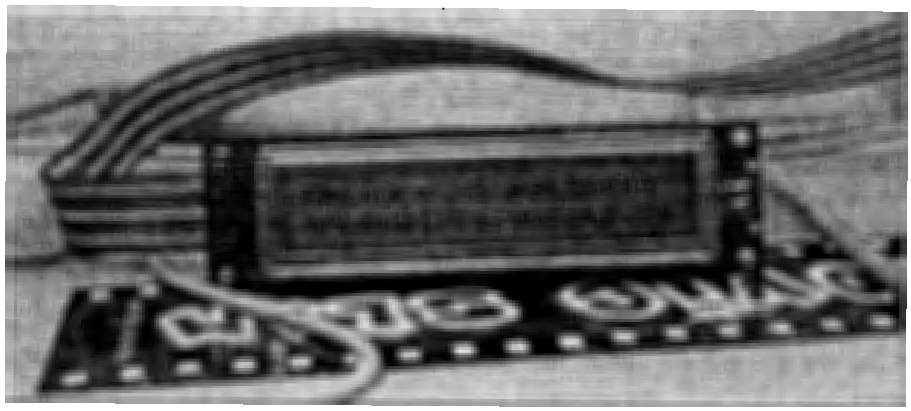
الفصل الثامن ٨

التقابل مع مظهرات البللورة السائلة

Liquid Crystal Display Interfacing

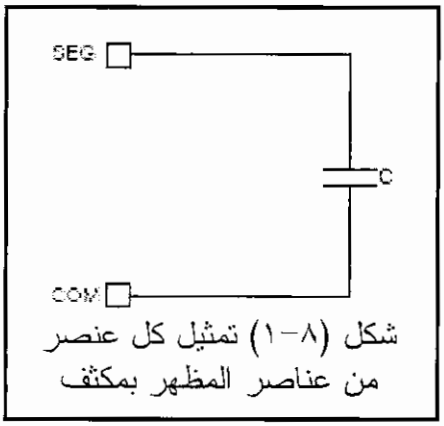


٨-١ مقدمة

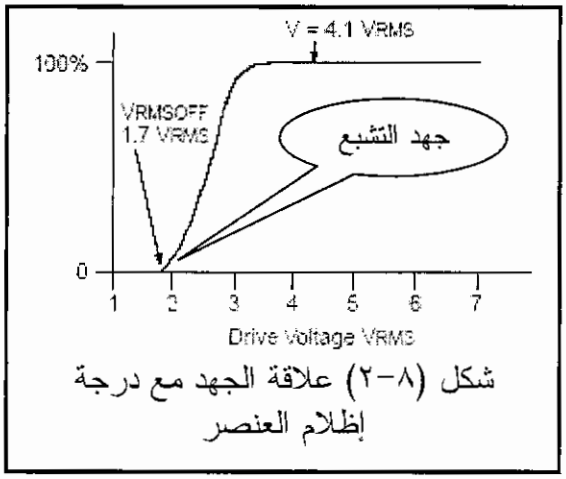
تستخدم هذه المظهرات فى الكثير من التطبيقات نظرا لخفة وزنها إذا ما قورنت بشاشات أشعة المهبط cathode ray tubes كبيرة الحجم وثقيلة الوزن ، وإذا ما قورنت أيضا بالدايودات المشعة Light Emitting Diodes, LEDS التى تستهلك الكثير من القدرة والتى تكون محدودة الإمكانيات من حيث إمكانياتها فى عرض النصوص وبالذات باللغات المختلفة مثل اللغة العربية وكذلك قصورها فى عرض الصور . لقد جاء اسم البللورة السائلة من طبيعة هذه المادة التى تصنع منها هذه المظهرات ، فهذه المادة لها طبيعة السوائل من حيث أن بللوراتها لها الحرية فى الحركة والدوران ، ولها طبيعة الجوامد من حيث الصلابة النسبية . وضع هذه البللورات واتجاهها حول قطرها يتوقف على الكثير من العوامل مثل درجة الحرارة ، والضغط ، والجهد المطبق عليها . ما يهمنا هنا هو خاصية تأثر هذه المواد بالجهد المطبق عليها وطبيعة هذا الجهد .

