

## MODULOS INTELIGENTES LCD

Muchas aplicaciones microcontroladas requieren mostrar datos de diversas formas. Para ello se puede utilizar fácilmente un display LCD. Estos módulos son la solución ideal en el caso que se desee mostrar información al usuario, respuesta a determinadas secuencias de comandos, para lo cual el hardware adicional se puede resumir a un par de teclas tipo cursor. También son muy útiles en sistemas de mediciones múltiples y simultáneas, donde de otra forma habría que utilizar cantidades de decodificadores BCD y transistores para comandar displays de siete segmentos convencionales

Antes de aparecer los módulos LCD, nuestros diseños electrónicos utilizaban los Displays de siete segmentos para poder mostrar la información, además de su gran limitación de poder mostrar los caracteres alfa numéricos y símbolos especiales, también consumían demasiada corriente y ocupaban demasiado espacio físico. Posteriormente aparecieron otros tipos de Displays más complejos que podían mostrar algunos caracteres y símbolos; pero tenían de igual manera mucho consumo de corriente y espacio físico desperdiciado.

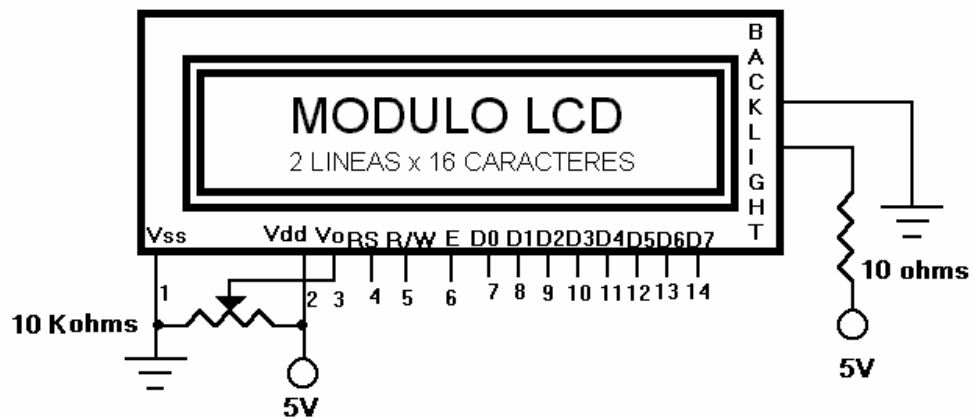
Finalmente aparecieron los módulos LCD o pantallas de cristal líquido la cual tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfa numérico. Estos dispositivos ya vienen con su pantalla y toda la lógica de control Pre - programada en la fábrica y lo mejor de todo es que el consumo de corriente es mínimo y no se tendrán que organizar tablas especiales como se hacía anteriormente con los Displays de siete segmentos.

Los primeros módulos LCD tenían los caracteres de color negro y el fondo de la pantalla era de color verdoso claro. Posteriormente se crearon otros colores en donde los caracteres eran de color plata y así sucesivamente fueron variando los colores en el fondo y en los caracteres incluyendo una luz posterior para los módulos LCD denominada Back Light diseñada especialmente para mejorar la visualización de la pantalla sobre todo en lugares muy oscuros.

El Back Light existe en varias versiones de colores, entre los mas conocidos tenemos el color verdoso y el azul cielo; pero hasta la fecha los Back Light tienen un alto consumo de corriente.

Es muy oportuno aclarar que muchos de los módulos que hay en el mercado son compatibles aunque pueden existir diferencias por ejemplo en la distribución de los terminales, dimensiones, en el número de caracteres por línea, en el número de líneas, algunos caracteres del conjunto de instrucciones y otras, pero en términos generales el manejo de ellos es similar. *“Cabe destacar que la disposición de los terminales aún no esta estandarizada por lo que al momento de comprar un modulo se debe conseguir la hoja de datos para hacer un montaje tranquilo. Si bien los terminales no están normalizado, los tipos de señal manejados por ellos son casi estándar”*.

