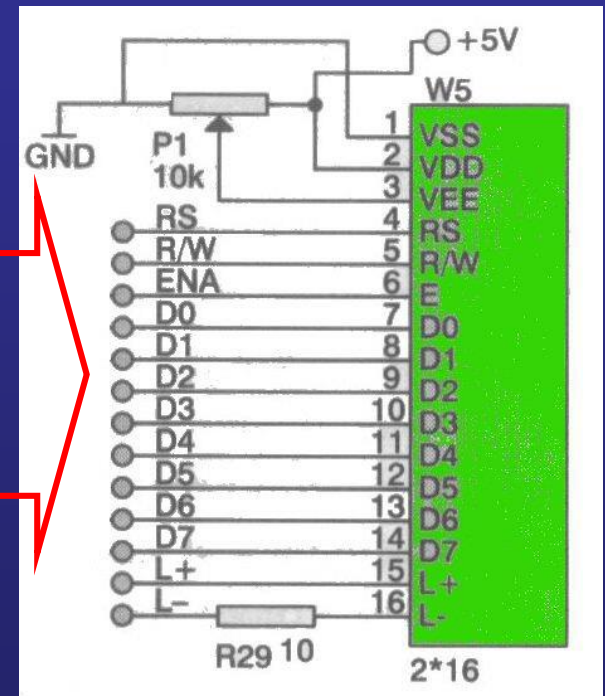
*pod warunkiem, że wyprowadzenia te nie są już wykorzystane.

Połączenie wyświetlacza LCD z mikrokontrolerem



Port C	LCD
PC7	-
PC6	Reset
PC5	E
PC4	RS
PC3	D7
PC2	D6
PC1	D5
PC0	D4

6 wyj. do wyświetlacza



Wejścia wyświetlacza LCD - R/W, D0..D4 niewykorzystane powinny być podłączone do masy

Konfiguracja portów mikrokontrolerem dla wyświetlacza LCD

BASCOM-AVR Options

Compiler | Communication | Environment | Simulator | Programmer | Monitor | Printer

Chip | Output | Communication | I2C, SPI, 1WIRE | **LCD**

LCD type: 16 * 1

BUS mode: 4-bit 8-bit

Data mode: pin bus

LCD-address: C000

RS-address: 8000

Make upper 3 bits 1 in LCD designer

Enable: PORTC.5

RS: PORTC.4

DB7: PORTC.3

DB6: PORTC.2

DB5: PORTC.1

DB4: PORTC.0

Default Ok Cancel Compiler Option

Inicjalizacja Wyświetlacza LCD

Procedura inicjalizacji wykona się prawidłowo jeśli:

- napięcie zasilania narasta od 0,2 do 4.5 V w czasie 0,1...10 ms.

Moduł jest wtedy gotowy do przyjmowania komend i znaków.

Jeżeli procedura inicjalizacji się nie powiedzie lub nie odpowiada wymaganiom użytkownika, to należy wykonać programową procedurę inicjalizacji.

