

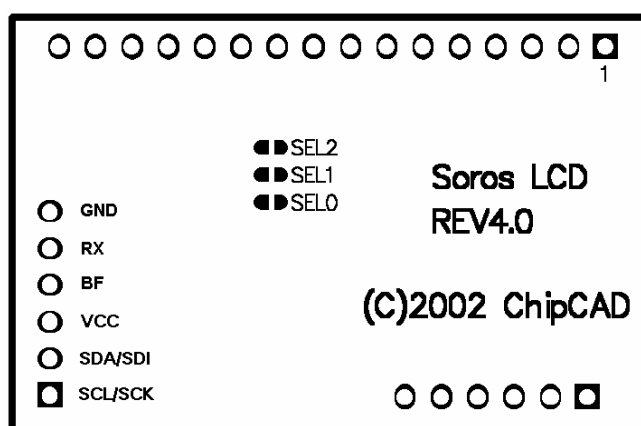
Soros LCD vezérlő

A vezérlő modul lehetővé teszi, hogy az LCD-t soros vonalon illeszthessük alkalmazásunkhoz. A modul több soros protokollt is támogat, úgy, mint az RS232, I²C, SPI. Továbbá az LCD alapfunkcióit a következőkkel egészíti ki:

- Háttérvilágítás ki/bekapcsolása (háttérvilágítással rendelkező típusok esetén)
- Kontrasztállítás
- LCD inicializálás + magyar ékezetes karakterek felprogramozása

A vezérlő alkalmas 1x16, 2x16, 2x20, 4x20 karakteres kijelzők meghajtására.

Az 1. ábrán látható a modul bekötése.



1. ábra A soros vezérlőmodul bekötése

A csatlakoztatott kijelző karakterszámának megfelelő konfiguráció a SEL0 és SEL1 átkötések nyitott/zárt állapotával állítható be. Ennek megfelelően az alábbi táblázat tartalmazza a lehetséges konfigurációkat.

SEL1	SEL0	Konfiguráció
zárva	zárva	1x16 karakter
zárva	nyitva	2x20 karakter
nyitva	zárva	4x20 karakter
nyitva	nyitva	2x16 karakter*

* alapértelmezett

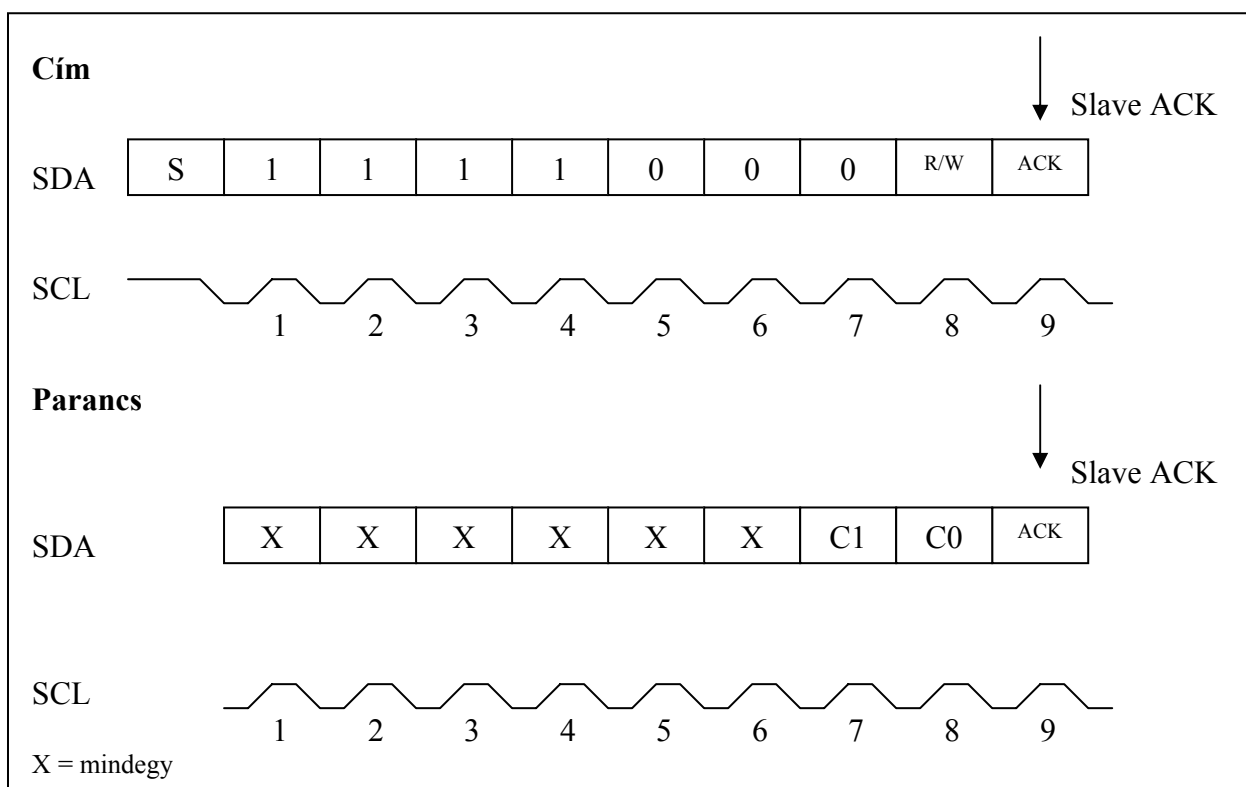
Fontos tudnivaló, hogy a vezérlő bekapcsolás után kb. 10 msec. alatt inicializálja magát. Ez idő alatt nem fogad semmilyen parancsot és adatot sem!

