

Cél-mikrovezérlők az elektronikus készülékekben 2.

Dr. Madarász László oki. villamosmérnök

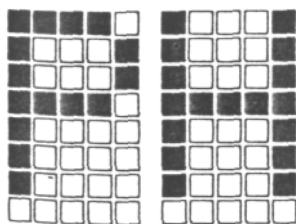
www.elektronika.adatbank.hu

Cikkünk első részében, a Rádió-technika 1993-as évkönyvében bemutattuk a korszerű televíziós vevőkészülékekben alkalmazott mikrovezérlőket és azok áramköri környezetét. Szóltunk az ITT Digit 2000 rendszeréről, a távvezérlő rendszerekről, a vevőben lévő EEPROM-ok szerepéről, működéséről, tartalmának értelmezéséről, megváltoztatásáról.

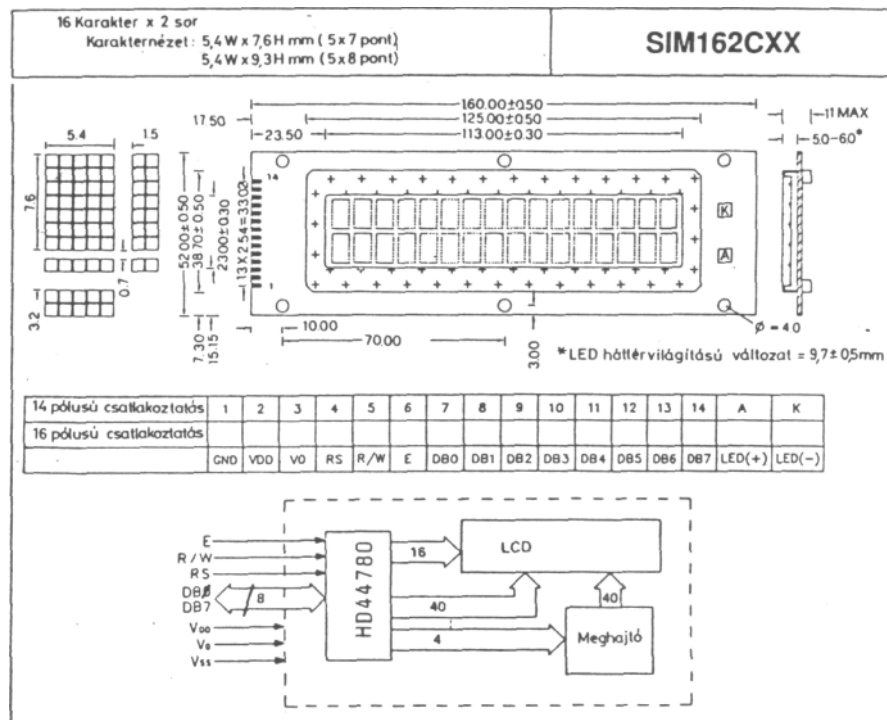
Jelen közleményünkben a Cél-mikrovezérlők egy másik igen érdekes, és napjaink „mindennapi” mikroprocesszoros eszközeiben egyre nagyobb jelentőséggel bíró alkalmazási területéről lesz szó; a folyadékkristályos kijelzők vezérléséről. Ezeket a kijelzőket nemcsak az egyre többet tudó karórákban, „kvarcjátékokban”, zsebszámológépekben találjuk meg, de a PC-k rohamosan terjedő „Laptop” változataiban, sőt a korszerű elektronikus mérőeszközökben is.

4. A HD 44780 LCD kezelő cél-mikrovezérlő

A nagyobb felületű LCD (hasonlóképpen, mint a képcsövel működő kijelző) alapvetően két módon kezelhető: pontonként, grafikus jelleggel illetve karakteres módon. A karakteres kezelés lényege, hogy az LCD kijelző felületén elkülönített négyzetöket képeznek ki pl. 5 x 7 képlemből, s egy karaktergenerátorral határozzák meg, hogy milyen karakterek, formák jeleníthetők meg egy-egy ilyen karakterpozíción. A felhasználónak csak azt kell kijelölnie valamilyen kódrendszer felhasználásával (általános itt is az



30. ábra. 5 x (7+1) pontos karakterképek



31. ábra. Egy HAMUN LCD modul

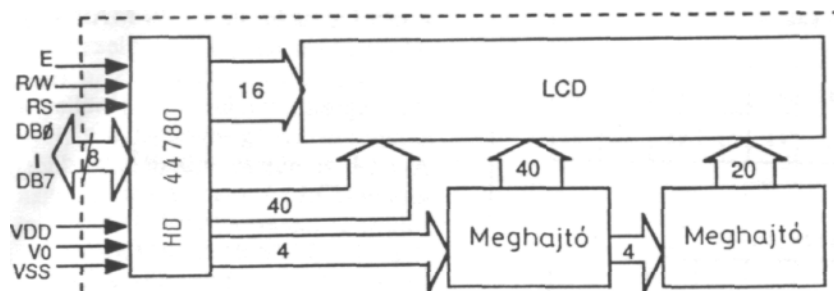
ASCII kód alkalmazása), hogy melyik karakterpozícióra melyik előre definiált karakterrajz kerüljön ki.

A karakter-kijelzésű LCD egy sorában különböző darabszámú karakterhely lehet, s a sorok száma is változó. Kisebb készülékekben, pl. zsebszámológépekben, menedzser-kalkulátorokban 20-22 karakteres sort, s egy vagy két egymás alatti sort elegendő elhelyezni - más készülék 40 vagy 80 karakteres sort is kívánhat, illetve esetenként a sorok számát kell növelni. Mindez indokolja, hogy a karakteres LCD kijelzők sok különféle változatban készülnek.

Az utóbbi időben különféle gyártóknál olyan karakterkijelzésű LCD modulok jelentek meg, melyek beépített LSI áramkörökkel készülnek, kezelésük igen egyszerű. Ezeket az intelligens LCD kijelzőket, mint komplett karakterkijelzésű perifériákat, különböző mikroszámítógépekhez, processzorokhoz közvetlenül illeszteni lehet. Közelebről szemügyre véve eze-

ket a kijelzőket, sok különböző gyártó termékeinél azonos csatlakozó pontokat, azonos kezelési útmutatást lehetett találni. Ez ösztönzött arra, hogy e kijelzők belső felépítését is megismerjem - s így derült ki, hogy a ma piacon lévő 1, 2 és 4 soros, soronként 20, 22 vagy 40, sőt 80 karakteres kijelzők többsége ugyanazzal a cél-mikrovezérlő-vel készül - ez az áramkör a Hitachi HD 44780 IC-je. Ez a mikrovezérlő szerepel a Cél-mikrovezérlők második példjaként a következő oldalakon.

Ha a folyadékkristályos kijelzőt képpontonként, közvetlenül kellene kezelnie a felhasználónak, ez meglehetősen sok gondot okozna. Maga az üveglapok közé zárt térben kialakított kijelző egység sem készíthető úgy el, hogy minden képpontot külön-külön kivezetnek - már 20 karakteres sorok esetén is sokszáz kivezetésre lenne szükség. A karakteres kijelzőknél is soronként és oszloponként látják el a képpontokat kivezetésekkel - s ez azt jelenti, hogy a működtetés csak időmül-



32. ábra. 20x2 karakteres kijelző felépítése

tiplexelten oldható meg. A szokásos felismerhető, ha ezzel az IC-vel működő karakter kiképzés 5x7 (30. ábra) vagy 5x9 dik - a jellegzetes csatlakozó pontjai-pontot alkalmaz, s többnyire egy további ról: képelemsort is elhelyeznek a karaktermező alján: itt aláhúzást vagy kurzort lehet megjeleníteni.

