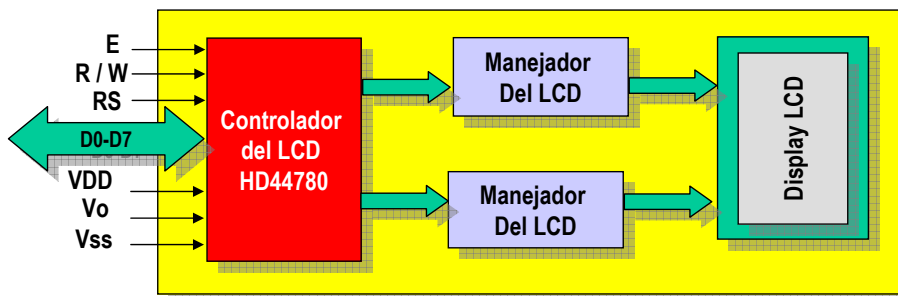


Módulo LCD HD44780 de Hitachi



Carlos Canto Q.

Módulo LCD HD44780 de Hitachi



Características principales del módulo

- 16 caracteres por 2 líneas (hay de más caracteres y de más líneas)
- Encendido/apagado del display
- Parpadeo del cursor
- Desplazamiento izquierdo/derecho
- Regreso del cursor al inicio
- Reconoce ASCII estándar
- Soporta 132 caracteres alfanuméricos y 32 de control
- Display de matriz de puntos de 5X7 ó 5X10

Líneas de Control

• Son las siguientes: *EN, R/W, RS*.

• EN:

– Cuando esta línea pasa de 1 a 0, el controlador del LCD lee el resto de líneas, ya sean de control o de datos.

• RW (1/0):

– Cuando esta línea está a cero se escribe sobre el LCD.

– Cuando está a 1, se lee el LCD, es especialmente útil para leer si ha finalizado la última orden indicada.

• RS:

– Selección de Registro. Cuando RS está a baja el dato es tratado como una orden o comando sobre el LCD (limpiar la pantalla, posicionar el cursor...)

– Si está en alto, el dato que se envía es texto a mostrar.

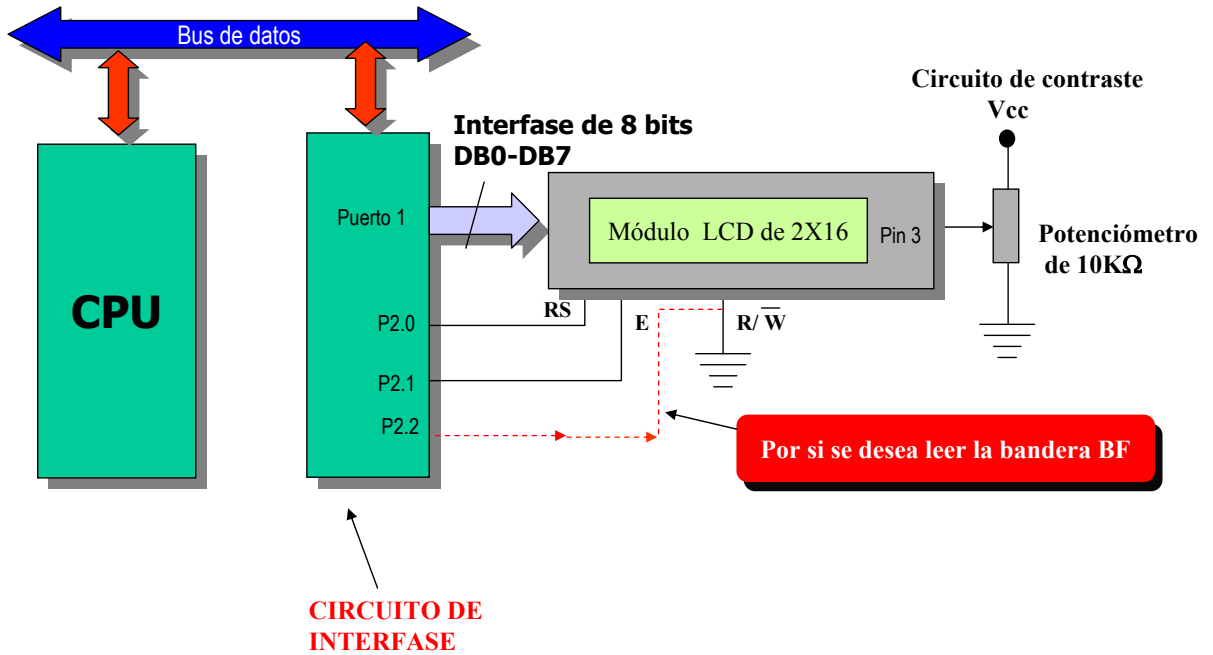
Carlos Canto Q.

Interfases con un μ procesador

- El HD44780 puede transferir datos, ya sea en dos operaciones de 4 bits o en una sola de 8, lo que le permite conectarse con μ Ps de 4 u 8 bits.
- Para interfases de datos de 4 bits, solamente 4 líneas del bus son usadas para transferir (de DB4 a DB7). Las líneas del bus de DB0 a DB3 están deshabilitadas.
- La transferencia de un dato entre el HD44780 y el μ P se completa cuando se hayan transferido dos veces datos de 4 bits.
- Primero se transfieren los 4 bits más altos (DB4 a DB7) y después los 4 bits más bajos (de DB0 a DB3).
- La bandera de ocupado (BF) debe ser checada (con una instrucción) después de que los dos datos de 4 bits hayan sido transferidos.

