

Módulo LCD

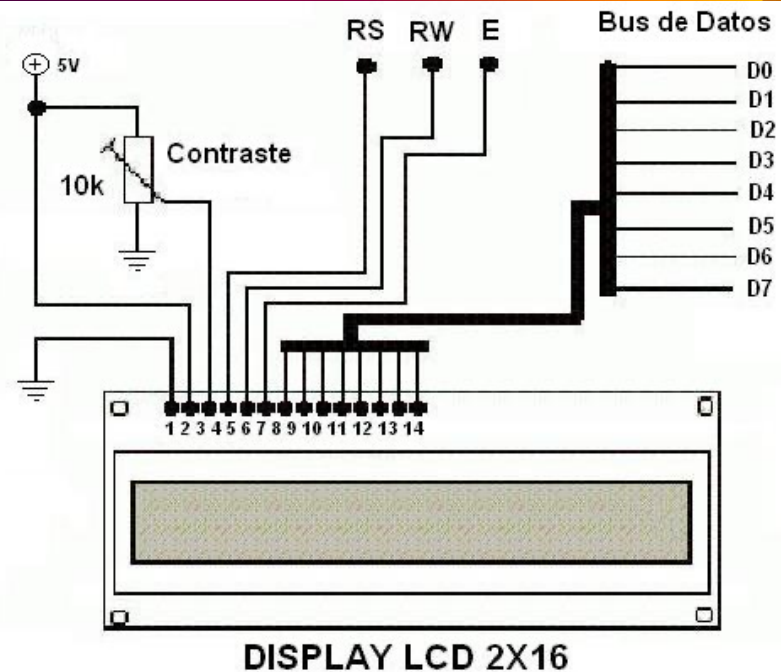
Controlador **HD44780**



OPERACIÓN DEL CONTROLADOR LCD

HD44780 (Hitachi)

- 1.- Características
- 2.- Registros
- 3.- Interfaz
- 4.- Selección de registros
- 5.- Conexión al PIC
- 6.- Busy Flag
- 7.- Conjunto de comandos
- 8.- Secuencia de inicialización



1.- Características

- 2 líneas
- 16 caracteres por línea
- 8 bits de datos
- Juego de caracteres ascii
- DDRAM. Memoria RAM de 128 caracteres
- CGROM. Memoria ROM con 192 matrices de carácter de 5 x 7 y 192 matrices de 5 x 10
- 192 códigos ascii reconocibles
- CGRAM. Es posible definir 8 m.c. de 5x7 o 4 de 5x10



2.- Registros

- IR. Registro de instrucción.
 - Guarda el código de instrucción invocado. Sólo lectura.
- DR. Registro de datos.
 - Guarda el dato solicitado o enviado. Lectura/Escritura
- AC. Contador de direcciones.
 - Almacena siguiente dirección de acceso a memoria. Se incrementa (dec) automáticamente.
- DDRAM. Memoria de pantalla.
 - Las m.c. de los códigos ascii allí almacenados aparecen en pantalla
- CGROM.
 - Almacena las matrices de caracteres asociadas con los códigos ascii admitidos
- CGRAM.
 - Almacena las matrices de caracteres definidas por el usuario para los códigos 00..07 y 08..0F