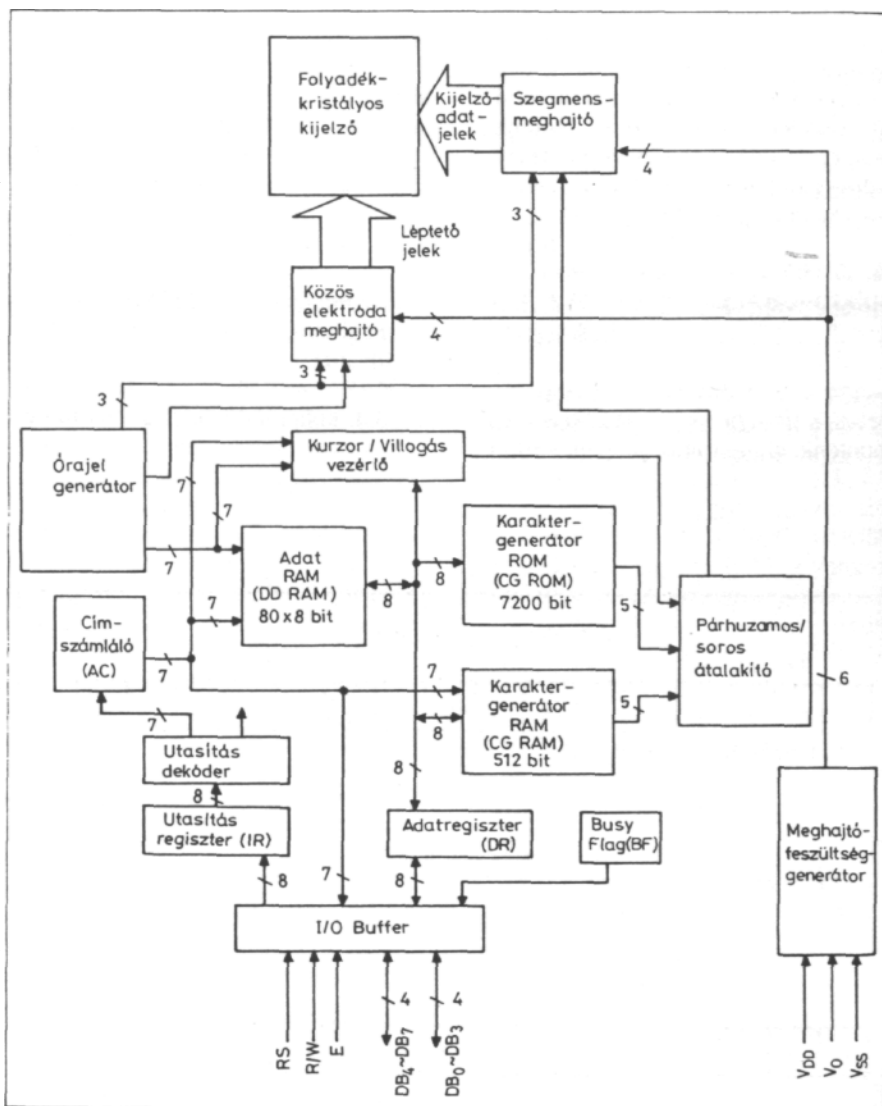
A felhasználó tehát elhatározza, hogy a kijelző melyik során, melyik karakterhelyen milyen karaktert kíván látni - ehhez megadja a pozíció címértékeket és a karakter ASCII kódját. Ezen információkat felhasználva egy kódgenerátorból ki kell választani a kijelzési képnek megfelelő bitmintákat, s amikor az időmultiplexeit működés az adott pozíció képpontjaihoz ér, érvényre kell juttatni a megfelelő bitmintát. Ezeket a vezérlési feladatokat mind ellátja az intelligens kijelzőbe beépített elektronika - az általunk vizsgált esetekben a HD 44780.

Az első, komplett karaktergrafikus LCD kijelzőkben is sokszor megtaláljuk az általános célú mikrovezérlőket, így pl. több cég is forgalomba hozott olyan modulokat, melyekben 80C48, 80C49 kezei a kijelzőt. Jól érzékelhető azonban, hogy az LCD kezelése meglehetősen sajátos. A mikrovezérlők sok funkcióját egyáltalán nem használja ez a feladat - ugyanakkor más, itt jelentkező problémák megoldása külső áramköri elemeket igényelt (nagy számú multiplexelés, a karaktergenerálás stb.). Mindez megmagyarázza, hogy miért fejlesztettek ki a karaktergrafikus LCD kezelésére cél-mikrovezérlőt. A HD 44780 igen elterjedten alkalmazott áramkör, a hazai és a külföldi üzletekben beszerezhető karakteres LCD modulok többségében ez az IC működik, akár európai, akár távolkeleti, akár USA termékek is a kijelzők. Ha a kijelző hátoldalán nem olvasható le a mikrovezérlő típusjele, akkor is könnyen

adatpontok:
tápfeszültség
pontok:
vezérlő jelek:

Példaként a 31. ábrán egy HAM-LIN gyártmányú LCD modul látható. Megfigyelhető, hogy a modul befoglaló méretei alig nagyobbak, mint magának a kijelzőnek a méretei. Ez a modul kétsoros, soronként 16 karakterrel.

A HD 44780-nal szerelt karakter-kijelzésű LCD modul tehát egy intelligens periféria, ami egy külső számítógépről vagy más eszköztől (főlérendelt, master egységtől) kezelhető, azzal kétoldalú kommunikációra képes. A modul a master-rendszer adatbuszára közvetlenül rácsatlakoztatható, s haté-



33. ábra. A HD 44780 belső felépítése

kony vezérlő jelei felhasználásával akár RAM elemként, akár I/O elemként kezelhető. A tápellátás is megoldható a master-rendszerből, hiszen egyetlen (+5 V) tápfeszültséget igényel, s a tápáram-igénye minimális (többsoros modul esetén is 10 mA nagyságú mindössze). Az LCD modulokat beépített fényforrással is szállítják, ezek a változatok sötétben is leolvashatóak - de ez a fogyasztás tetemes növekedésével jár együtt.

4.1. A karaktergrafikus LCD modulok felépítése

A 31. ábrán látható, hogy az LCD modul a HD 44780 vezérlő processzoron és a folyadékkristályos kijelzőn kívül csak meghajtó elemeket tartalmaz. A HD 44780 80 karakter kijelzési információit tudja fogadni és tárolni, a kijelzés kezeléséhez 20 sorvezérlő és 40 oszlopvezérlőjelet tud előállítani és kiküldeni. A kiegészítő meghajtó áramkörökre azért van szükség, mert ha pl. egysoros, 80 karakteres a kijelző, az a 80 pozíció összesen $80 \times 5 = 400$ oszlopvezérlő jelet kívánna meg. Ez a magyarázata annak is, hogy az egysoros modult is elektronikusan gyakran kétsorosként alakítják ki - így meghajtó IC-t lehet megtakarítani - s emiatt alakulnak néha furcsán a kijelző pozíciói: belső tárcímei is.

A HD 44780 mellett a modulokban, szükség szerint, intelligens oszlopmeghajtó áramköröket találunk. Ezek az elemek szintén 40 oszlop kezelésére alkalmasak. A 44780-tól négybites, soros buszon keresztül kapja meg az oszlop meghajtó az információkat Ezen információk arra is utalnak, hogy az adott oszlopmeghajtó IC-nek szólnak-e vagy sem. Az oszlopmeghajtó, ha nem neki szól az információ, egyszerűen átengedi magán - a négybites soros busz ugyanis ki is lép a meghajtó IC-kből. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy amely oszlopmeghajtó áramkört építenek be, ahányszor 40 újabb oszlopjelle van szükség, ezt a teljes kiegészítő rendszert a HD 44780 négy vezetékén keresztül képes kezelni.

A 32. ábrán pl. olyan modul belső felépítésének vázlata látható, melyben két sor, soronként 20 karakter van képezve. Az oszlopvezérlőjelek száma így $20 \times 5 = 100$. A két, különféle kijelzési kapacitású és elrendezésű LCD modul ábráját megvizsgálva már is látható, hogy a csatlakozó pontok nem változnak az eltérő típusok esetén sem. Akkor bővül csak a csatlakozó, ha

Digít ::														Eredeti elrendezés:					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	0	1	1					39	40	
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A							26	27	
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A							66	67	
00 RAM címek (hexadec.) Balra léptetés után:																			
01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B							27	00	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B							67	40	
Jobbra léptetés után:																			
27	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09							25	26	
67	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49							65	66	

34. ábra. 40x2 karakteres kijelző DDRAM címei

egy modulba - pl. a sorvezérlő jelek nagyobb száma miatt, 4 vagy több soros kijelzőknél - több HD 44780 mikrovezérlőt kell beépíteni. Az összes vezérlő és adatjel közös lesz, de az E jeleket egyenként kapják a vezérlők - ha tehát két vezérlő van a modulban, két E jel lesz a csatlakozón is (pl. E1 és E2).

A HD 44780 mellett alkalmazott, 4 bites buszra csatlakozó, intelligens, 40 oszlopot kezelő áramkör a Hitachi HD 44100, bár sok modulban a SANYO gyártmányú LC 7930 áramkört találjuk meg.

Az LCD modulok egy, a folyadékkristályos egységeknél alig nagyobb felületű nyomtatott huzalozása panelre épülnek. Ennek egyik oldalához fémkerettel szorítják hozzá az LCD üvegtestet, s a nyák másik oldalára kerülnek fel az SMD (felületen szerelhető) kivitelű IC-k.

4.2. A HD 44780 cél-mikrovezérlő felépítése

Sajnos, a HD 44780-at a Hitachi nem publikálja, nem sikerült gyári katalógushoz és adatlaphoz hozzájut-

Digít:																Eredeti elrendezés:				
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16						1	2	3	4	5
00	01	02	03	04	05	06	(	17	40	41	42	43	44	45	46	47				
																DD RAM címek (hexadec.) léptetés				
Balra																				
01	02	03	04	05	06	07	0	B	41	42	43	44	45	46	47	40				
Jobbra																léptetés után:				
27	00	01	02	03	04	05	0	6	67	40	41	42	43	44	45	46				

35. ábra. 16x1 karakteres kijelző DDRAM címei

1111																	
1110																	
1101																	
1100																	
1011																	
1010																	
1001																	
1000																	
0111																	
0110																	
0101																	
0100																	
0011																	
0010																	
0000	CG RAM - (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
High-Order 4 bit	x x x x 0000	x x x x 0001	x x x x 0010	x x x x 0011	x x x x 0100	x x x x 0101	x x x x 0110	x x x x 0111	x x x x 1000	x x x x 1001	x x x x 1010	x x x x 1011	x x x x 1100	x x x x 1101	x x x x 1110	x x x x 1111	

36. ábra. A HD 44780 karakterkészlete

nunk. A következőkben leül információkhoz úgy jutottunk, hogy nagyszámú különböző - ezzel az IC-készlettel szerelt - LCD modul leírását, kezelési útmutatóját áttanulmányoztuk, s néhány gyártótól mintadarabokat vásárolva az információkat ellenőriztük és kiegészítettük. A HD 44780 belső felépítéséről a SIEMENS LCD ismertető ad útmutatást (33. ábra).