Programowa Procedura Inicjalizacji wyświetlacza LCD



Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tą operacją

Function Set – interfejs 8-bitowy

Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tą operacją

Function Set – interfejs 8-bitowy

Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tą operacją

Function Set – interfejs 8-bitowy

Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tymi operacjami

Function Set – interfejs 4-bitowy

Function Set

Display OFF

Display Clear

Entry Mode Set

Instrukcja	Kod										Funkcja	Czas wykonania
	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Wygaszenie ekranu – kursor na pozycję wyjściową (adres 0)	1,64 ms
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	* Kursor wraca na pozycję wyjściową – zawartość pamięci DD RAM się nie zmienia	1,64 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Ustawienie kierunku przesuwania się kursora, kiedy dane są zapisywane lub odczytywane z pamięci DD RAM	40 μs
Display ON/OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Włączenie lub wyłączenie ekranu (bit D), kursora (bit C) oraz migania kursora (bit B)	40 μs
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Przesunięcie kursora i przesunięcie o jedną pozycję wyświetlanego tekstu bez zmiany pamięci DD RAM	40 μs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Ustawienie trybu pracy wyświetlacza (8 lub 4 bity), parametru Duty i rodzaju wzorca (5x7 lub 5x10)	40 μs
CG RAM Address Set	0	0	0	1	Acg						Ustawienie adresu pamięci CG RAM do rozpoczęcia zapisu lub odczytu tej pamięci	40 μs
DD RAM Address Set	0	0	1	Add						Ustawienie adresu pamięci DD RAM do rozpoczęcia zapisu lub odczytu tej pamięci	40 μs	
BF/Address Read	0	1	BF	AC						Odczytanie znacznika BF sygnalizującego, że moduł jest zajęty oraz licznika adresu (dla pamięci DDRAM i CG RAM)	0 μs	
Write Data to CG RAM or DD RAM	1	0	Zapisywana dana						Zapisywanie danej do pamięci CG RAM lub DD RAM	40 μs		
Data Read from CG RAM or DD RAM	1	1	Odczytywana dana						Odczytywanie danych z pamięci DD RAM lub CG RAM	40 μs		

* – wartość bitu nie jest istotna

I/D = 1 – inkrementacja

I/D = 0 – dekrementacja

S/C=1 – przesuwanie wyświetlacza

S/C=0 – przesuwanie kursora

C=1 – kursor włączony

C=0 – kursor wyłączony

S=1 – przesuwanie wyświetlania

S=0 – przesuwanie wyłączone

N=1 – 1/16duty

N=0 – 1/8duty lub 1/11duty

BF=1 – moduł zajęty

BF=0 – wysyłane dane są akceptowane

B=1 – miganie kursora

B=0 – miganie wyłączone

F=1 – znaki 5x10

F=0 – znaki 5x7

DL=1 – interfejs 8-bitowy

DL=0 – interfejs 4-bitowy

R/L=1 – przesuwanie w prawo

R/L=0 – przesuwanie w lewo

D=1 – wyświetlanie włączone

D=0 – wyświetlanie wyłączone

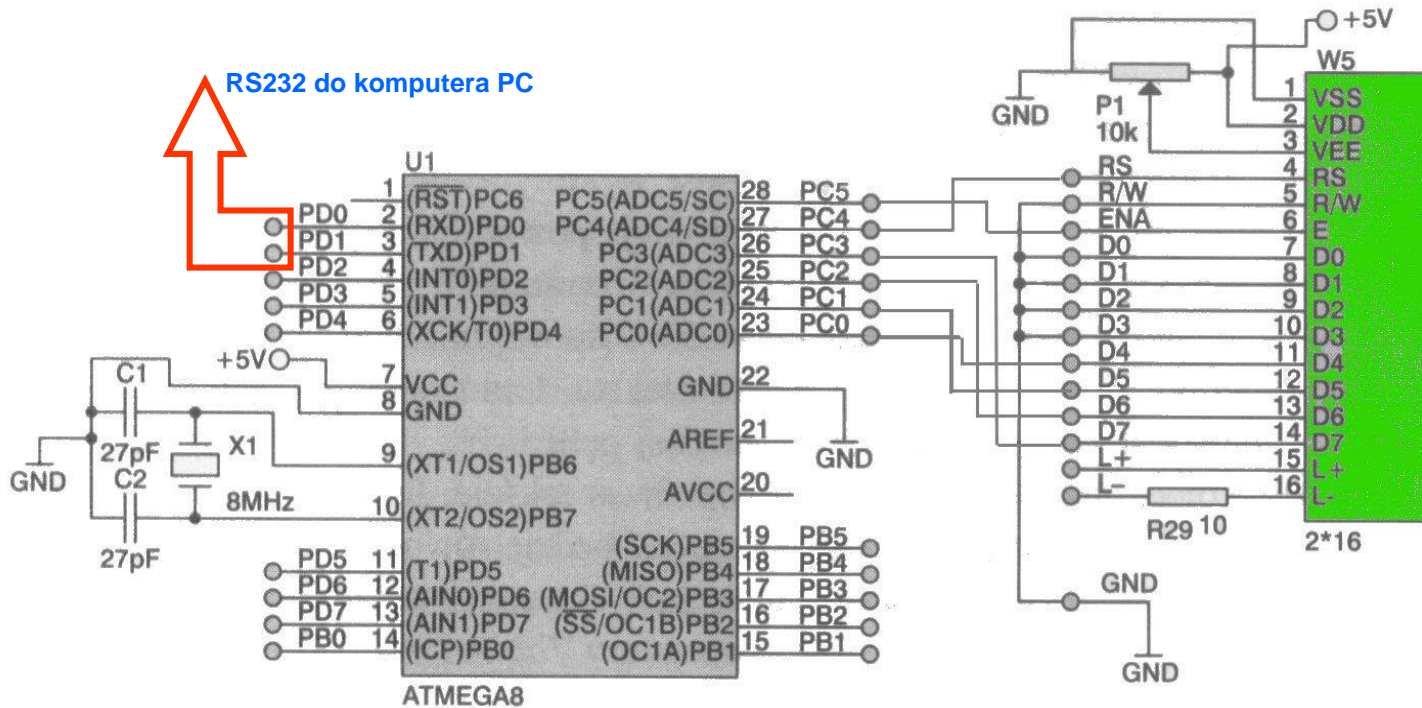
Zestaw instrukcji sterujących pracą sterownika LCD

