

實驗十 LCD 顯示器

1. 學習重點

- 了解文字型 LCD 的功能以及控制方法。

2. 材料清單

表 10-1、材料清單

器材名稱		數量
AT89S51		1
12MHz 石英震盪器		1
LCD 顯示器		1
按壓開關		2
電阻	10k Ω	1
電容	20pF	2
	10uF	1

3. 元件原理

LCD 介紹

LCD 可分為文字型及繪圖型，本實驗所使用的是文字型 LCD，其中已有內建文字圖形。本實驗所使用的文字型 LCD 螢幕為 16 字 x2 行，常見的螢幕大小還有 16x1、16x2、20x1、20x2 等。

LCD 接腳說明

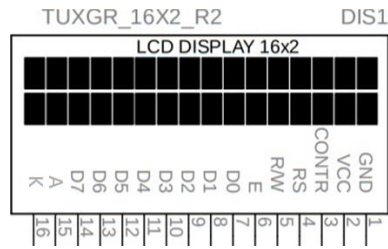


圖 10-1 、 16x2 LCD Display

表 10-2 、 LCD 接腳說明

TERMINAL		DESCRIPTION
NO.	NAME	
1	Vss	接地 (GND)。
2	Vdd	電源 (Vcc)。
3	Vo	LCD 亮度控制，0V 時字元顯示最亮。
4	RS	暫存器選擇控制線，RS = 0 時選擇指令暫存器，RS = 1 時選擇資料暫存器。
5	R/W	讀寫控制線，R/W = 0 時為寫入，R/W = 1 時為讀取。
6	E	致能控制線，負緣動作。
7 ~ 14	D0 ~ D7	LCD 資料線。
15	A	背光 LED 正端，接 5V
16	K	背光 LED 負端，接地。

LCD 控制方法

透過 RS 以及 R/W 排列組合可以產生以下功能：

表 10-3 、 RS 與 R/W 排列組合之功能

RS	R/W	功能
0	0	寫命令到 LCD。
0	1	讀取忙碌旗標和位址計數器 AC (記錄目前游標位址) 內容。
1	0	寫資料到 DDRAM (要顯示的文字) 或 CGRAM (自行設計的字型)。
1	1	從 DDRAM 或 CGRAM 讀取資料。

LCD 內部記憶體可分為三種：

- CG (Character Generator) ROM：內建字型 ROM，儲存著 192 個 5×7 點矩陣的字型。

表 10-4、CGROM 字型表

Table 4 Correspondence between Character Codes and Character Patterns (ROM Code: A00)

Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)			0	a	P	`	P				-	9	3	α	p
xxxx0001	(2)		!	1	A	Q	a	4			■	7	7	4	ä	q
xxxx0010	(3)		"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	×	þ	θ
xxxx0011	(4)		#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	∞
xxxx0100	(5)		\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ト	μ	Ω
xxxx0101	(6)		%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	1	ς	Ü
xxxx0110	(7)		&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)		'	7	G	W	g	w			フ	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)		(8	H	X	h	x			イ	ク	ネ	リ	Γ	×
xxxx1001	(2))	9	I	Y	i	y			っ	ケ	ル	ル	´	Υ
xxxx1010	(3)		*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ル	レ	j	≠
xxxx1011	(4)		+	:	K	L	k	l			オ	サ	ヒ	ロ	×	π
xxxx1100	(5)		,	<	L	¥	1	l			ハ	シ	フ	ワ	φ	π
xxxx1101	(6)		-	=	M	I	m	}			ユ	ズ	ハ	ン	ト	÷
xxxx1110	(7)		.	>	N	^	n	÷			ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xxxx1111	(8)		/	?	O	_	o	+			ッ	リ	マ	"	ö	■

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

- CG (Character Generation) RAM：自訂字型 RAM，可存放使用者自行設計的字型。

- DD (Data Display) RAM：資料顯示 RAM，用來儲存 LCD 將要顯示的字元，有效位址為從 00H 到 4FH，分別對應到 LCD 螢幕的各位置，如表 10-5。