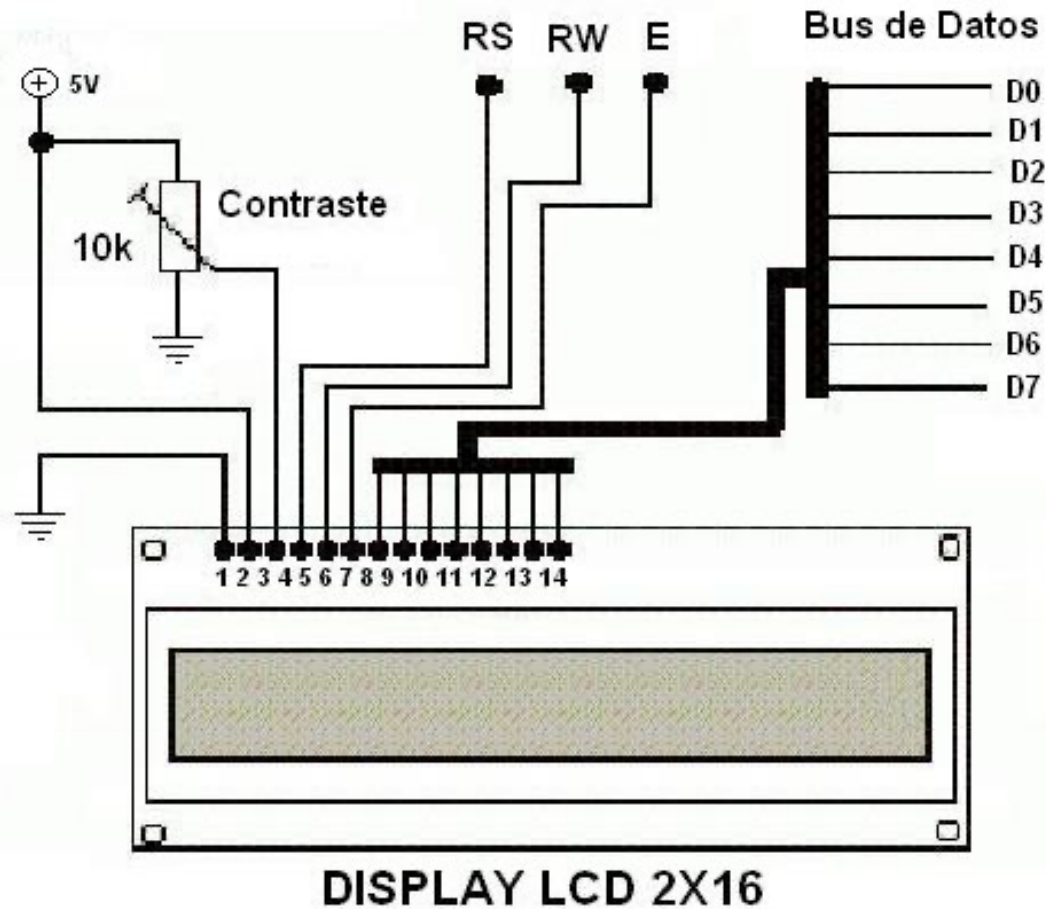
3.- Interfaz

- R/S. Dirige la lectura o escritura hacia el registro de instrucción o el registro de datos.
 - (0) IR
 - (1)DR
- R/W. Señal de lectura escritura
 - (0)Se escribe en el módulo LCD
 - (1)Se lee del módulo LCD
- E. Señal de activación del módulo.
 - (1) es posible leer del módulo
 - (flanco de bajada:1->0) proceso de escritura en el módulo (duración mínima del pulso:450ns. Periodo mínimo: 1000ns)
 - (0) módulo deshabilitado
- D0-D7. Bus de datos bidireccional

3.- Interfaz

Pin	Nombre	Función	Descripción
1	Vss	Alimentación	GND
2	Vdd	Alimentación	+5v
3	Vcc	Ajuste de Contraste	Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido.
4	RS	Comando	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección del registro de control RS=1 Selección del registro de datos
5	R/W	Comando	Señal de lectura/escritura R/W=0 El Módulo LCD es escrito R/W=1 El Módulo LCD es leído
6	E	Comando	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7	D0	I/O	Dato LSB
8	D1	I/O	Dato
9	D2	I/O	Dato
10	D3	I/O	Dato
11	D4	I/O	Dato
12	D5	I/O	Dato
13	D6	I/O	Dato
14	D7	I/O	Dato MBS

3.- Interfaz



4. Selección de registros

RS ==	R/W ===	Enable =====	Operation =====
0	0	H,H->L	IR write as internal operation(Display clear, etc.)
0	1	H	Read busy flag (DB7) and address counter (DB0-DB6)
1	0	H,H->L	DR write as internal operation (DR to DD RAM or CG RAM)
1	1	H	DR read as internal operation (DD RAM or CG RAM to DR)

5.- *Conexión al PIC*



- R/S. Conectado a línea RE2(salida)
- R/W. Conectado a RE1(salida)
- E. Conectado a RE0(salida)
- D0-D7. Conectado al puerto D(entrada/salida)

