دانشکده مهندسی برق

آزمایشگاه اجزاء کامپیوتر

عنوان:

برنامه نویسی نمایشگرهای

LCD

گردآورنده:

احسان رحیمی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

.1 مقدمه **۷**

۲. نحوه اتصال LCD به پردازنده و توضیح پایه‌ها **۸**

۳. دستورات مربوط به LCD **۱۰**

۴. کاراکتر ها در LCD **۱۳**

۴-۱. مقدار دهی اولیه LCD ۱۴

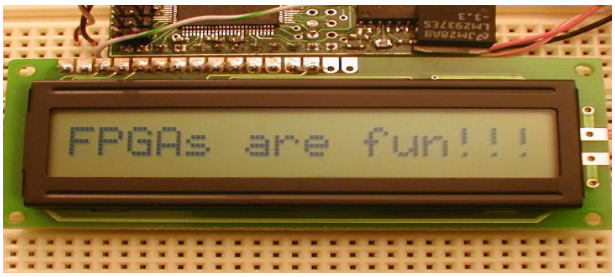
۵. حافظه LCD **۱۵**

۱. مقدمه

یکی از پر کاربرد ترین وسایل الکترونیکی که امروزه در سیستم های الکترونیکی به کار برده می شود صفحه نمایش کریستال مایع است . دستگاه خود پرداز ، رزرو غذا با استفاده از سیستم اتوماسیون تغذیه دانشگاه ، نمایشگر وضعیت خودرو ها در سیستم های جدید و سیستم حضور و غیاب الکترونیکی و... چند مثال ساده از استفاده از lcd در اتوماسیون است که روزانه بارها با آنها بر خورد داریم.

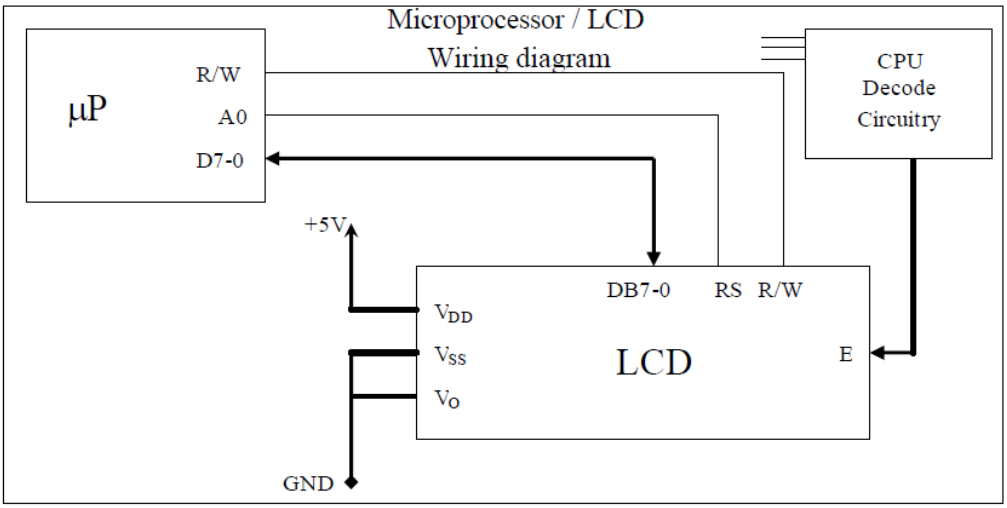
Lcd برای اطلاع دادن به کاربر سیستم و یا نمایش داده های پردازش شده و اخطار و... کاربرد دارد . سیستم ATM یا خود پرداز بانک را در نظر بگیرید پس از قرار دادن کارت در دستگاه سیستم از شما خواهد خواست تا زبان مورد نظر را وارد کنید و سپس کلمه رمز را از شما خواهد پرسید . در صورتی که کلمه رمز را اشتباه وارد کنید به شما اطلاع داده می شود و ... در اینجا LCD دقیقا به جای زبان دستگاه عمل می کند.

