DISPLAYS DE CRISTAL LIQUIDO

INDICE

MANUAL DE REFERENCIA DEL LCD

1.- INTRODUCCION
2.- CARACTERISTICAS DEL DISPLAY
2.1.- Aspecto físico
2.2.- Alimentación
2.3.- Los caracteres del LCD
2.4.- La memoria del LCD
2.4.1.- La DD RAM
2.4.2.- La CG RAM
3.- INTERFAZ HARDWARE
3.1.- Asignación de pines
3.2.- El interfaz del desplay con el mundo exterior
3.3.- El bus de datos
3.4.- El bus de control
3.5.- Temporización
4.- COMANDOS DEL LCD
4.1.- Introduccion
4.2.- Resumen de comandos
4.3.- Descripción de los comandos
4.3.1.- Borrar display
4.3.2.- Cursor a Home
4.3.3.- Establecer modo de funcionamiento
4.3.4.- Control ON/OFF
4.3.5.- Desplazamiento del cursor/display
4.3.6.- Modo de transferencia de la información
4.3.7.- Acceso a posiciones concretas de la CG RAM
4.3.8.- Acceso a posiciones concretas de la DD RAM
4.3.9.- Enviar datos a la CG RAM o la DD RAM
4.4.- Secuencia típica de inicialización del LCD

MANUAL DE REFENCIA DEL LCD

1.- INTRODUCCION

En esta parte se trata sobre los detalles de funcionamiento de un LCD de 2 líneas de 16 caracteres. Todos los displays de este tipo disponibles en el mercado son compatibles entre sí.

En la **seccion 2** se trata sobre las características principales del display: caracteres, memoria interna, alimentación, aspecto físico. Esta sección debe ser leída por cualquiera que vaya a manejar un LCD. **La sección 3** trata sobre los detalles relacionados con el Hardware: asignación de pines, bus de datos, de control, control del contraste, cronogramas. Finalmente en la **sección 4** se encuentran explicados los comandos de control del LCD y la secuencia de inicialización.

En esta parte se supone que el lector no conoce nada acerca de los LCD. Por ello es imprescindible para familiarizarse con su manejo y control.

2.- CARACTERISTICAS DEL DISPLAY

2.1.- ASPECTO FISICO

El LCD tiene un aspecto físico como el mostrado en la figura 1. Está constituido por un circuito impreso en el que están integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege. En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, 2x16=32 caracteres, como se muestra en la figura 2.

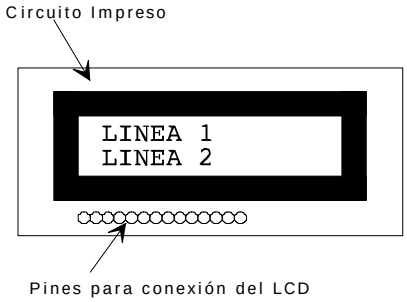


Figura 1: Aspecto físico del LCD

A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 16 caracteres son los que se van a visualizar.

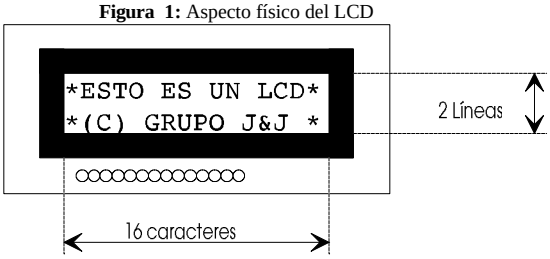


Figura 2: Capacidad de visualización de caracteres del display

2.2.- ALIMENTACION

La tensión nominal de alimentación es de 5V, con un consumo menor de 5mA.

2.3.- LOS CARACTERES DEL LCD

El LCD dispone de una matriz de 5x8 puntos para representar cada carácter. En total se pueden representar 256 caracteres diferentes. 240 caracteres estan grabados dentro del LCD y representan las letras mayúsculas, minúsculas, signos de puntuación, números, etc... Existen 8 caracteres que pueden ser definidos por el usuario. En la figura 3 se muestra gráficamente cómo es la matriz de representación de los caracteres. Se ha dibujado el carácter A y un carácter definido por el usuario.