٨-٢ تكوين مظهرات البللورة السائلة LCD

تتكون هذه المظهرات من لوحين من الزجاج بينهما طبقة من مادة البللورة السائلة . طبقة المادة السائلة تكون مقسمة إلى عناصر أو أجزاء segments وكل عنصر يخرج منه اثنين إلكترود شفافان مثبتان على الألواح الزجاجية . أحد هذين الطرفين يسمى الطرف العام common ويتم تغذية العنصر على كل من الطرفين كما سنرى بعد قليل . كل عنصر من هذه العناصر يمكن تمثيله بمكثف كما فى شكل (٨-١) بحيث عند وجود فرق جهد على طرفى المكثف فإن العنصر يكون مظلم أو أسود opaque ، وعندما يكون الجهد على المكثف بصفر فإن العنصر يكون شفاف transparent . شكل (٨-٢) يبين علاقة الجهد على طرفى العنصر ودرجة شفافية أو إظلام العنصر . نلاحظ من هذا الشكل أن درجة الإظلام للعنصر يمكن التحكم فيها عن طريق



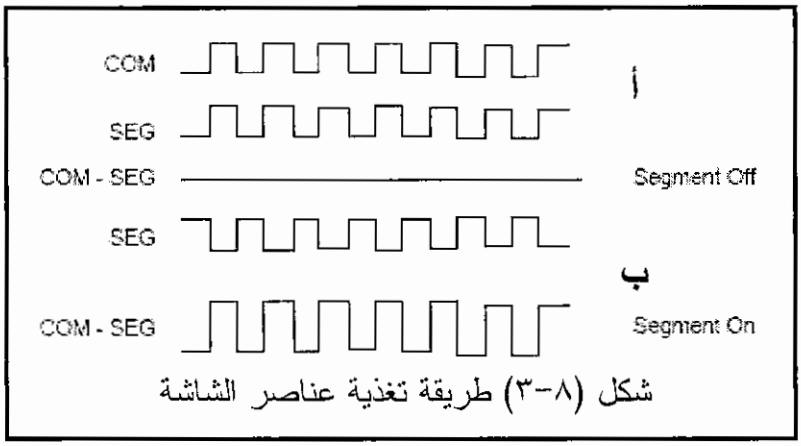
شكل (٨-١) تمثيل كل عنصر من عناصر المظهر بمكثف



شكل (٨-٢) علاقة الجهد مع درجة إظلام العنصر

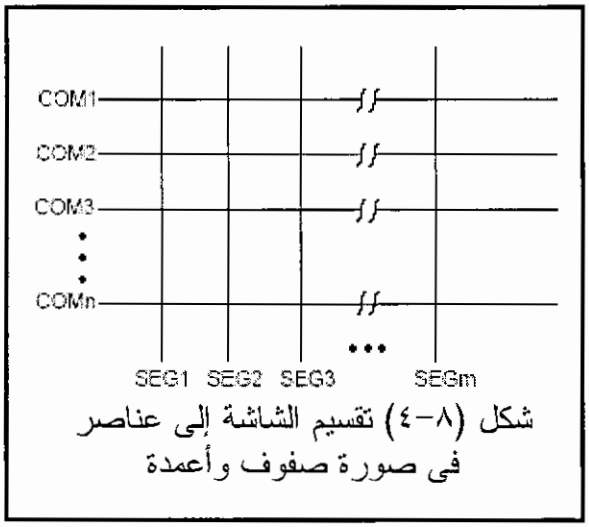
مقدار الجهد الموجود على المكثف . الجهد المطبق على المكثف لابد أن يكون جهد متردد وتكون القيمة المتوسطة average له تساوى صفر .

