

Folyadékból alkotott képek – Az LCD kijelzők működése

(összeállította: Puskás József)

A múlt:

A folyadékkristályok már a 19. század végén ismertek voltak, de a kijelzőkben való használat ötletére az 1960-as évek elejéig várnunk kellett. A princetoni David Sarnoff kutatóközpont tudósai jöttek rá, hogy folyadékkristály segítségével a rajtuk áthatoló fény egyes tulajdonságai megváltoztathatók. Később – még ebben az évtizedben - ugyanitt készültek el a folyadékkristályos kijelzők prototípusai. 1968-ra tehető az időpont, amikor az első működőképes LCD elkészült, de a hétköznapi használat még tovább váratott magára. Az első elfogadható minőségű és valóban használható LCD-kijelzőt a James Fergason által vezetett ILIXCO cég készítette a 70-es évek elején. Először karórában alkalmazták tömegesen.

A korai LCD-k természetesen rossz minőségű, kezdetleges kijelzők voltak. Csupán előre-definiált alakzatokat tudtak megjeleníteni 2 állású (monokróm) üzemmódban, azaz nem voltak képesek árnyalatok megjelenítésére. Ilyen tudású LCD-kijelzők a mai napig nagy számban láthatók ott, ahol az olcsóság és az alacsony fogyasztás a fontos: karórákban, mobiltelefonokban, híradástechnikai és háztartási eszközökben stb. Még sokáig sorolhatnánk az alkalmazási területeket, ahol jelenleg találkozunk a korai LCD-panelekhez hasonló tudású monokróm kijelzőkkel.

A jelen:

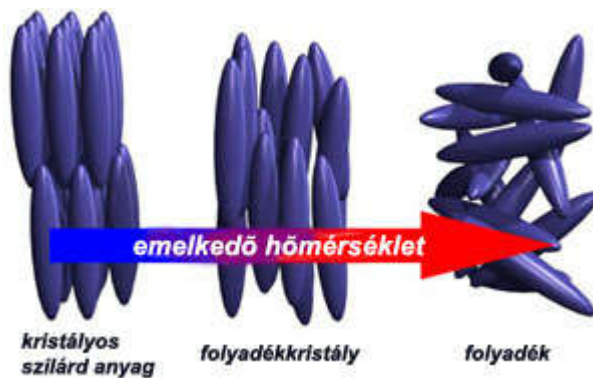
A később megjelenő, képpontmátrix alapú LCD-k nagyon gyorsan igen népszerűvé váltak azokon az alkalmazási területeken, ahol az LCD minimális helyigényére és relatív alacsony fogyasztására volt szükség. A hordozható számítógépek a kezdetektől LCD-kijelzőkkel működtek és ez a mai napig változatlan, csupán a kijelzők minősége egyre jobb. A gyártási technológia fejlődése mára lehetővé tette, hogy az LCD-alapú megjelenítők színesek, nagy felbontásúak legyenek, továbbá a korai modellekhez képest jóval nagyobb képméretet és sokkal jobb képminőséget biztosítsanak.

A folyadékkristályok:

A szilárd kristályos anyagok belső szerkezete rendezettséget mutat, míg a folyadékokra a belső rendezetlenség a jellemző. 1888-ban egy Friedrich Reinitzer nevű osztrák botanikus észrevette, hogy az általa előállított észternek különös módon két olvadáspontja van. A folyadékkristály elnevezés Otto Lehmann-tól származik, aki mikroszkóp alatt vizsgálta ezeket a vegyületeket.



A **folyadékkristályok** titka molekuláik hosszúság vagy éppen banánhoz hasonló szerkezetében rejlik. Melegítéskor ezért a kristályok nem veszik fel azonnal a rendezetlen, a folyadékokra jellemző alakot, hanem a két struktúra közötti állapotok is kialakulnak. Ezért tűnik úgy, mintha két olvadáspont lenne, mert először egy ezekben az állapotokban érdekes jelenségekkel találkozhatunk. Így például a folyadékkristályok különböző hőmérsékleten különböző színűek lehetnek. Ezen a jelenségen alapszik a folyadékkristályos hőmérő működése is.