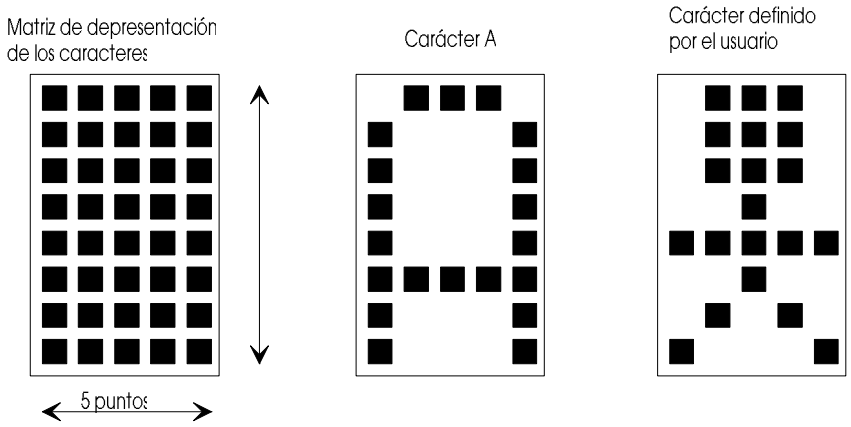


Figura 3: Matriz de representación de caracteres, representación del carácter A y de un carácter definido por el usuario

Código	Car.	Código	Car.	Código	Car.	Código	Car.	Código	Car.	Código	Car.
$20	espacio	$30	0	$40		$50	P	$60	‘	$70	p
$21	!	$31	1	$41	A	$51	Q	$61	a	$71	q
$22	“	$32	2	$42	B	$52	R	$62	b	$72	r
$23	#	$33	3	$43	C	$53	S	$63	c	$73	s
$24	$	$34	4	$44	D	$54	T	$64	d	$74	t
$25	%	$35	5	$45	E	$55	U	$65	e	$75	u
$26	&	$36	6	$46	F	$56	V	$66	f	$76	v
$27	‘	$37	7	$47	G	$57	W	$67	g	$77	w
$28	(	$38	8	$48	H	$58	X	$68	h	$78	x
$29	)	$39	9	$49	I	$59	Y	$69	i	$79	y
$2A	*	$3A	:	$4A	J	$5A	Z	$6A	j	$7A	z
$2B	+	$3B	;	$4B	K	$5B	[	$6B	k	$7B	{
$2C	,	$3C	<	$4C	L	$5C		$6C	l	$7C	|
$2D	-	$3D	=	$4D	M	$5D	]	$6D	m	$7D	}
$2E	.	$3E	>	$4E	N	$5E	^	$6E	n	$7E	→
$2F	/	$3F	?	$4F	O	$5F	_	$6F	o	$7F	←

Tabla 1: Código asociado a cada carácter imprimible por el display.

En la tabla 1 se muestran los caracteres más importantes que es capaz de imprimir el display. Todos los códigos están en hexadecimal. No se han representado los carácteres correspondientes a los códigos desde el $80 hasta el $FF, que corresponden a símbolos extraños. **Los códigos comprendidos entre el 0 y el 7 están reservados para que el usuario los defina.**

2.4.- LA MEMORIA DEL LCD

El LCD disponde de dos tipos de memorias independientes: la **DD RAM** y la **CG RAM**

2.4.1.- DD RAM (Display Data Ram)

En esta memoria se almacenan los caracteres que están siendo visualizados o que se encuentran en posiciones no visibles. El display almacena en esta memoria dos líneas de 40 caracteres pero sólo se visualizan 2 líneas de 16 caracteres. Por ello la **DD RAM** tiene un tamaño de 2x40=80 bytes.