Azonnal látható, hogy az LCD modulok jellegzetes 14 csatlakozó vezetéke közvetlenül a mikrovezérlőre csatlakozik - bár ez nem is meglepő, hiszen más jelfogadó elem nincs is a modulban. A14 csatlakozópont számozása és részletezett funkciója a 16. táblázatban található meg.

A HD 44780 nyolcbites adatokkal illetve utasításokkal működik, de megoldható a négybites kezelése is. A kijelzésre váró információt a Display Data RAM, DDRAM (kijelzendő adat RAM) tárolja - ennek 80 kódnyi kapacitása az áramkör által kezelhető karaktermennyiség felső határa. A DDRAM tartalma alapján már a vezérlő végzi el

16. táblázat. Az LCD modulok csatlakozópontjai

Sorszám	Jel	Jelleg	Szerepkör
1	Vss	0V	tápfeszültség 0 pontja
2	Vcc	+5 V	fő tápfeszültség
3	VE, V ₀	beállító feszültség	kontraszt vezérlő feszültség
4	RS	regiszterkiválasztó jel	0: íráskor IR olvasáskor AC, BF 1: íráskor, olvasáskor: adatregiszter
5	R/W	írás/olvasás vezérlő jel	0: írás 1: olvasás
6	E	adatérvényesség (ENABLE) jel	adatérvényesség jelzése: H szintű impulzus
7 8 9 10 11 12 13 14	D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7	adatvezetékek	adatbitek, címbitek, utasítások bitjei

High-Order 4 bit	Low-Order 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
CG RAM	XXXX0000	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
	XXXX0001													
	XXXX0010													
	XXXX0011													
	XXXX0100													
	XXXX0101													
	XXXX0110													
	XXXX0111													
	XXXX1000													
	XXXX1001													
	XXXX1010													
	XXXX1011													
	XXXX1100													
	XXXX1101													
	XXXX1110													
	XXXX1111													

37. ábra. A karakterek nyomtatott, szabványos alakja

a karakterképpé való átranszformálást s a kijelző megfelelő képelemeinek időmultiplexeit működtetését. A karaktereket 5x7 vagy 5x9 ponton tudja megjeleníteni.

A karakterkódok alapján a kijelzési kép bitsorait a Character Generátor rROM, CGROM (karaktergenerátor iROM) adja meg, melyben 160, rögzített rajzolatú karakter képe tárolódik. - Egy további belső memóriaterület, a i Character Generátor RAM, CGRAM (karaktergenerátor RAM) arra ad lehetőséget, hogy a felhasználó maga alakítson ki tetszőleges mintázatú karaktereket - egyidőben legfeljebb nyolc különféle, 5x7 méretű speciális karaktert. A belső RAM-ok a fölérendelt eszköz számára közvetlenül elérhető, írható/olvasható memóriák, a kijelzéshez éppen fel nem használt részletek - pl. a CGRAM-ban ki nem használt bitek - mindig felhasználhatóak tetszőleges célú információ tárolására is.

A HD 44780-nal szerelt LCD modulok akár 8 bites, akár 4 bites központi egységű fölérendelt eszközzel képesek együttműködni - az utasítások és adatok 8 bites szavanként vagy 4 bites

szeletenként is mozgathatók a master elem és a modul között. A 80 bájtos DDRAM és a 64 bájtos CGRAM a programozottan 4 vagy 8 bites adatbuszon át kezelhető, tölthető fel illetve olvasható vissza. A modul a HD 44780 beépített oscillátorával működik - minden időzítésnek ez az alapja. A tápfeszültség bekapcsolásakor a vezérlő egy automatikus RÉSET folyamatot is lefuttat, s automatikusan indítja a belső oscillátorát is.

Ha egy modult 4 bites üzemre állítunk be, a 8 bites adatbusz alsó vezetékei feleslegessé válnak, az információmozgások a felső adatvezetéseken (D4 ... D7) valósulnak meg.

Ilyenkor az eredeti nyolcbites információ felső 4 bitje lép át először, majd azután az alsó négy bit. A később ismertetésre kerülő Busy Flag a teljes információ egység átvitelét jelzi - négybites működésnél így a második szelet átvitelét követően fog csak szabad állapotot jelezni! Nyolcbites illesztés alkalmazásakor egy-egy nyolcbites információ természetesen egyetlen lépésben átvihető a master egység és a modul között.

A modulvezérlő HD 44780-ban két regisztert alakítottak ki:

- Instruction Register, IR (utasításregiszter),
- Data Register, DR (adatregiszter).

Az IR tárolja az utasításkódot, a címinformációt (a DDRAM illetve a CGRAM címeit). Az IR csak írható regiszter. A DR egy általános célú adattároló regiszter. A fölérendelt egységből érkező bájt először ide kerül, majd innen helyeződik át az utasításoknak megfelelően pl. a DDRAM-ba vagy a CGRAM-ba. A DR-t a DDRAM illetve a CGRAM olvasásakor is használja az IC. Ha az IR-ben RAM cím áll, a megfelelő RAM rekesz tartalma beíródik a DR-be. Az adatkivétel, a kiolvasás akkor zárul le, ha a master egység kiolvassa a DR tartalmát. A HD 44780 egy belső mechanizmussal meg tudja oldani, hogy egy RAM művelet után automatikusan változtassa eggyel a címértéket - így a sorozatos beírások ül. kiolvasások jelentősen gyorsíthatók.

Az Address Counter, AC (címszámláló) egység állítja elő a DDRAM

és a CGRAM számára is a címértékeket. Amikor a címbeállító utasítás (Address Set) kerül az IR-be, a címinformáció átkerül a címszámlálóba. A címbeállító utasítás azt is meghatározza, hogy ez a cím melyik RAM-ra vonatkozik. A címszámláló állása a modulból kiolvasható, RS = 0 és R/W = 1 vezérlőjel kombináció mellett.

Egy utasítás bevitele után a modul hozzálát annak feldolgozásához, végrehajtásához. Ez időigényes folyamat, közben a modul nem képes újabb utasítást fogadni. A foglaltságra egy Busy Flag, BF (foglaltsági flag, jelző) utal. Ha a BF = 1, a belső működés zajlik, a modul nem tud újabb utasítást fogadni. A BF értékét a modulból ki lehet olvasni az RS = 0 és R/W = 1 vezérlőjel kombináció mellett - az ekkor kiolvasható bájtban a D7 értéke a BF. Ha a lehetséges adatátviteli sebesség eléri az 50 kHz-et, már szükség van a BF ellenőrzésére - vagy a master elemében várakozási ciklusokat kell szervezni. A belső regiszterek elérési lehetőségeit foglalja össze a 17. táblázat.

A 80 x 8 bit kapacitású Display Data Ram, DDRAM a kijelzésre szánt legfeljebb 80 karakter kódját tárolja. A címszámlálóban (AC) beállítható DDRAM cím két hexadecimális jegyként adható meg:

felső helyérték	alsó helyérték
AC6 AC5 AC4	AC3 AC2 AC1 AC0

AC

pl. az 5DH DDRAM cím kettes számrendszerbeli, bináris megfelelője:

1 0 1 1 1 0 1.

Egy DDRAM cím egy kijelzési pozíciónak felel meg az LCD kijelző felületén. Az összerendelés függ a kijelző szervezésétől (egy- vagy többsoros), az elektronikus felépítéstől, s az eltolási (shiftelési) utasításokkal változtatható.

A 34. ábrán kétsoros, soronként 40 karakteres kijelzőhöz adtuk meg alap helyzetben a pozíciók DDRAM címét - majd megmutattuk, hogy egy balra ill. jobbra történő léptetés után hogyan alakulnak a címek. Látható, hogy a pozíciók számozása nem folytonos. Az első sorba történő folyamatos adatbevétel végén, a 41. bevitt karakterkód a második sor elején tűnik fel - de ha közvetlen DDRAM címzésekkel kívánjuk elérni a kijelzési pozíciókat, akkor feltétlenül az ábrán szereplő értékeket kell használnunk.