6.-Busy Flag

- Se trata del bit 7 del bus de datos bajo las siguientes condiciones.
 - R/S=0. (Seleccionado el IR)
 - R/W=1. (Proceso de lectura)
- Indica el estado del Controlador LCD.
 - BF=1. Ocupado
 - BF=0. Libre
- En el estado ocupado no admite nuevos comandos.
- Se debe esperar a que se deshabilite antes de enviar el siguiente.
- El resto de bits indica el estado actual del contador de direcciones. (AC)

7.-Conjunto de comandos

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
	==	===	===	===	===	===	===	===	===	===
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Cursor & Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*
Set CGRAM Address	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A
Set DDRAM Address	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A
Read Busy Flag & address	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A
Write Data to CG o DD RAM	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D
Read Data to CG o DD RAM	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

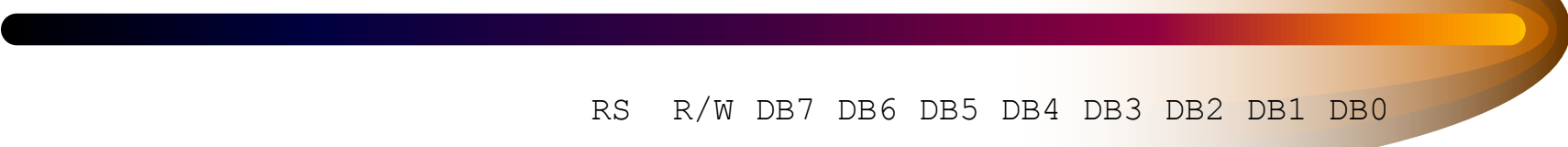
7.-Conjunto de comandos

Instrucciones	Código										Descripción	t
	RS	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Limpia el display	1,64 mS
RETURN HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Coloca al display en la posición inicial	1,64 mS
ENTRY HOME SET	0	0	0	0	0	0	0	1	I/O	S	Fija el movimiento del cursor y el desplazamiento del display	40 uS
DISPLAY ON/OFF CONTROL	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	D: Display ON/OFF C: Cursor ON/OFF B: Parpadeo del cursor ON/OFF	40 uS
DISPLAY OR CURSOR SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Mueve el cursor y desplaza el display	40 uS
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Define DL, N y F	40 uS
SET CG RAM ADDRESS	0	0	0	1	ACG						Define ACG	40 uS
SET DD RAM ADDRESS	0	0	1	ADD							Define ADD	40 uS
READ BUSY FLAG & ADDRESS	0	1	BF	AC							BF: flag de ocupado Lee el contenido de AC	40 uS
WRITE DATA TO CG OR RAM	1	0	WRITE DATA								Escribe un dato en DD RAM o CG RAM	40 uS
READ DATA FROM CG OR DD RAM	1	1	READ DATA								Lee un dato de DD RAM o de CG RAM	40 uS

7.-Conjunto de comandos

NOTAS	I/O = 1: Incremento 0: Decremento S = 1: Acompaña al desplazamiento del display S/C = 1: Desplazamiento del display 0: Movimiento del cursor R/L = 1: Desplazamiento a la derecha 0: Desplazamiento a la izquierda DL = 1: 8 BITS 0: 4 BITS N = 1: 2 LÍNEAS 0: 1 LÍNEA F = 1: 5 x 10 puntos 0: 5 x 7 puntos BF = 1: Operación interna 0: Puede aceptar una instrucción	DD RAM: RAM de datos del Display CG RAM: RAM del generador de caracteres ACG: Dirección de CG RAM ADD: Dirección de DD RAM y corresponde con la dirección del cursor. AC: Dirección del contador utilizada por DD RAM y CG RAM * SIN EFECTO t: Tiempo de Ejecución
--------------	--	--

Clear Display



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

- Borra el módulo (contenido de las RAM)
- Coloca el cursor en la posición cero
- Pone el bit I/D (bit de incremento/decremento de dirección) a 1 (incremento, estado por defecto)

Return Home

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

- (*) indiferente

- Coloca el cursor en la posición de inicio(dirección 0)
- No modifica la RAM
- El registro AC es puesto a cero

Entry Mode Set

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

I/D: (1) incrementa
(0) decrementa

S: (1) desplaza la visualización cada vez que se escribe un dato
(0) modo normal

- Establece el movimiento del cursor
- La visualización normal lleva el bit S=0
- Bit S=1 ¿Desplaza la pantalla completa en cada escritura?