إذا تم وضع جهد مستمر DC على العنصر لمدة طويلة فإنه يتلف . شكل (٨-١) يبين شكل الجهد المقترح وضعه على طرفى أى عنصر حيث نلاحظ كما فى شكل (٨-٣أ) أن حاصل طرح الجهد على طرف المكثف أو العنصر يساوى صفر لأن شكل الجهد هو نفسه وبنفس زاوية الطور على كل من الطرفين ، لذلك فإن العنصر يكون شفاف . فى شكل (٨-٣ب) يكون شكل الجهد على طرف العنصر له زاوية طور مقدارها ١٨٠ درجة من الجهد على الطرف العام ، لذلك فإن حاصل طرح الإشارتين يكون موجة مربعة أيضا قدارها يكون ضعف أحد الموجتين ومتوسطها مازال يساوى صفرا ، لذلك فإن العنصر يكون مظلما أو أسود فى هذه الحالة . القيمة المؤثرة للجهد تكون هى قيمة متوسط مربع الجهد Vrms وليست القيمة المتوسطة .



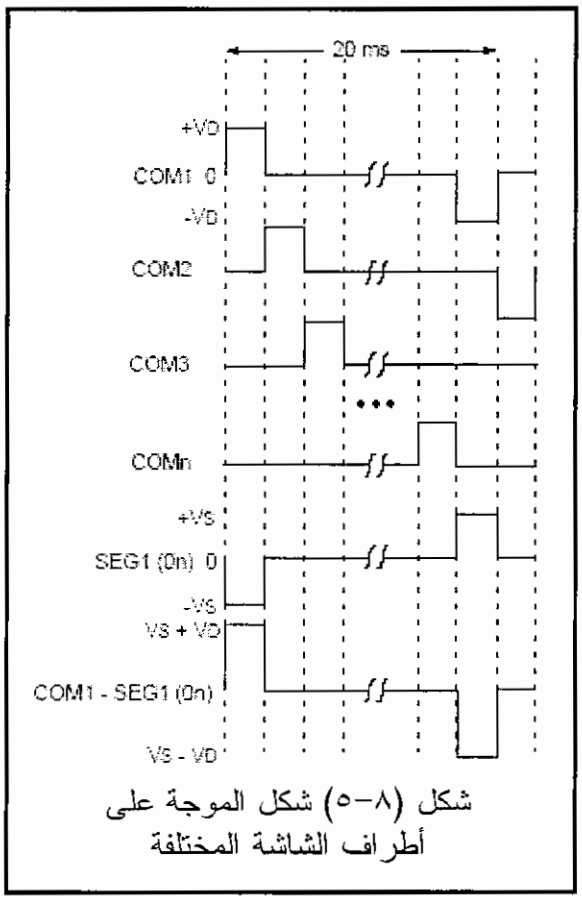
شكل (٨-٣) طريقة تغذية عناصر الشاشة

لتكوين أى شاشة من هذا النوع يتم تقسيمها إلى عدد من الصفوف X وعدد من الأعمدة Y بحيث يكون عدد عناصر هذه الشاشة هو XY كما فى شكل (٨-٤) . كل صف يمثل إلكترود يتصل بالطرف العام لكل عنصر . كل عمود يمثل إلكترود يتصل بالطرف الآخر لكل عنصر . شكل (٨-٥) يبين الموجة المفروض وضعها على كل واحد من الصفوف وكل واحد من الأعمدة حتى يتم إظهار أى واحد من هذه العناصر عند تقاطع كل صف وكل عمود . لاحظ أن



شكل (٨-٤) تقسيم الشاشة إلى عناصر فى صورة صفوف وأعمدة

العنصر المراد إظهاره لابد أن تكون الموجة الموجودة على العمود الخاص به معاكسة للموجة الموجودة على صفه . طريقة التغذية الموجودة فى شكل (٨-٥) تسمى طريقة المزج الزمنى بين الصفوف time multiplexing حيث يتم إعطاء نبضة موجبة على الصف الأول ثم الثانى والثالث وهكذا حتى آخر صف حيث بعدها يعطى النبضة السالبة على الصف الأول والثانى والثالث وهكذا حتى آخر صف ثم يتم تكرار هذه العملية باستمرار . على حسب عدد الصفوف وعرض نبضة الجهد يمكن حساب تردد الموجة المربعة المطبقة على أى صف من هذه الصفوف . هذا التردد يجب ألا يقل عن ١٨ نبضة فى الثانية وهو التردد الذى لا يسبب اهتزاز flicker للصورة التى تراها العين ، وعمليا يتم ضبط هذا التردد على ٢٥ حتى ٣٠ هرتز أو نبضة فى الثانية والبعض يجعلها ٥٠ هرتز .



