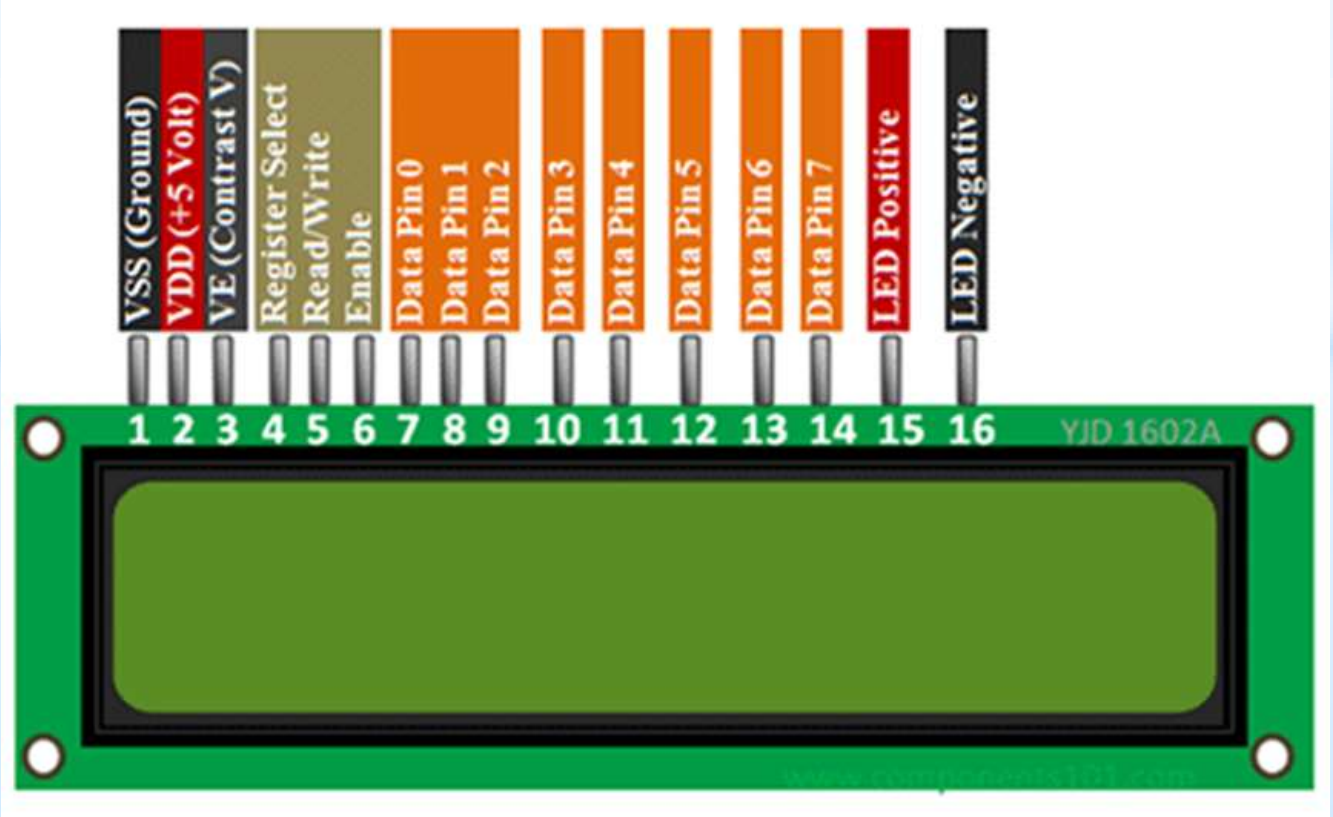