Debido a esta pecualiar disposición de la **DD RAM** se puede pensar en el display como un *display virtual* constituido por dos líneas de 40 caracteres cada una (Fig. 4). La posición situada más a la izquierda de cada línea es la **posición 1** y la situada más a la derecha es la **posición 40.** Para localizar los elementos dentro del *display virtual* se va a utilizar un par de coordenadas (x,y) donde x representa la posición horizontal (comprendida entre 1-40) e y representa la línea (1-2). El display real es una *ventana* en la que se visualizan dos líneas de 16 caracteres. Es lo que el usuario está viendo. En el ejemplo de la figura 4 se encuentra almacenado en la línea 1 del display virtual el mensaje: “ESTO ES UNA PRUEBA DE UN MENSAJE”. Sin embargo, en este ejemplo, el usuario sólo verá en el display el mensaje “PRUEBA DE UN MEN” que tiene exactamente 16 caracteres de longitud. Más adelante se verá cómo es posible ‘mover’ el display real para que se desplace a lo largo del display virtual. Tal y como se encuentra configurado el display real en la figura 4, la posición (14,1) se corresponde con la letra P, la posición (15,1) con la letra R, ..., y la posición (29,1) con la letra N. Cuando se inicializa el LCD, el display real se sitúa en el extremo más izquierdo del display virtual, que se corresponde con los valores de x comprendidos entre 1 y 16. En la figura 5 se muestra la situación del display real respecto al virtual al inicializar el LCD.

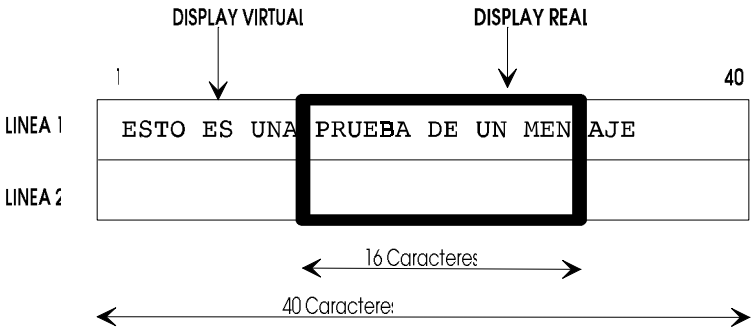


Figura 4: Display virtual y display real

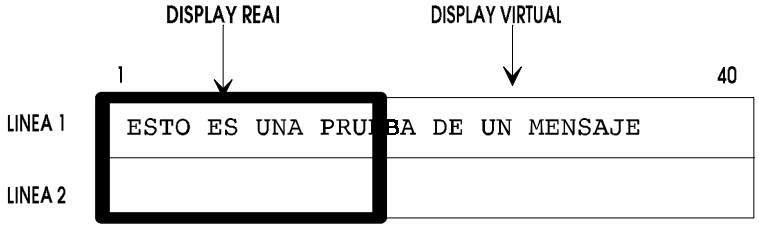


Figura 5: Posición del display real respecto al virtual cuando se inicializa el LCD

En el ejemplo de la figura 5, en la posición (2,1) se encuentra la letra E y en la posición (16,1) la letra U.