Program 9

Programowa Procedura Inicjalizacji Wyświetlacza
LCD

Program 9

Programowa Procedura Inicjalizacji Wyświetlacza LCD



Port C	LCD
PC7	-
PC6	Reset
PC5	EN
PC4	RS
PC3	D7
PC2	D6
PC1	D5
PC0	D4

Programowa Procedura Inicjalizacji Wyświetlacza LCD

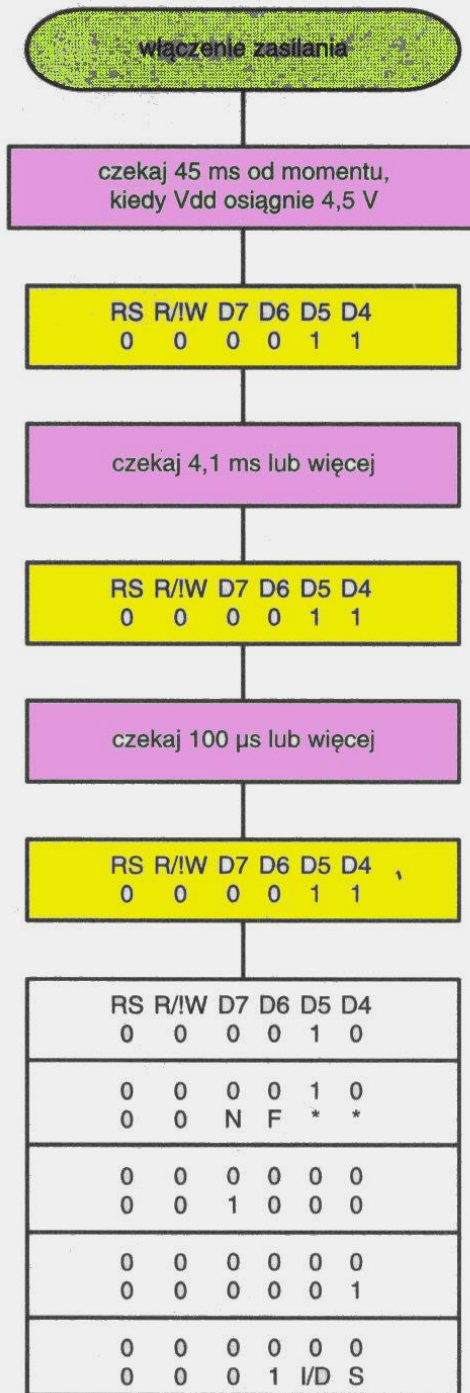
PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0	Funkcje sterujące
EN	RS	D7	D6	D5	D4	
↑↓ 0-1-0	0	0	0	1	1	Funkcja Set – interfejs 4 bitowy
↑↓ 0-1-0	0	0	0	1	1	
↑↓ 0-1-0	0	0	0	1	1	
↑↓ 0-1-0	0	0	0	1	0	
↑↓ 0-1-0	0	0	0	1	0	Funkcja Set
↑↓ 0-1-0	0	N=1	F= 0	0	0	F=0 znak 5x7, N=1 dwie linie,
↑↓ 0-1-0	0	0	0	0	0	D=1 Display ON, C=1 Cursor ON, B=1 Blink ON
↑↓ 0-1-0	0	1	D=1	C=1	B=1	
↑↓ 0-1-0	0	0	0	0	0	Display Clear
↑↓ 0-1-0	0	0	0	0	1	
↑↓ 0-1-0	0	0	0	0	0	Entry Mode Set S=1 Przes.wyś OFF I\N=1 Kurs. w prawo
↑↓ 0-1-0	0	0	1	I\N=1	S=0	
Przesyłanie znaków do wyświetlenia						
↑↓ 0-1-0	1	0	1	1	0	Przesyłanie znaków do wyświetlenia znak „a” - 01100001 - 97
↑↓ 0-1-0	1	0	0	0	1	