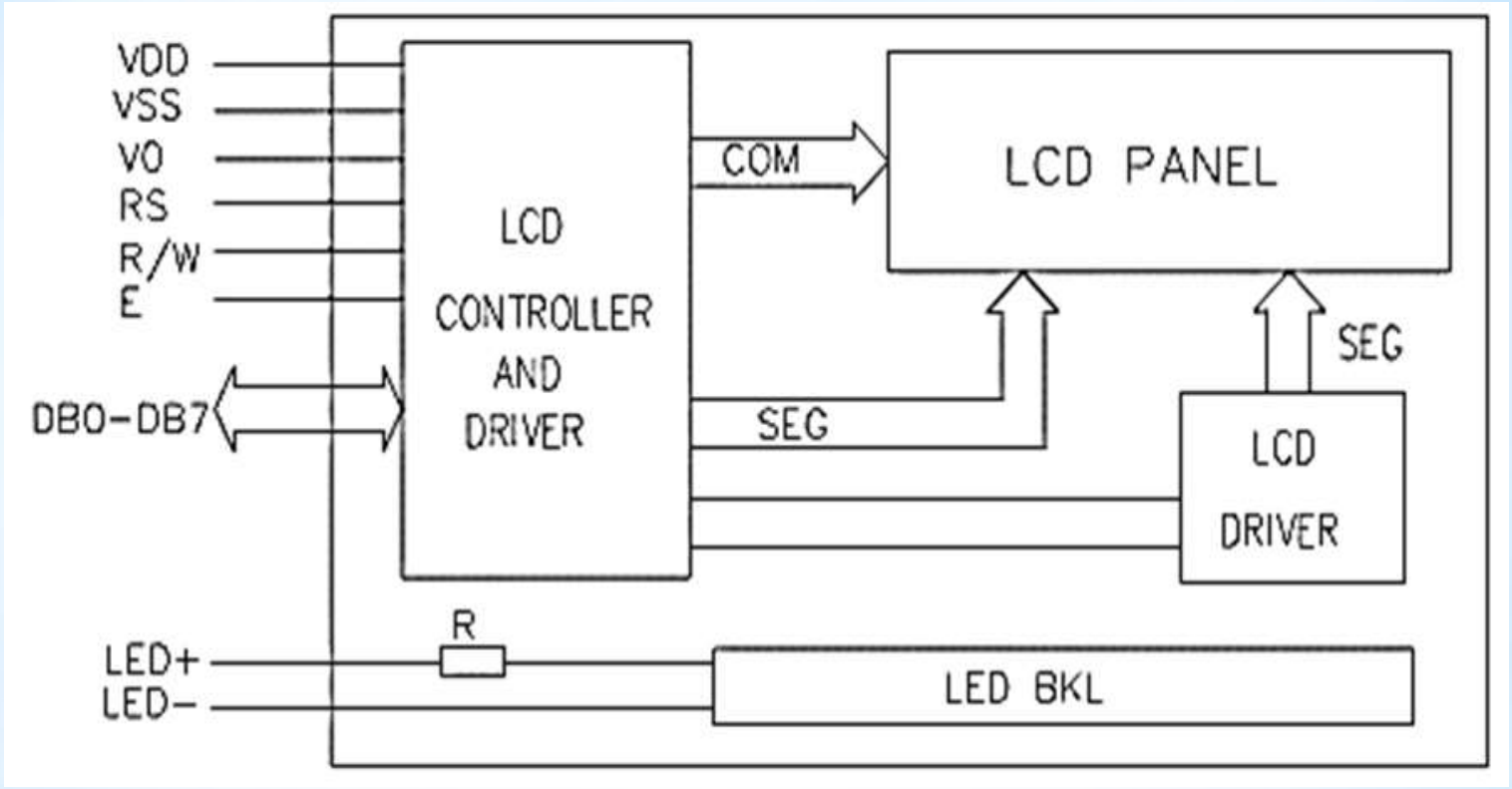