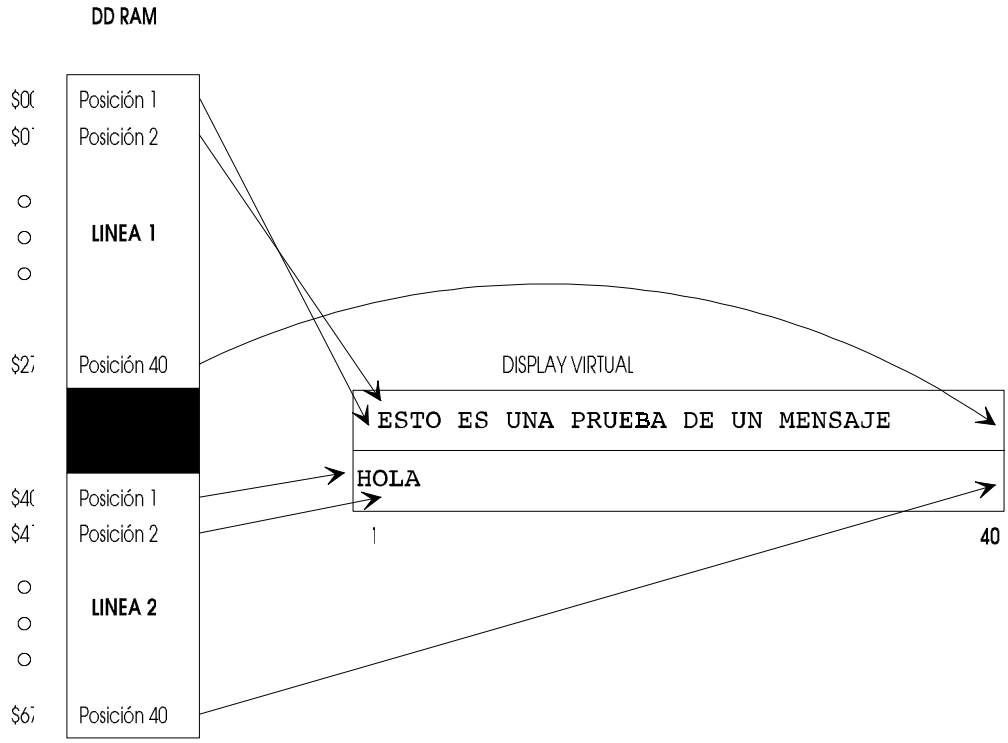


Figura 6: Mapa de memoria de la DD RAM y sus posiciones en el display virtual.

El mapa de memoria de la **DD RAM** se muestra en la figura 6. Está constituido por dos bloques de 40 bytes. El primer bloque se corresponde con los 40 caracteres de la línea 1 del display virtual. El segundo bloque con la segunda línea. En la figura se han representado las direcciones en hexadecimal. Así, las direcciones $00-$27 están asociadas a las posiciones (1,1)-(40,1) del display virtual y las direcciones $40-$67 a las posiciones (1,2)-(40,2). En el ejemplo, en la dirección $40 de la DD RAM se encuentra almacenado el carácter H, que se corresponde con la posición (1,2) del display virtual. En la dirección $02 se encuentra el carácter S, posición (3,1) del display virtual. Nótese que **los bloques de memoria asociados a la línea 1 y 2 no son contiguos.**

Las operaciones de escritura en el display, en realidad son operaciones de escritura en la memoria DD RAM. Según en la posición de esta memoria en la que se escriba el carácter, aparecerá en una posición u otra en el display real. Los caracteres enviados al display pueden ser visibles si se encuentran en posiciones que caen dentro del display real o pueden ser no visibles. En la figura 5, las posiciones (1,1)-(16,1) y (1,2)-(16,2) son visibles. Todas los caracteres enviados a esas posicones serán visibles. Si se envía un carácter a cualquiera de las otras posiciones no será visible.

2.4.2.- LA CG RAM (Character Generator RAM)

La CG RAM es la memoria que contiene los caracteres definibles por el usuario. Está formada por 64 posiciones, con direcciones $00-$3F. Cada posición es de 5 bits.

La memoria está dividida en 8 bloques, correspondiendo cada bloque a un carácter definible por el usuario. Por ello el usuario puede definir como máximo 8 caracteres, cuyos códigos van del 0 al 7. En la figura 7 se ha representado la CG RAM. Todas las direcciones están en hexadecimal.

Como se representó en la figura 3, cada carácter está constituido por una matriz de 5 columnas x 8 filas. Para definir un carácter y asignarle por ejemplo el código 0 habrá que almacenar en las posiciones $00-$07 los valores binarios de las 8 filas del carácter del usuario. Un bit con valor 1 representa un punto encendido. Un bit con valor 0 es un punto apagado.