Az I²C interfész

Az I²C interfész kiválasztásához a SEL2 jelű forrszemet hagyjuk szakadásban, azaz nyitott állapotban. A kommunikációhoz a modul SDA kivezetése használható adat ki/bemenetként, illetve az SCL kivezetés órajel bemenetként. A modul maximálisan 1 MiBit/sec sebességgel képes kommunikálni.

A vezérlő 32 bájtnál több adatot küldünk ki adatvesztés léphet fel! Ennek elkerülése érdekében, ha az elküldött utasítások végrehajtási ideje indokolja újabb írás előtt, kérdezzük le a BUSY FLAG állapotát, mely a feldolgozás ideje alatt 0xFF-et ad vissza, egyébként, pedig 0x00-t. Másik lehetséges módja a feldolgozás állapotának vizsgálatára, ha a modul BF kimenetét figyeljük. Feldolgozás alatt a BF kimenet logikai 1 szintű, egyébként logikai 0.

Az alábbi ábrán látható az LCD vezérlő megcímzése – írás esetén:



Az LCD vezérlő megcímzése – írás esetén

A vezérlő I²C buszos címe: **0xF0**. A **Start bit** és a **Slave cím** kiküldése után egy parancsbájt kiküldésére van szükség, mely parancsbájt bitjei jelölik ki a végrehajtandó műveletet.

A parancsbájt bitjeinek értelmezése, attól függően, hogy írást vagy olvasást jelöltünk meg a Slave cím R/W bitjével, a következő képen néz ki:

R/W	C1	C0	Funkció
0	0	0	parancs küldése az LCD-nek
0	0	1	adat küldése az LCD-nek
1	X	X	LCD busy flag olvasás
0	1	0	Kontraszt érték beírása
0	1	1	Háttérvilágítás ki/bekapcsolása

A vezérlő funkcióinak összefoglalása

Új parancsbájtot csak a következő **Start bit** és **Slave cím** után küldhetünk ki. Mivel a parancsbájt is bekerül a bufferbe, nem kell attól tartani, hogy esetlegesen felül definiáljuk a parancsot és a még fel nem dolgozott adatokat másképp értelmezi a vezérlő, mint ahogy azt szeretnénk volna.

Az LCD-nek kiadható parancsok összefoglaló táblázata és a kibővített karakterkészlet a mellékletben található.