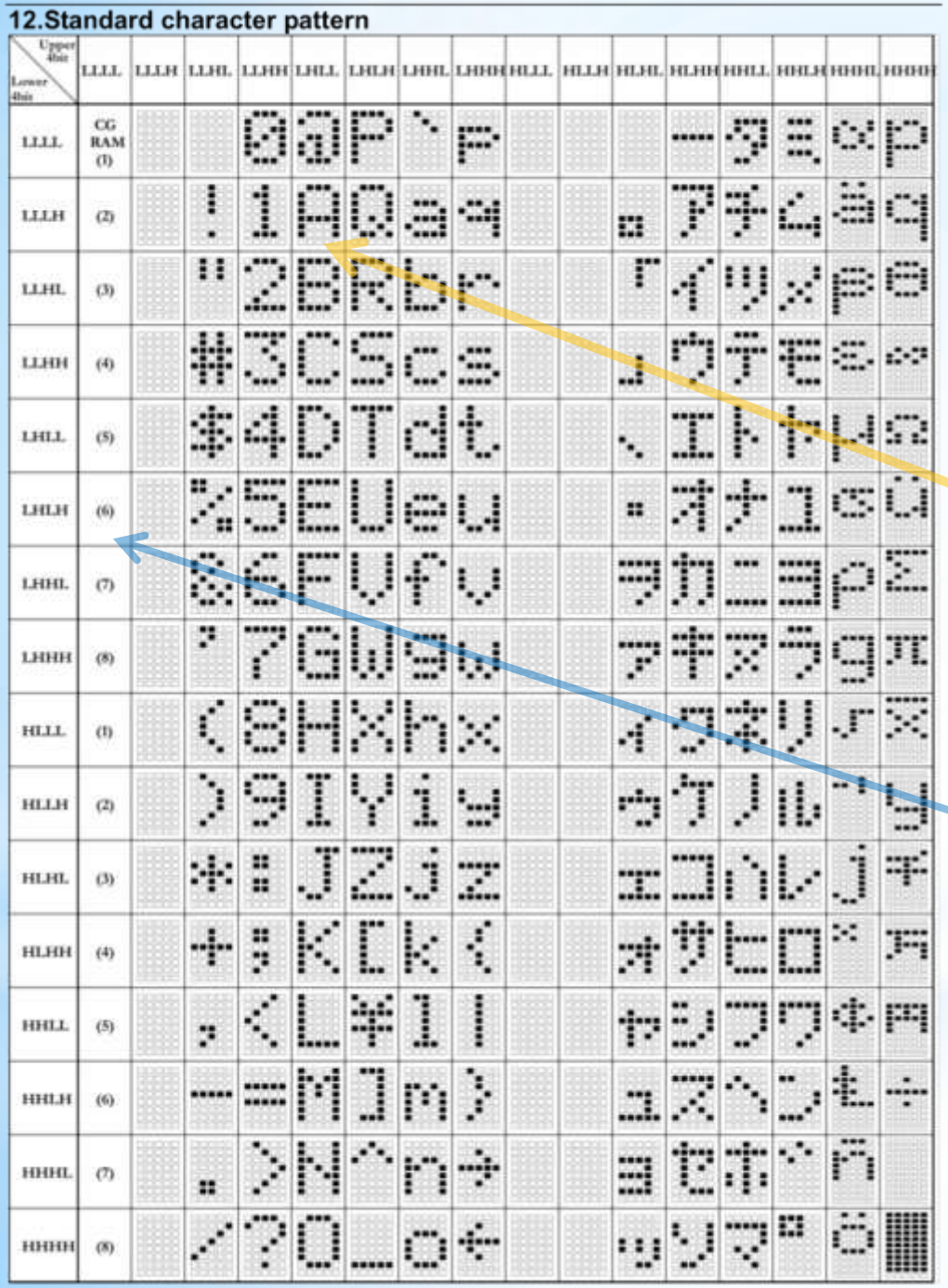
2x16 LCD DISPLAY