CONEXIÓN DE UN MÓDULO LCD A UN μ PROCESADOR

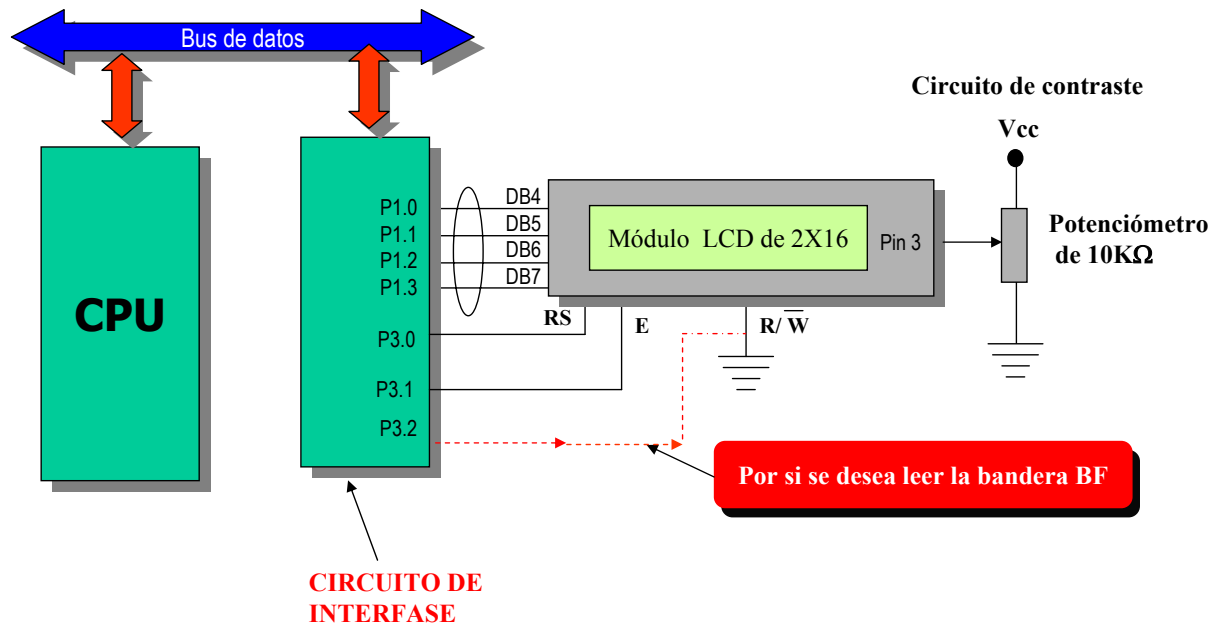
INTERFASE DE 8 BITS



Carlos Canto Q.

CONEXIÓN DE UN MÓDULO LCD A UN μ PROCESADOR

INTERFASE DE 4 BITS



Carlos Canto Q.

Secuencia de las señales de control del LCD

Donde:

RS (Register Select) = 0 selecciona el registro de instrucción (IR)
 1 selecciona el registro de datos (DR)

E (Enable): habilita el módulo LCD
R/W (Read/Write)

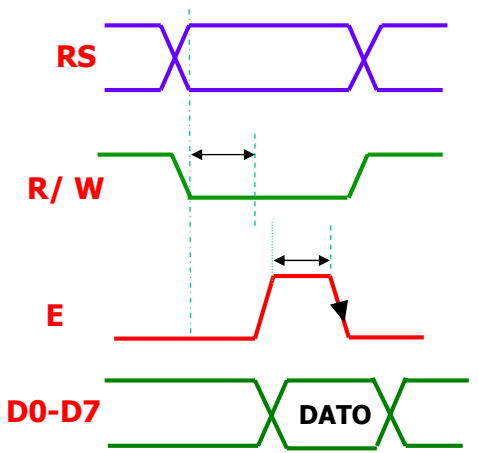
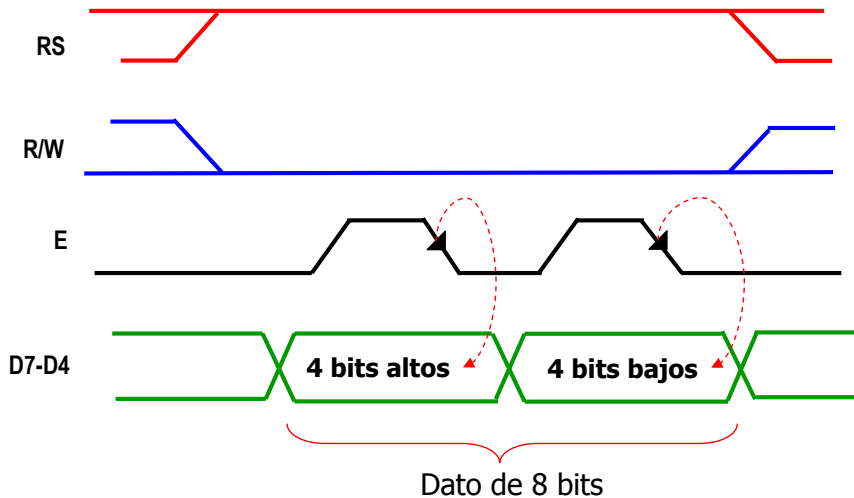


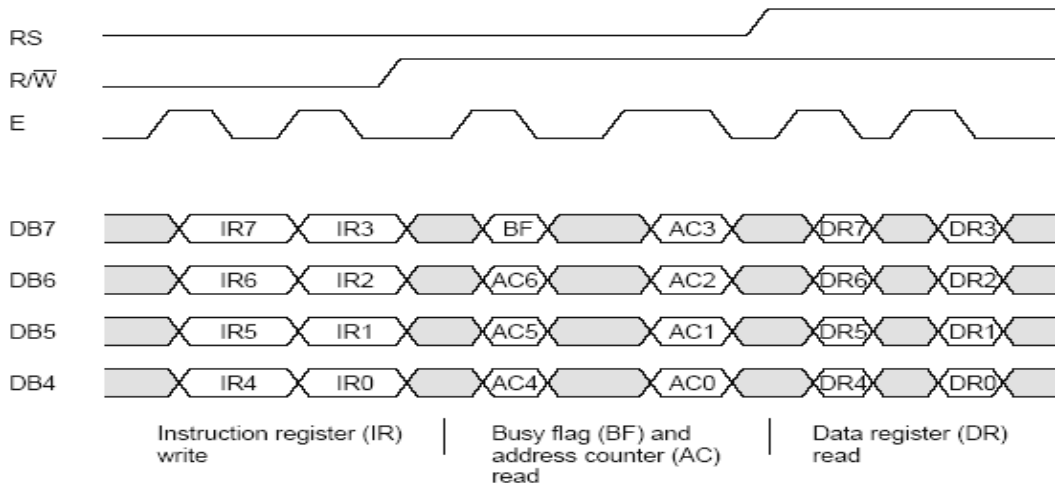
Diagrama de tiempo de una operación de escritura

RS	R/W	E	Operación
0	0		Escritura de código de operación
0	1		Lectura de bandera de ocupado (BF)
1	0		Escritura de de dato
1	1		Lectura de dato