یکی از مشخصه های LCD ها تعداد سطر و ستون است، LCDها در انواع مختلف در بازار موجودند از منظر این تقسیم بندی ،LCD های ۴*۱۶, ۴*۲۰ و هر یک ازاین LCD ها می‌توانند دارای ۱۴ یا ۱۶ پایه می باشند شکل یک LCD را در زیر می بینید.

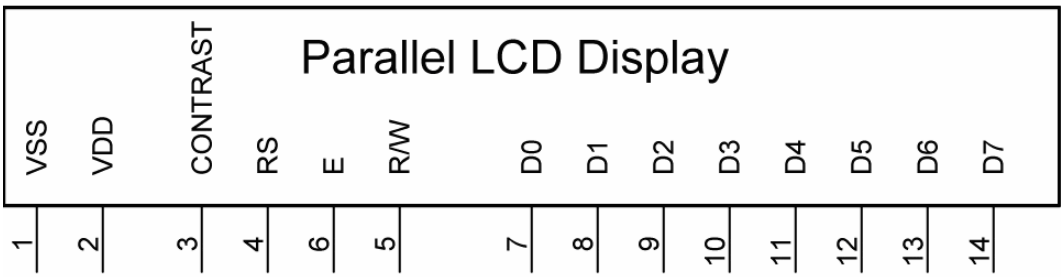


۲. نحوه اتصال LCD به پردازنده و توضیح پایه‌ها

شکل زیر نحوه اتصال LCD به پردازنده را نشان می‌دهد.

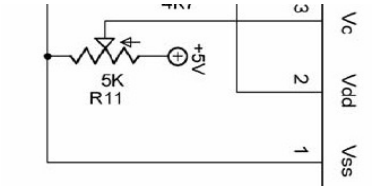


LCD



به طور استاندارد دارای ۱۴ پایه است. دانستن نحوه کار این ۱۴ پایه برای برنامه نویسی LCD ضروری است در جدول صفحه بعد مشخصات پایه های LCD آمده است.

پایه شماره یک به زمین مدار متصل می شود. پایه شماره دو ولتاژ تغذیه LCD است که به ولتاژ ۵ ولت متصل مشود.Vo ولتاژ تنظیم کنتراست متن نمایشی را تنظیم می کند. این پایه هم می تواند به زمین متصل شود و هم می تواند به یک پتانسیو متر به صورت زیر متصل گردد.



LCD Pin assignments			
Adapted from the Densitron LM2022 LCD SpecSheet			
Pin No.	Symbol	I/O	Function
1	V_{SS}	-	Ground (0V)
2	V_{DD}	-	Logic Supply Voltage (+5V)
3	V_O	-	LC Drive voltage for contrast adjustment
4	RS	I	Register Select 0: Command Register 1: Data Register
5	R/W	I	Read/Write 0: Data Write (Module ← MPU) 1: Data Read (Module → MPU)
6	E	I	Enable Signal Active High
7	DB0	I/O	Bi-directional data bus line 0 (LSB)
8	DB1	I/O	Bi-directional data bus line 1
9	DB2	I/O	Bi-directional data bus line 2
10	DB3	I/O	Bi-directional data bus line 3
11	DB4	I/O	Bi-directional data bus line 4
12	DB5	I/O	Bi-directional data bus line 5
13	DB6	I/O	Bi-directional data bus line 6
14	DB7	I/O	Bi-directional data bus line 7 (MSB)
BL1	V_{EL}	-	EL Backlight input voltage (from output of DC-AC inverter)
BL2	V_{EL}	-	EL Backlight input voltage (from output of DC-AC inverter)

RS : این پایه تعیین می کند که اطلاعاتی که به LCD فرستاده می شود دستور است یا داده . در صورتی که مقدار این پایه را HIGH قرار دهیم یعنی اطلاعات ارسالی داده است و در صورتی که این پایه صفر باشد یعنی اطلاعات ارسالی یک دستور است.