Ha csak egysoros kijelzőt kezel a

Karakterkód (DD RAM-adat)		CG RAM cím		Karakter-mintázat (CG RAM-adat)
7 6 5 4 3 2 1 0		5 4 3 2 1 0		7 6 5 4 3 2 1 0
←high-order bit low-order bit→		←high-order bit low-order bit→		←high-order bit low-order bit→
		0 0 0		* * * 1 1 1 1 0
		0 0 1		1 0 0 0 1
		0 1 0		1 0 0 0 1
0 0 0 0 * 0 0 0		0 0 0 0 1 1		1 1 1 1 0
		1 0 0		1 0 1 0 0
		1 0 1		1 0 0 1 0
		1 1 0		1 0 0 0 1
		1 1 1		* * * 0 0 0 0 0
		0 0 0		* * * 1 0 0 0 1
		0 0 1		0 1 0 1 0
0 0 0 0 * 0 0 1		0 1 0		1 1 1 1 1
		1 0 0		0 0 1 0 0
		1 0 1		1 1 1 1 1
		1 1 0		0 0 1 0 0
		1 1 1		0 0 1 0 0
		0 0 0		* * * 0 0 0 0 0
		0 0 1		
0 0 0 0 * 1 1 1		1 1 1		
		1 0 0		
		1 0 1		
		1 1 0		
		1 1 1		* * *

38. ábra. Szabadon definiálható karakterek a CGRAM-ban

HD 44780, megtakarítható a kiegészítő

oszlopmeghajtók egy része, ha a sort elektronikusán két sorként kezelik. Ezt a 35. ábrán a kijelző alaphelyzetét, s egy-egy balra ill. jobbra történő léptetés hatását a cél-mikrovezérlő sorvezeték kapacitása lehetővé teszi, így épül fel a SIE-mutatjuk be. Látható, hogy a két felső MENS egyik egysoros, 16 karakteres logikailag két független sorként működik. kijelzője - melynél egy soron belül is A 36. ábrán mutatjuk be a HD 44780-ba integrált CGROM tartalmat, sajátosan alakulnak a pozíciószámok.

17. táblázat. A HD 44780 belső regisztereinek címzése

RS	R/W	Regiszterműködés a mikrovezérlőben
0	0	írás az utasításrendszerbe (IR) - majd az utasítás végrehajtása
0	1	olvasás, a foglaltsági bit (BF) lép ki a D7-en, valamint a címszámláló (AC) tartalma az alsóbb adatvezetékeken (D0 ... D6)
1	0	írás az adatregiszterbe - az adat sorsát az előzőleg végrehajtott utasítás szabja meg
1	1	olvasás az adatregiszterből

ezek tehát azok a karakterek, melyeket - a táblázat pereméről leolvasható kódokat alkalmazva - a kijelzőn meg lehet jeleníteni. Látható, hogy viszonylag sok lehetséges karakterkódhoz japán írásjeleket rendeltek - mégis rendkívül népszerű az IC az egész világon. A 8, szabadon definiálható és változtatható karakterkép felhasználásával gyakorlatilag tetszőleges szöveg kiírására alkalmasak. A 37. ábrán ugyanezek a karakterek abban a formájukban láthatók, ahogyan nyomtatásban megszoktuk őket

A karakterkód táblázatokból az is látható, hogy a felhasználó által definiált karaktereket úgy lehet aktivizálni, mintha azok az eredeti karaktergenerátorban, a 00 ... 07H című rekeszben lennének. E kódokkal valójában a CGRAM-ot aktivizáljuk, de a felhasználást egyszerűsíti, hogy ha már betöltöttük a speciális karaktereket, látszólag azokra is ASCII kóddal hivatkozhatunk. Egyébként a 8 saját karakter a 00 ... 07H kódértékek mellett a 08 ... 0FH kódértékekkel is kérhetők, ezen a területen ugyanis ismét azok a karakterek jelentkeznek.

Eszerint a felhasználói tervezésű karakterkép (User Character, UC) karakterkódja így épül fel (az X tetszőlegesen 0 vagy 1 lehet):

MSB

Egy felhasználói karakter 5 x 7 képpontból és az aláhúzó (kurzor) sorból áll - a karakterkép *azáltal* definiálható, hogy ezen sorok tartalmát beküldjük a CGRAM-ba. A CGRAM-nál egy karakter esetén a rekeszcímek így alakulnak:

MSB				USB		
0	0	0	0	X	UC2	UC1 UC0
UC2	UC1	UC0	0	0	0	
...						
UC2	UC1	UC0	1	1	1	

Mivel a CGRAM rekeszei is nyolcbitesek, minden rekeszben három bit kihasználatlan lesz, a karakterminta betöltése után is.

A CGRAM-ban a karakterképet úgy kell kialakítani, hogy a működő (sötét) pontokat kell 1-gyei bejelölni. A CGRAM használatáról elmondottakat illusztrálja a 38. ábra.

Az LCD modul *kurzora* egy aláhúzó*& a kurzorpozíciónál. A kurzorpozí-

INSTRUCTIONS

Instruction	Code										Description	Execute Time (max.)
	RS	R/W	DB 7	DB 6	DB 5	DB 4	DB 3	DB 2	DB 1	DB 0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	1.64mS
Cursor At Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64mS
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40μS
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D) cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40μS
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents.	40μS
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40μS
CG RAM Address Set	0	0	0	1	ACG						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40μS
DD RAM Address Set	0	0	1	ADD							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40μS
Busy Flag/ Address Read	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	40μS
CG RAM/DD RAM Data Write	1	0	WRITE DATA								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40μS
CG RAM/DD RAM Data Read	1	1	READ DATA								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40μS

39. ábra. A HD 44780 utasítástáblázata

cio a villogtatás bekapcsolásával még feltűnőbbé tehető.

A mikrovezérlő időzítő egysége a belső részletek működését szinkronizálja, előállítja a folyadékkristályos kijelző működtetéséhez szükséges órajel és az abból származtatott vezérlő jeleket. Ez az egység ütemezi a multiplexelést is. Az óragenerátor névleges frekvenciája 250 kHz, az LCD modulok katalógusai e névleges értékhez adják meg a működési időket.

A párhuzamos/soros konverter feladata az, hogy a CGROM illetve a CGRAM kiolvasásával nyert párhuzamos adatot soros kijelzési formátumra alakítsa át-ez a soros jel kerül az LCD meghajtókra. A Bias Voltage Generátor, az LCD meghajtó fokozatok számára a Bias Voltage értéket előállító egység határozza meg a kijelzési kép kontrasztosságát s a láthatósági szögét. Az egység működését kívülről befolyásolhatjuk a tápfeszültség tartományon belüli, de állítható értékű V_0 illetve V_E pont feszültségével.

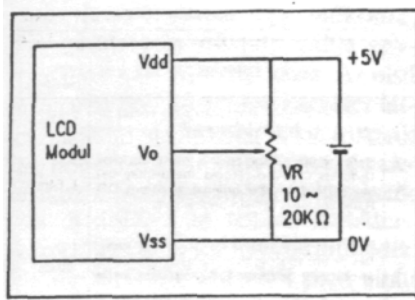
4.3. A HD 44780 utasításkészlete

Mint már említettük, a HD 44780 utasításai (és adatai) akár 4 bites, akár 8 bites formában mozgathatóak s a két

lehetőség közül is utasítással lehet választani! Az utasítások olyan sajátos felépítésűek, hogy ez megoldható. Az utasítás típusát lényegében a felső helyiértékeken álló, folyamatos 0 sorozat hossza jelöli ki, amit egy 1 zár le - a további bitek többnyire az utasításon belüli paraméter értékét határozzák meg. A 39. ábrán látható az utasításokat összefoglaló ábra - abban a formájában, ahogyan az LCD modulok gyártói a katalógusaikban ezt megadják. A legtöbb esetben egyéb információ nincs is a használatáról - mindent a kis ábráról kell leolvasni!

Nem szabad megelégednünk arról, hogy egy utasítás fogadása után, a végrehajtás idejére a HD 44780 foglaltsági módba kerül, amit a Busy Flag értékének 1-re váltása is jelez. Ezt a flag bitet ki lehet olvasni a vezérlőből - a foglaltsági állapotában éppen a Busy Flag kiolvasó utasítás az egyetlen, amit fogad és korrektül végrehajt az áramkör. A kiolvasott bájtnál a D7 bit értéke jelzi a BF állását. A master egység két módon kezelheti a foglaltsági helyzeteket:

- minden parancs kiküldése után periodikusan lekéri a BF értékét, s ha már BF = 0, akkor folytatja a működtetést;



40. ábra. Kontrasztvezérlés

- minden parancs kiküldése után a master várakozik, míg eltelik a katalógusokban megadott programvégrehajtási idő. A következőkben áttekintjük a HD 44780 utasításait, azok bináris alakját, a vezérlő jeleket és az utasítások hatását.

Display clear (kijelző törlése)

Kódja:

RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

Az utasítás letörli az eddig kijelzett karaktereket az LCD kijelzőről, a DDRAM-ot is ki törli - azaz minden kijelvezhető karakter kódjaként a „20H” ASCH értéket tölti be, ami a szóköz, a „space” kódja. A címszámláló (AC) 0-ra áll be. Ha a kijelzési képet korábban eltoltuk (shifteltük), az eredeti pozíciószámok is helyreállnak. A leírtak alapján tehát a korábban kijelzett információ teljesen és végérvényesen elvész, a kijelző üressé válik s a kurzor a bal felső pozícióba lép.