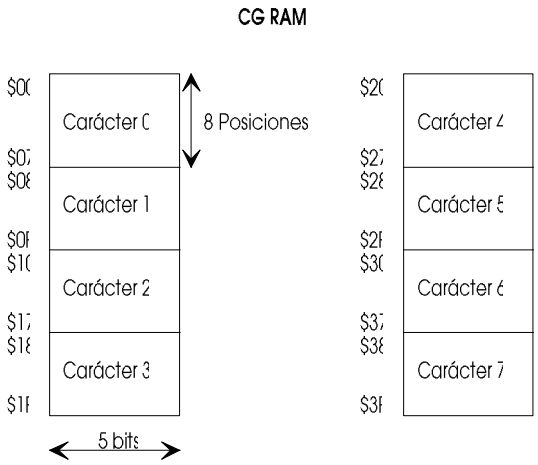


Figura 7: Mapa de memoria de la CG RAM

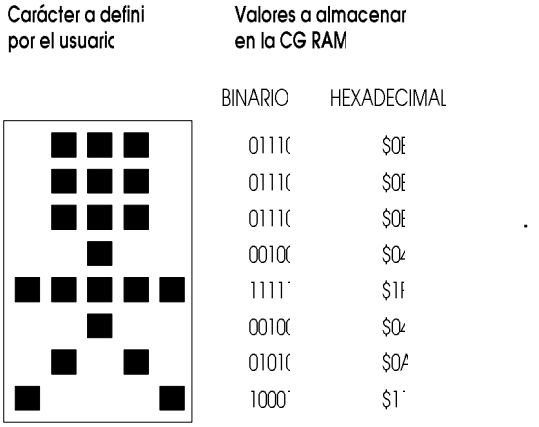


Figura 8: Caracter definido por el usuario y los valores a almacenar en la CG RAM

En la figura 8 se ha dibujado un carácter que se quiere definir. A la Derecha del dibujo se encuentran los valores en binario y en hexadecimal que hay que almacenar en las posiciones de la CG RAM. Si se quiere que este carácter tenga asignado el código 0 habrá que almacenar el valor $0E en la posición $00, $01 y $02, el valor $04 en la $03.... y el valor $11 en la posición $07, como se muestra en la figura 9.

Una vez definido el nuevo carácter, cada vez que se envie su código correspondiente al display se visualizará.

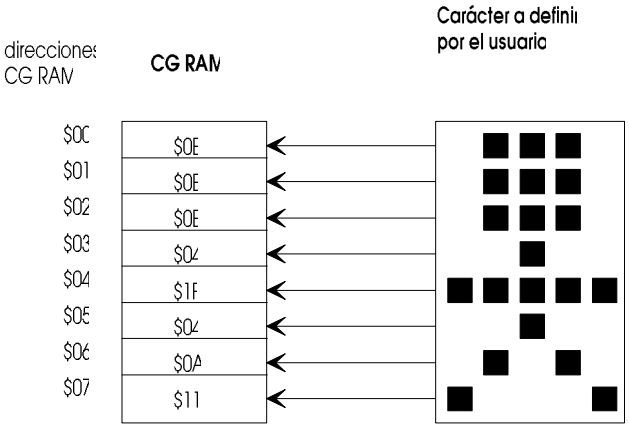
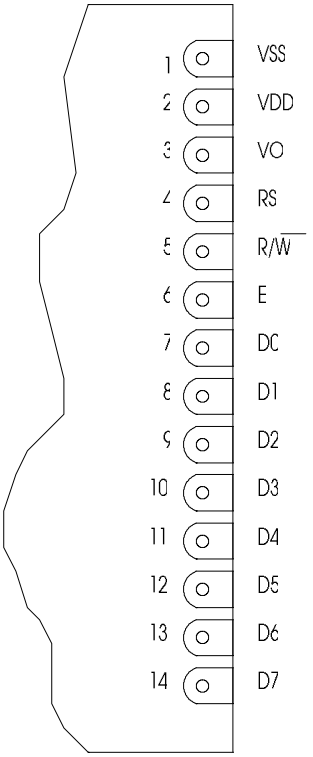