表 10-5、DDRAM 顯示位置與記憶體位址之對應

顯示位置	0	1	2	...	14	15
第一行	00H	01H	02H	...	0EH	0FH
第二行	40H	41H	42H	...	4EH	4FH

LCD 控制命令

表 10-6 為 LCD 的控制命令表，以下會詳細說明各控制命令的用途。

表 10-6、LCD 控制命令表

命令	指令編碼									
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1.清除顯示器	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2.游標歸位	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X
3.進入模式設定	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
4.顯示器 ON/OFF 設定	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5.顯示器或游標移動	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X
6.功能設定	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X
7.CGRAM 位址設定	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0
8.DDRAM 位址設定	0	0	1	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0

1. 清除顯示器

清除 LCD 畫面，LCD 位址計數器 AC=0，游標移到左上角。

表 10-7、清除顯示器

DB0
1

2. 游標歸位

LCD 畫面不變，LCD 位址計數器 AC=0，游標移到左上角。

表 10-8、游標歸位

DB1	DB0
1	X

3. 進入模式設定

表 10-9、進入模式設定表

DB2	DB1	DB0
1	I/D	S

I/D：位址計數器遞增或遞減控制。I/D=1 時為遞增，I/D=0 時為遞減。在每次顯示 RAM 中字元碼時 LCD 位址計數器會加一或減一。游標所顯示的位置也會向右移或左移一個位置。

S：顯示幕移動或不移動控制。當 S=1 時，顯示 RAM 中字元碼時，顯示幕向左 (I/D=1) 或向右 (I/D=0) 移動一格，而游標位置不變。當 S=0 時，顯示幕不移動。

4. 顯示器 ON/OFF 控制

表 10-10、顯示器 ON/OFF 控制表

DB3	DB2	DB1	DB0
1	D	C	B

D：顯示幕開啟或關閉控制位元。D=1 顯示幕開啟，D=0 顯示幕關閉。

C：游標出現控制位元。C=1 游標會出現在位址計數器所指的位置，C=0 則游標不出現。

B：游標閃爍控制位元。B=1 游標出現後會閃爍，B=0 時游標不閃爍。

5. 顯示器或游標移動

表 10-11、顯示器或游標移動控制表

D4	DB3	DB2	D1	DB0
1	S/C	R/L	X	X

表 10-12、S/C 與 R/L 對應功能表

S/C	R/L	動作
0	0	游標左移。
0	1	游標右移。
1	0	字元和游標左移。
1	1	字元和游標右移。

6. 功能設定

表 10-13、功能設定表

DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	DL	N	F	X	X

DL：資料長度選擇位元。DL=1 時為 8 位元資料傳送，DL=0 時則為 4 位元

資料傳送，此時只使用 D7 ~ D4 來傳送，且分 2 次送一個完整的字元資料。

N：顯示幕為單列或雙列選擇。N=1 為雙列顯示，N=0 為單列顯示。

F：大小字元顯示選擇。F=1 時為 5X10 點矩陣，F=0 為 5X7 點矩陣字型。

7. CG RAM 位址設定

表 10-14、CG RAM 位址設定表

DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0

將使用者自行設計的字型寫入 CG RAM，位址為 6 位元，如圖 10-2。

D5 ~ D3 表示第 n+1 個字 (0<=n<8)。

D2 ~ D0 表示第 n+1 個字第 m+1 列位址 (0<=m<7)。

每列寫入資料只取後 5bit，前 3bit 寫 0。

最後一列為游標位址，寫入 0。

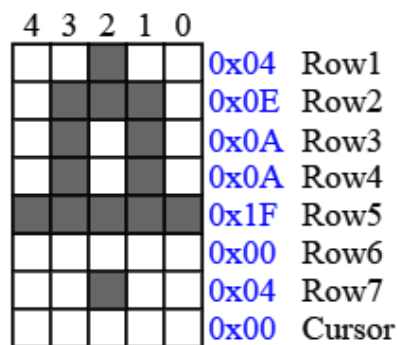


圖 10-2、CGRAM 寫入示意圖

8. DD RAM 位址設定

表 10-15、DD RAM 位址設定表

DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0

設定 DD RAM 位址，共 7 位元 (AD0 ~ AD6)。

表 10-16、DD RAM 顯示位址(起始位址 80H)

DD RAM 偏移量	0	1	2	...	14	15
第一列	00H	01H	02H	...	0EH	0FH
第二列	40H	41H	42H	...	4EH	4FH