Háttérvilágítás ki/be kapcsolás

A háttérvilágítás ki/be kapcsolásához, a fenti táblázat alapján, a **Start bit** és **Slave cím** kiküldése után egy olyan parancsbájtot kell kiküldeni, ahol C0 = 1 és C1 = 1. Majd a soron következő bájt értéke szabja meg, hogy a háttérvilágítás ki vagy be legyen kapcsolva. Ha a bájt értéke 0, akkor kikapcsolt állapotú lesz. Minden más érték esetén bekapcsolt állapotú.

Kontraszt állítás

A kontraszt állításhoz, a fenti táblázat alapján, a **Start bit** és **Slave cím** kiküldése után egy olyan parancsbájtot kell kiküldeni, ahol C0 = 0 és C1 = 1. Majd a soron következő bájt értéke szabja meg a kontraszt mértékét. Figyelem! A 0 értékhez tartozik a maximális és a 255-höz a minimális kontraszt.

Busy Flag olvasás

Az állapotjelző olvasásához nem kell parancsbájtot kiküldeni a Slave cím után. Ugyanis a Slave címbe lévő legkisebb helyértékű bitnek a logikai 1 értéke jelöli ki az olvasást. Így a Slave cím kiküldése után azonnal megkezdődhet a BUSY FLAG olvasása. Ezután a BUSY FLAG aktuális értéke folyamatosan olvasható a Slave cím kiküldése nélkül is mindaddig, míg Stop bitet vagy negatív ACK bitet nem küldünk.

Az RS232 interfész

A modul RS232-es interfészét a RX kivezetésen keresztül érhetjük el. Mivel a modul ezen az interfészen csak adatok vételére képes a TX láb nincs kivezetve.

Az interfész fizikai rétegének paraméterei:

- 8 adatbit, 1 stopbit, nincs paritás,
- baudrate = 2400 BPS

A modul az RX lábon érkező soros adatokat értéküktől függően megjelenítendő vagy vezérlő karakterként értelmezi. Ennek megfelelően:

Karakter	Értelmezése	Megjegyzés
0x00	á betű	
0x01	é betű	
0x02	í betű	
0x03	ó betű	
0x04	ő betű	
0x05	ú betű	
0x06	ű betű	
0x07	csúcsára állított tele háromszög	Ld. a mellékelt karakter tábla 8. karakterét.
0x08	á betű	
0x09	Háttérvilágítás ki/be vezérlőkarakter	A soron következő bájt értéke szabja meg, hogy ki vagy bekapcsolt állapotban legyen. Ld. később.
0x0A	Kurzor ki/be vezérlő karakter	A soron következő bájt értéke szabja meg, hogy ki vagy bekapcsolt állapotú illetve, hogy milyen típusú legyen a kurzor. Ld. később.
0x0B	Kontraszt értékbeállító vezérlőkarakter	A soron következő bájt értéke szabja meg a kontraszt mértékét. Ld. később.
0x0C	Kijelző törlése	
0x0D	Ugrás az első pozícióra	
0x0E	Egy karaktert visszalép	
0x0F	Egy karaktert előre lép	
0x1B	Tetszőleges pozícióra léptet	A soron következő bájt értéke adja meg a pozíció számát. Ld. később.
Minden egyéb	ASCII karakterként értelmezi	

Háttérvilágítás ki/bekapcsolás

A 0x09 vezérlő karakter kiküldése után a soron következő bájt értéke szabja meg, hogy a háttérvilágítás ki vagy be legyen kapcsolva. Ha a bájt értéke 0, akkor kikapcsolt állapotú lesz. Minden más érték esetén bekapcsolt állapotú.

Kurzor ki/bekapcsolás

A 0x0A vezérlő karakter kiküldése után a soron következő bájt értéke jelöli ki a kurzor típusát, illetve, hogy ki legyen-e kapcsolva. Ennek megfelelően a választható kurzor típusok:

Bájt értéke	Kurzor típusa
0	nincs
1	villogó téglalap
2	alulvonás (_)
3	villogó téglalap + alulvonás

Kontraszt állítás

A 0x0B vezérlő karakter kiküldése után a soron következő bájt értéke szabja meg a kontraszt mértékét. Figyelem! A 0 értékhez tartozik a maximális és a 255-höz a minimális kontraszt.