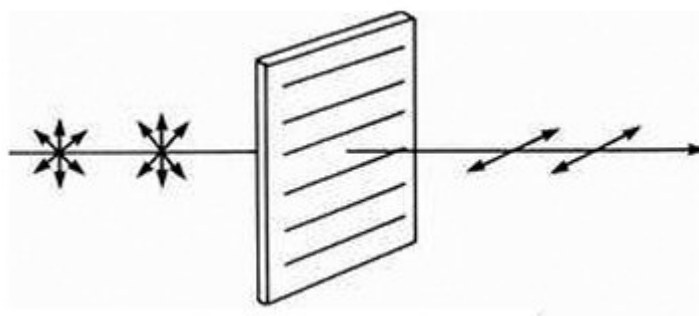


A hosszú szerves molekulákból álló folyadékkristályok szerkezetükből adódóan kiralitást mutatnak, azaz a rajtuk áthaladó polarizált fény síkját képesek elforgatni. A királis molekulák sok szempontból érdekesek, mi sem bizonyítja ezt jobban, mint az, hogy a 2001. évi kémiai Nobel-díj is ezen vegyületekhez kapcsolódik. Hőmérséklet vagy elektromos feszültség hatására megváltozhat a folyadékkristály molekuláinak szerkezete, így a polarizált fényrel való kölcsönhatásuk is. Az egyik legelterjedtebb alkalmazás a folyadékkristályos kijelző (LCD - liquid crystal display), mely megtalálható a számítógépekben, órák, számítógépek és sok más hétköznapi eszköz kijelzőjén.

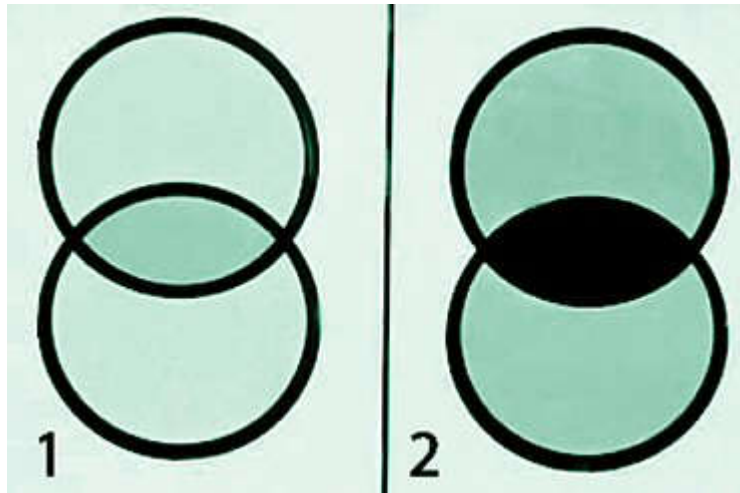
Alapelvek:

Az LCD-képernyők alapja egy elektromos áram vezetésére alkalmas kristályos anyag, amely a folyékony és a szilárd halmazállapot között ingadozik.

A folyadékkristályok általában hosszú, egyenes, pálcika alakú molekulák, amelyek szívesen sorakoznak fel egymás vagy bármi más mellé, amit maguk körül találnak. Ha egy folyadékkristály-réteget barázdás üveglapok közé teszünk, akkor a molekulák a barázdák mentén helyezkednek el. Ha az egyik lapot 90 fokkal elforgatjuk, a laphoz közeli molekulák újra elrendeződnek, és merőlegesek lesznek a másik laphoz közeli molekulákra. A két lap között a kristályrács többi része negyedfordulatnyi csavart ír le. Az így kapott lapka a rajta áthaladó fény polarizációs síkját 90 fokkal elforgatja. A kijelzőkben használt folyadékkristályok molekuláinak egyik vége egy kissé pozitív, a másik egy kissé negatív töltésű. Ha az üveglapokra egy kis feszültséget kapcsolunk, a molekulák ennek megfelelő helyzetet vesznek fel, és a folyadékkristály már nem forgatja el az áthaladó fény polarizációs síkját. Ha a feszültséget lekapcsoljuk, a rács visszatér az előző állapotba.