Display/cursor **home** (kijelző/kurzor alaphelyzetbe állítása)

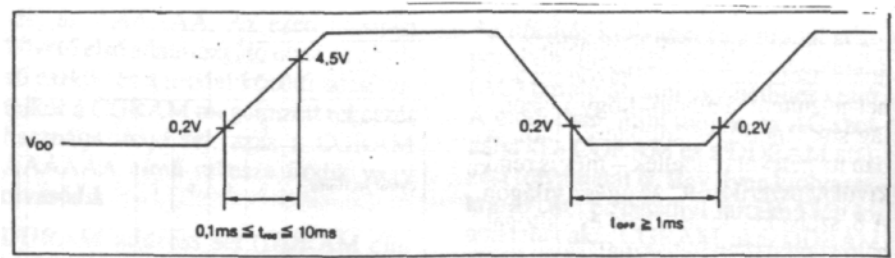
Kódja:

RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 x

Az utasítás nullázza a címszámlálót (AC). Ha a kijelzési képet előzőleg shifteltük, most helyreállnak a pozíciószámok. Az utasítás hatására a kurzorpozíció a bal felső karakterhelyre kerül, de a DDRAM tartalma nem változik meg.

Entry mode set (beviteli mód beállítása) Kódja:

RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 I/D S
Ez az utasítás a sorozatos adatbevitelt teszi lehetővé, specifikálja eközben a



41. ábra. Tápfeszültség kapcsolási folyamatok

kurzorpozíció mozgási irányát és a kijelzési kép esetleges automatikus shiftelődésének irányát

I/D: inkrementáló/dekrementáló bit

I/D = 1: inkrementálás, egyesével való növelés, I/D = 0:

dekrementálás, egyesével való csökkentés. A címszámláló (AC)

tartalma eggyel változik minden DDRAM vagy CGRAM

beírás vagy kiolvasás után - a változás irányát az I/D köti meg.

Ez a bit meghatározza a kurzor és a villogtatási funkció haladási

irányát is. I/D = 1 esetén adatátvitel után jobbra lép a kurzor, I/D = 0

esetén balra. S: kijelzési kép shiftelés bit

S = 1: a teljes kijelzési kép shiftelődik egy pozícióval balra (I/D = 1) illetve jobbra (I/D = 0),

minden egyes DDRAM karakterkód beírását követően. A kurzor és a villogás!

funkciók nem mozognak el.

S = 0: a kijelzési kép nem shiftelődik.

A kijelzési kép nem shiftelődik egyik beállításban sem, amikor a CGRAM-ba írunk be adatot

Display ON/OFF (kijelzés be- és kikapcsolása) Kódja:

RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 0 0 0 1 D C B

Ez az utasítás kapcsolja be illetve ki a kijelzőmező működését, a kurzort és a villogási funkciót.

D: Display ON/OFF kapcsoló D =

1: Display ON: a kijelző bekapcsol

D = 0: Display OFF: a kijelző kikapcsol, ekkor azonban a DDRAM-ban lévő adatok nem

változnak meg! C: kurzor kapcsoló

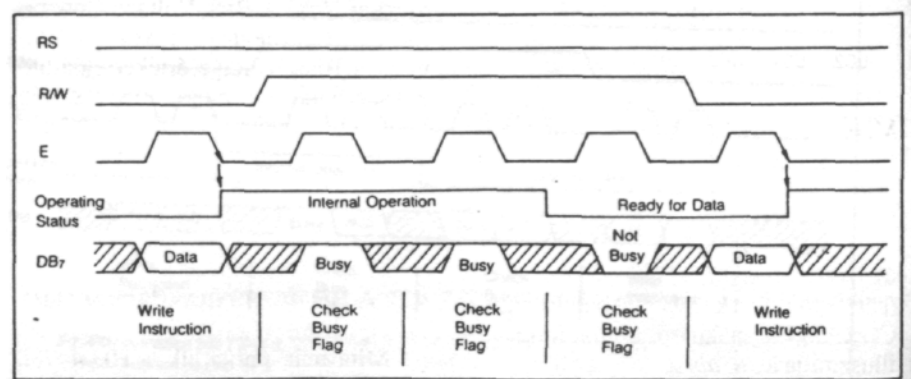
C = 1: a kurzor működik (a kurzorpozíció karakterhelyén a legalsó sor bekapcsolódik)

C = 0 : nincs kurzor a képernyőn.

B: villogtatás funkció kapcsoló B =

1: a kurzorpozíción lévő karakter villog

B = 0 : nem működik a villogtatás funkció.



42. ábra. 8 bites illesztési folyamat

A villogtatás úgy működik, hogy periodikusan váltja egymást két kijelzési fázis. Az első fázisban az eredeti karakter látható - időtartama 0,4 s; a másik fázis is 0,4 s időtartamú, de ekkor minden ponton (a karakterpozíción) az eredeti karakterkép negáltja, ellentétje működik - az eredetileg sötét pont világos és fordítva. A két fázis folyamatosan, periodikusan ismétlődve kelti a villogó érzést. A villogtatás és a kurzorfunkciók egyidőben is kérhetők.

Display/cursor shift (kijelzés/kurzor shiftelés) Kódja:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 0 1 S/C R/L X X
```

Az adatbevitelkor fellépő automatikus shiftelődésen kívül bármikor külön utasítással is eltolható a kijelzési kép vagy a kurzor pozíció, ez az utasítás is akár jobbra, akár balra léptetést is eredményezhet. A lehetséges kombinációk:

S/C R/L

0	0	kurzor shiftelés balra (AC = AC - 1)
0	1	kurzor shiftelés jobbra (AC = AC + 1)
1	0	a teljes kijelzett kép shiftelődik a kurzorral együtt balra
1	1	a teljes kijelzett kép shiftelődik a kurzorral együtt jobbra.

Function set (működési mód beállítás)

Kódja:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 1 DL N 0 X X
```

DL: az interfész szóhosszúságának beállítása.

DL = 1 : 8 bites interfész DL = 0 : 4 bites interfész
N: kijelzési formátum kiválasztása N = 0: egysoros N = 1: kétsoros

A Function set utasítást mindig a kezdeti beállítási folyamat során kell végrehajtani, lehetőleg csak a BF kiolvasás utasítás előzze meg.

CGRAM address set (CGRAM cím beállítás) Kódja:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 1 A A A A A A
```

A címszámlálóba (AC) betöltődik a karaktergenerátor RAM (CGRAM) cím - ami az utasításban szereplő 6 bites ér-

ték, az AAAAAA. Az ezen utasítást követő első adatmozgató utasítás a külső eszköz és a modul közötti adatátvitelkor a CGRAM megcímzett rekeszt használja majd fel, azaz a CGRAM AAAAAA című rekesze íródik vagy olvasódik.

DDRAM address set (DDRAM cím beállítás) Kódja:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 1 A A A A A A A
```

A címszámláló (AC) betöltődik az utasításban szereplő 7 bites DDRAM címmel, az AAAAAA értékkel. Ezen utasítás végrehajtását követően a következő adatmozgató a master egység és az LCD modul között a DDRAM-ot fogja elérni - megcímzett DDRAM rekesz íródik illetve olvasódik. Ha N = 0 (egysoros kijelzés),

a címtartomány 00H... 4FH;

ha N = 1 (kétsoros kijelzés),

a címtartomány az első sorra 00H... 27H, a második sorra 40H... 67H.

Busy Flag/address counter read (BF és címszámláló kiolvasás) Kódja:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 1 BF A A A A A A A
```

BF: a Busy Flag (BF) jelzi, hogy a modul egy utasítás végrehajtási cikluson belül van - eközben BF = 1, a modul vezérlőegysége foglalt, nem fogad újabb utasítást, csak a BF kiolvasó parancsot hajtja végre. Ha a működést befejezte a mikrovezérlő, a BF értéke 0-ra változik.

Az utasítás kiolvasása és a modul adatpontjain megjeleníti a címszámláló (AC) tartalmát, ami egy hétbites szám. A modulban, mint tudjuk, az AC szolgálja ki a CGRAM és a DDRAM címzési folyamatát is. Egy ilyen kiolvasáskor az AC pillanatnyi tartalma lép ki, ami tehát akár CGRAM, akár DDRAM cím is lehet. Az határozza meg a cím tényleges szerepét, hogy utoljára CGRAM vagy DDRAM címbeállító utasítást hajtott-e végre a HD 44780 mikrovezérlő.

CGRAM/DDRAM data write
(CGRAM/DDRAM adat beírás)

Kódja:

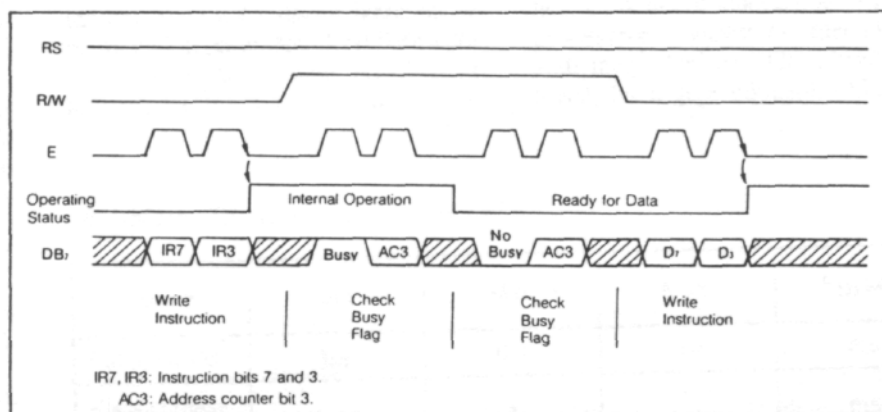
```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
1 0 D D D D D D D D
```

Egy nyolcbites adatszót íródik be (DDDDDDDD), mégpedig attól függően a CGRAM-ba vagy a DDRAM-ba, hogy utoljára melyikükre vonatkozó címbeállító utasítást hajtott végre a vezérlő. Az adat abba a RAM-rekeszbe íródik az így kijelölt memórián belül, amelyet a címszámláló (AC) pillanatnyilag kijelölt. Miután az adat beíródott a RAM-rekeszbe, a címszámláló tartalma eggyel megváltozik - inkrementálódik vagy dekrementálódik, az érvényben lévő entry mode utasításnak megfelelően. Ha a képernyő shiftelést aktivizáltuk, a shiftelés megvalósul. Ez az utasítás szolgál, a CGRAM betöltése révén, a felhasználói karakterkép bevitelére is.

CGRAM/DDRAM data read
(CGRAM/DDRAM adat kiolvasás)

Kódja:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
1 1 D D D D D D D D
```