* Διαθέτει οθόνη με 2 σειρές των 16 χαρακτήρων.
* Κάθε χαρακτήρας έχει διαστάσεις 5x8 pixel
* 204 χαρακτήρες είναι αποθηκευμένοι στη μνήμη του display .
* Ένας ενσωματωμένος μικροελεγκτής δέχεται εντολές από εξωτερική συσκευή και διαχειρίζεται την λειτουργία της LCD οθόνης.



Διάγραμμα LCD display



Ενσωματωμένοι χαρακτήρες

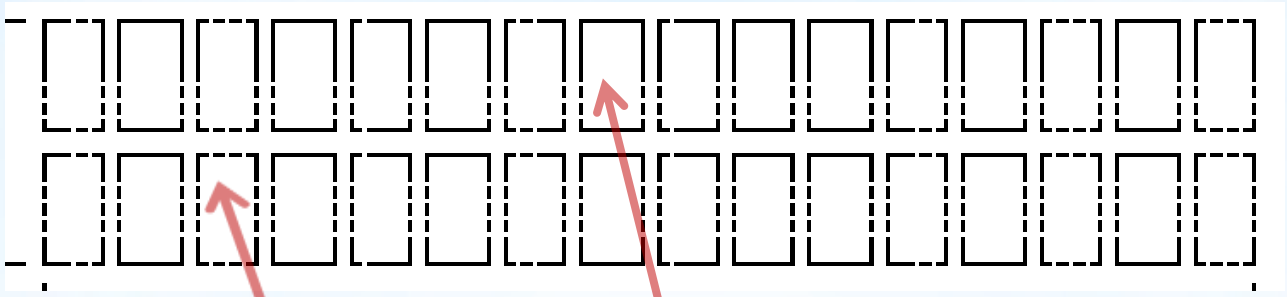
CGROM

Character Generator ROM

Για παράδειγμα:
η διεύθυνση
01000001 (LHLLLLLH)
περιέχει το σχήμα A

CGRAM

Character Generator RAM
Μπορούν να αποθηκευτούν
8 σχήματα



Display position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
DDRAM address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

Μνήμη Δεδομένων Οθόνης

Display Data RAM (DDRAM)

Pin no.	Symbol	External connection	Function
1	Vss	Power supply	Signal ground for LCM
2	V_{DD}		Power supply for logic for LCM
3	V_0		Contrast adjust
4	RS	MPU	Register select signal
5	R/W	MPU	Read/write select signal
6	E	MPU	Operation (data read/write) enable signal
7~10	DB0~DB3	MPU	Four low order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU and the LCM. These four are not used during 4-bit operation.
11~14	DB4~DB7	MPU	Four high order bi-directional three-state data bus lines. Used for data transfer between the MPU
15	LED+	LED BKL power supply	Power supply for BKL
16	LED-		Power supply for BKL

Σήματα ελέγχου

Γραμμές Δεδομένων

Διεπαφές

Σετ Εντολών

11.9 Instruction Table

Instruction	Instruction code										Description	Execution time (fosc= 270 KHZ
	RS	R/W	DB7	DB6	DB 5	DB4	DB3	DB2	DB 1	DB0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write "20H" to DDRA and set DDRAM address to "00H" from AC	1.53ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Set DDRAM address to "00H" From AC and return cursor to Its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.53ms
Entry mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Assign cursor moving direction And blinking of entire display	39us
Display ON/ OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set display (D), cursor (C), and Blinking of cursor (B) on/off Control bit.	
Cursor or Display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Set cursor moving and display Shift control bit, and the Direction, without changing of DDRAM data.	39us
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	Set interface data length (DL: 8-Bit/4-bit), numbers of display Line (N: =2-line/1-line) and, Display font type (F: 5x11/5x8)	39us
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address Counter.	39us
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in address Counter.	39us
Read busy Flag and Address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Whether during internal Operation or not can be known By reading BF. The contents of Address counter can also be read.	0us
Write data to Address	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43us
Read data From RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43us

10. Timing Characteristics

Write cycle (Ta=25℃, VDD=3.3V)