Operación de escritura en interfase de 4 bits

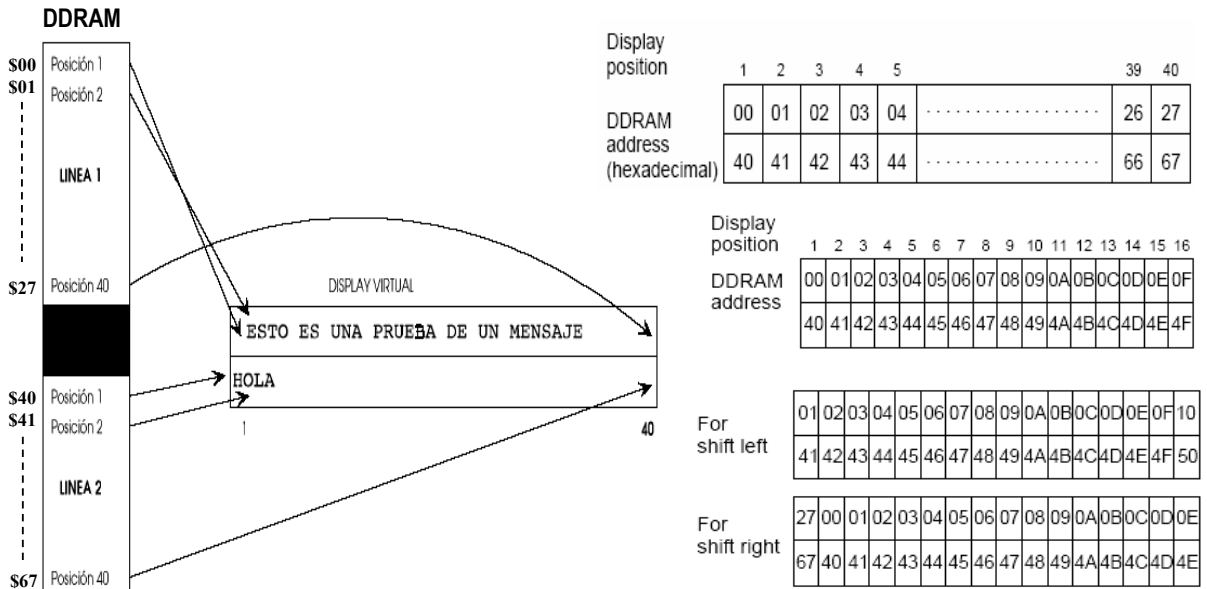


Ejemplo de transferencias de 4 bits



Carlos Canto Q.

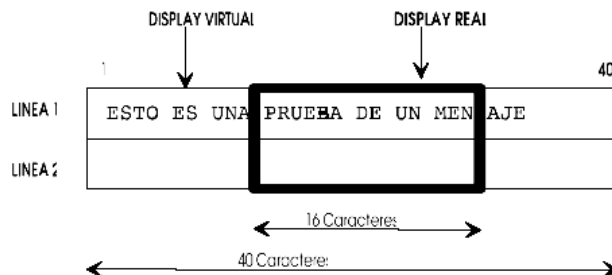
DISTRIBUCIÓN DE LA MEMORIA DEL HD44780



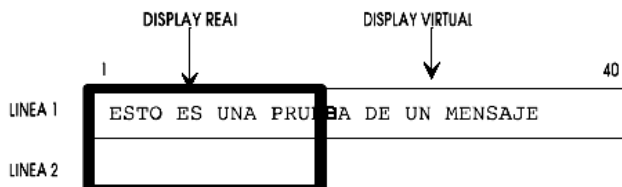
Mapa de memoria de la DDRAM y sus posiciones en el display virtual

Ejemplo de display de 16 caracteres por 2 líneas

VISUALIZACIÓN EN EL DISPLAY



Display virtual y display real



Posición del display real respecto al virtual cuando se inicializa el LCD

Carlos Canto Q.

PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO LCD CON UN μ PROCESADOR

- El módulo LCD requiere al menos 10ms para autoinicializar después de aplicada la potencia
- Por lo tanto el procesador tiene que esperar al menos 10ms antes de poder escribir datos al LCD
- El microcontrolador debe realizar dos tipos básicos de tareas:
 - **Escritura de comando o controles**
 - **Escritura de datos (caracteres a desplegar)**

Comandos o controles de HD44780

- ❑ Antes de poder usar el LCD, es indispensable configurarlo de acuerdo a la forma en la que se quiere usar.
- ❑ Esta configuración se logra cargando las diferentes palabras de control o comandos al registro de instrucción del módulo HD44780

Carlos Canto Q.

➤ CLEAR DISPLAY

Borra el módulo LCD y coloca el cursor en la primera posición (dirección 0).
Pone el bit I/D "1" por defecto.

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tiempo de ejecución: 1.64 ms

➤ HOME

Coloca el cursor en la posición de inicio (dirección 0) y hace que el display comience a desplazarse desde la posición original. El contenido de la memoria RAM de datos de visualización (DDRAM) permanece invariable . La dirección de la memoria RAM de datos para la visualización (DDRAM) es puesta a 0.

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	X

Tiempo de ejecución: 1.64 ms

➤ ENTRY MODE SET

Establece la dirección de movimiento del cursor y especifica si la visualización se va desplazando a la siguiente posición de la pantalla o no. Estas operaciones se ejecutan durante la lectura o escritura de la DDRAM o CGRAM. Para visualizar normalmente poner el bit S a "0".

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

Tiempo de ejecución: 40µs

- I/D=1 Incrementa la dirección del cursor
- I/D=0 Decrementa la dirección del cursor
- S=1 Desplaza la visualización cada vez que se escribe un dato

Carlos Canto Q.

➤ DISPLAY ON/OFF CONTROL

Activa o desactiva poniendo en ON/OFF tanto al display (D) como el cursor (C) y se establece si este último debe o no parpadear (B).

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

Tiempo de ejecución: 40µs

- D=1 Pantalla activa (ON)
- C=1 Cursor activo (ON)
- B=1 parpadeo

➤ **CURSOR OR DISPLAY SHIFT**

Mueve el cursor y desplaza el display sin cambiar el contenido de la memoria de datos de visualización DDRAM.