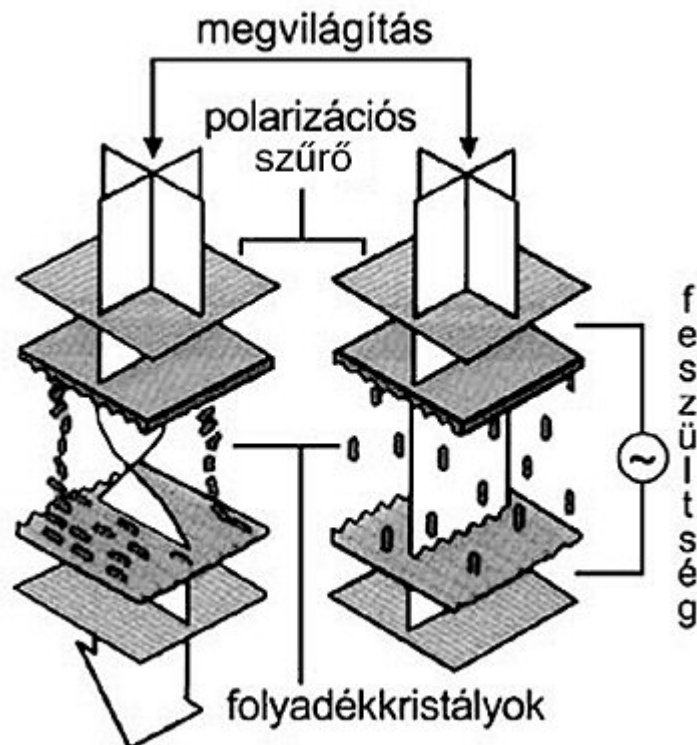


A lineáris polarizációs szűrő olyan optikai szűrő, amelyik csak egy bizonyos síkban rezgő fényt enged át magán.



Két, merőlegesen egymásra állított lineáris polarizációs szűrő teljesen átlátszatlan lesz. Az első képen az egymással párhuzamosan, a másodikon a merőlegesen elhelyezett lineáris polárszűrők láthatók.

A kijelző készítésekor az üveglapokat olyan lineáris polarizációs szűrőkkel egészítik ki, amelyek egymással derékszöget zárnak be. Az ember szabad szemmel nem tudja megkülönböztetni egymástól a polarizált és a nem polarizált fényt. A beérkező fényt az első szűrő polarizálja, a folyadékkristály 90 fokkal elforgatja, majd a fény áthalad a második szűrőn, és kilép a másik üveglapon. Ha feszültséget kapcsolunk a kijelző elektródájára, a beérkező fény anélkül halad át a folyadékkristályon, hogy az elforgatná a polarizációs síkot, ezért nem tud áthaladni a második polarizációs szűrőn. Az eredmény: az elektródák által lefedett felületen a kijelző elfeketedik.

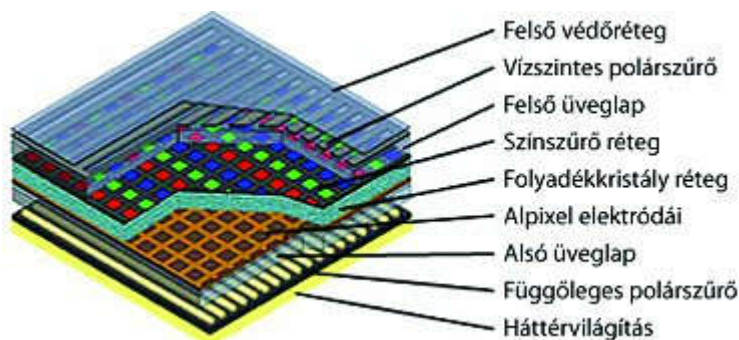


A fenti módszerrel egyszerű, monokróm háttér-világításos LCD-kijelző készíthető. Ha a lapka aljára fényvisszaverő réteg kerül, akkor a kijelző háttérvilágítás nélkül működhet, de ilyenkor a kapott kép kontrasztja már jelentősen gyengül, és sötétben nem használható.

Gyorsan fejlődő technológia:

A korszerű színes LCD-megjelenítők (tévék, monitorok) a fentiekben ismertetett alapelven működnek, de felépítésük jóval bonyolultabb. A kijelző képpontjait a szokásos RGB-színkeverés alapszíneire osztott alképpontok (sub-pixelek) alkotják. Az egyes alképpontok alapszíne a felettük elhelyezett színszűrővel határozható meg. **Az alképpontokhoz tartozó elektródákon közölt feszültség finom adagolásával árnyalatok megjelenítésére képes a kijelző.** A mai, aktív mátrixos LCD-kijelzők alképpontjai 256 különböző árnyalatra képesek, **elviekben pedig 16 millió különböző színárnyalat** elektronikus megjelenítésére van lehetőség.

Az LCD-alapú megjelenítők gyakorlatilag egyeduralkodónak tekinthetők a lapos kijelzők piacán. Modernizált életünkben elkerülhetetlen, hogy LCD-kijelzőkkel találkozzunk. A legkomolyabb tudással a számítógép-monitorok és az újabban egyre népszerűbb LCD tévék paneljei büszkélkedhetnek. Ma már egyes modellek elérik a 800:1 on/off kontrasztot – ami LCD-viszonylatban egészen jó eredmény –, felbontásuk akár meghaladhatja a HDTV-megjelenítéshez szükséges 1920x1080 képpontot, a legnagyobb képátló pedig megközelíti a 120 centis méretet. Mivel az utóbbi években a folytonos fejlődés mellett a megjelenítők ára folyamatosan csökkent, az LCD-monitorok az asztali számítógép-monitorok piacára hatalmas lendülettel törtek be. A televíziós képernyőként használt LCD-k még kevésbé népszerűek a nagyméretű panelek magas árai miatt, de ha a fejlődés és az árak csökkenése a mostani ütemben halad, akkor az LCD valószínűleg ezen a területen is felzárkózik.