Kurzor pozicionálás

A 0x1B vezérlő karakter kiküldése után a soron következő bájt értéke szabja meg a kurzor pozícióját. A bájt értéke 0-tól a kijelző (maximális karakterszám – 1) változhat. Ettől eltérő érték esetén a parancs nem kerül végrehajtásra.

Megjegyzés!

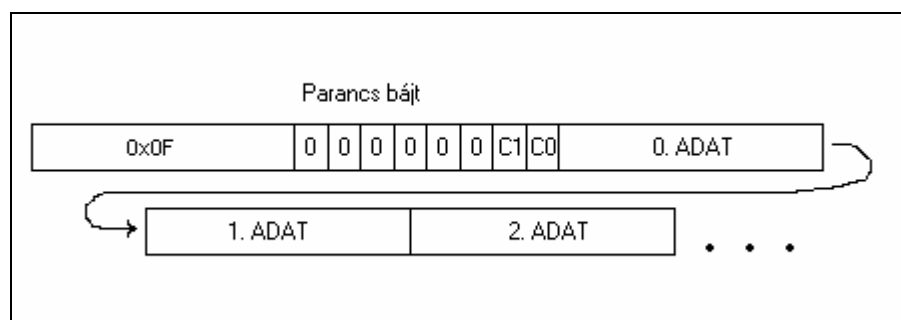
Ha a kurzor a sor végére ért, a következő ASCII karakter kiküldésénél, a modul automatikusan a következő sor elejére állítja a kurzor pozícióját, illetve az utolsó sor esetén az első sor első karakterére.

Az SPI interfész

Az SPI interfész kiválasztásához a SEL2 jelű forrszemet zárjuk rövidre. A kommunikációhoz a modul **SDI** kivezetése használható adatbemenetként, illetve az **SCK** kivezetés órajel bemenetként. A modul maximálisan 1 MiBit/sec sebességgel képes kommunikálni.

A vezérlő 32 bájtnál több adatot küld ki adatvesztés léphet fel! Ennek elkerülése érdekében, ha az elküldött utasítások végrehajtási ideje indokolja, újabb írás előtt ellenőrizzük a modul BF kimenetét. Feldolgozás alatt a BF kimenet logikai 1 szintű, egyébként logikai 0.

Az alábbi ábrán látható az LCD vezérlőre írás folyamata:



Az SPI busz ciklus diagrammja

A parancsbájt bitjeinek értelmezése a következő képen néz ki:

C1	C0	Funkció
0	0	parancs küldése az LCD-nek
0	1	adat küldése az LCD-nek
1	0	Kontraszt érték beírása
1	1	Háttérvilágítás ki/bekapcsolása

A vezérlő funkcióinak összefoglalása

Új parancsbájtot csak a következő **0x0F karakter** után küldhetünk ki. Mivel a parancsbájt is bekerül a bufferbe, nem kell attól tartani, hogy esetlegesen felül definiáljuk a parancsot és a még fel nem dolgozott adatokat másképp értelmezi a vezérlő, mint ahogy azt szeretnénk volna.

Az LCD-nek kiadható parancsok összefoglaló táblázata és a kibővített karakterkészlet a mellékletben található.

Háttérvilágítás ki/be kapcsolás

A háttérvilágítás ki/be kapcsolásához, a fenti táblázat alapján, a **0x0F** karakter kiküldése után egy olyan parancsbájtot kell kiküldeni, ahol $C0 = 1$ és $C1 = 1$. Majd a soron következő bájtnak értéke szabja meg, hogy a háttérvilágítás ki vagy be legyen kapcsolva. Ha a bájtnak értéke 0, akkor kikapcsolt állapotú lesz. Minden más érték esetén bekapcsolt állapotú.

Kontraszt állítás

A kontraszt állításhoz, a fenti táblázat alapján, a **0x0F** karakter kiküldése után egy olyan parancsbájtot kell kiküldeni, ahol $C0 = 0$ és $C1 = 1$. Majd a soron következő bájtnak értéke szabja meg a kontraszt mértékét. Figyelem! A 0 értékhez tartozik a maximális és a 255-höz a minimális kontraszt.