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x

Tiempo de ejecución: 40µs

- S/C=1 Se desplaza la visualización
- S/C=0 Se desplaza el cursor
- R/L =1 Desplazamiento a la derecha
- R/L=0 Desplazamiento a la izquierda

Carlos Canto Q.

➤ **FUNCTION SET**

Establece el tamaño de interfase con el bus de datos (DL), número de líneas del display (N) y tipo de carácter (F).

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x

Tiempo de ejecución: 40µs

- DL=1 Trabaja con bus de datos de 8 bits
- DL=0 Trabaja con bus de datos de 4 bits
- N=1 La presentación se hace en 2 líneas
- N=0 La presentación se hace en 1 línea
- F=1 Caracteres de 5X10 puntos
- F=0 Caracteres de 5X7 puntos

➤ **DDRAM ADDRES SET**

Establece la dirección de la memoria de datos DDRAM a partir de la cual se almacenan los datos a visualizar.

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	Dirección de memoria de datos DDRAM						

Tiempo de ejecución: 40µs

➤ **READ BUSY FLAG AND ADDRESS**

Lectura de la bandera busy (BF) e indica la última dirección empleada de la DDRAM o CGRAM.

Código:

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	Dirección de DDRAM o CGRAM						

Tiempo de ejecución: 1µs

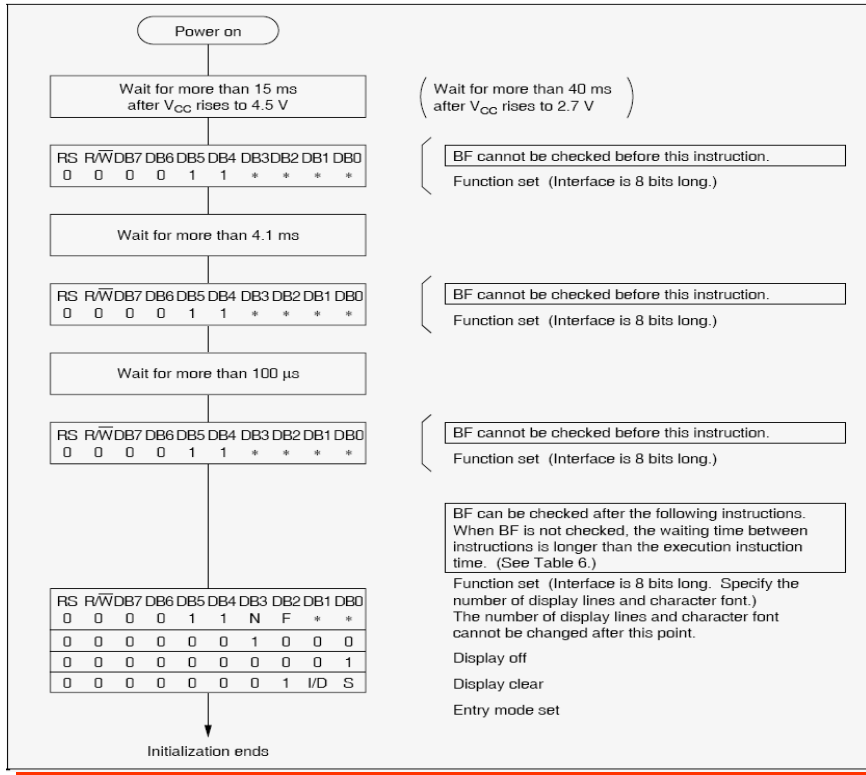
Carlos Canto Q.

INICIALIZACIÓN DEL LCD

POR EL CIRCUITO INTERNO DE RESET

- ✓ **Los controladores de Hitachi se inicializarán de manera automática si durante el encendido conseguimos que la tensión de alimentación suba desde 0.5V hasta 4.5V en un tiempo comprendido entre 0.1 y 10ms.**
- ✓ **Puesto que ésto puede ser difícil de conseguir, podemos recurrir a la inicialización por software, que consiste en enviar una serie de comandos de los descritos anteriormente y esperar un determinado tiempo.**

PASOS PARA LA INICIALIZACIÓN DEL LCD EN MODO 8 BITS

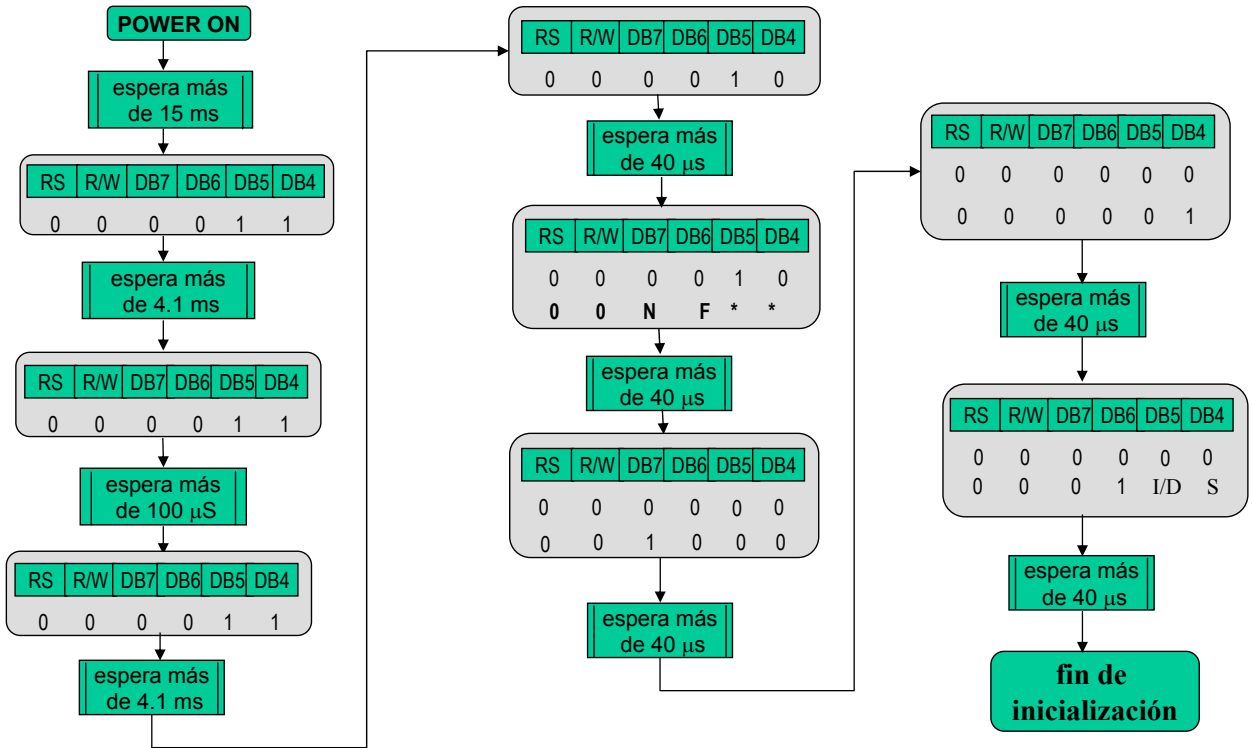


Carlos Canto Q.