43. ábra. 4 bites illesztési folyamat

Az utasítás a két vezérlőjel egyidejű értékeivel váltható ki, az utasítás leírásában megjelölt DDDDDDDD nyolcbites adatot az adatpontokra az LCD modul küldi ki. Ezt a nyolcbites adatot az utasítás vagy a CGRAM-ból, vagy a DDRAM-ból olvassa ki - az utoljára végrehajtott címbeállító utasításnak megfelelően. Az adat abból a RAM-rekeszből származik - az előzőek alapján kiválasztott RAM-on belül - amelynek a címe pillanatnyilag a címszámlálóban (AC) van.

A RAM-kiolvasás utasítás kiadása előtt gondoskodnunk kell a precíz címzés megvalósításáról. Csak akkor lesz helyes a kiolvasott adat, ha a RAM kiolvasás utasítást a következő utasítások egyike előzi meg közvetlenül:

- vagy CGRAM address set,
- vagy DDRAM address set,
- vagy cursor shift,
- vagy egy előző RAM-kiolvasási utasítás.

Bármilyen egyéb utasítást követően a RAM kiolvasási parancs helytelen eredményre vezet. Az „Address set” utasítások a kívánt címet helyezik be a címszámlálóba - ami egyben a helyes kiolvasási cím is. A folyamatos RAM-kiolvasási utasítás sorozat is helyes értéket eredményez. A kurzort shiftelő utasítást követő RAM-kiolvasás a DDRAM-ból olvassa ki az adatot.

Minden RAM-kiolvasás után egygyel változik a címérték - attól függően nő vagy csökken, hogy az érvényes Entry módé utasítás inkrementálást vagy dekrementálást ír-e elő. Egy folyamatos RAM-terület kiolvasása tehát közbeeső címző lépések nélkül is elvégezhető. A RAM kiolvasásakor a ki jelzett kép nem shiftelődik.

(A CGRAM/DDRAM adat beíró utasítás is kezeli a RAM-ok címeit, de egy ilyen lépés után nem lehet kiolvasást kérni, csak ha közbeiktatunk egy címhelyesbítő utasítást. Precíz visszaozlasásra csak a felsorolt négy utasítás utáni kiolvasáskor számíthatunk.)

Az LCD modulok, amint a csatlakozó pontok ismertetésekor láttuk, három tápfeszültség csatlakozási ponttal készülnek. A GND (0 V) és a fő tápfeszültség (Ucc vagy Vcc, azaz +5 V) mellett egy további tápfeszültség csatlakozó pont is szerepel, a kontraszt beállító feszültség. Ennek jele a csatlakozón többféle is lehet, a modul gyártójától függően (V₀, VOP, V_E, V_{EE}).

A kontrasztvezérlő feszültség beállítását a 40. ábra szerint célszerű megoldani, a pont feszültsége 0 ... +5 V

közötti lehet, semmiképpen nem lépheti túl Ucc pillanatnyi értékét.

A kontrasztbeállító potenciométer forgatva megfigyelhető, hogy egy adott irányból nézve a kijelzőt, hogyan változik a kontraszt - de azt is érdemes kikísérletezni, hogy különböző nézőszögeknél milyen hatású e pont feszültsége. Tulajdonképpen egy adott környezeti fényhez, nézési távolsághoz és szöghöz lehet mindig optimálisan beállítani a kontraszt-vezérlő feszültségét.

A beépített, automatikus inicializálási folyamat (Power Rését) tökéletes lezajlásához a tápfeszültség kialakulásának egy előírt sebesség-intervallumban kell megtörténnie. A kívánt jelalakok a 41. ábrán láthatóak, a bejelölt időparamétereket a 18. táblázat tartalmazza. Az is leolvasható az ábráról, hogy ha a kívánt kijelzőt kikapcsoljuk, egy bizonyos (IOFF) időt ki kell várni a bekapcsolása előtt. Ha hamarabb történik meg a visszakapcsolás, a Power Rését folyamat tökéletlenül megy végbe.

A 42. ábra a nyolcbites interfész működését szemlélteti, a 43. ábra pedig a szételtelt, négybites interfész idődiagramja.

Ismét felhívjuk a figyelmet arra, hogy a négybites megoldásban a Busy Flag a teljes nyolcbites információ átvitelét követően jelzi a végrehajtási folyamatot - ahogyan ez az ábráról is leolvasható.

4.4. A HD 44780 vezérlővel szerelt LCD modulok alkalmazása

Az eddig elmondottak alapján már bátran kísérletezhetünk az LCD modulokkal, de még szeretnénk néhány fontos ismeretet átnyújtani.

Az LCD modulok paraméterei többnyire egységesek, éppen az azonos beépített elemeknek köszönhetően. Az abszolút határértékeket a 19. táblázatban foglaltuk össze. Az írási művelet idődiagramja a 44. ábrán szerepel, az ott megjelölt paraméterek értékeit a 20. táblázatban találjuk meg. Az olvasási művelet lefolyása a 45. ábra szerinti,

az olvasás során mérvadó paramétereket a 21. táblázat tartalmazza.

A működtetés legfontosabb mozzanatai a következők:

- egy „E” adatérvényesség (ENABLE) impulzust kell előállítani, melynek minimális szélessége 450 ns (hosszabb lehet!),
- az E felfutó éle előtt minimum 140 ns-mal be kell állítani az RS és az R/W jeleket,
- az adatot az E felfutó éle előtt minimum 10 ns-mal be kell állítani az adatpontokon,
- minden jelnek változatlanul kell lennie az E H szintje alatt, s a lefutó él után is min. 10 ns-ig.

Az E az LCD modul kulcsjele - ennek hatására kerülnek az információk a cél-mikrovezérlő belső regisztereibe. Az E egy aktív Hszintű, tiszta TTL jel - H szintje jelzi, hogy az adatpontokon a bitek stabilan a kívánt értékek, s a vezérlőjelek is aktívak. A modulnak nincs olyan „chip select” (CS stb.) jele, amelyet pl. a memória IC-knél, periféria elemeknél megszoktunk. A fölörendelt rendszerben kell a megfelelő modul működés engedélyező jelet és az adatérvényesség jelet összekapuzni - így áll elő a használható E jel. Láthatóan a modul működési idői megadása-kor is az E a vontakozási jel, ennek fel- és lefutó élei.

Mint már láttuk, az E minimális impulzusszélességi ideje 450 ns. A periódusideje min. 1000 ns. Ezzel a maximális sebességgel csak akkor adhatjuk a modulra az E impulzusokat, amikor foglalt állapotban BF ellenőrző kiolvasásokat kezdeményezünk. A normál adatmozgató működés során az E periódusideje kb. 40 (is-ra adódik).

Ha a master készülék pl. mikroszámitógép, sajnos előfordulhat, hogy annak processzora túlságosan gyors az LCD modul közvetlen működtetéséhez. Csak akkor lehet a master mikroprocesszor olvasási és írási ciklusai alatt megoldani az LCD olvasását és írását, ha a gépi ciklusok időtartama

18. táblázat. Tápfeszültség kapcsolási idők

Jellemző	Jel	Min.	Max.	Egység
Felfutási idő	trcc	0,1	10	ms
Kikapcsolási periódus	tOFF	1		ms

19 táblázat. Abszolút határértékek az LCD modulokhoz

Jellemző	Jel	Min.	Max.	Egység
Tápfeszültség	Vcc	0	7	V
Kontrasztvezérlő feszültség	VE	0	Vcc	V
Bemeneti feszültség	Vi	0	Vcc	V
Működési környezeti hőmérséklet	T _A	0	+50	•C
Tárolási környezeti hőmérséklet	T _S	-20	+70	•C

20. táblázat. Az LCD modul írási ciklusának paraméterei

Jellemző	Jel	Min.	Max.	Egység
ENABLE ciklusidő	tcyc	1000		ns
E imp. szélessége	tw	450		ns
Felf./lef. idők	tr.tr		25	ns
Cím tartási idő	UH	10		ns
Beállási idő	tsu	140		ns
Adat beállási idő	tdsu	195		ns
Adat tárolási idő	tWH	10		ns

21. táblázat. Az LCD modul olvasási paraméterei

Jellemző	Jel	Min.	Max.	Egység
ENABLE ciklusidő	tcyc	1000		ns
E imp. szélessége	tw	450		ns
E fel/lefutási idők	tr.tf		25	ns
Beállási idők	tsu	140		ns
Cím tartási idő	UH	10		ns
Adat késési idő	td		320	ns
Adat tartási idő	tRH	20		ns

min. 1 (is, s így kellően hosszúak a meghajtó áramkörök mind CMOS vezérlő jelek. Egyébként más megoldások, a maximális határértékeket még dást kell választani - pl. egy program pillanatszerűen sem szabad túllépni. mozható I/O elemen keresztül kell a tápfeszültség fordított polaritását módult kezelni, vagy monostabil multivibrátorral kell előállítani a megfelelő vezetést. Az automatikus bekapcsolási Időtartamú E impulzust. *Szoftver úton* inicializáció érdekében tiszta, is lehet segíteni a problémán - megfelelő tranzienstmentes tápegységet kell alkalmazni. A modulra nem szabad logikai jeleket vezetni, ha a tápfeszültsége nincs lehet használni.