Para el estudio de los módulos LCD tomaremos un ejemplo en concreto ya que son los más comunes en nuestro mercado como son los que están conformados por controladores del tipo de: LTN 211 de *PHILLIPS*, el HD44780 de *HITACHI*, que tienen la posibilidad de mostrar un numero variable de caracteres formadas por una matriz de 5x7 píxeles y tienen para ello dos líneas por 16 caracteres y disponen para su conexión 14 terminales en el impreso donde están *embebidas*. Teniendo en cuenta que hay muchas similares a esta, como es el modulo LCD controlado por dos HD 44100H de *HITACHI*, que difiere de las anteriores en que presenta 2 líneas por 28 caracteres



*Pinado de un módulo LCD de 2 líneas por 16 caracteres*

PIN	SÍMBOLO	E/S	FUNCION
1	Vss	-	0V (Tierra)
2	Vdd	-	+ 5V +/- 0.25 V (Tensión positiva de alimentación)
3	Vo (*)	-	Tensión negativa para el contraste de la pantalla
4	RS	E	Selector de dato (1) / instrucción (0)
5	R/W	E	Selector de lectura (1) / escritura (0)
6	E	E	Habilitación del módulo
7	DB0	E/S	BUS DE DATOS
8	DB1	E/S	
9	DB2	E/S	
10	DB3	E/S	
11	DB4	E/S	
12	DB5	E/S	
13	DB6	E/S	
14	DB7	E/S	

*\* En la practica el LCD es perfectamente visible con una tensión de 1.2V , haciendo innecesaria una fuente simétrica. Basta con conectar un potenciómetro de 20k entre Vss y Vdd y el pin central a Vo.*

#### **- Clasificación De Los Códigos De Instrucción**

Para sincronizar la velocidad de trabajo del controlador interno con las posibles velocidades de los sistemas de control a los cuales puede ser conectado, los módulos LCD disponen de dos registros que pueden ser accedidos por  $\mu C$  ó  $\mu P$  externos.

Los registros internos de instrucciones y los de datos almacenan temporalmente la información de control y la que debe mostrarse para poder adecuar los procesos a los tiempos que la tecnología LCD requiere

En condiciones de uso normal, las instrucciones mas empleadas son las de transferencia Con la RAM interna, la cual envía datos al display. Pero como el contador interno Incrementa automáticamente (o decrementa) en una unidad la dirección de la RAM, posteriormente a cada instrucción de escritura de datos el número final de instrucciones de programa se ve reducido a un puñado.

Durante cada operación interna de  $\mu C$ , el bit 7 permanece activo (estado alto), esto es Usado entonces como busy flag ó bandera de ocupado. Asimismo, cuando se desee una velocidad de operación alta, alrededor de 50KHz, el estado de este bit es o bandera deberá ser constantemente monitorizado, a fin de mantener la sincronidad de los sistemas sin pérdida de cadenas de datos.

#### Juego de instrucciones

##### *Limpiar borrar pantalla*

Esta instrucción escribe el carácter ASCII H, que corresponde al vacío en todas las direcciones de la DD-RAM (Display Data RAM), provocando que todos los mensajes escritos desaparezcan y el cursor retorne a la posición más izquierda de la primera línea (en caso de tener más de una).

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

##### *Retorno*

Hace que el cursor regrese a la posición más izquierda de la primera línea (si tiene mas de una) y hace volver a su posición inicial los mensajes que hayan sido desplazados (animados de un lado a otro de la pantalla). El contenido de DD-RAM no se modifica.

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

##### *Selección del modo operación*

**I/D:** incrementa (I/D=1) o decrementa (I/D=0) la dirección de la DD-RAM, en una unidad cada vez que es usada una instrucción de lectura o escritura, El cursor se mueve hacia la derecha cuando el bit I/D=1. lo mismo se aplica para la CG-RAM (Carácter Generator RAM)

**S:** cuando S=1 el mensaje se desliza hacia la izquierda (sí el bit I/D=1), o hacia la derecha (sí el bit I/D=0). El cursor acompaña el movimiento de los caracteres.