PASOS PARA LA INICIALIZACIÓN DEL LCD EN MODO 4 BITS

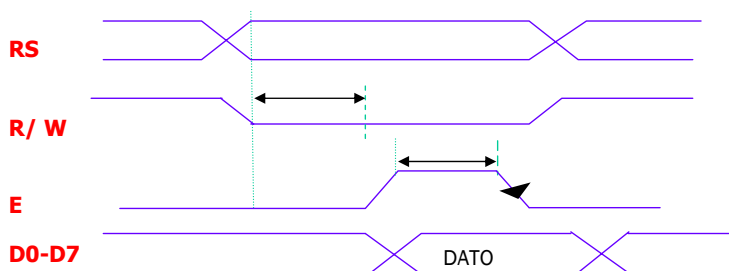
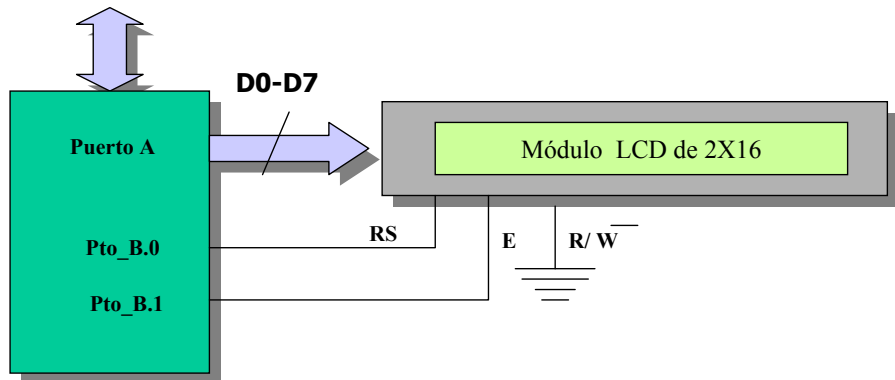
- Aplicar VCC
- Esperar 15 ms
- Modo de 8 bits
- Esperar 4.1 ms
- Modo de 8 bits
- Esperar 100 ms
- Modo de 8 bits
- Esperar 4.1ms
- Modo 4 bits, una o dos líneas y la fuente que se desee
- Esperar 40 ms
- Apagar pantalla, quitar cursor
- Esperar 40 ms
- Encender pantalla y configurar cursor
- Esperar 40 ms
- Configurar desplazamiento de pantalla/cursor
- Esperar 40 ms.
- En este momento, la inicialización ha sido completada.

INICIALIZACIÓN POR INSTRUCCIÓN



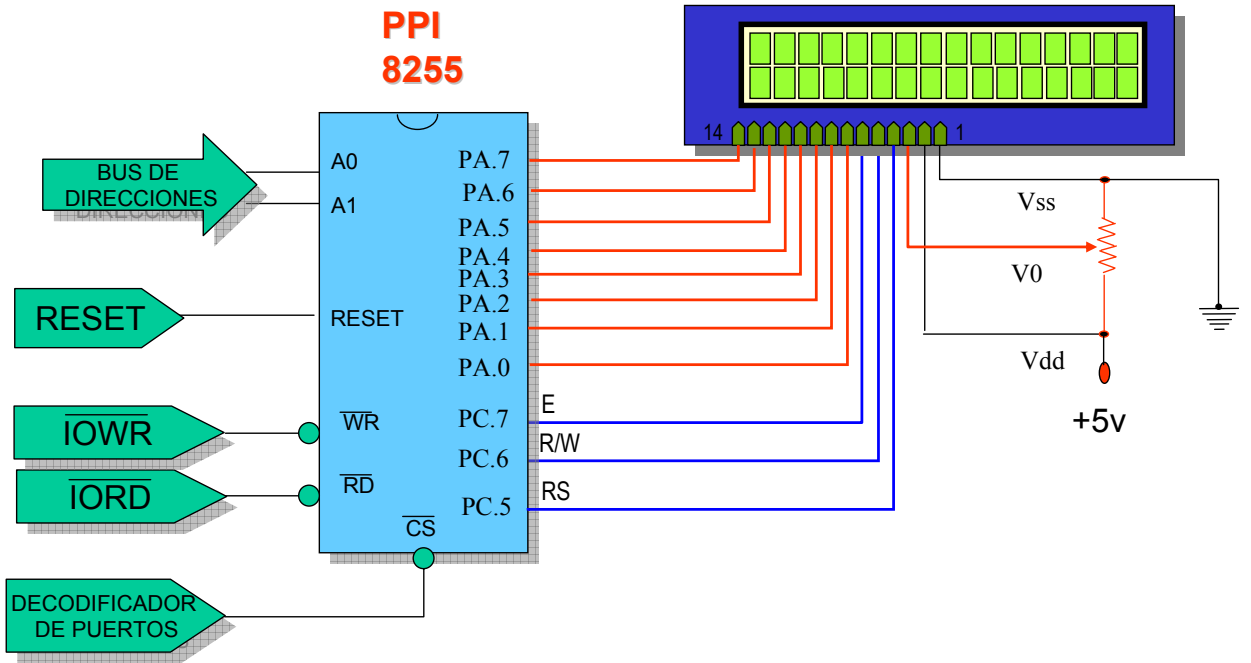
Carlos Canto Q.

CONEXIÓN DE UN MÓDULO LCD A UN PPI 8255



Carlos Canto Q.

CONEXIÓN DEL DISPLAY LCD AL PPI



Carlos Canto Q.