Parameter	Symbol	Test pin	Min.	Typ.	Max.	Unit
Enable cycle time	t_c	E	500	-	-	ns
Enable pulse width	t_w		300	-	-	
Enable rise/fall time	t_r, t_f		-	-	25	
RS; R/W setup time	t_{su1}	RS; R/W	100	-	-	
RS; R/W address hold time	t_{h1}	RS; R/W	10	-	-	
Read data output delay	t_{su2}	DB0~DB7	60	-	-	
Read data hold time	t_{h2}		10	-	-	

Write mode timing diagram

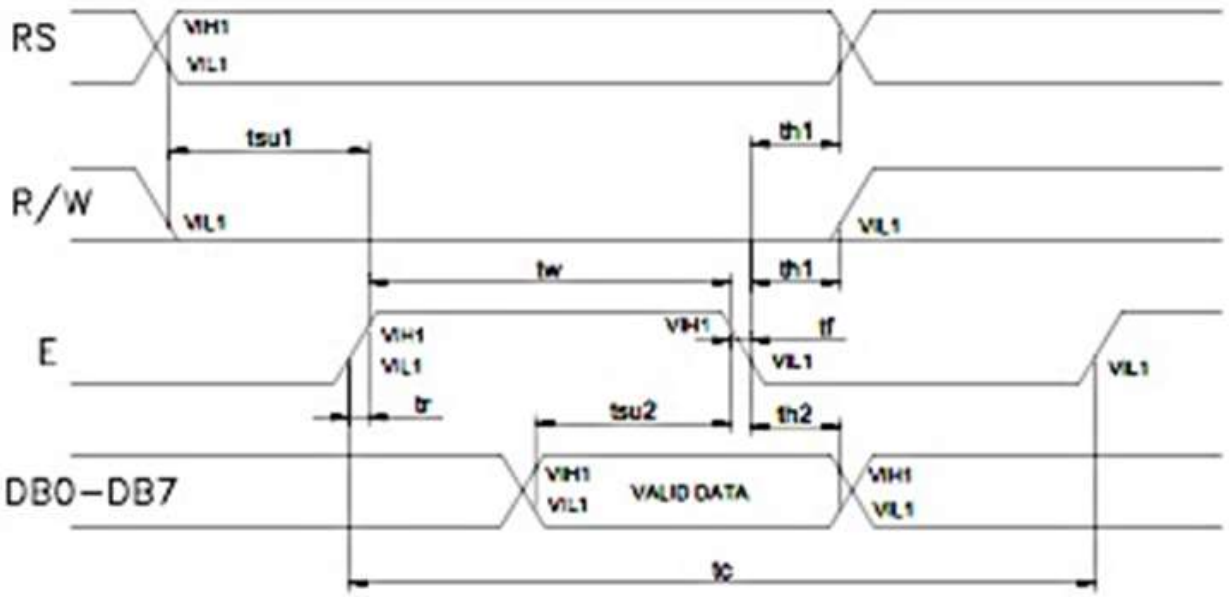
a) RS=0,1

b) R/W=0,1

c) E=1

d) DATA

e) E=0



Μορφή σημάτων εξωτερικών εντολών

Παράδειγμα εντολών

Για να ορίσουμε την θέση στην οθόνη που θα εμφανιστεί ο χαρακτήρας

Set RS ->0

Set R/W->0

Set E->1

Set DB7-DB0-> 10000111 (Θέση οθόνης 07)

Set E->0 Ολοκληρώνεται η εντολή

Για να ορίσουμε ποιος χαρακτήρας θα εμφανιστεί.