شكل (٨-٥) شكل الموجة على أطراف الشاشة المختلفة

إن التعامل مع الشاشة من هذا النوع لكتابة أى رسالة عليها تكون عملية صعبة جدا لأنه لابد للمستخدم أن يوفر الإشارات السابقة وبالتزامن الذى ذكرناه سابقا لكل طرف من أطراف الشاشة . لذلك قام الكثير من شركات الإلكترونيات بتصنيع شريحة تشغيل أو مشغل driver لمثل هذه الشاشات يكون من السهل للمستخدم التعامل معه ويقوم المشغل بالتعامل مع الشاشة بالإشارات والتزامن السابق ذكره . ميزة هذه المشغلات أنه يمكن التعامل معها باستخدام أى متحكم أو ميكروبروسيسور أو أى وسيلة برمجة مثل المخرج المتوازى أو المتتالى من الحاسب . من أشهر هذه المشغلات المشغل HD44780 المصنع بواسطة شركة هيتاشى والذى يكون ملحق عادة بالشاشة نفسها . لذلك سنلقى نظرة فاحصة على كيفية التعامل مع هذا المشغل بالتفصيل وكيفية توصيلة على المتحكم .

٨-٣ المشغل HD44780

التعامل مع هذا المشغل أو أى شاشة تستخدمه يتم من خلال ١٤ طرف . جدول ٨-١ يبين وظيفة كل طرف من هذه الأطراف . نلاحظ وجود ٨ أطراف تمثل مسار بيانات للمشغل يمكن توصيله على التوازى مع بوابة إخراج من أى متحكم أو ميكروبروسيسور أو المخرج المتوازى parallel port فى الحاسب . هناك مسجلان مهمان جدا داخل المشغل وهما :

- مسجل الأوامر Instruction register يتم وضع شفرة معينة لكل عملية مطلوب تنفيذها على الشاشة مثل مسح الشاشة clear display ، و وضع مؤشر الكتابة cursor فى بداية الشاشة home ، وهناك الكثير من الأوامر التى سنوضحها بعد قليل .
- مسجل البيانات data register الذى يوضع به شفرة أى حرف يراد إظهاره على الشاشة .
- يتم اختيار أحد هذين المسجلين عن طريق الطرف Register select, RS الذى بوضعه بواحد يتم اختيار مسجل البيانات للتعامل معه حيث فى هذه الحالة يمكن كتابة حرف أو قراءة حرف فى/من المكان الذى يقف عنده مؤشر الكتابة . بوضع المسجل RS=0 يتم اختيار مسجل الأوامر للتعامل معه .
- الطرف R/W هو طرف تنشيط عملية القراءة أو الكتابة من المشغل أو الشاشة حيث بوضعه يساوى صفر تتم عملية الكتابة وبوضعه يساوى واحد تتم عملية القراءة .
- الطرف Enable, E ، عند وضع أى بيانات على أطراف البيانات الثمانية لابد من تنزيل هذا الطرف من واحد للصفر حتى يتم مسك البيانات الموجودة على اطراف الشريحة فى أى من المسجلين . لذلك فإن البرنامج يضع هذا الخط بواحد أولا ثم ينزله إلى الصفر .

جدول ٨-١

وصف لوظيفة الطرف	رقم الطرف
الأرضى	١
طرف القدرة Vcc	٢
طرف إظهار للكتابة contrast	٣
طرف اختيار واحد من المسجلين RS	٤
طرف قراءة/كتابة Read/Write, R/W	٥
طرف تنشيط عملية مسك البيانات ، E	٦
أطراف البيانات Data I/O وعددهم ٨ أطراف	٧-١٤

- أطراف البيانات الثمانية يوضع عليها شفرة الحرف أو الرقم المراد إظهاره (الشفرة يجب أن تكون فى النظام ASCII) على أن يكون الطرف RS=1 فى هذه الحالة . أو شفرة الأمر المراد تنفيذه عن طريق إرساله إلى مسجل الأوامر على أن يكون الطرف RS=1 فى هذه الحالة . جدول ٨-٢ يبين قائمة ببعض أوامر هذه الشاشات وشفرة كل أمر بالنظام الستعشرى .