DISPLAY LCD

MICROPROCESADORES

Diagrama de flujo del programa principal

Descripción del programa:

El objetivo del programa es, que al oprimir una tecla del teclado matricial, se despliegue en el LCD el mensaje de 32 caracteres correspondiente a la tecla oprimida

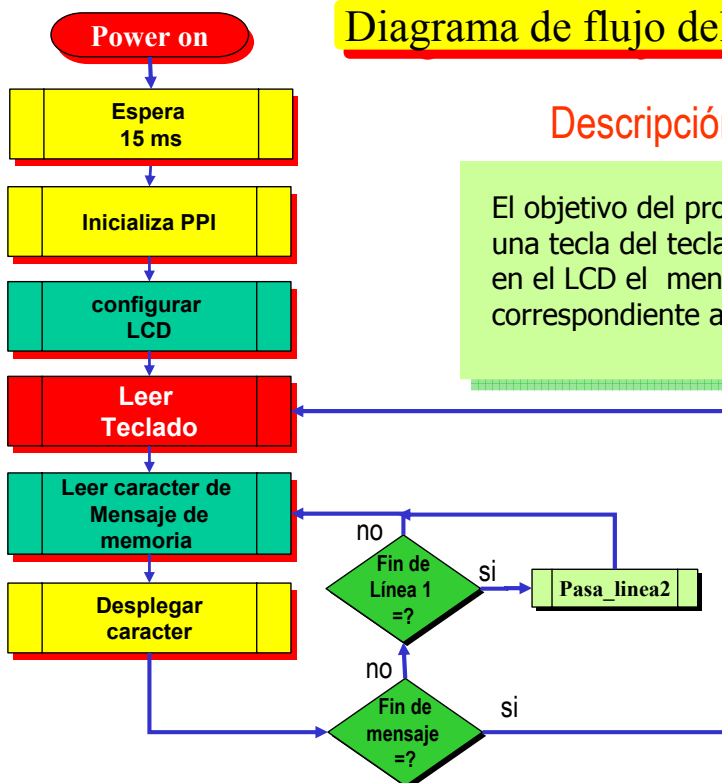
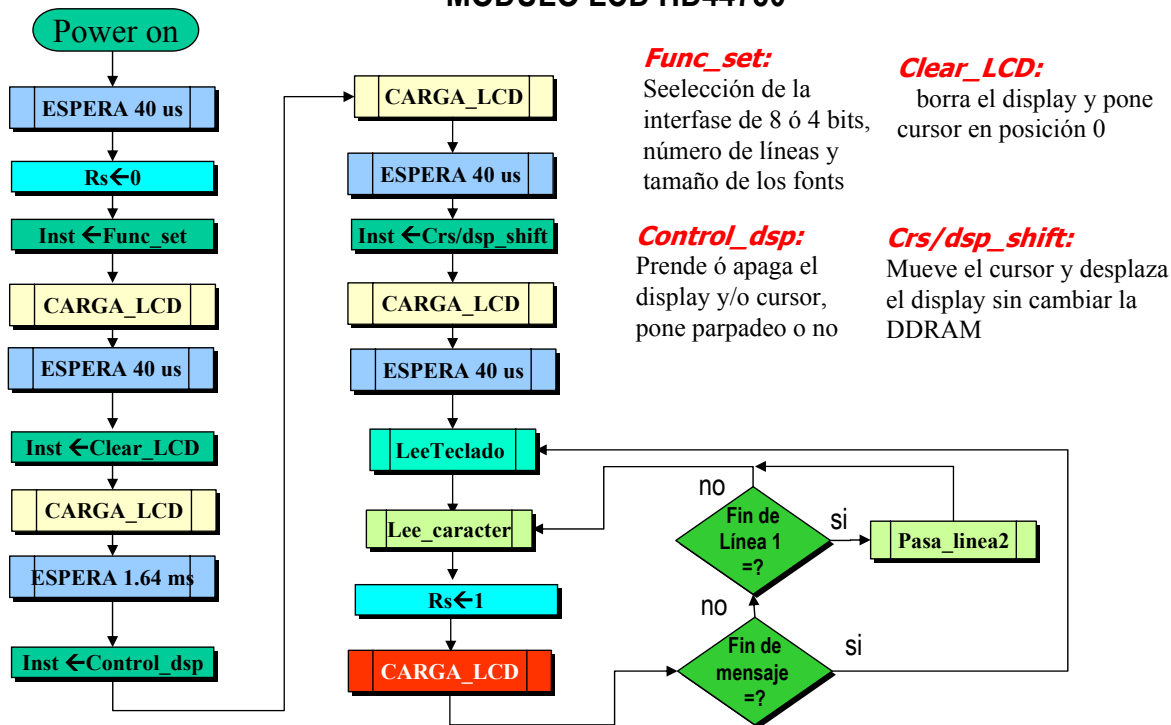
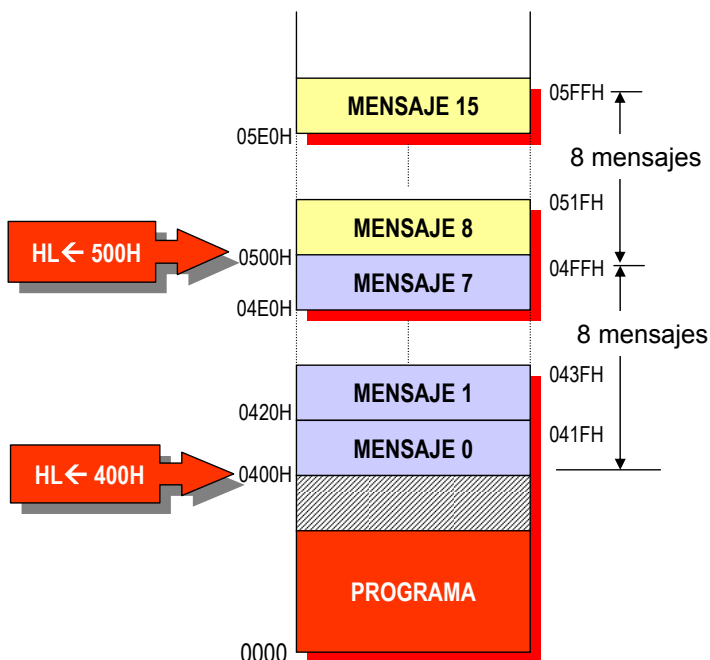


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PARA INICIALIZAR Y USAR EL MÓDULO LCD HD44780



Carlos Canto Q.