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

##### *Control de encendido del display (Activo / inactivo):*

**D-** El mensaje aparece (se hace visible) cuando D = 1 y desaparece (invisible) cuando D= 0, pero como el contenido de la DD-RAM permanece inalterado, el mensaje no cambia cuando D = 1.

**C:** El cursor aparece (es visible) cuando C = 1 y desaparece (invisible) cuando C = 0. Los datos contenidos en pantalla no se ven afectados por operaciones en este bit.. El cursor es

representado por cinco puntos de la octava línea cuando la matriz de caracteres es de 7x5 o de 8x5 y utilizando cinco puntos de la décima línea cuando la matriz es de 11 x5.

**S:** Cuando B = 1 y C = 1 el cursor aparece alternando con el texto en ese segmento con la matriz con todos sus píxeles (puntos) encendidos (negros) en intervalos regulares de 0,4 segundos. Cuando B = 1 y C = 0, obtenemos la activación de un cubo negro (todos los píxeles de la matriz activos) con intervalos regulares de 0,4 segundos, quedando relegado el texto que hubiese en el display.

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

*Desplazamiento del cursor con respecto al mensaje:*

Desplaza el cursor con respecto al mensaje hacia la derecha o izquierda sin la necesidad de escribir o leer datos del display. Esta función se emplea normalmente para modificar sólo algunos datos en pantalla evitándonos la necesidad de limpiarla (borrarla) y escribir nuevamente todo su contenido.

S/C	R/L	Efecto
0	0	Desplaza el cursor hacia la izquierda (decrementa el contado de direcciones en una unidad)
0	1	Desplaza el cursor hacia la derecha (incrementa el contador de direcciones en una unidad)
1	0	Desplaza el cursor junto con el mensaje hacia la izquierda
1	1	Desplaza el cursor junto con el mensaje hacia la derecha

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

*Configuración del modo de funcionamiento:*

**DL:** Establece el número de bits de interconexión. Los datos son transportados en 8 bits (DB7 - DB) cuando DL = 1, y en 4 bits (DB7 - DB4) cuando DL = 0. Cuando los datos viajan en 4 bits, es preciso efectuar dos operaciones en vez de una. En una primera instancia viajan los bits más significativos y, en una última, viajan los menos significativos.

**N:** Establece el número de líneas de la pantalla

**F:** Establece el tipo de matriz.

N	F	No. De líneas	Tipo de Matriz	Factor de trabajo	Observaciones
0	0	1	7x5 (8x5)	1/8	
0	1	1	10x5	1/11	
1	X	2	7x5 (8x5)	1/11	Cuando la matriz es de 10x5 no es posible usar dos líneas

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

*Direccionamiento de la CG-RAM-*

Establece la dirección de la CG-RAM (Character Generator RAM) en el contador de direcciones como un número binario y, luego, los datos son escritos o leídos por la CPU relacionándolos (vinculándolos) con la CG-RAM.

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>

*Direccionamiento de la DD-RAM:*

Establece la dirección de la DD-RAM (Display Data RAM) en el contador de direcciones como un número binario y, posteriormente, los datos leídos o escritos son relacionados con la DD-RAM. Para todos los displays de una línea el número puede variar de 80H a CFH. Para los de dos líneas, el número varía de 80H a A7H para la primera línea, y de COH a E7H para la segunda línea.

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>

*Lectura directa deL Busy flag (bandera de ocupado):*

Permite la lectura del bit 7 que funciona como busy flag 6 bandera de ocupado. Cuando BF= 1 el sistema está ocupado en alguna operación interna y no acepta ninguna instrucción hasta que BF = 0, o sea que se desocupe.