جدول ٨-٢

وصف الأمر	شفرة الأمر Hex
مسح الشاشة Clear display	1
وضع المؤشر فى أول مكان home	2
إزاحة المؤشر للشمال	4
إزاحة المؤشر لليمين	6
إزاحة محتويات الشاشة لليمين	5
إزاحة محتويات الشاشة للشمال	7
إطفاء المؤشر والشاشة	8
تشغيل المؤشر وإطفاء الشاشة	A
إطفاء المؤشر وتشغيل الشاشة	C
تشغيل الشاشة وتشغيل وإطفاء المؤشر blinking	E
إطفاء الشاشة وتشغيل وإطفاء المؤشر blinking	F
ضع المؤشر فى بداية السطر الأول	80
ضع المؤشر فى بداية السطر الثانى	C0

جدول ٨-٢ تم استخلاصه من جدول ٨-٣ الذى يبين شفرة جميع أوامر الشاشة بالنظام الثنائى ، أنظر لأوامر هذا الجدول والمفتاح الذى يبين الرموز المستخدمة فيه وحاول أن تستخلص منه بعض الأوامر الموجودة فى جدول ٨-٢ .
لاحظ أن بعض الأوامر تأخذ الكثير من الوقت فمثلا أمر مسح الشاشة يأخذ 1.64 ميللى ثانية ، وهذا وقت كبير . لذلك فإنه يجب اختبار الشاشة قبل أى عملية تسجيل فيها لمعرفة إذا كانت الشاشة مشغولة فى تنفيذ أى أمر أم لا . يتم ذلك بطريقتين ، الأولى هى أن نضع زمن تأخير كافى بعد كل عملية كتابة نضمن به أن عملية الكتابة التالية لن تؤثر على البيانات السابقة . الطريقة الثانية هى اختبار البت D7 فى مسجل الأوامر فهذه البت تعمل بمثابة علم انشغال busy flag تساوى واحد عندما تكون الشاشة مشغولة فى إجراء أى عملية وفى هذه الحالة لا يمكن التعامل مع الشاشة ، يمكن فقط التعامل مع الشاشة عندما يكون علم الانشغال يساوى صفر وسنرى أمثلة على ذلك بعد قليل .

جدول ٨-٣

وصف الأمر	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	RW	RS
أطراف الشريحة	7	8	9	10	11	12	13	14	5	4
مسح الشاشة	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
إعادة المؤشر إلى وضع البداية home	*	1	0	0	0	0	0	0	0	0
تحديد اتجاه حركة المؤشر	S	ID	1	0	0	0	0	0	0	0
تنشيط الشاشة أو المؤشر	B	C	D	1	0	0	0	0	0	0
تحريك المؤشر أو إزاحة الشاشة	*	*	RL	SC	1	0	0	0	0	0
طول مسار البيانات	*	*	F	N	DL	1	0	0	0	0
تحريك المؤشر فى ذاكرة تحديد الحرف CGRAM	A	A	A	A	A	A	1	0	0	0
تحريك المؤشر فى الشاشة	A	A	A	A	A	A	A	1	0	0
قراءة علم الانشغال busy flag	*	*	*	*	*	*	*	BF	1	0
كتابة حرف فى الشاشة عند موضع المؤشر	D	D	D	D	D	D	D	D	0	1
قراءة الحرف الذى يقف عنده المؤشر فى الشاشة	D	D	D	D	D	D	D	D	1	1

مفتاح الرموز الموجودة فى جدول ٨-٣

* هذه البت يمكن أن تكون صفر أو واحد فذلك لا يهم Do not care

S عندما تكون واحد يتم إزاحة محتويات الشاشة مع كل عملية كتابة .

ID عندما تكون واحد يتم إزاحة المؤشر مع كل عملية كتابة .