Mivel az LCD modul elemei, a HD bekapcsolva!
44780 cél-mikro vezérlő és a kiegészítő

A kontraszt feszültség bevezetése és a GND közé nem szabad „szűrőkon-
denzátort” bekötni! Kikapcsoláskor itt kialakulhatna átmenetileg egy olyan feszültségérték, ami pillanatnyilag meghaladná az Ucc pont feszültségét, és az áramkörök tönkremeneteléhez vezetne!

Természetesen, a master elem működése közben az LCD modult nem szabad csatlakoztatni, s nem szabad lekapcsolni, a csatlakozást bontani sem. A fölérendelt eszköz és a modul között a lehető legrövidebb kábelt kell felhasználni.

A kijelző modul a nagyméretű üvegfelületek miatt rendkívül érzékeny mechanikai feszültségekre, hajlításra, csavarásra. Mivel a külső felületén egy vékony műanyag polarizált szűrő van, azt ha elszennyeződik, csak puha, kissé nedves ruhával, semleges tisztítószerezrel szabad kezelni.

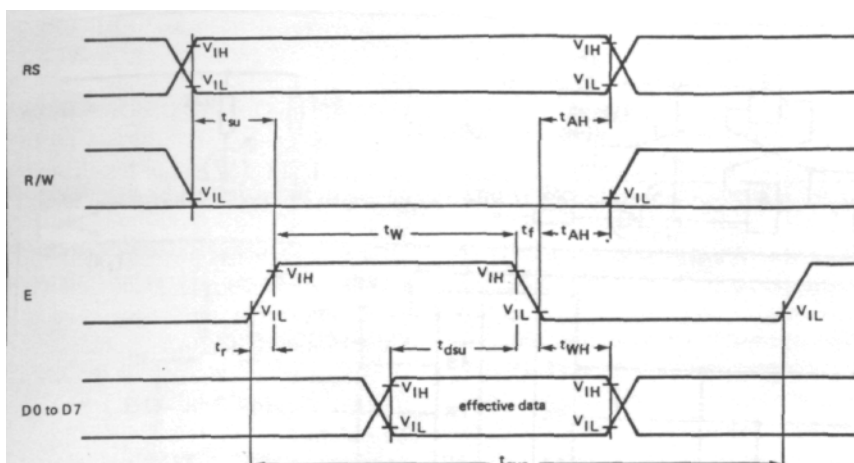
Korábban már említettük, hogy a tápfeszültség bekapcsolásakor az LCD modulban egy automatikus inicializációs folyamat zajlik le. Esetenként azonban szükséges lehet a kijelző modul bekapcsolását követően egy saját beállító utasítás sor beküldése is - egyrészt mert a gyári alapállapot természetesen nem minden működtetéshez megfelelő, másrészt a beépített inicializálás (Power Reset) sok feltételtől függő, időigényes folyamat, így előfordulhat, hogy nem teljesen, nem precízen fut le a kijelző tápfeszültségre kapcsolásakor. Természetesen, bekapcsolás után vagy később az üzemeltetés során újabb utasításokkal bármikor állítható a kijelző üzeme.

Ha az automatikus inicializáció nem tökéletesen futott le, annak a legkellemetlenebb hatása az, hogy nem lehet tudni, a vezérlő négy bites vagy a nyolc bites üzemmódban van-e. Ez sem okoz azonban túlságosan nagy gondot - az interfész hosszúságát beállító utasítást egyszerűen megkettőzve kell beküldeni, így bármelyik eset is áll fenn - az utasítás érvényre fog jutni.

Ha 8 bites kommunikációt kívánunk alkalmazni, a bizonytalan állapotú modulhoz először a nyolc bites interfész beállító utasítást küldjük be - egymás után kétszer:

```
RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 1 1 X X X X
0 0 0 0 1 1 X X X X
```

Ha ezt a két utasítást beküldtük, ezután a modul biztosan 8 bites információátvitellel működik.



44. ábra. írási ciklus az LCD modulnál

A beépített automatikus inicializálás a következő utasítássorozatból áll:

1. Clear Display (képernyő törlés)
2. Function Set
DL = 1 (8 bites interfész) N= 0 (egysoros kijelzés) F= 0 (5 x 7 pontos kijelzési kép)
3. Display ON/OFF Control
D= 0 (display OFF) C= 0 (Cursor OFF) B= 0 (Blinkfunction OFF)
4. Entry Módé Set
I/D = 1 (Increment Módé) S= 0 (Display shift OFF)

jelzési pozíciók és a DDRAM címek összefüggései, vagy hogy egy hosszabb kijelző esetén elektronikusan is hosszú sorokkal működik az egység, vagy két-két sorként kezel egy fizikailag hosszú, egyetlen sort. A 46. ábrán látható áramköri környezet minden, HD 44780 cél-mikrovezérlővel épített LCD karakteres modulhoz használható.

Az RS és az R/W jeleket egy-egy billenőkapcsolóval célszerű kialakítani 0 - mi is így jártunk el. E vezérlő jelek beállított értékét egy-egy LED jelezhetné, de célszerűbbnek találtuk, ha a vezérlő jelek két értékét, mivel mindkettőnek van funkciója, külön-külön jelezzük - így az RS LED esetében

erre a célra szolgál a DATA ill. INSTR/ADDR LED-páros (adat ill. utasítás-cím állapot); az R/W jelnél a READ ill. a WRITE LED-ek. Ezeket a vezérlő jeleket egy-egy információátviteli ciklus előtt kell beállítani.

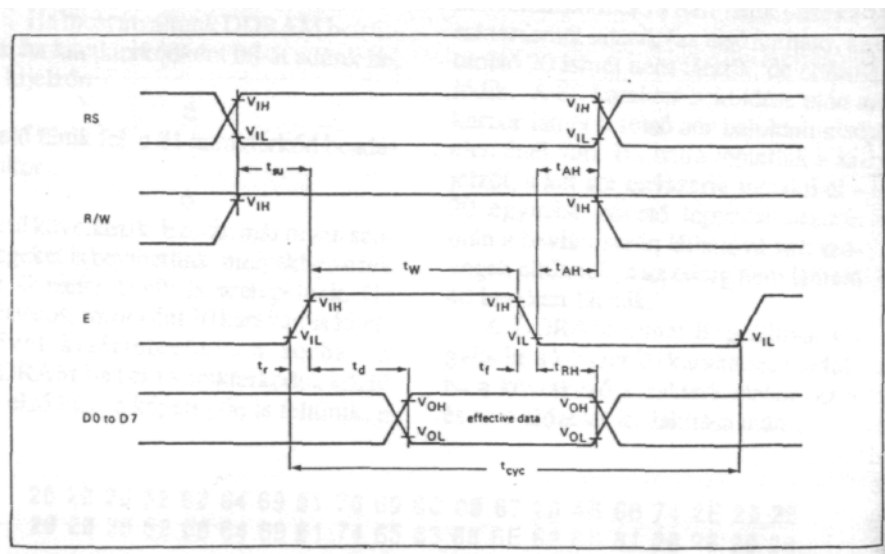
Az E (ENABLE) jelet pergésmentesített nyomógombbal oldottuk meg, ehhez olyan nyomógomb szükséges, amelyiknek váltó- (morze) érintkezője van. A pergésmentesítés eredményeképpen egy nyomógomb-működtetés egyetlen, meredek fel- és lefutású impulzust állít elő. A moduloknál az E jel impulzusszélességére csak alsó határ van - a kézzel történő leggyorsabb működtetés sem képes a megengedettnél rövidebb impulzust előállítani, így ez a megoldás tökéletesen megfelel a modulok kezeléséhez. A kiolvasott adatbitek LED-ek jelzik ki. A beírásra kerülő adatbitek egy-egy billenőkapcsoló állítja be - itt miniatűr DIL tolokapcsoló-sor is használható. A beírásakor a modul adatpontjai vezérlésére és kiolvasására a LED-ek meghajtására buszmeghajtó áramköröket alkalmaztunk.