Programowa Procedura Inicjalizacji Wyświetlacza LCD

D7
D6
D5
D4
RS
EN



Programowa Procedura Inicjalizacji wyświetlacza LCD



Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tą operacją

Function Set – interfejs 8-bitowy

Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tą operacją

Function Set – interfejs 8-bitowy

Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tą operacją

Function Set – interfejs 8-bitowy

Uwaga! Znacznik zajętości nie może być sprawdzany przed tymi operacjami

Function Set – interfejs 4-bitowy

Function Set

Display OFF

Display Clear

Entry Mode Set

Ustawienie adresu pamięci
DDRAM do rozpoczęcia
zapisu

0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0

Program 9

Programowa Procedura Inicjalizacji Wyświetlacza LCD

```
D:\Mikroprocesory\Bascom Coleg\ba...
Sub
$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 8000000

Config Portc = Output
'---Programowa inicjalizacja-
Portc = &B000011
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000011
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000011
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000010
Set Portc.5
Reset Portc.5
'-----Function set-----
Portc = &B000010
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000000
Set Portc.5
Reset Portc.5
'-----Display-----
Portc = &B000000
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B001111
Set Portc.5
Reset Portc.5
'-----Entry Mode-----
Portc = &B000000
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000110
Set Portc.5
Reset Portc.5
```

```
D:\Mikroprocesory\Bascom Coleg...
Sub
'-----clear-----
Portc = &B000000
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000001
Set Portc.5
Reset Portc.5

'--Ustawienie adresu DDRAM-
Portc = &B001000
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B000000
Set Portc.5
Reset Portc.5

'-----dana a-----
Portc = &B010110
Set Portc.5
Reset Portc.5

Portc = &B010001
Set Portc.5
Reset Portc.5

End
```


Higher 4bit Lower 4bit	0000	0010	0011	0100	010	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000		0	a	P	\	r		-	9	3	e	a	p
xxxx0001	!	1	A	Q	a	a	a	7	7	4	a	a	q
xxxx0010	"	2	B	R	b	r	r	r	r	x	e	e	e
xxxx0011	#	3	C	S	s	s	s	s	s	e	e	e	e
xxxx0100	\$	4	D	T	t	t	t	t	t	k	k	k	k
xxxx0101	%	5	E	U	u	u	u	u	u	.	.	.	.
xxxx0110	&	6	F	V	v	v	v	v	v	o	o	o	o
xxxx0111	'	7	G	W	w	w	w	w	w	r	r	r	r
xxxx1000	(	8	H	X	x	x	x	x	x	o	o	o	o
xxxx1001	)	9	I	Y	y	y	y	y	y	u	u	u	u
xxxx1010	*	:	J	Z	z	z	z	z	z	v	v	v	v
xxxx1011	+	;	K	L	l	l	l	l	l	o	o	o	o
xxxx1100	,	<	L	#	1	1	1	1	1	o	o	o	o
xxxx1101	-	=	M	I	n	n	n	n	n	o	o	o	o
xxxx1110	.	>	N	^	n	n	n	n	n	o	o	o	o
xxxx1111	/	?	O	_	o	e	e	e	e	o	o	o	o