B عندما تكون واحد فإن المؤشر يتردد (يطفىء ويضىء) blinking

C عندما تكون واحد يضىء المؤشر ، وعندما تكون صفر يطفىء المؤشر

D عندما تكون واحد تضىء الشاشة ، وعندما تكون صفر تطفىء الشاشة

RL اتجاه إزاحة الشاشة ، RL=1 إزاحة يمين ، RL=0 إزاحة يسار .

SC تنشيط الإزاحة ، SC=1 إزاحة نشطة ، SC=0 لا توجد إزاحة .

F حجم الحرف ، F=1 يكون حجم الحرف ١٠×٥ ، F=0 يكون حجم الحرف ٧×٥ .

N عدد الأسطر فى الشاشة ، N=1 يوجد سطران فى الشاشة ، N=0 يوجد سطر واحد . هذه الشاشة أقصاها سطران فقط .

DL عدد بتات مسار البيانات DL=1 مسار البيانات ٨ بت ، DL=0 مسار البيانات ٤ بت . نلجأ لوضع مسار البيانات ٤ بت عندما يكون عدد خطوط الإدخال/الإخراج من المتحكم قليل . فى هذه

الحالة نضع النصف الأعلى من بايت البيانات ثم ننشط الطرف E وبعدها نضع النصف الأدنى من البيانات وننشط الطرف E ، أى أن البايت أو الحرف يكتب على مرتين .

A عنوان Address

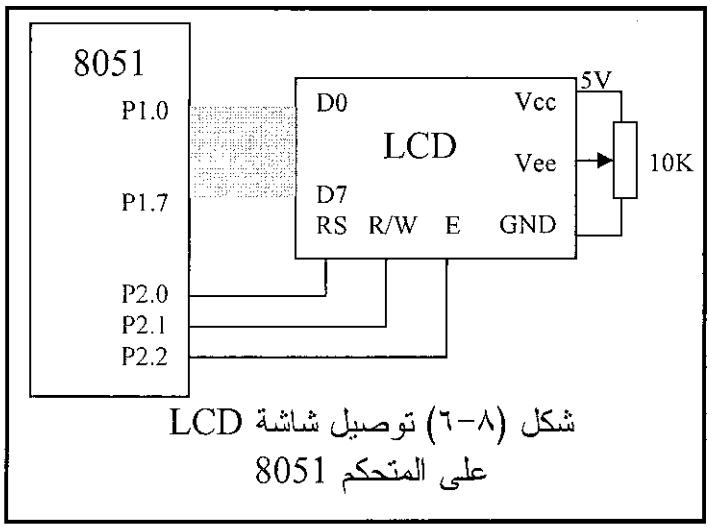
BF هذه البت تكون واحد عندما تكون الشاشة مشغولة فى أى عملية بحيث لا يمكن التعامل معها فى هذه الأثناء .

D بيانات Data .

الشاشة التى سنتعامل معها فى هذا الفصل تتكون من سطرين وكل سطر به ٢٠ حرف ، ولذلك فإنها تعرف كالتالى 20x2 . عامة يتم تعريف هذه الشاشات على أنها NxM حيث N هى عدد الأحرف فى السطر ، و M هو عدد الأسطر المتاح فى هذه الشاشة . يمكن الكتابة عند أى مكان فى هذه الشاشة باستخدام صف "تحريك المؤشر فى الشاشة " والذى شفرته هى 001AAAAAAA حيث AAAAAAA تحدد المكان الذى ستتم الكتابة عنده حيث السطر الأول ستكون له العناوين من AAAAAAA=0000000 إلى AAAAAAA=0100111 ، وأما السطر الثانى فستكون له العناوين من AAAAAAA=1000000 إلى AAAAAAA=1100111 . نلاحظ هنا أنه يمكن عنونة حتى ٤٠ حرف ولكن الشاشة بها ٢٠ فقط وباقى العناوين غير مستخدمة .

مثال ٨-١

شكل (٨-٦) يبين طريقة توصيل شاشة LCD على المتحكم 8051 . فى هذا الشكل تم استخدام البوابة P1 لإرسال البيانات من خلالها على مسار بيانات الشاشة ، وثلاث خطوط من البوابة P2 كما بالشكل للتحكم فى عمل الشاشة .