R/W :

این پایه LCD را در مد خواندن یا نوشتن قرار می دهد . هنگامی که می خواهیم اطلاعات LCD را بخوانیم آن را در مد Read قرار می دهیم این کار با استفاده از HIGH کردن این پایه انجام می شود .مد Write با استفاده از قرار دادن این پایه در حالتLOW ولتاژ صورت می‌گیرد.

: E

این پایه فعال ساز lcd است .(Enable)

:DB0..DB8

۸ بیت اطلاعات ارسالی و دریافتی LCD با استفادهاز این ۸ پایه صورت مـی گیـرد .ایـن ۸ پایه باس داده برای LCD هستند.

بعضی LCD هادارای ۱۶ پایه می باشند که علاوه بر ۱۴ پایه تشریح شـده در بـالا دارای دو پایه برای نور زمینه LCD هستند پایه شماره ۱۵ برای آند و پایه ۱۶ برای کاتد LCD می باشد.

۳. دستورات مربوط به LCD

هنگام استفاده از میکرو یا کامپیوتر برای استفاده از LCD ،سه پایه از LCD دارای اتصالات ثابتی هستند . پایه شماره یک به زمین مدار پایه شماره دو بـه VCC و پایـه شـماره سـه هـم می‌تواند به یک پتانسیو متر یا به زمین مدار وصل شود .بقیه پایه ها که شامل ۸ پـین داده و ۳ پین کنترلی است می تواند به میکروکنترلر یا به کامپیوتر متصل شود.دستورات LCD بااستفاده از این پایه ها به LCD فرستاده می شوند. جدول صفحه بعد لیسـت دسـتورات LCD را نشـان می‌دهد ما فعلا دستورات پر کاربرد را خواهیم گفت وسپس با یـک مثـال ایـن دسـتورات را در برنامه ای به کار خواهیم برد . در این جدول ستون اول نام دستور و سپس مقادیری کـه بـه ۹ پایه LCD باید اعمال شود آمده است این مقادیر مقادیر منطقی است که باید بـه سـطح ولتـاژ TTL تبدیل شود یعنی ۱ معادل ۵ ولت و ۰ معادل صفر ولت است. در نهایـت در سـتون آخـر تعداد سیکلهایی که هر کدام از دستورات برای اجرا لازم دارند تا اجـرای دسـتور تکمیـل شـود

آمده است.

در صورتی به جدول دقت کنید می بینید که هر کدام از دستورات با دستورات قبلی خود یک بیت فرق دارند این عمل خطای ارسال داده را برای تفکیک دو دستور از هم به حداقل می‌رساند .

توضیح بعضی از دستورات به صورت زیر خواهد بود.

دستور NOP هیچ عملیاتی را انجام نمی دهد ۹ بیت این دستور همگی صفر هستند.

دستور Clear Display نمایشگر را پاک می کندو مکان نما را در ابتدای آن در مکان صفر قرار می دهد(گوشه ی چپ – بالا)

Entry Mod Set:

در این دستور LCD ، جهت حرکت مکان نما مشخص می شود.بیت S شیفت صفحه نمایش به صورت خودکار را مشخص می کند.

Display:

بیت D از ۹ بیت این دستور Lcd را روشن می کند . و بیت C هم مکان نما را روشن یا خاموش می کند.. در صورتی که بیت B،HIGH باشد مکان نما چشمک زن خواهد بود .