Wygląd znaków zapisanych w generatorze znaków sterownika LCD HD44870 (wersja standardowa)

a = 01100001

```

D:\Mikroprocesory\Bascom Colege\basA...
Sub
  '-----Entry Mode-----
  Portc = &B000000
  Set Portc.5
  Reset Portc.5

  Portc = &B000111
  Set Portc.5
  Reset Portc.5

  '-----dana a-----
  Portc = &B010110
  Set Portc.5
  Reset Portc.5

  Portc = &B010001
  Set Portc.5
  Reset Portc.5

End
  
```

Instrukcje

Instrukcje Bascom Basic dla wyświetlacza
LCD

Config Lcd = 16 * 2

'konfiguracja typu LCD

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.0 , Db5 = Portc.1 , Db6 = Portc.2 , Db7 = Portc.3 , E = Portc.5 , Rs = Portc.4

'konfiguracja linii, do których dołączono wyświetlacz

Cls

'kasuje (czyści) zawartość ekranu wyświetlacza LCD

Lcd "*" Bascom AVR *"

'wyświetlenie w pierwszej linii tekstu *Bascom AVR *

Lcd A

'wyświetlenie wartości zmiennej A

Lcd Chr (A)

'wyświetlenie znaku o kodzie ASCII o wartości zmiennej A

Lowerline

'wybranie drugiej linii

Shiftd Right

'tekst zostanie przesunięty w prawo dla wszystkich linii wyświetlacza

Shiftd Left

'tekst zostanie przesunięty w lewo dla wszystkich linii wyświetlacza

Locate 2 , 2

'ustawienie pozycji kursora na drugą linię i drugą pozycję

Shiftd Right

'przesunięcie kursora o jedną pozycję w prawo

Home Upper

'wybranie pierwszej linii i powrót kursora na jej początek

Cursor Off Noblink

'wyłączenie kursora

Cursor On Blink

'włączenie migającego kursora

Display Off

'wyłączenie wyświetlacza

Display On

'włączenie wyświetlacza

Kod ASCII wyświetlacza LCD

Przykład wykorzystania wewnętrznego podprogramu `_write_lcd`

Wartość dziesiętna
kod ASCII

`_temp1 = 33`

'wartość wpisywana do rejestru R24 mikrokontrolera, wskazywanego przez `_temp1` zostanie wyświetlona

`RCALL _write_lcd`

'wyświetlona zostanie wartość ! o kodzie ASCII 33

`Lcd Chr (33)`

'wyświetlenie znaku o kodzie ASCII o wartości zmiennej A

Kod ASCII

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	\$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[[123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135]]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		DEL

Kod ASCII wyświetlacza LCD

128	Ç	144	É	161	í	177	⌘	193	⊥	209	⌘	225	β	241	±
129	ù	145	æ	162	ó	178	⌘	194	⌘	210	π	226	Γ	242	≥
130	é	146	Æ	163	ú	179	|	195	⌘	211	⌘	227	π	243	≤
131	â	147	ô	164	ñ	180	⌘	196	—	212	⌘	228	Σ	244	∫
132	ä	148	ö	165	Ñ	181	⌘	197	⌘	213	⌘	229	σ	245	∫
133	à	149	ò	166	ª	182	⌘	198	⌘	214	⌘	230	μ	246	+
134	ã	150	û	167	º	183	π	199	⌘	215	⌘	231	τ	247	≈
135	ç	151	ù	168	¿	184	⌘	200	⌘	216	⌘	232	Φ	248	°
136	ê	152	—	169	—	185	⌘	201	⌘	217	⌘	233	⊙	249	.
137	ë	153	Ö	170	—	186	⌘	202	⌘	218	⌘	234	Ω	250	.
138	è	154	Û	171	½	187	⌘	203	⌘	219	■	235	δ	251	√
139	ì	156	£	172	¼	188	⌘	204	⌘	220	■	236	∞	252	—
140	î	157	¥	173	ı	189	⌘	205	=	221	■	237	φ	253	z
141	ï	158	—	174	«	190	⌘	206	⌘	222	■	238	e	254	■
142	Ä	159	f	175	»	191	⌘	207	⌘	223	■	239	∩	255	
143	Å	160	á	176	⌘	192	L	208	⌘	224	α	240	≡		