Cualquier instrucción enviada por error no será leída, por lo que será nula. Además de esto, permite la lectura del contador de direcciones expresado por un número binario (A<sub>6</sub> A<sub>0</sub>). Como el contador de direcciones contiene tanto a la DD-RAM (Display Data RAM) como a la CG-RAM (Character Generator RAM) su contenido depende de la instrucción anterior. Escritura de datos en la CG-RAM o en la DD-RAM-

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	A <sub>6</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>

*Escritura de datos en la CG-RAM o en la DD-RAM:*

Escribe palabras binarias (datos) de 8 bits D7-D. Tanto en la CG-RAM (Character Generator RAM) como en la DD-RAM (Display Data RAM) dependiendo de la instrucción anterior. Posteriormente a la escritura, la dirección es automáticamente incrementada o decrementada en una unidad de acuerdo con el modo de trabajo seleccionado.

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>

*Lectura de datos de la CG-RAM o la DD-RAM*

Lee de la DD-RAM o la CG-RAM un dato de 8 bits, siendo que a lectura será de la CG-RAM o la DD RAM de acuerdo con la instrucción anterior. Es importante que, precediendo a esta instrucción de lectura, se lleve a cabo (ejecute) una instrucción de direccionamiento de la CG-RAM o de la DD-RAM, caso contrario el dato leído será inválido. Luego de la

lectura la dirección es automáticamente incrementada o decrementada en una unidad de acuerdo con el modo previamente seleccionado.

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>

#### *Inicialización:*

Cada vez que se conecta la alimentación al módulo debe ser ejecutado un procedimiento para iniciar el LCD, el cual consiste en enviar al módulo un grupo inicial de cuatro instrucciones para configurar el modo de operación para la ejecución de un programa determinado de conexión: establecer las condiciones de uso, activar o desactivar el display y borrar la pantalla.

#### *Programa de inicialización para comunicación con 8 bits*

Características	Secuencia de instrucciones				
1 línea - matriz de 7x5 (8x5)	30h	30h	06h	0Eh	01h
1 línea – matriz de 10x5	34h	34h	06h	0Eh	01h
2 líneas – matriz de 7x5 (8x5)	38h	38h	06h	0Eh	01h

*Obs.: debe haber un retraso de tiempo de aprox. De 15 ms entre cada instrucción*

#### *Programación de Caracteres Especiales:*

Estos módulos permiten la programación de hasta ocho caracteres especiales en formato 7x5 (8x5) y hasta cuatro caracteres especiales en formato 1 lx5. Una vez que estos caracteres están programados en la CG-RAM (Carácter Generator RAM), pueden ser accedidos de la misma forma que si perteneciera a la memoria original grabada durante la fabricación. Como la memoria RAM empleada para almacenarlos es volátil, el conveniente diseñar los programas de conexión de manera que, luego de las instrucciones de inicialización, sean escritos los caracteres especiales, en la RAM para su posterior uso, mediante el llamado a rutinas. El segmento de memoria destinado al almacenamiento de los caracteres especiales se ubica en forma continua entre las direcciones 40H y 7FH en grupos de ocho direcciones, Como durante inicialización generalmente se programa al módulo para direccionamiento automático, ingresando una vez el dato correspondiente a la dirección de primer carácter especial no es necesario repetir el direccionamiento en los siguientes caracteres, de modo que los ocho caracteres especiales pueden ser grabados secuencialmente sin la repetición de las instrucciones de direccionamiento. En la tabla se muestran las direcciones de los caracteres programables:

Nro. Carácter Programable	Ubicación en memoria
1°	De 40h a 47h
2°	De 48h a 55h
3°	De 56h a 63h
4°	De 64h a 71h
5°	De 72h a 79h
6°	De 80h a 87h
7°	De 88h a 95h
8°	De 96h a 103h

### TABLA N-. 1: INSTRUCCIONES BASICAS

[illegible]