LOCALIZACIÓN DE LOS MENSAJES EN LA MEMORIA EPROM



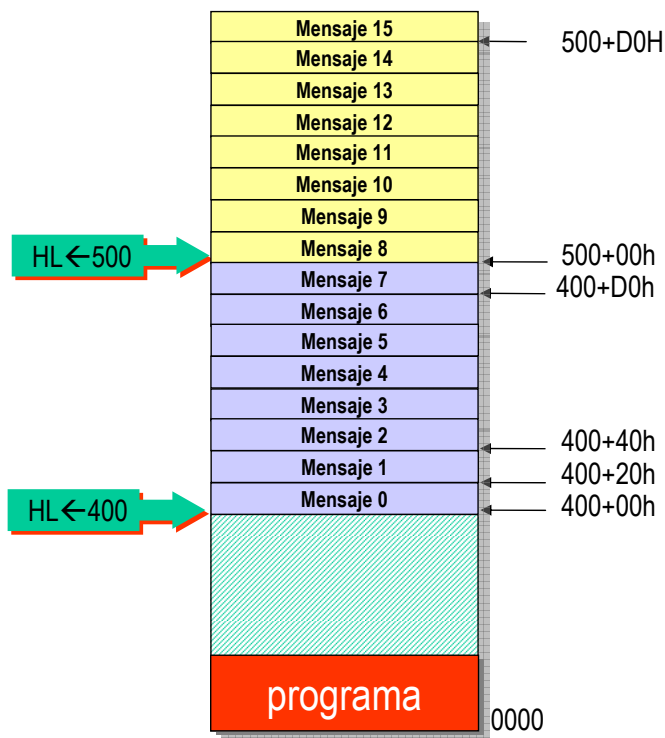
El área de la memoria EPROM, asignada a los mensajes, está formada por 16 mensajes de 32 caracteres (bytes) cada uno, ocupando un total de 16X32=512 bytes.

Se podría usar, por ejemplo, de la dirección 400h a la 5Fh

El mensaje a desplegar en el LCD, se selecciona dependiendo de la tecla que se haya oprimido.

• Observe que la última dirección de todos los mensajes terminan en dirección impar y que todas tienen en común 1Fh en los 5 bits menos significativos

Distribución de los mensajes en la memoria EPROM

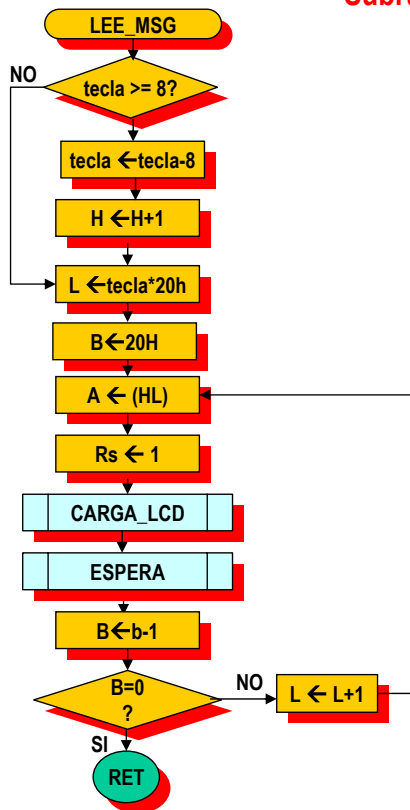


Para obtener la dirección donde empieza un mensaje, se hace lo siguiente:

- Si el valor de la tecla oprimida es menor que 8, (el mensaje está en el primer segmento de mensajes) entonces , se multiplica su valor por 20 y se le suma 400h que es el valor de HL para esa región. Por ejemplo, si se oprime la tecla 3 la parte baja de la dirección del mensaje será:
 $3 \times 20H = 60h$ por lo tanto la dirección de inicio del mensaje 3 será
 $= 400h + 60h = 460h$.
- Si el valor de la tecla es igual o mayor a 8, se le resta 8 y se multiplica por 20h y se le suma 500h, que es el valor asignado HL para esa región.

Carlos Canto Q.

Subrutina LEE_MSG :lee y despliega los mensajes en el LCD



```

LEE_MSG: BIT 3,A
          JP Z, MUL_32      ; ¿ es la tecla oprimida >= 8?
          SUB A,8
          INC H

MUL_32:  LD B,05
          SLA A              Multiplicar Ax32
          DJNZ OTRO
          LD L,A

LEE:     LD B,20H           ; inicializa contador de datos
          LD A,(HL)        ; se lee un carácter del mensaje

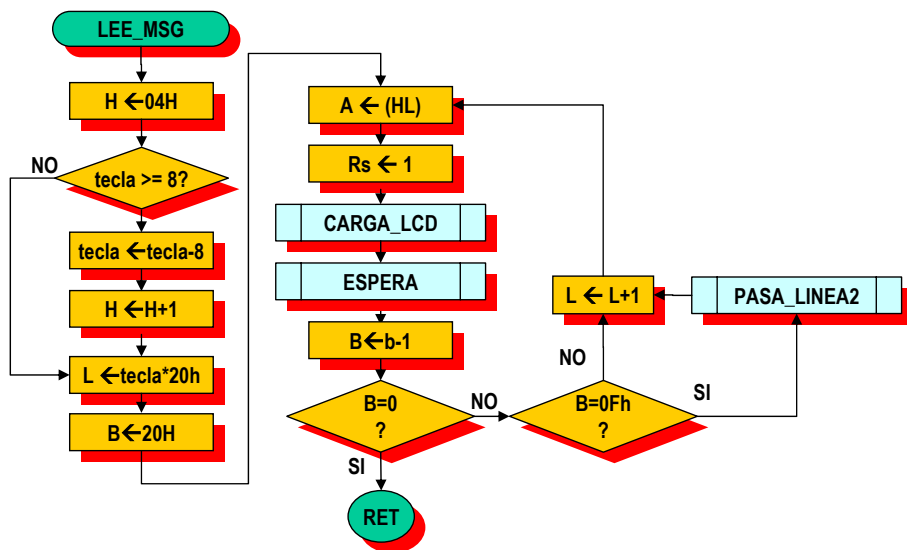
          LD D,03H         ; selección del registro de datos
          LD E,A
          CALL CARGA_LCD   ; carga a LCD dato leído de memoria

          LD C,1           ; retardo de 40us aprox.
          CALL ESPERA

          DJNZ SIG_DATO
          RET              ; si es si, retorna a principal
          INC L            ; si, no incrementa L e ir a LEE
          JP LEE
    
```

Carlos Canto Q.