Ha a 46. ábra szerinti kezelőegységet kialakítjuk, könnyen ki lehet próbálni a felhasználó által szabadon alakítható karakterek bevitelét, alkalmazását. A 8 bites interfészre beállított modulnál utasításként adjuk be a 0 CGRAM címet, majd váltunk át adatbevitelre, s a következő adatsort írjuk be a modulba:

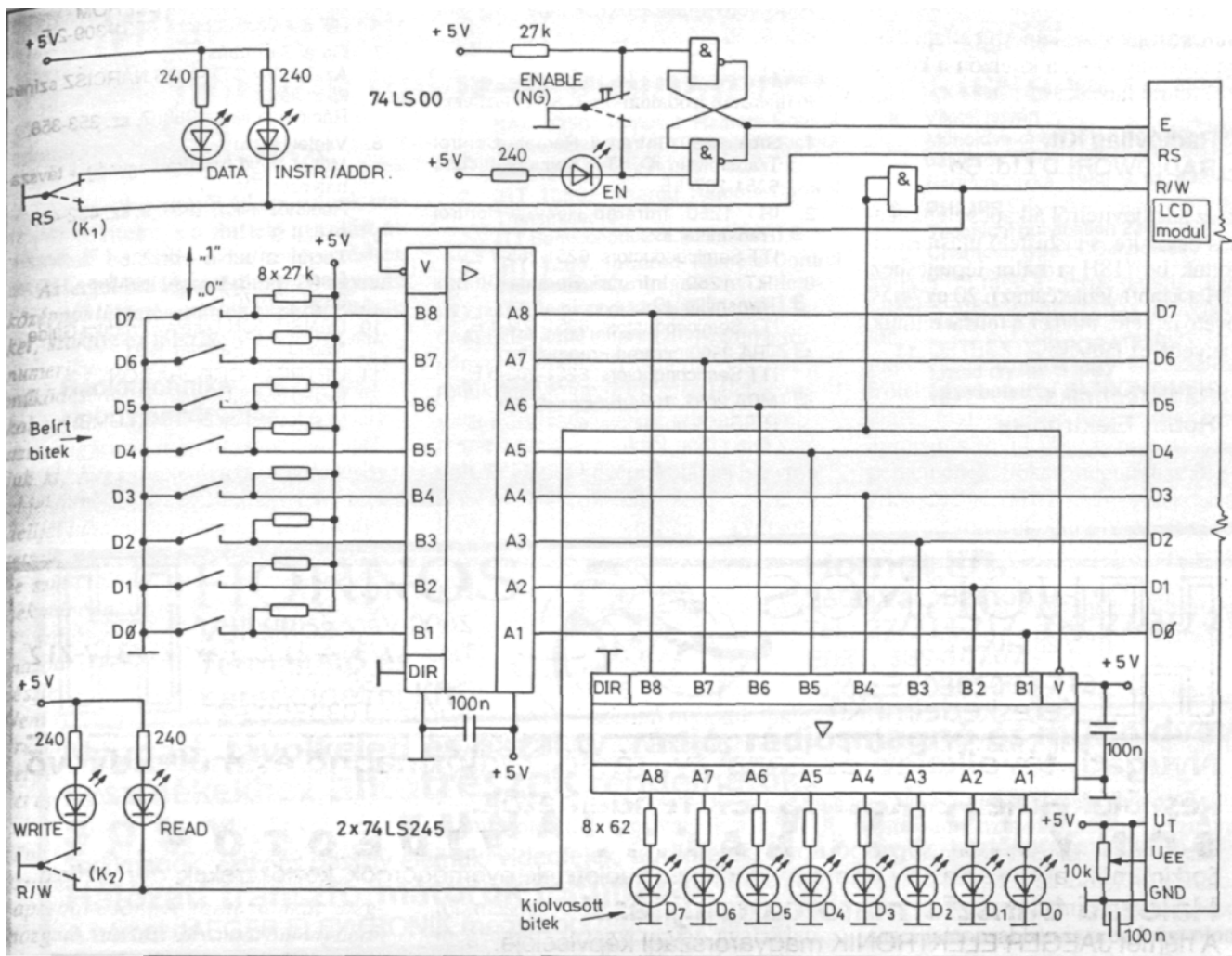
```
02 04 0E 01 0F 11 0F 00
02 04 00 0E 11 11 1E 00
```

Ha saját inicializáló utasítássorozatot használunk, akkor is célszerű ezeket az utasításokat, ebben a sorrendben beküldeni a modulhoz - az egyes utasításokon belül a paramétereket már a mi céljainknak megfelelően állítjuk be (pl. kétsoros kijelzés, kurzorral, villogtással stb.).

Az LCD modulokkal az esetleges felhasználás előtt célszerű alaposan megismerkedni. Ha gyakran kell egy-egy elemet bemutatni (pl. a forgalmazóknál, vagy oktatási intézményekben, vagy olyan felhasználóknál, akik különféle eredetű modulokat alkalmaznak), célszerű lehet egy kis áramköri környezetet kialakítani annak érdekében, hogy az LCD modulokat meg lehessen ismerni, az utasításokra reakciójukat szemléltetni lehessen. Ilyen kis eszközzel pl. fel lehet deríteni, hogy az adott modulnál hogyan alakulnak a ki-



45. ábra. Az LCD modul olvasási ciklusa



46. ábra. LCD modult működtető áramkör

Az adatokat két hexadecimális jeggyel adtuk meg, mert ez rövidebb, mint a bináris leírás -közismerten a hexadecimális jegy négy helyiértékű kettős számrendszerbeli értékkel azonos: dec. kettős szr. hexadecimális

0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

azaz a 0F hexadecimális szám-kettős kettős számrendszerbeli megfelelője:

00001111

Ha most átváltunk DDRAM beírásra, ha karakterkódként 00-at adunk be, a kijelzőn

á

betű tűnik fel, a 01 karakterkód beadásakor

ó

betű következnek. Ezután már olyan szövegeket is bevihetünk, melyekben ezek az ékezetes betűk is szerepelnek. Ha kétsoros, soronként 20 karakteres kijelzővé! kísérletezünk, a sorban a DDRAM-ba beírt karakterkódok közül az első húsz a képernyőn is feltűnik, a

következő húsz nem látszik, de a modulban, az első sor további karaktereiként eltárolódnak, a harmadik húsz karakter ismét látszik (az első sorban), az utolsó 20 ismét nem látszik, de eltárolódik. A 80 karakter beküldése után a kurzor ismét a felső sor baloldali első eleménél van. Ha balra léptetjük a kijelzőt, a két sor egyszerre mozdul el - 20 egymást követő léptetési utasítás után a bevitel során láthatóvá vált szövegek eltűnnek, s az eddig nem látható 40 karakter látszik.

A DDRAM címet 0-ra állítva, vigyük be a kétszer 20 karakteres modulba a következő karakterkódokat (az az és az ó előzetes kialakítása után):

```

20 20 20 52 00 64 69 01 76 69 6C 00 67 20 4B 66 74 2E 20 20
20 20 20 52 00 64 69 01 74 65 63 68 6E 69 6B 61 20 20 20 20

52 41 44 49 4F 57 4F 52 4C 44 20 4C 74 64 2E 20 43 6F 2E 20
20 48 6F 62 62 79 20 45 6C 65 6B 74 72 6F 6E 69 6B 61 20 20

```

Ha sikerül a felsorolt adatokat bevinni, s a kijelzés bekapcsolt állapotban van (Display ON), a kijelzőn a következő felirat látszik:

**Rádióvilág Kft.
RADIOWORLD Ltd. Co.**

Ha az adatbevitelről átkapcsolunk utasítás bevitelre, s a shiftelő utasítást állítottuk be (18H a balra léptetéshez, 1CH a jobbra léptetéshez), 20 egymást követő léptetés után ez a felirat eltűnik, s helyette ez látszik:

**Rádiótechnika
Hobby Elektronika**

A léptető utasításokkal akárhányszor felcserélhető a két szövegrész egymással.

Felhasznált irodalom (az 1. és 2. részhez):

1. SAA 1250. Infrared Remote-Control Transmitter IC. ITT Semiconductors 6251-267-1 E
2. IRT 1250. Infrared Remote-Control Transmitter IC
ITT Semiconductors. 6251-265-1 E
3. IRT 1260. Infrared Remote-Control Transmitter IC.
ITT Semiconductors. 6251-308-1 E
4. TBA 2800 Infrared Preamplifier
ITT Semiconductors. 6251-203-5 E
5. MDA 2062. 1024-Bit EEPROM
ITT Semiconductors. 6251-295-1 E
6. NVM3060. 4069-BitEEPROM
ITT Semiconductors. 6251-309-2 E
7. **Garai Barnabás**
Az ORION CTV-1156 NÁRCISZ színes készülék
Rádiótechnika, 1988. 7. sz. 353-356.
8. Viletel István
Műholdvevő belsőtéti egység + távvezérlő TV Rádiótechnika, 1988. 9. sz. 432-435
9. PHILIPS
Technical publication 238
Character type LCD modules
9398-056-70011
10. DENSITRON Display Product Guide
Nachdruck Február 1991
11. OPTREX CORPORATION
Liquid crystal display
(distributed by BÄTRON GMBH).