Command	Binary								Hex	Execution Time
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	1	01	1.64 ms
Display & Cursor Home	0	0	0	0	0	0	1	X	02 or 03	1.64 ms
Character Entry Mode	0	0	0	0	0	1	I/D	S	04 to 07	40 us
Display On/Off & Cursor	0	0	0	0	1	D	U	B	08 to 0F	40 us
Display/Cursor Shift	0	0	0	1	D/C	R/L	x	x	10 to 1F	40 us
Function Set	0	0	1	8/4	2/1	10/7	x	x	20 to 3F	40 us
Set CGRAM Address	0	1	A	A	A	A	A	A	10 to 7F	40 us
Set Display Address	1	A	A	A	A	A	A	A	80 to FF	40 us

I/D: 1=Increment*, 0=Decrement	R/L: 1=Right Shift, 0=Left Shift
S: 1=Display Shift On, 0=Display Shift Off	8/4: 1=8-bit Interface*, 0=4-bit Interface
D: 1=Display On, 0=Display Off*	2/1: 1=2 Line Mode, 0=1 Line Mode*
U: 1=Cursor Underline On, 0=Underline Off*	10/7: 1=5x10 Dot Matrix, 0=5x7 Dot Matrix
B: 1=Cursor Blink On, 0=Cursor Blink Off*	
D/C: 1=Display Shift, 0=Cursor Move	X=Don't Care *= Initialization Settings

Note: Underlined commands below refer to the LCD Command Control Codes table above.

LCD Interface Notes

SUMMARY OF LCD COMMANDS

Instruction	Code										Description
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears display and returns cursor to the home position (address 0).
Cursor home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns cursor to home position (address 0). Also returns display being shifted to the original position. DDRAM contents remains unchanged.
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction (I/D), specifies to shift the display (S). These operations are performed during data read/write.
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).
Cursor/display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Sets cursor-move or display-shift (S/C), shift direction (R/L). DDRAM contents remains unchanged.
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL), number of display line (N) and character font(F).
Set CGRAM address	0	0	0	1	CGRAM address						Sets the CGRAM address. CGRAM data is sent or received after this setting.
Set DDRAM address	0	0	1	DDRAM address							Sets the DDRAM address. DDRAM data is sent or received after this setting.
Read busy-flag and address counter	0	1	BF	DDRAM address							Reads Busy-flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.
Write to CGRAM or DDRAM	1	0	write data								Writes data to CGRAM or DDRAM.
Read from CGRAM or DDRAM	1	1	read data								Reads data from CGRAM or DDRAM.

[2]Schwartz, Eric M. "EEL 4744: Microprocessor Applications." LCD Commands. 17 Mar. 2002. <http://mil.ufl.edu/4744/docs/lcdmanual/commands.html>.

Notes:

- DDRAM = Display Data RAM.
- CGRAM = Character Generator RAM.
- DDRAM address corresponds to cursor position.
- Address Counter is used for both DDRAM and CGRAM.
- *= Don't care.
- DL: 0 = 4-bit interface; 1 = 8-bit interface
- N: 0 = 1 line; 1 = 2 lines
- F: 0 = 5x7 dots; 1 = 5x10 dots
- For more info, see link above.

:Busy Flag

هنگامی که دستوری به LCD داده یم شود LCD در حین اجرای دستور ، BF را ست مـی کند تا نشان دهد فعلا مشغول پردازش است .به محض اینکه انجام دستور به پایان رسید بیـت BF صفر می شود تا LCD آمادگی خود را برای گرفتن دستور بعدی اعلام کند.

:WRITE،READ

با استفاده از این دستورات در CGRAM،DDRAM می توان نوشت یـا اطلاعـات را از آنهـا خواند .این دو دستور جزء پر کاربرد ترین دستوراتLCD هستند.

در جدو ل بالا بیت هایی که با علامت X مشخص شده اند به این معنی است که مقدار بیت ، اینکه صفر است یا یک هیچ تاثیری در دستور ندارد.(Don’t Care)

راهنمای بیتهایی که در جدول بالا نوشته شده است در زیـر و سـمت راسـت جـدول آمـده است.

برای مثال در دستور Cursor Display Shift بیتR/L به این صورت معنی شده اسـت کـه در صورتی که این بیت ۱ باشد شیفت به راست صورت می گیرد و در صورتی کـه صـفر باشـد شیفت به چپ صورت می گیرد .