Melléklet

Lower 4 Bits	Upper 4 Bits		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
	CG RAM (1)		xxxx0000	á		Ø	Q	P	`	P					一	夕	ミ	α	ρ
xxxx0001	(2)	é	!	1	A	Q	a	q						。	ア	チ	△	ä	q
xxxx0010	(3)	í	"	2	B	R	b	r						「	イ	ツ	×	β	θ
xxxx0011	(4)	ó	#	3	C	S	c	s						」	ウ	テ	E	ε	∞
xxxx0100	(5)	õ	\$	4	D	T	d	t						、	エ	ト	ト	μ	Ω
xxxx0101	(6)	ú	%	5	E	U	e	u						・	オ	ナ	1	σ	Ü
xxxx0110	(7)	ü	&	6	F	V	f	v						ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)	►	'	7	G	W	g	w						ア	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)		(	8	H	X	h	x						イ	ク	ネ	リ	ℓ	×
xxxx1001	(2)		)	9	I	Y	i	y						ウ	ケ	ノ	ル	ℓ	γ
xxxx1010	(3)		*	:	J	Z	j	z						エ	コ	ハ	レ	j	〒
xxxx1011	(4)		+	;	K	[	k	[						オ	サ	ヒ	ロ	*	⌘
xxxx1100	(5)		,	<	L	¥	l	l						カ	シ	フ	ワ	⌘	⌘
xxxx1101	(6)		-	=	M	]	m	]						ユ	ズ	ヘ	ン	⌘	÷
xxxx1110	(7)		.	>	N	^	n	^						ヨ	セ	ホ	°	⌘	
xxxx1111	(8)		/	?	O	_	o	_						ッ	ソ	マ	°	ö	■

Note: The user can specify any pattern for character-generator RAM.

Az LCD kibővített karakterkészlete

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when f_{cp} or f_{osc} is 270 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DDRAM address 0 in address counter.	
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	Sets DDRAM address 0 in address counter. Also returns display from being shifted to original position. DDRAM contents remain unchanged.	1.52 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies display shift. These operations are performed during data write and read.	37 μ s
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets entire display (D) on/off, cursor on/off (C), and blinking of cursor position character (B).	37 μ s
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	—	—	Moves cursor and shifts display without changing DDRAM contents.	37 μ s
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	—	—	Sets interface data length (DL), number of display lines (N), and character font (F).	37 μ s
Set CGRAM address	0	0	0	1	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	Sets CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting.	37 μ s
Set DDRAM address	0	0	1	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	Sets DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting.	37 μ s
Read busy flag & address	0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	Reads busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0 μ s

Code											Execution Time (max) (when f_{cp} or f_{osc} is 270 kHz)	
Instruction	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	Description	
Write data to CG or DDRAM	1	0	Write data								Writes data into DDRAM or CGRAM.	37 μ s $t_{ADD} = 4 \mu$ s*
Read data from CG or DDRAM	1	1	Read data								Reads data from DDRAM or CGRAM.	37 μ s $t_{ADD} = 4 \mu$ s*
		I/D = 1: Increment I/D = 0: Decrement S = 1: Accompanies display shift S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move R/L = 1: Shift to the right R/L = 0: Shift to the left DL = 1: 8 bits, DL = 0: 4 bits N = 1: 2 lines, N = 0: 1 line F = 1: 5 \times 10 dots, F = 0: 5 \times 8 dots BF = 1: Internally operating BF = 0: Instructions acceptable									DDRAM: Display data RAM CGRAM: Character generator RAM ACG: CGRAM address ADD: DDRAM address (corresponds to cursor address) AC: Address counter used for both DD and CGRAM addresses	Execution time changes when frequency changes Example: When f_{cp} or f_{osc} is 250 kHz, 37μ s $\times \frac{270}{250} = 40 \mu$ s

Note: — indicates no effect.

* After execution of the CGRAM/DDRAM data write or read instruction, the RAM address counter is incremented or decremented by 1. The RAM address counter is updated after the busy flag turns off. In Figure 10, t_{add} is the time elapsed after the busy flag turns off until the address counter is updated.

A LCD parancskészlete