

## Apèndix A

### Informació bàsica introductòria sobre el controlador (HD44780) de displays de caràcters de cristall líquid (LCD)

Els visualitzadors LCD presenten un bus de dades i un minibus de control que simplifiquen el seu ús a la simple tramesa de comandaments.

Els mòduls que trobem al laboratori presenten 1 o 2 línies, de 16 o de 8 caràcters respectivament, i poden ser controlats pel mateix circuit controlador de LCDs.

### **Controlador HD44780 d'Hitachi**

El circuit integrat d'Hitachi HD44780, o models compatibles, és normalment l'encarregat del control del sistema. De cara a l'exterior trobem un connector de 14 potes on es connecta l'alimentació, el senyal de contrast i tots els senyals de control. La funció de cada pin és la següent:

Pin	Nom	Nivell	Funció
1	Vss	0V	Massa
2	Vcc	5V	Alimentació
3	Vee	*	Polarització del cristall
4	RS	lògic	Registre de selecció, 1=dades, 0=instrucció
5	R/W	"	Read/Write, 1=llegeix 0=escriu
6	E	"	Selecció de xip ( <i>Enable</i> )
7-14	DB0-DB7	"	Bus de dades (DB0, LSB)

\* : La tensió de polarització controla el contrast de la pantalla. Aquesta tensió, entre 0 i 5V, s'obté a la placa del V25 mitjançant un potenciòmetre de 20K connectat entre massa i alimentació que, en algunes ocasions en què no es veu res a la pantalla, cal ajustar.

Les funcions que es poden efectuar en la comunicació amb el LCD són les d'escriptura/lectura de comandaments o de dades.

### **Estructura interna del controlador**

El controlador disposa d'una memòria RAM que està dividida en dos blocs diferenciats: la RAM de dades a visualitzar (DDRAM) i la RAM de caràcters generats (CGRAM).

La DDRAM emmagatzema els codis ASCII dels caràcters que volem que es mostrin en pantalla i hi ha una correspondència entre les línies de la pantalla i les posicions consecutives de memòria. Pel seu cantó, la CGRAM ens permet definir caràcters especials que no es trobin en la memòria ROM que disposa el microcontrolador.

La DDRAM té una capacitat de 128 *bytes*, independentment del format de la pantalla; quan aquesta és més petita podem guardar en ella caràcters i mostrar-los programant el mode de desplaçament de pantalla.

La primera línia comença en l'adreça 00h i la segona en la 40h. L'excepció és la pantalla d'una línia de 16 caràcters, en la que la fila es divideix en dues porcions de memòria, des de la 00h hasta la 07h per als 8 primers caràcters i des de la 40h fins la 47h per als 8 restants.

El senyal R/W permet llegir un registre d'estat que només serveix per veure si el controlador ha acabat de realitzar la instrucció tramesa i poder enviar més. Però, per a un control senzill, podem efectuar pauses després de cada instrucció o tramesa de dades per no haver de llegir aquest registre d'estat.

### **Comandaments de control**

Els comandaments s'envien a través del bus de dades. Per tal que la pantalla els reconegui cal posar el senyal RS a nivell baix.

Esborrar pantalla: 0 0 0 0 0 0 0 1

Neteja la pantalla i posa el cursor en la primera posició. Temps d'execució 1.64ms

Cursor al principi: 0 0 0 0 0 0 1 x

Col·loca el cursor en la primera posició. Temps d'execució 1.64 ms

Mode d'entrada: 0 0 0 0 0 1 i d

- Amb i=1, la posició de la DDRAM s'incrementa automàticament després de cada lectura o escriptura a la mateixa, mentre que si i=0 es configura per decrementar el punter de DDRAM.
- Si d=1, la pantalla es desplaça en el sentit indicat pel bit esmentat abans (i) quan el cursor arriba al final de la pantalla.

Pantalla-cursor: 0 0 0 0 1 p c i

Selecciona la il·luminació de la pantalla (p=1), la visibilitat del cursor (c=1) i la intermitència del mateix (i=1 pampallugueig).

Cursor/Desplaçament: 0 0 0 1 p d x x

Selecciona si se desplaça tota la pantalla (p=1) o només el cursor (p=0) sense alterar el contingut de la DDRAM; el bit d selecciona el sentit del desplaçament: cap a la dreta si d=1.

Funció: 0 0 1 p c f x x x

Selecciona el mode de transmissió, cicle i font de caràcter.

- Si p=1 la comunicació és amb 8 bits, mentre que en el cas contrari només s'usen els bits d4-d7 del bus, primer la part alta i després la part baixa del *byte* de dada.
- El bit c indica el nombre de línies del LCD; per a c=0 s'usarà una sola línia, mentre que si c=1 usarem 2.

- El bit f estableix el tipus de caràcters que usarem: si f=1 els caràcters seran de 5 x 11 punts, mentre que si f=0 configurem el controlador per usar caràcters de 5 x 7 punts

Adreça en la DDRAM: 1 d d d d d d

Aquesta instrucció s'utilitza per modificar el punter a la DDRAM (d = bit de l'adreça). Si l'adreça és la 00h escriurem en la primera línia, i la segona línia comença a la 40h. (Recordeu que el *display* de 1x16 es divideix en dues meitats: l'esquerra comença en 00h i la dreta en 40h).

## Inicialització

Els controladors d'Hitachi s'inicialitzen de manera automàtica si a l'aplicació de la tensió d'alimentació aconseguim que aquesta pugi des de 0,5V fins a 4,5V en un temps comprès entre 0,1 i 10ms. Ja que aquesta operació pot ser difícil d'assolir, haurem de recórrer a la inicialització per *software*. Consisteix en enviar una sèrie de comandaments dels descrits anteriorment amb uns determinats temps d'espera entre ells. En la inicialització es configura també si la transmissió es fa con 4 o amb 8 bits de bus de dades.

La inicialització per configurar el mode de 8 bits pot ser així:

- Aplicar VCC
- Esperar 15 ms
- Mode de 8 bits
- Esperar 4,1 (o més) ms
- Mode de 8 bits
- Esperar 100 (o més)  $\mu$ s
- Mode de 8 bits
- Esperar 40  $\mu$ s (temps d'execució de la instrucció)
- Mode 8 bits, una o dues línies i la font que es desitgi
- Esperar 40  $\mu$ s
- Apagar pantalla, treure cursor
- Esperar 40  $\mu$ s
- Il·luminar pantalla i configurar cursor
- Esperar 40  $\mu$ s
- Configurar desplaçament de pantalla/cursor
- Esperar 40  $\mu$ s.

En aquest moment, l'operació d'inicialització està finalitzada.

Aquesta informació **només** té un caràcter **introductor** amb la única intenció **d'orientar** la cerca de la informació necessària al fitxer **ContLCD.pdf** amb les característiques completes de fabricant corresponents al xip controlador d'Hitachi aquí tractat. Caldrà doncs **contrastar** tota la informació d'aquest apèndix amb la informació del fabricant i **completar-la** (taula de codificació dels caràcters alfanumèrics, temporització adequada dels senyals de control, etc.).