Előnyök, hátrányok:

Az LCD-panellel épített monitorok és tévékészülékek vitathatatlan előnye, hogy helytakarékosak, elegáns megjelenésűek, laposak, könnyűek. Az LCD-k nagy fejlődésen mentek keresztül a hosszú évek alatt, de mindig vannak megoldandó nehézségek. Igaz ugyan, hogy a CRT-megjelenítőkhöz szemben itt nem tapasztalhatók a megszokott konvergenciai, geometriai és beégési gondok, de néhány szempontból képminőségben még a legújabb LCD-monitorok is jóval elmaradnak CRT-s társaiktól.

Az egyik legnagyobb probléma az, hogy mivel a panel fedettsége nem eléggé magas, ezért a háttérvilágítás a teljesen zárt állapotú LCD-panelen is túlzottan átvilágít, így a készülék on/off-kontrasztja nem lesz kellőképpen magas. Emiatt az LCD-kijelzők fekete-megjelenítése még most is gyenge. Ez főleg grafikai alkalmazások, valamint videolejátszás terén jelenthet gondot. LCD-t házimozzi-megjelenítőként vagy tévékészülékként használva gyakran találkozunk rosszul bevilágított, sötét jelenetekkel. Ilyen esetekben gyakori, hogy a kijelző „feketéje” jól láthatóan világít, a képnek nincs mélysége, a látvány kontrasztatlan lesz.

A legújabb LCD-k pixelei már elégségesen gyors válaszidővel rendelkeznek, ezért a mozgókép elmosódása manapság már ritkán jellemző, de még mindig gondot jelent, hogy a kép csak bizonyos látószögön belül jó igazán. Oldalról vagy felülről nézve a kép elszíneződhet, jelentősen veszíthet kontrasztosságából. Bár az LCD kijelzők a színmegjelenítésben is sokat fejlődtek, még mindig gyakran látni tovakodó, túl élénk színvilággal ellátott készülékeket.

A fentiekben túl egyéb apróságokat is el kell viselnünk, ha LCD-kijelzős megjelenítőt használunk. Ilyenek az esetleges pixelhibák (világító és halott pixelek), a háttérvilágítás egyenetlenségéből adódó képhomogenitási gondok, a homogén felületeken megjelenő enyhe Fixed Pattern Noise (egy helyben álló zaj), esetenként lassú pixelválaszidő miatti mozgókép-utánhúzás. Fontos ezeken felül megemlíteni, hogy az LCD tévék esetében a képminőség sem csak a panel tudásától függ. A digitalizáló és képfeldolgozó áramkör, a deinterlacer/scaler minősége jelentősen befolyásolhatja a végeredményt. Nem egyszer találkozunk már olyan LCD tévével, amelynek esetében a rossz videó-feldolgozás sokat rontott a végeredményen.

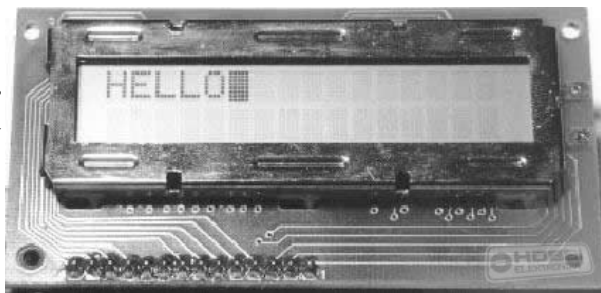
Mindeme hibák ellenére az LCD tévék és monitorok használata egyáltalán nem ellenjavallt, hiszen a villogásmentes kép és a minimális elektromágneses sugárzás ergonomiai szempontból fontos érvek a CRT-megjelenítőkkel szemben. Amennyiben pedig nagy felbontású képek megjelenítésére, esetleg HDTV-megjelenítőre van szükségünk, mindenképp érdemes kipróbálni egy-egy újabb készüléket, hiszen a 16:9 képarányú modellek magas felbontása (legtöbbször 1280x720 vagy 1280x768) kiválóan alkalmas a HDTV videokép megjelenítésére.