۴. کاراکتر ها در LCD

LCD ها می توانند ۲۰*۴ و یا ۱۶*۴ و... باشند LCD 20*4 یعنی اینکه تعداد سـطر هـای LCD 4 و تعداد ستونهای آن ۲۰ می باشد.که این LCD جمعا ۸۰ کاراکتر را می تواند نمـایش دهد (در هر صفحه بدون شیفت)

هر کاراکتر به وسیله روشن و خاموش کردن سلول هـای یـک مـاتریس ۱۰*۵یـا ۸*۵ بـه نمایش در می آید . LCD می تواند با دو اندازه فونت کاراکتر ها را نمایش دهد در اندازه فونـت کوچک از ماتریس ۸*۵ و در اندازه فونت بزرگ از ماتریس ۱۰*۵ استفاده می کند.اندازه فونت

استفاده شده توسط بیتF دستور Function Set از مجموعه دستورات LCD تنظیم مـی شـود (جدول دستورات و راهنمای آن را ببینید!

مکان هر کاراکتر در LCD دارای آدرس منحصر به فردی است کـه هنگـامی کـه بخـواهیم کاراکتری را در آن مکان بنویسیم قبلا آدرس را باید ذکر کنیم.شکل زیر ایـن مطلـب را نشـان می‌دهد.

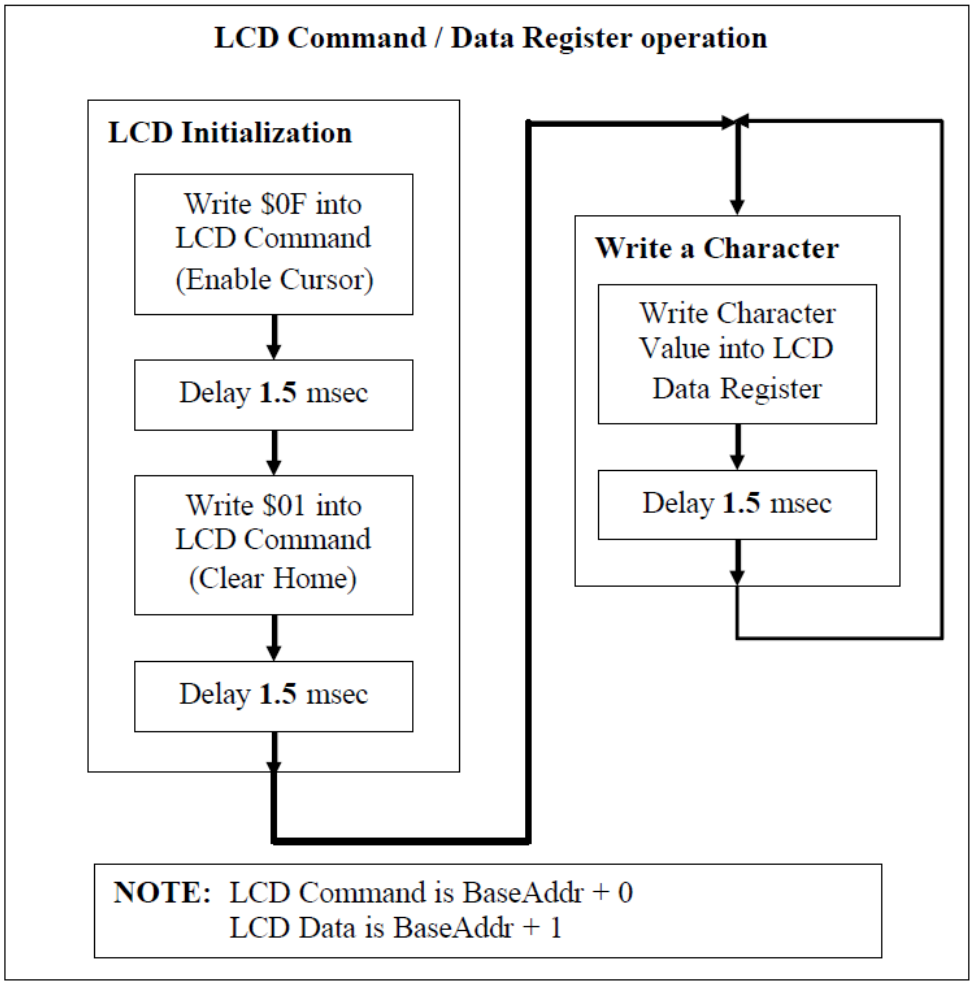
00	01	02	03	04	05	06	07	08'	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