4. 實驗內容

在文字型 LCD 上顯示文字。

5. 實驗電路圖

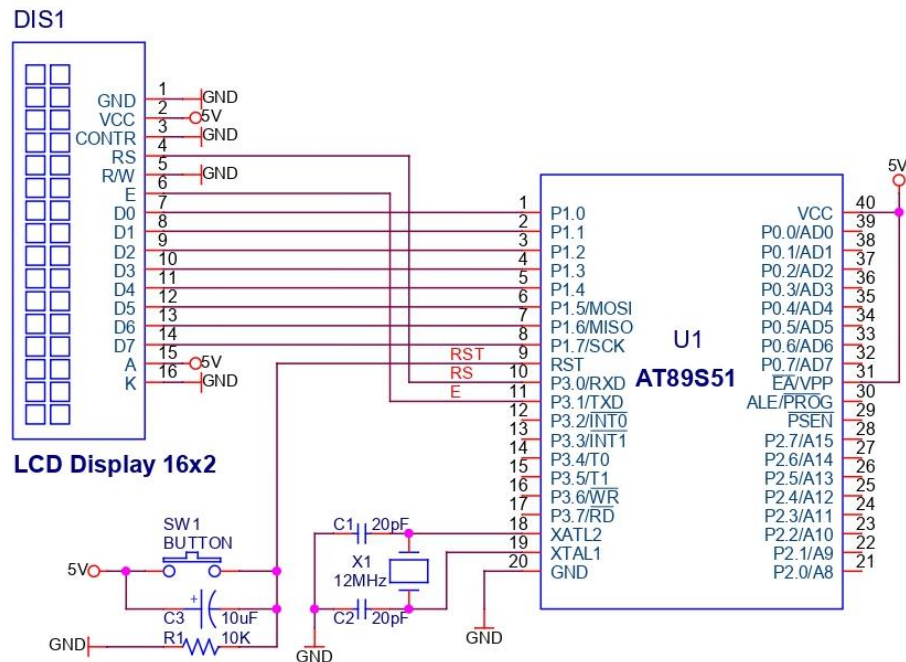


圖 10-3、實驗十基礎題參考電路圖

6. 軟體流程圖

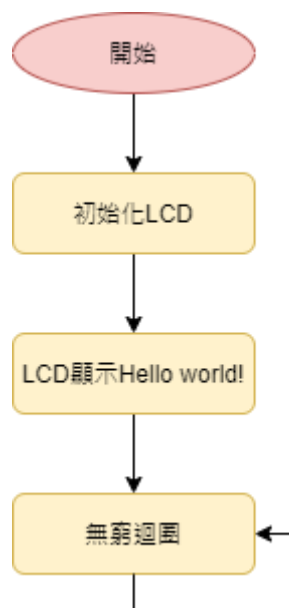


圖 10-4、實驗十基礎題參考軟體流程圖

7. 範例程式碼

```
1  #include <regx51.h>
2  #include <string.h>
3
4  void print_msg(char[]);
5  void write(char, int);
6  void delay(unsigned int);
7
8  void main( )
9  {
10     write(0x38, 0);           // use 2 lines and 5x7 matrix
11     write(0x0F, 0);           // LCD ON, cursor ON, cursor blinking ON
12     write(0x06, 0);           // increment cursor
13     write(0x01, 0);           // clear screen
14     write(0x80, 0);           // DDRAM 1st row 1st column (00H)
15     print_msg("Hello, world!"); // display 'Hello world!'
16     while (1);
17 }
18
19 void print_msg(char msg[])
20 {
21     int i;
22     for (i=0; i<strlen(msg); i++) // for every character
23         write(msg[i], 1);         // monitor displays character
24 }
25
26 void write(char cmd, int rs_value)
27 {
28     P1 = cmd;                  // P1=cmd
29     P3_0 = rs_value;           // RS=rs (1or0)
30     P3_1 = 1;                  // ENABLE high
31     delay(100);
32     P3_1 = 0;                  // ENABLE low
33 }
34
35 void delay(unsigned int i)
36 {
37     while (i--);
38 }
```

8. 整理的題目，選擇/是非題