Forrás: www.sulinet.hu (Főző Attila László); www.dvdcenter.hu (Pénzes Balázs)

LCD kijelzők működéséről általában

Az LCD modulok nem csak számokat, hanem betűket, szavakat, szimbólumokat is képesek megjeleníteni. Ez az univerzális alkalmazhatóság az, ami miatt sokkal több helyen használják, mint a nála lényegesen kisebb tudású 7 szegmenses LED kijelzőt.

Bár egy kicsit drága, ha valaki újonnan vesz egyet, főleg az otthon ügködő hobbistáknak, de nem nehéz hozzájutni egy használt darabhoz sem, ami semmivel sem rosszabb új társainál.



Általános leírás

Ez a leírás kizárólag az alfanumerikus LCD-modulokkal foglalkozik, azok közül is pedig azokkal, amik HD44780 (vagy kompatibilis) vezérlővel vannak ellátva. (A legtöbb LCD kijelző ilyen.) Természetesen ezek nem a legmodernebb NASA csúcstechnikával felszerelt, óriás, színes, fehér háttérű LCD-k, mint például az LCD monitorokban, de azért még messze "nem ment ki a divatból". Még mindig sok helyen használják, különösen ott, ahol nincs szükség az előbb említett modern kijelzőkre.

A modulokat elsősorban valamilyen mikrokontrollerrel, processzorral szokták vezérelni.

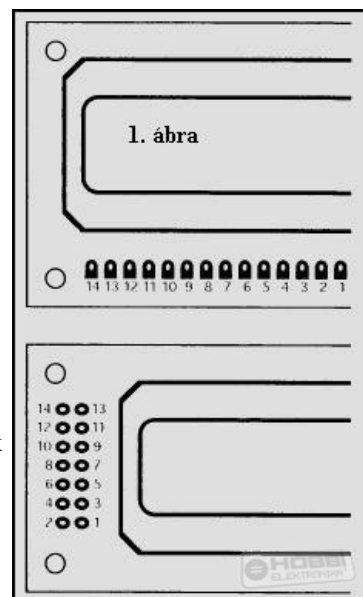
Méretek

Noha a kijelzőn csak karaktereket lehet megjeleníteni, mégis rengetegféle méretben kapható. Az egy sorba írható karakterek száma a következők lehetnek: 8,16,20,24,32 sőt akár 40 is. Léteznek 1,2 és 4 soros kijelzők. Ezek az értékek a standard értékek, de lehet persze más adatokkal is beszerezni LCD-t, nemis akármilyen áron!

A kijelzőket lehet más adatok szerint is csoportosítani. Van olyan, ami szinte minden irányból látszik, nagyon szép a kontrasztja, de persze vannak átlagosak is. Néhány LCD-hez háttérvilágítás is tartozik. Van amelyiknél csak annyi, hogy két oldalról egy-egy LED világít, olyasmi mint a karórákon. Ez - véleményem szerint - igen ronda. De van olyan, ami a teljes felületet egyenletesen bevilágítja (a kijelző alatt kb több 10 SMD LED van). Ez már szépen néz ki. És van az Elektro-lumineszcens háttérvilágítás. Ez a legszebb, de kell neki egy inverter, mivel nagyobb feszültségről üzemelnek. Mindenki döntse el, hogy milyen LCD-modult szeretne magának. Persze a tanuláshoz megfelel a legolcsóbb is, hiszen egyenlőre csak annyi a lényeg, hogy képes legyen karaktereket megjeleníteni.

Csatlakozás

A legtöbb LCD-modul megfelel egy standard előírásnak. 14 "lyuk" van az LCD-n. Ide szalagkábel, vagy tűskesort célszerű beferrasztani. Ebből 8 adatvonal, 3 vezérlő és 3 a tápcsatlakozás. (A háttérvilágításos LCD-ken van további két csatlakozó, de az ettől a 14-től jócskán elkülönítve.) Ezek a lyukak kétféleképp lehetnek elrendezve. 2×7 vagy 1×14 formában. Az 1. ábrán láthatjuk a 2 módot.