Display ON/OFF control

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
D: (0)desactiva el display (1)activa el display										B: (0)desactiva parpadeo del cursor (1)activa parpadeo del cursor
C: (0)desactiva el cursor (1)activa el cursor										

- Activa el modo del funcionamiento del cursor y el display.
- El display desactivado no muestra los datos.

Cursor or display shift

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Cursor & Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

* indiferente

S/C: (0)desplaza el cursor R/L: (0) desplazamiento a izquierda
 (1)desplaza el display (1) desplazamiento a derecha

- Desplaza el cursor o la ventana del display
- El desplazamiento no modifica la RAM

Function Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*
* indiferente										
DL:	(0)Bus de datos de 4 bits				F: (0)Matriz de carácter de 5x7					
	(1)Bus de datos de 8 bits				(1)Matriz de carácter de 5x10					
N:	(0)LCD de 1 línea									
	(1)LCD de 2 líneas									

- El bus de datos puede estar multiplexado
 - En tal caso primero se envía el nibble superior y después el inferior
- Establece el modo de pantalla: número de líneas y tamaño de caracteres

Set de CG RAM address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Set CGRAM Address	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

A: bits de la dirección a establecer como punto de partida para las siguientes instrucciones sobre la CGRAM

- 64 posible posiciones accesibles
- Cada matriz puede ocupar 6 o 16 bytes
- Sucesivos accesos de lectura o escritura acceden a la CGRAM e incrementan/decrementan automáticamente el contador.

Set DDRAM address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Set DDRAM Address	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

A: bits de dirección de la dirección a establecer como punto de partida para las siguientes instrucciones sobre la DDRAM

- 128 (80h) posiciones accesibles
- 0..63 (0..3Fh) primera línea
- 64..128 (40h..7Fh) segunda línea
 - Los desplazamientos de cursor y pantalla están orientados a la línea. (un desplazamiento más allá del carácter 3Fh o 7F vuelve a la posición 0 o 40h)

Set DDRAM address yII

- La pantalla tiene solo 16 caracteres de ancho.
- Inicialmente y tras un 'Return Home' o un 'Clear Display' los primeros caracteres de cada línea serán 0 y 40h respectivamente.
- Sucesivos desplazamientos de la pantalla y el cursor pueden cambiar esta situación

Read busy flag and address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Read Busy Flag & address	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

BF: (0) El controlador de LCD está dispuesto a recibir el siguiente comando
(1) El controlador de LCD está ocupado.

A: Bits contenidos en el registro contador AC

- No es exactamente un comando sino una lectura de la “zona de instrucción” que devuelve un estado del controlador
- La dirección devuelta por esta acción estará referida a la DDRAM o la CGRAM dependiendo de la última función ‘Set...’ invocada..

Write data to CG or DD RAM

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Write Data to CG o DD RAM	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

D: Bits del código ascii enviado a DDRAM o ristra de bits enviados a CGRAM

- A la DDRAM se le envían caracteres ascii que el controlador utilizará como selector de la matriz de puntos asociada.
- A la CGRAM se le envían ristra de bits que forman parte de la matriz de puntos que se está configurando

Read data from CG or DDRAM

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Read Data to CG o DD RAM	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