شكل (٨-٦) توصيل شاشة LCD على المتحكم 8051

البرنامج التالى سيكتب كلمة Hello على الشاشة باستخدام أزمنة التأخير .

```
ORG
MOV A,#38;  شاشة سطرين كل حرف ٥×٧ عنصر
ACALL Command ; نداء برنامج فرعى لكتابة أمر
ACALL Delay ; نداء على برنامج فرعى لزمن تأخير
```

```
        MOV A,#0E;  تنشيط الشاشة والمؤشر
        ACALL Command
        ACALL Delay
        MOV A,#01; مسح الشاشة
        ACALL Command
        ACALL Delay
        MOV A,#06 ; حركة المؤشر ناحية اليمين
        ACALL Command
        ACALL Delay
        MOV A,#84; المؤشر عند الحرف الرابع من السطر الأول
        ACALL Command
        ACALL Delay
        MOV A, #'H' ;  كتابة أول حرف
        ACALL DATA ; نداء برنامج فرعى لكتابة بيانات
        ACALL Delay
        MOV A,#'E'
        ACALL DATA
        ACALL Delay
        MOV A,#'L'
        ACALL DATA
        ACALL Delay
        MOV A,#'L'
        ACALL DATA
        ACALL Delay
        MOV A,#'O'
        ACALL DATA
        ACALL Delay
Again:  SJMP Again ; انتظار عند هذا المكان
Command: MOV P1,A
        CLR P2.0  ; RS=0
        CLR P2.1  ; R/W=0
        SETB P2.2 ; E=1
        CLR P2.2  ; E=0
        RET
DATA:   MOV P1,A
        SETB P2.0 ; RS=1
        CLR P2.1 ; R/W=0
        SETB P2.2 ; E=1
        CLR P2.2  ; E=0
        RET
Delay:  MOV R3,#50 ; الرقم ٥٠ يوضع على حسب تردد المتحكم
```

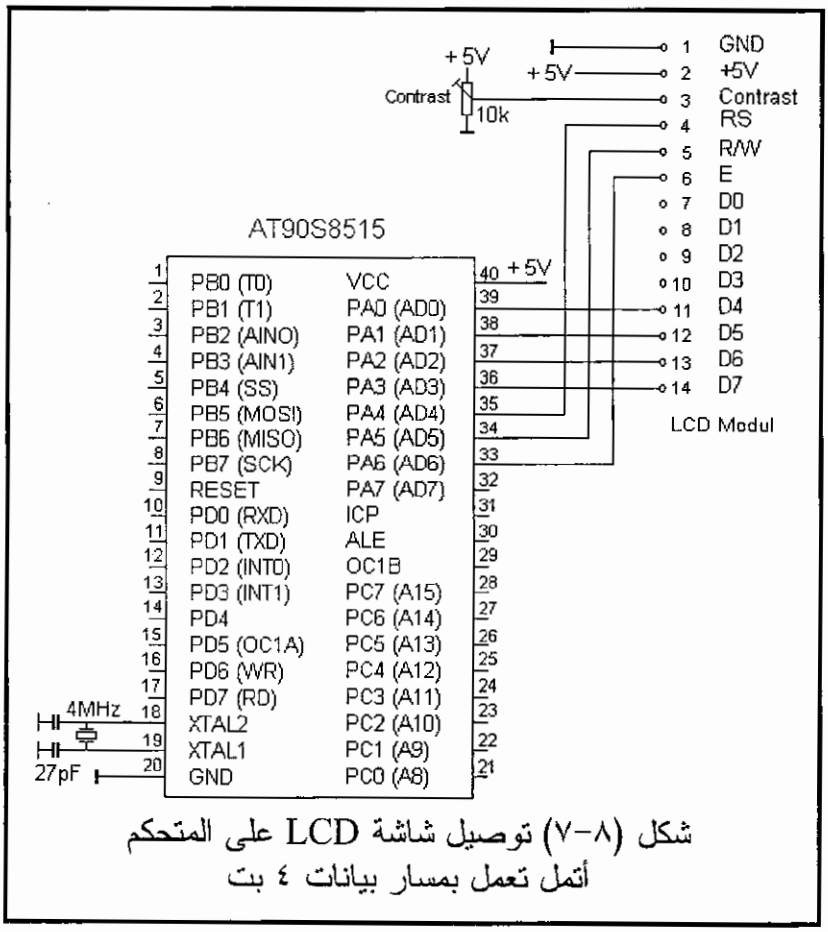
```
H2:     MOV R4,#255
H1:     DJNZ R4,H1
        DJNZ R3,H2
        RET
        END
```