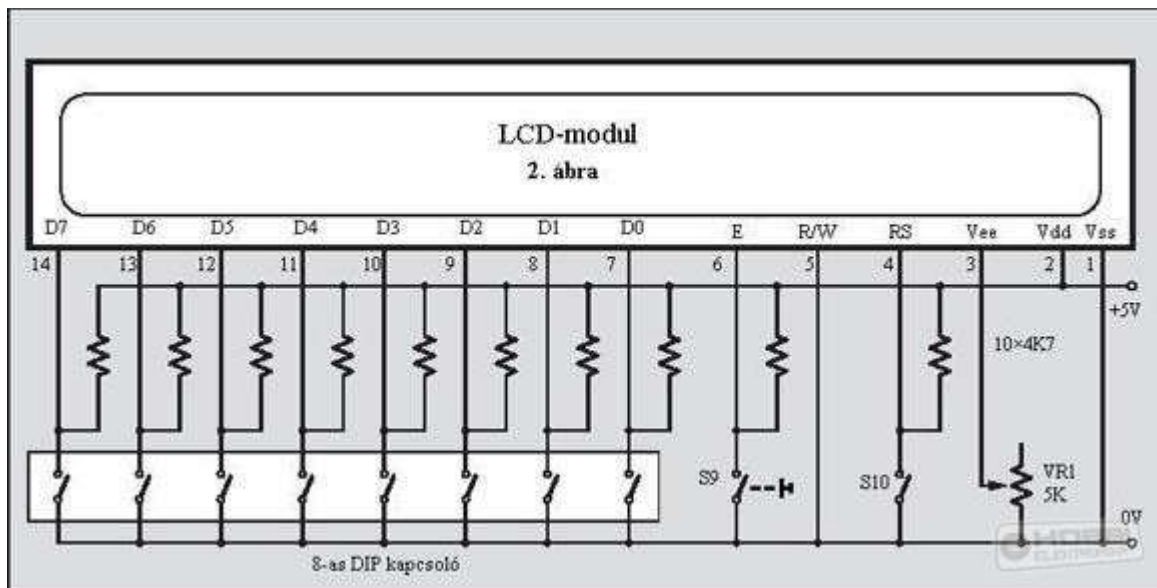
A legtöbb kijelzőn a számozás is rá van írva a NYÁK-ra, de ha nem, akkor is egyszerűen megtalálhatod az 1. lábat: Mivelhogy ez a test, ezért gyakran fut bele vastagabb szál, sőt egybefüggő felülethez is csatlakozhat. Az egyes lábak funkciója az 1. táblázatban látható. Az 1. és 2. lábra kerül a táp. A Vdd-t kell a pozitív tápra kötni, és a Vss-t a negatívra.

A gyári specifikáció szerint az LCD-ket 5 V-ról kell üzemeltetni. De a legtöbb működik 4,5-ről illetve 6-ról is. (Van ami akár még 3 V-ról is üzemel). Ráadásul az áramfelvétele is igen csekély, akár elemről is lehet üzemeltetni.