D: bits del código ascii leídos de la DDRAM o ristra de bits leídos de la CGRAM

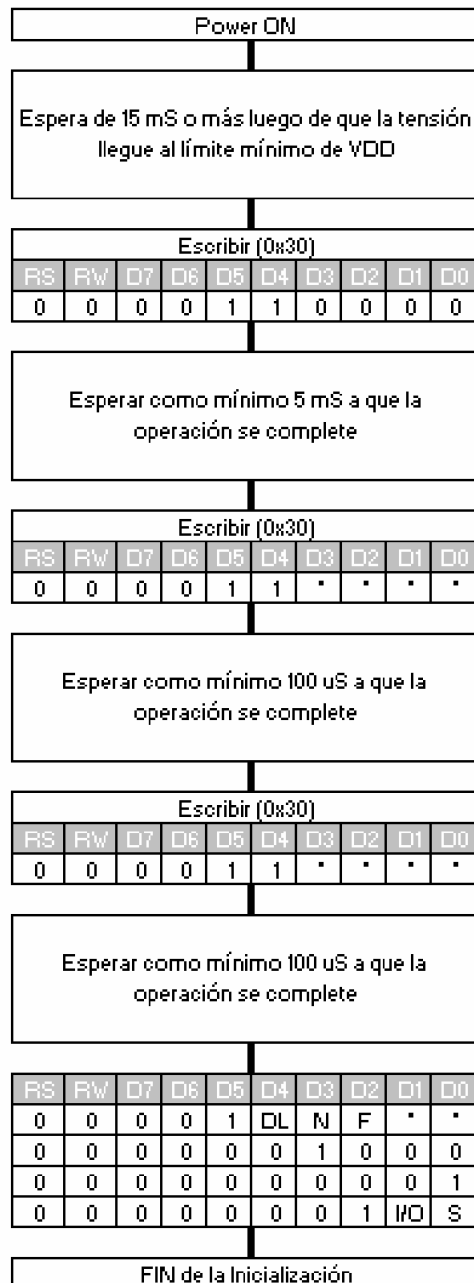
- Al ser ambas memorias RAM, si no se utiliza el display, pueden ser utilizadas alternativamente como registros de datos generales, con la salvedad de que los tiempos de acceso son muy altos

	0x	2x	3x	4x	5x	6x	7x	Ax	Bx	Cx	Dx	Ex	Fx
x0			0	@	P	`	P		ー	ヲ	ミ	α	ρ
x1		!	1	A	Q	a	q	。	ア	チ	△	ä	q
x2		"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	×	β	θ
x3		#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	ε	ε	∞
x4		\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	†	μ	Ω
x5		%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	1	ü	ü
x6		&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
x7		'	7	G	W	g	w	フ	キ	ヌ	ラ	q	π
x8		(	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	リ	フ	Σ
x9		)	9	I	Y	i	y	ウ	ケ	リ	ル	°	U
xA		*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	レ	i	千
xB		+	;	K	[	k	<	オ	サ	ヒ	ロ	*	斤
xC		,	<	L	¥	l	l	ヤ	シ	フ	ワ	¢	円
xD		ー	=	M	]	m	>	ユ	ズ	ヘ	ン	も	÷
xE		.	>	N	^	n	→	ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xF		/	?	O	_	o	€	ッ	ソ	マ	°	ö	■

		Upper Data Nibble															
		DB7	DB6	DB5	DB4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
		0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
		0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
Lower Data Nibble	xxxx0000			0	0	P	`	P		-	タ	ミ	α	P			
	xxxx0001			!	1	A	Q	a	q	。	ア	チ	△	ä	q		
	xxxx0010			"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	×	β	θ		
	xxxx0011			#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	ε	ω			
	xxxx0100	CG	\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ト	μ	Ω			
	xxxx0101		%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	1	ε	Ü			
	xxxx0110		&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ			
	xxxx0111		'	7	G	W	g	w	フ	キ	ヌ	ラ	q	π			
	xxxx1000		(	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	リ	フ	Σ			
	xxxx1001		)	9	I	Y	i	y	ウ	ケ	ル	リ	U				
	xxxx1010		*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	レ	i	チ			
	xxxx1011		+	:	K	[	k	[	オ	サ	ヒ	ロ	*	万			
	xxxx1100		,	<	L	¥	1	1	ハ	シ	フ	ワ	¢	円			
	xxxx1101		-	=	M	]	m	]	ユ	ズ	ハ	ン	も	÷			
	xxxx1110		.	>	N	^	n	→	ヨ	セ	ホ	°	ñ				
	xxxx1111		/	?	O	_	o	←	ッ	ソ	マ	°	ö	■			

DB3
DB2
DB1
DB0

Inicialización para interface de 8 Bits



FUNCTION SET
DISPLAY OFF
CLEAR DISPLAY
ENTRY HOME SET

Setear el tipo de interfase, número de líneas y tamaño de la matriz del carácter
Display OFF, Cursor OFF y Parpadeo del cursor OFF
Limpiar el display
Fijar el movimiento del cursor y el desplazamiento del display

Inicialización para interface de 4 Bits