Source : www.LookupTables.com

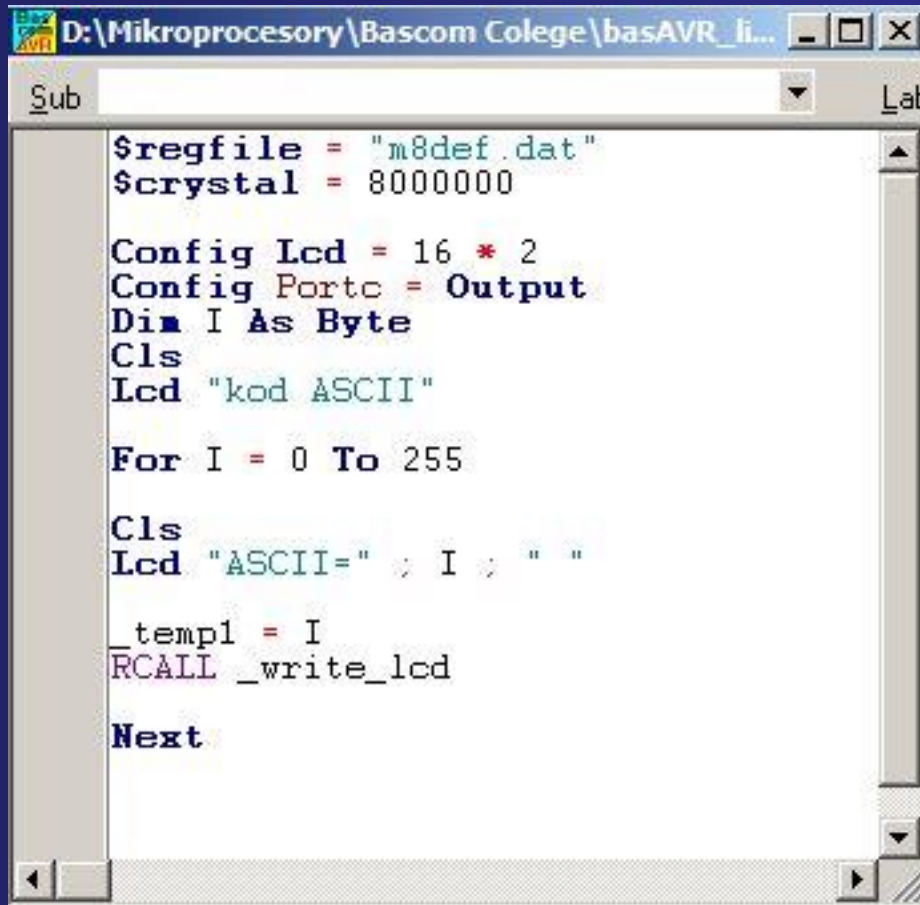
Niestety większość znaków kodu ASCII nie są generowane przez generator znaków wyświetlacza LCD

Program 10

Kod ASCII wyświetlane przez wyświetlacz
LCD

Kod ASCII wyświetlane przez wyświetlacz LCD

Przykład wykorzystania wewnętrznego podprogramu `_write_lcd`



```
Sub
$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 8000000

Config Lcd = 16 * 2
Config Portc = Output
Dim I As Byte
Cls
Lcd "kod ASCII"

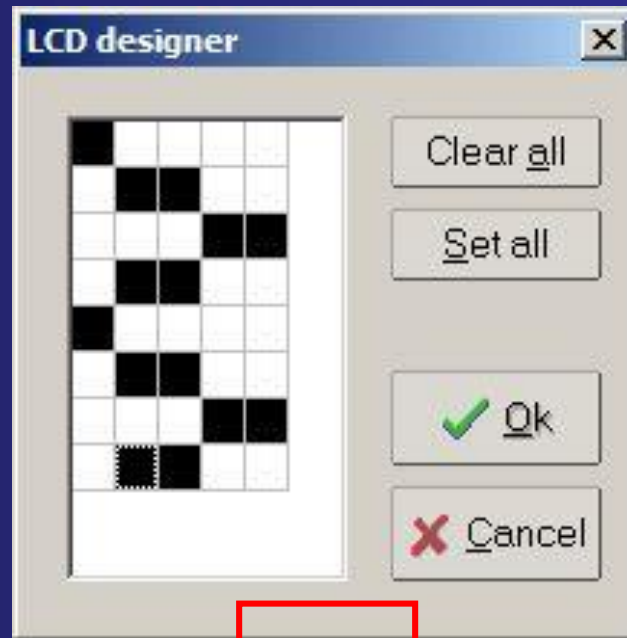
For I = 0 To 255

Cls
Lcd "ASCII=" ; I ; " "

_temp1 = I
RCALL _write_lcd

Next
```