Display Addresses for 16 Character 2 Line Display in Hexadecimal

فرض کنید که می خواهیم در سطر اول ستون سوم LCD یک کاراکتر را بنویسـیم قبـل از ارسال کاراکتر به LCD باید آدرس خانه مورد نظر را شناسایی کنیم .مطابق شکل بالا می بینیم که آدرس مکان کاراکتر سطر اول و ستون سوم ۰۲ در مبنای ۱۶ می باشد.

۴-۱. مقدار دهی اولیه LCD:

LCD هم مانند اجزاء ریزپردازنده قبل از استفاده باید مقـدار دهـی اولیـه شـود.یـک سـری تنظیمات همیشه باید قبل از استفاده از LCD انجام گیـرد.فلـو چـارت زیـر نحـوه انجـام ایـن تنظیمات را نشان می دهد.این تنظیمات برای عملیات ۸ بیتی و فلوچارت بعدی برای عملیـات ۴ بیتی می باشد توضیحات خود فلوچارت کاملا گویاست و نیازی به توضیح اضافی ندارد.



۵. حافظه LCD

:CGRAM OR DDRAM

LCD دارای دو حافظه بانامهای DDRAM , CGRAM است DDRAM حافظـه ای اسـت که کاراکتر ها برای نمایش باید در آنجا قرار گیرند (مانند حافظه نمایش در کامپیوتر ها ! قابل

توجه برنامه نویسان اسمبلی). این امکان برای استفاده کنندگان دیگر زبانها هم گذاشته شده است تا بتوانند خود زبان دیگری را برای نمایش به LCD اضافه کنند این کار با تعریف تک تک کاراکتر ها و قرار دادن آن در CGRAM صورت می گیرد .(برای زبان فارسی هم این کار باید صورت گیرد)

جدول پایانی کد کاراکتر های قرار گرفته در حافظه ی lcd را نمایش می دهد.عدد بالای ستونها ،چهار بیت پر ارزش آدرس کاراکتر در DDRAM و عدد ابتدای سطر ها چهار بیت پایین آدرس را مشخص می کند برای مثال اگر بخواهیم که کاراکتر B را نمایش دهیم از جدول تقاطع سطر و ستون B را نگاه کره ، چهاربیت بالای آن ۰۱۰۰ در مبنای دو و چهار بیت پایین آن ۰۰۱۰ است با قرار دادن این دو در کنار هم ۰۱۰۰۰۰۱۰ حاصل می شود که آدرس حرف B است .کار خسته کننده ای است نه؟

کاملا!!!اگر قرار باشد برای نوشتن هر کاراکتر به جدول مراجعه کنیم و آدرس آن را استخراج کنیم که باید عطایش را به لقایش بخشید.(یاد برنامه نویسان ENIAC می افتیم که مجبور بودند برنامه را با زبان ماشین بنویسند.)اما صبر کنید ! خوشبختانه کاراکتر های جدول بالا منطبق با استاندارد اسکی هستند و لازم نیست از جدول استفاده کنید مگر برای حروف یونانی و کاراکتر های ویژه.

فرضا عدد قبلی که از استخراج آدرس کاراکتر B به دست آوردیم(۰۱۰۰۰۰۱۰)اگر آن را به مبنای دهدی تبدیل کنید معادل ۶۶ خواهد بود که کد اسکی کاراکتر B است

LCD Character Codes[1]

جدول۱.