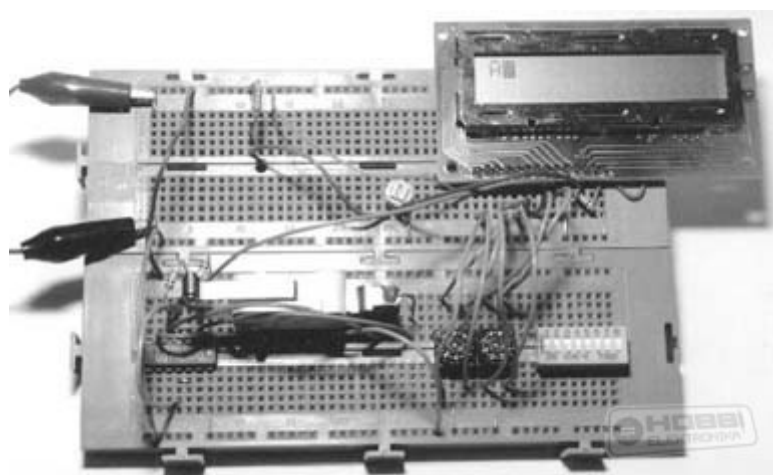
1. tábla

	Sorsz	Név	Funkció
<p>A 3-as láb vezérlésre szolgál. A Vee láb segítségével lehet a kontrasztot szabályozni. Egy potméter középső lábára kell kötni, a potméter másik végét pedig a testre. A poti 3. lábát vagy hagyni kell "lógni" a levegőben, vagy a Vdd -re kötni, de az is előfordulhat, hogy negatív tápra (egyes esetekben akár -7 V is kellhet) Mindenesetre a leggyakoribb, hogy nem kell sehova sem kötni. De ha biztos akarsz lenni, akkor kösd a Vee lábát a testre. Ez biztos működni fog, csak kérdés, hogy mennyire lesznek láthatók a kijelzőn a betűk.</p> <p>A 4. láb a Register Select (RS, regiszter -választás) lába. Az első a három vezérlőláb közül. Ha itt logikai 0 van, akkor az LCD a küldött adatot parancsként értelmezi, olvasni pedig az LCD állapotát lehet. Ha logikai 1, akkor pedig egy karakterkódot küldhetünk, vagy fogadhatunk.</p> <p>Az 5. láb a Read/Write (R/W, olvasás/írás) vonal. Itt adhatjuk meg az LCD-nek, hogy adatot akarunk küldeni az LCD-nek, vagy esetleg fogadni szeretnénk-e tőle. Logikai 0 esetén írhatunk az LCD-be, logikai 1 esetén adatot fogadhatunk.</p> <p>A 6-os láb az Enable (E, végrehajt). Ezzel indíthatjuk az adatátvitelt, egy 8 bites byte-ként, vagy két 4 bites "félbyte"-ként. Utóbbi esetben az adatátviteli vonalak közül csak a felső négyet használjuk (D4-D7). Ez a 4 bites mód mikrokontrollerek esetén javasolt, ahol ugye nem árt spórolni az I/O portokkal.</p>	1	Vss	Test
	2	Vdd	Pozitív táp
	3	Vee	Kontraszt
	4	RS	Register Select
	5	R/W	Read/Write
	6	E	Enable
	7	D0	0. adatbit
	8	D1	1. adatbit
	9	D2	2. adatbit
	10	D3	3. adatbit
	11	D4	4. adatbit
	12	D5	5. adatbit
	13	D6	6. adatbit
	14	D7	7. adatbit

Az LCD modulok vezérléséhez általában mikrokontrollert szokás használni. Ám még mielőtt ezzel próbálkoznánk egy egyszerűbb áramkör segítségével gyűjtünk hasznos ismereteket. Gyakorlatilag a vezérlést kapcsolókkal is vezérelhető.



2. ábra



ASCII tábla

Lower Table

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
0	00		32	20		64	40	@	96	60	`
1	01	☉	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	02	☉	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	03	♥	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	04	+	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	05	♣	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	06	♠	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	07	•	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	08	▣	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	09	○	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	0A	▣	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	0B	♠	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	0C	+	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	0D	♣	45	2D	-	77	4D	K	109	6D	m
14	0E	♠	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	0F	○	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	▶	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	◀	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	†	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	!!	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	☾	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	§	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	-	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	‡	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	†	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	‡	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	→	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	→	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	L	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	↔	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	▲	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	▼	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	◊

Upper Table

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
128	80	Ç	160	A0	á	192	C0	Ł	224	E0	α
129	81	ù	161	A1	í	193	C1	ł	225	E1	β
130	82	é	162	A2	ó	194	C2	ŧ	226	E2	Γ
131	83	â	163	A3	ú	195	C3	†	227	E3	π
132	84	ä	164	A4	ñ	196	C4	—	228	E4	Σ
133	85	à	165	A5	Ñ	197	C5	†	229	E5	σ
134	86	å	166	A6	ª	198	C6	†	230	E6	μ
135	87	ç	167	A7	°	199	C7	†	231	E7	τ
136	88	ê	168	A8	¿	200	C8	ℓ	232	E8	φ
137	89	ë	169	A9	ƒ	201	C9	ƒ	233	E9	⊙
138	8A	è	170	AA	¬	202	CA	ℓ	234	EA	Ω
139	8B	ì	171	AB	½	203	CB	†	235	EB	δ
140	8C	í	172	AC	¼	204	CC	†	236	EC	∞
141	8D	i	173	AD	¡	205	CD	=	237	ED	φ
142	8E	ÿ	174	AE	«	206	CE	†	238	EE	ε
143	8F	ÿ	175	AF	»	207	CF	†	239	EF	η
144	90	É	176	B0	⋮	208	D0	ℓ	240	FO	≡
145	91	æ	177	B1	⋮	209	D1	†	241	F1	±
146	92	Æ	178	B2	⋮	210	D2	†	242	F2	≥
147	93	ó	179	B3	|	211	D3	ℓ	243	F3	≤
148	94	ö	180	B4	†	212	D4	ℓ	244	F4	[
149	95	ò	181	B5	†	213	D5	ƒ	245	F5]
150	96	ù	182	B6	†	214	D6	†	246	F6	÷
151	97	ù	183	B7	†	215	D7	†	247	F7	≈
152	98	ÿ	184	B8	†	216	D8	†	248	F8	°
153	99	ö	185	B9	†	217	D9	†	249	F9	•
154	9A	Û	186	BA	||	218	DA	†	250	FA	•
155	9B	◊	187	BB	†	219	DB	■	251	FB	√
156	9C	£	188	BC	†	220	DC	■	252	FC	²
157	9D	¥	189	BD	†	221	DD	■	253	FD	³
158	9E	ℳ	190	BE	†	222	DE	■	254	FE	■
159	9F	f	191	BF	†	223	DF	■	255	FF	■