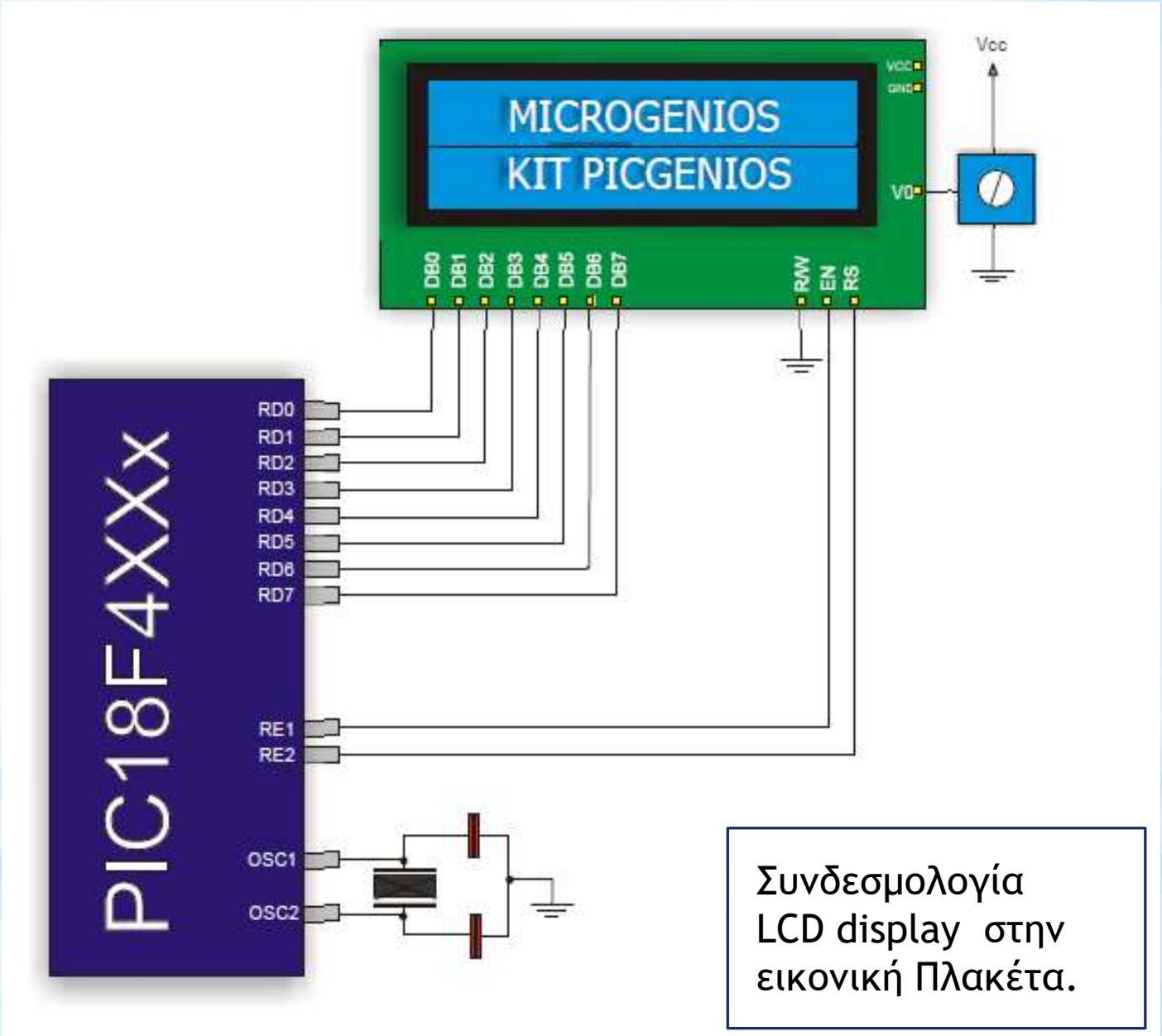
Set RS ->1

Set R/W->0

Set E->1

Set DB7-DB0-> 01000001 Διεύθυνση μνήμης CGROM

Set E->0 Ολοκληρώνεται η εντολή



Συνδεσμολογία LCD display στην εικονική Πλακέτα.