الآن سنعيد كتابة البرنامج السابق ولكن هذه المرة بدلا من عمل زمن تأخير بعد كل عملية كتابة فى الشاشة سنختبر علم الانشغال BF بحيث إذا كان بواحد سننتظر وإذا كان بصفر سننفذ عملية الكتابة .

```
        ORG
        MOV A,#38;  شاشة سطرين كل حرف ٥×٧ عنصر
        ACALL Command ; نداء برنامج فرعى لكتابة أمر
        MOV A,#0E;  تنشيط الشاشة والمؤشر
        ACALL Command
        MOV A,#01; مسح الشاشة
        ACALL Command
        MOV A,#06 ; حركة المؤشر ناحية اليمين
        ACALL Command
        MOV A,#84;  المؤشر عند الحرف الرابع من السطر الأول
        ACALL Command
        MOV A, #'H' ;  كتابة أول حرف
        ACALL DATA ; نداء برنامج فرعى لكتابة بيانات
        MOV A,#'E'
        ACALL DATA
        MOV A,#'L'
        ACALL DATA
        MOV A,#'L'
        ACALL DATA
        MOV A,#'O'
        ACALL DATA
Again:  SJMP Again ; انتظار عند هذا المكان
Command: ACALL Ready
        MOV P1,A
        CLR P2.0  ; RS=0
        CLR P2.1  ; R/W=0
        SETB P2.2 ; E=1
        CLR P2.2  ; E=0
        RET
DATA:   ACALL Ready
        MOV P1,A
        SETB P2.0 ; RS=1
        CLR P2.1 ; R/W=0
```

```
        SETB P2.2 ; E=1
        CLR P2.2  ; E=0
        RET
Ready:  SETB P1.7; هذا الطرف طرف إدخال
        CLR P2.0 ; RS=0
        SETB P2.1; قراءة مسجل الأوامر
Back:   SETB P2.2; E=1
        CLR P2.2; E=0
        JB P1.7,Back ; يدور فى الحلقة طالما علم الانشغال بواحد
        RET
        END
```

كما ذكرنا سابقا فإنه يمكن إدارة هذا النوع من الشاشات باستخدام مسار بيانات ٤ بت فقط من الثمانية المتاحة فى الشاشة . فى هذه الحالة سنوصل الأربع خطوط الأخيرة من مسار البيانات على أى ٤ خطوط إدخال/إخراج من أى متحكم . شكل (٨-٧) يبين دائرة مقترحة لذلك باستخدام المتحكم AT90S8515 من أتمل .



شكل (٨-٧) توصيل شاشة LCD على المتحكم
أتمل تعمل بمسار بيانات ٤ بت

نذكر هنا أنه عند كتابة أى حرف على الشاشة فإنه سيرسل على مرتين ، فى المرة الأولى نكتب النصف الأعلى ن الحرف (أعلى ٤ بت) ثم ننشط الخط E ، وفى المرة الثانية نكتب النصف الأدنى من الحرف ثم ننشط الطرف E . بالطبع فإن الهدف من ذلك يكون تقليل خطوط الإدخال/الإخراج المستخدمة من المتحكم .

هل يمكن تقليل خطوط الإدخال/الإخراج عن ذلك ، بالطبع يمكن ولكن فى هذه الحالة يستخدم التراسل المتتالى . فى هذه الحالة يتم استخدام محول للبيانات من الصورة المتتالية إلى الصورة المتوازية ، وبعد ذلك توصل البيانات المتوازية على الشاشة . بالطبع فإنه سيكون هناك اختلافات فى هل البيانات المتتالية ستكون توافقية أم لاتوافقية ففى أى من الحالتين ستقرر إذا كنت ستحتاج لنبضات تزامن clock من المتحكم أم لا .