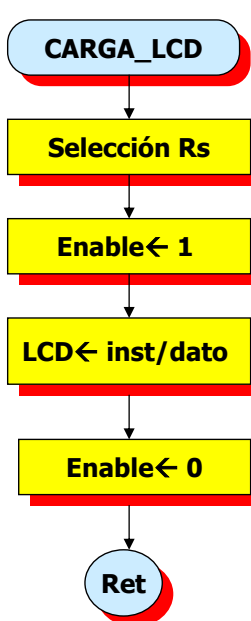
Subrutina LEE_MSG :lee y despliega los mensajes en el LCD



Carlos Canto Q.

SUBROUTINA DE CARGA_LCD (ESCRIBIR A REGISTROS IR O DR)

EN EL REGISTRO D SE CARGA LA SELECCIÓN DEL REGISTRO DEL LCD (RS) Y EN EL REGISTRO E SE CARGA LA INSTRUCCIÓN O EL DATO A ESCRIBIR



$D \leftarrow 000010$

Si es el registro de instrucción

Se hace
RS = 0 para seleccionar IR
RS=1 para DR

Se pone en alto la terminal E (Enable)

Se escribe en el registro selccionado una instrucción o un dato (carácter ASCII)

Se manda E a bajo para escribir al registro

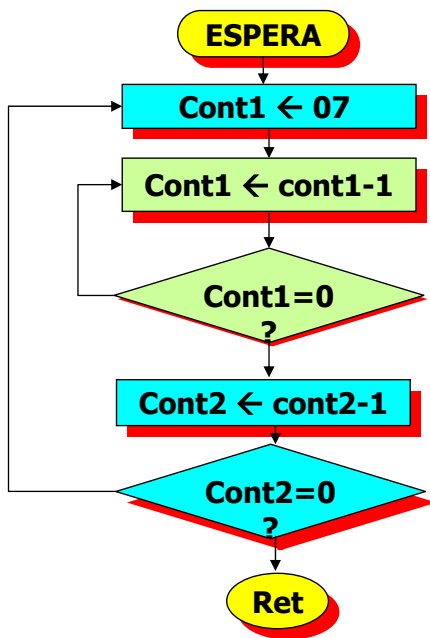
$D \leftarrow 000011$

Si es el registro de datos

SUBROUTINA CARGA_LCD

```
CARGA_LCD: LD A,D
            OUT (81H),A
            LD A,E
            OUT (80H),A
            LD A,D
            RES 1,A
            OUT (81H),A
            RET
```


Rutina generadora de retardos (ESPERA)



Cont1: conteo necesario para obtener un retardo aproximado de 40 us

Cont2: conteo del número de veces que se realizará el primer loop para obtener el retardo necesario. Su valor es cargado antes de invocar esta subrutina . Si cont2=1 entonces WAIT=40 us, si cont2=50, WAIT=2ms, si cont2=250, WAIT =10ms (valores aproximados)

NOTA: se supone un reloj de 2 Mhz, T=0.5 us

PROGRAMA FUENTE

```

ESPERA:    LD B,07
AQUÍ:     DJNZ AQUÍ
              DEC C
              JP NZ , ESPERA
RET
  
```

Carlos Canto Q.

INICIALIZAR EL LCD

Volver al inicio: Coloca el cursor en la posición inicial (dirección 0). El contenido de la DD RAM no se modifica. Tendremos que escribir 0000 001X.

Modo entrada: Se establecen las condiciones en que los datos aparecerán en la pantalla. Esto se consigue escribiendo en IR la palabra que deseemos según se señala a continuación:

0000 01 I/D S.

I/D = 0 Decremento automático del AC al escribir

I/D = 1 Incremento automático del AC al escribir

S = 0 El display no se desplaza al escribir un nuevo carácter

S = 1 El display si se desplaza al escribir un nuevo carácter

Limpiar LCDClear Display:

Borra todo el display, sitúa el cursor en su posición inicial y pone el "modo entrada" en incrementar. Para conseguir esto, debe escribirse en IR la palabra 0000 0001.

Carlos Canto Q.

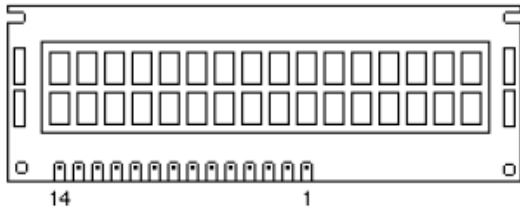
Modo de Espera leyendo la bandera BFLeer Busy Flag y el AC:

El dato recibido indica el contenido de el **AC** (Address Counter) es decir, la dirección de la CG RAM o de la DD RAM según la que se haya seleccionado previamente.

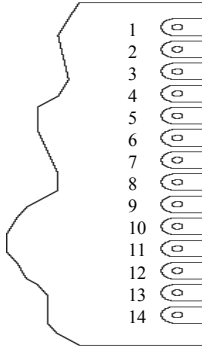
El bit 7 representa el status de la bandera "ocupado" (**Busy Flag**) que nos indica si el módulo esta ocupado (1) o si está libre para recibir nuevos datos (0).

BF AC6 AC5 AC4 AC3 AC2 AC1 AC0

Asignación de terminales para un módulo LCD de 2X16 caracteres



Asignación de pines en distribución horizontal



Asignación de pines en distribución vertical

Pin No	Name	I/O	Description
1	Vss	Power	GND
2	Vdd	Power	+5v
3	Vo	Analog	Contrast Control
4	RS	Input	Register Select
5	R/W	Input	Read/Write
6	E	Input	Enable (<i>Strobe</i>)
7	D0	I/O	Data <i>LSB</i>
8	D1	I/O	Data
9	D2	I/O	Data
10	D3	I/O	Data
11	D4	I/O	Data
12	D5	I/O	Data
13	D6	I/O	Data
14	D7	I/O	Data <i>MSB</i>