Παράδειγμα κώδικα σε MICROC

Εντολές για την εμφάνιση του χαρακτήρα «Κ» στην 2 σειρά και 9 θέση.

```
TRISE.F1 =0;
TRISE.F2 =0;
TRISD=0x00;
PORTE.F1 = 0;
……//Αρχικοποίηση του LCD display.

//Ορίζουμε την θέση στην οθόνη
PORTE.F2 = 0;          //RS ->0
                       //R/W->0 (είναι γειωμένο)
PORTE.F1 = 1;          //E->1
PORTD = 0xC7;      //Set DB7-DB0-> 11000111 (Θέση οθόνης 0x47)
PORTE.F1= 0;           //Set E->0   Ολοκληρώνεται η εντολή

//Για να ορίσουμε ποιος χαρακτήρας θα εμφανιστεί.
PORTE.F2 = 1;          // Set RS ->1
                       //Set R/W->0
PORTE.F1 = 1;          //Set E->1
PORTD =0x4B;      // Set DB7-DB0-> 01001011 Διεύθυνση μνήμης CGROM
                   // PORTD = 'K';  ASCII του K είναι 0x4B.
PORTE.F1 = 0;      //Set E->0   Ολοκληρώνεται η εντολή
```

Παράδειγμα κώδικα αρχικοποίησης LCD

```
//Manual control of LCD Display without using MlicroC libraries

PORTE.F1 = 0;     //SET ENABLE  TO  0
delay_ms(100);

PORTE.F2 = 0;     //RS ->0
PORTE.F1 = 1;     //E->1
PORTD = 0b00110000;   //set 8 bit  mode  2 lines 5x8 ROM
PORTE.F1=0;     //E->0
delay_ms(100);

PORTE.F2 = 0;   //RS->0
PORTE.F1=1;     //E->1
PORTD = 0b00110000;  //set 8 bit  mode  2 lines 5x8 ROM
PORTE.F1=0;     /E->0
delay_ms(100);

PORTE.F2 = 0;   //RS->0
PORTE.F1=1;     //E->1
PORTD =  0b00001100;  // display  ON/OFF
PORTE.F1=0;     //E->0
delay_ms(100);

PORTE.F2 = 0;     //RS->0
PORTE.F1=1;     //E->1
PORTD =  0b00001100;  // Set Entry Mode
PORTE.F1=0;     //E->0
delay_ms(100);

PORTE.F2 = 0;   //RS->0
PORTE.F1=1;     //E->1
PORTD = 0b00000001; //clear display
PORTE.F1=0;     //E->0
delay_ms(100);
```

Βιβλιοθήκη MicroC για LCD display

* **Lcd8_Config**(&PORTC,&PORTD,0,1,2,6,5,4,3,7,1,2,0);

* **Lcd8_Cmd**(LCD_CLEAR);

LCD_FIRST_ROW	Move cursor to 1st row
LCD_CLEAR	Clear display
LCD_RETURN_HOME	Return cursor to home position
LCD_CURSOR_OFF	Turn off cursor
LCD_UNDERLINE_ON	Underline cursor on
LCD_BLINK_CURSOR_ON	Blink cursor on
LCD_MOVE_CURSOR_LEFT	Move cursor left without changing DDRAM
LCD_MOVE_CURSOR_RIGHT	Move cursor right without changing DDRAM
LCD_TURN_ON	Turn LCD display on
LCD_TURN_OFF	Turn LCD display off
LCD_SHIFT_LEFT	Shift display left
LCD_SHIFT_RIGHT	Shift display right

* **Lcd8_Out**(1, 3, "Hello!");
* **Lcd8_Out_Cp**("Here!");
* **Lcd8_Chr**(2, 3, 'i');
* **Lcd8_Chr_Cp**('e');

Παράδειγμα χρήσης βιβλιοθήκης για τη λειτουργία του LCD Display

```
char *text = “MyTextHere";
void main() {
        TRISE = 0x00;      // PORTE is output
        TRISD = 0x00;      // PORTD  is output

                    // Initialize LCD at PORTE and PORTD
        Lcd8_Config(&PORTE, &PORTD, 2,1,0, 7,6,5,4,3,2,1,0);
        Lcd8_Cmd(LCD_CURSOR_OFF); // Turn off cursor
        Lcd8_Out(1, 4, text); // Print text on LCD
}
```