Projektowanie własnych znaków dla wyświetlacza LCD



Niestety ilość znaków ograniczona od 0..7 znaków

Deflcdchar ?,16,12,3,12,16,12,3,12

' replace ? with number (0-7)

Deflcdchar 0, 31, 31, 31, 31, 30, 28, 24, 16

'definicja pierwszego własnego znaku

Deflcdchar 1, 1, 3, 7, 15, 31, 31, 31, 31

'definicja drugiego własnego znaku

Cls

'czyszczenie wyświetlacza po zdefiniowaniu własnych znaków

Lcd Chr(0) ; Chr(1)

'wyswietlenie zdefiniowanych znaków

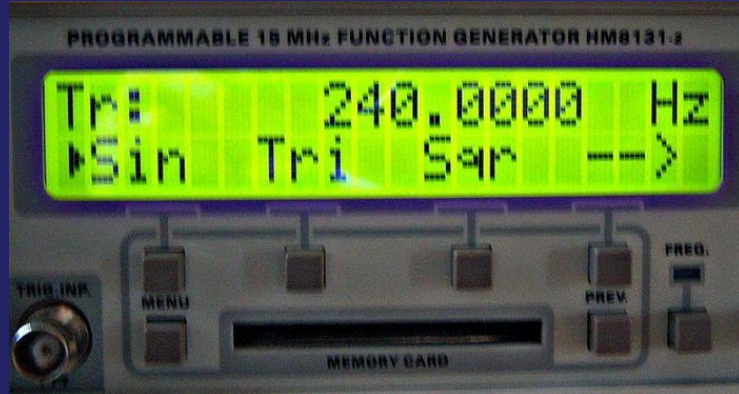
Higher 4bit Lower 4bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	0	a	P	\	P	-	9	E	o	p			
xxxx0001	!	1	A	Q	a	q	w	7	7	4	ä	q	
xxxx0010	"	2	B	R	b	r	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0011	#	3	D	S	s	d	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0100	\$	4	D	T	t	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0101	%	5	E	U	u	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0110	&	6	F	V	v	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0111	'	7	G	W	w	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1000	(	8	H	X	x	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1001	)	9	I	Y	y	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1010	*	:	J	Z	z	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1011	+	;	K	L	k	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1100	,	<	L	#	1	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1101	-	=	M	I	n	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1110	.	>	N	^	n	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1111	/	?	O	_	o	†	†	†	†	†	†	†	†

Wygląd znaków zapisanych w generatorze znaków sterownika LCD HD44870 (wersja standardowa)



Deflcdchar ?, 16,12,3,12,16,12,3,12

Wykorzystanie wyświetlaczy LCD



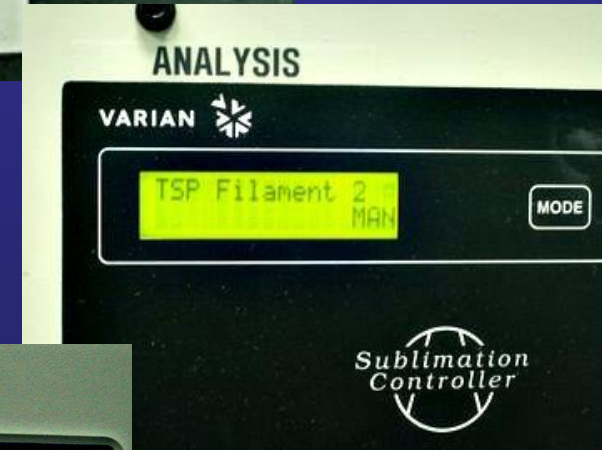
Generator Funkcyjny



Alarm



Analizator elektronów



Kontroler TSP