Upper 4 bits Lower 4 bits	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0 0000	CG RAM (1)			0	a	P	`	P				-	9	ε	α	p
1 0001	CG RAM (2)		!	1	A	Q	a	q			•	7	7	4	ä	q
2 0010	CG RAM (3)		"	2	B	R	b	r			「	イ	ウ	×	ρ	θ
3 0011	CG RAM (4)		#	3	C	S	c	s			」	ウ	7	ε	ε	ω
4 0100	CG RAM (5)		\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ト	μ	Ω
5 0101	CG RAM (6)		%	5	E	U	e	u			•	オ	ナ	1	σ	Ü
6 0110	CG RAM (7)		&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
7 0111	CG RAM (8)		'	7	G	W	g	w			7	7	又	ラ	g	π
8 1000	CG RAM (1)		<	8	H	X	h	x			4	ウ	ネ	リ	γ	Σ
9 1001	CG RAM (2)		>	9	I	Y	i	y			ウ	7	ル	”	γ	
A 1010	CG RAM (3)		*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ン	ク	j	7
B 1011	CG RAM (4)		+	;	K	L	k	l			オ	サ	ヒ	ロ	”	7
C 1100	CG RAM (5)		,	<	L	¥	1	1			カ	シ	フ	ワ	φ	π
D 1101	CG RAM (6)		-	=	M	I	m	›			ユ	ズ	ハ	ン	ト	÷
E 1110	CG RAM (7)		•	>	N	^	n	→			ヨ	セ	ホ	°	π	
F 1111	CG RAM (8)		/	?	O	_	o	+			ウ	リ	マ	°	ö	

Az LCD modul programozása BASIC-ben (alaputasítások)

Részletes parancsleírások a Basic compiler Reference Manual-ban

(összeállította: Puskás József)

Mintaprogram:

```
Define LCD_LINES = 2           'LCD kijelző sorainak a száma
Define LCD_CHARS = 16          'LCD kijelző soronkénti karakterszáma
Define LCD_BITS = 8            'meghatározzuk az adatbitek számát (ez 8 vagy 4 lehet, az alapértelmezett a 4)
Define LCD_DREG = PORTB        'azt határozzuk meg, hogy mely porton menjenek ki az adatbitek
Define LCD_DBIT = 0            'azt határozza meg hogy a port 0. vagy 4. bitje legyen a "kezdő" adatbit (alapértelmezett a
4.)
Define LCD_RSREG = PORTD       'a Register Select vezérlőláb a D portra van kötve "ha 0, akkor parancs, ha 1 akkor
karakterkód
Define LCD_RSBIT = 1           'még hozzá a D.1 portra
Define LCD_EREG = PORTD        'az LCD Enable "engedélyező" lába a D portra van kötve "mikor ez 1, akkor indítjuk az
adatátvitelt
Define LCD_EBIT = 3            'még hozzá a D.3-ra
Define LCD_RWREG = PORTD       'az LCD Read/Write lába a D port-tal van összekötve "ha 0, akkor írunk rá, ha egy olvasunk
Define LCD_RWBIT = 2           'még hozzá a D.2-re
Dim analogbem As Word
Dim konv As Single
Dim b As Single

Lcdinit 0                       'kurzor típusa: 0 = nincs kurzor (default), 1 = villogó, 2 = alsó vonal, 3 = villogó alsó vonal

Lcdcmdout LcdClear              'parancs az LCD-nek: teljes LCD törlés

Lcdcmdout LcdLine1Home          'parancs az LCD-nek: menj az első sor elejére
Lcdout "Bemeneti érték:"       'írd az aktuális pozíciótól: "szöveget"
eleje:
Adcin 1, analogbem             'olvasd ki az 1. analóg bemenet értékét és tedd az analogbem változóba
konv = analogbem + 0.001
b = konv / 1000
Lcdcmdout LcdLine2Home         'parancs az LCD-nek: menj a második sor elejére
Lcdout #b, " V"                'írd az aktuális pozíciótól: #szövegként a változót, "szöveget"

Lcdcmdout LcdLine2Clear        'parancs az LCD-nek: töröld a második sort

Goto eleje
End
```