Figura 9: Valores a almacenar en la CG RAM para definir el carácter 0

3.- INTERFAZ HARDWARE

3.1.- Asignación de pines



Nº de PIN	Simbolo	Descripción
1	VSS	Masc
2	VDD	Alimentaciór
3	VO	Voltaje de ajuste del contraste
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura/escritura
6	E	Enable
7	D0	Bit de datos menos significativo
8	D1	Bit de datos
9	D2	Bit de datos
10	D3	Bit de datos
11	D4	Bit de datos
12	D5	Bit de datos
13	D6	Bit de datos
14	D7	Bit de datos mas significativo

Figura 10: Asignación de pines del LCD

3.2.- El interfaz del display con el mundo exterior

En la figura 11 aparecen las señales necesarias para el funcionamiento y control del display. Los datos se transmiten por un bus de datos de 8 bits de anchura (El display ofrece la posibilidad de trabajar con este bus multiplexado en dos grupos de 4 bits, pero esto se verá más adelante). Para el control del display son necesarios 3 bits: una señal de ***enable*** **(E),** una para indicar **lectura/escritura (R/W)** y otra para seleccionar uno de los dos registros internos **(RS).** Por ello, en el caso peor, el sistema de control del display necesitará utilizar 8+3=11 bits. En el caso de utilizarse la tarjeta CT6811 será necesario utilizar 2 puertos, por ejemplo el PUERTO C para los datos y el PUERTO B para el control.

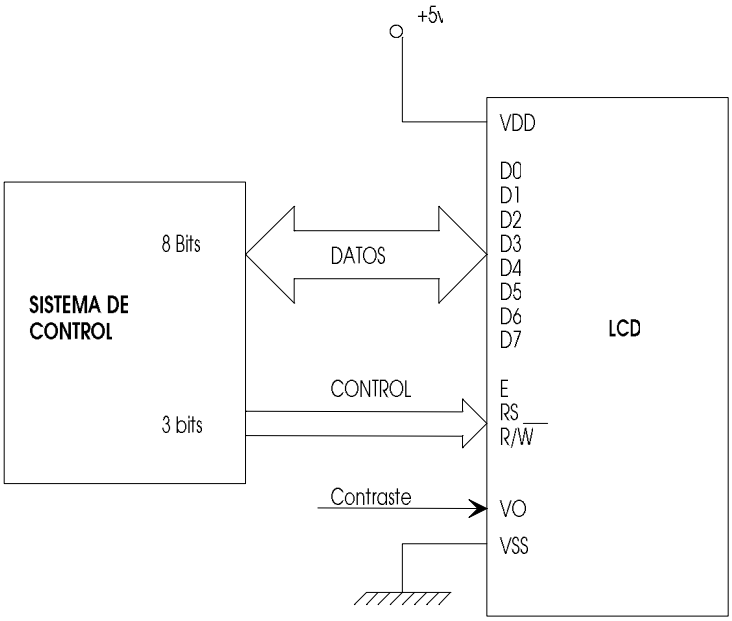


Figura 11: Interfaz del LCD con un sistema de control

3.3.- El bus de datos

El bus de datos del display se puede configurar para funcionar de dos formas diferentes. Bien como un bus de 8 bits o bien como un bus multiplexado de 4 bits. El utilizar el bus multiplexado de 4 bits es una opción muy útil para ahorrar bits en el sistema de control. En vez de utilizar 11 bits en total, se utilizan 7.

De esta forma se ahorran bits pero se gana en complejidad del controlador, que tiene que multiplexar y demultiplexar los datos. Al utilizar un bus de 8 bits hacemos que el controlador sea más sencillo pero se 'gastan' muchos mas bits.

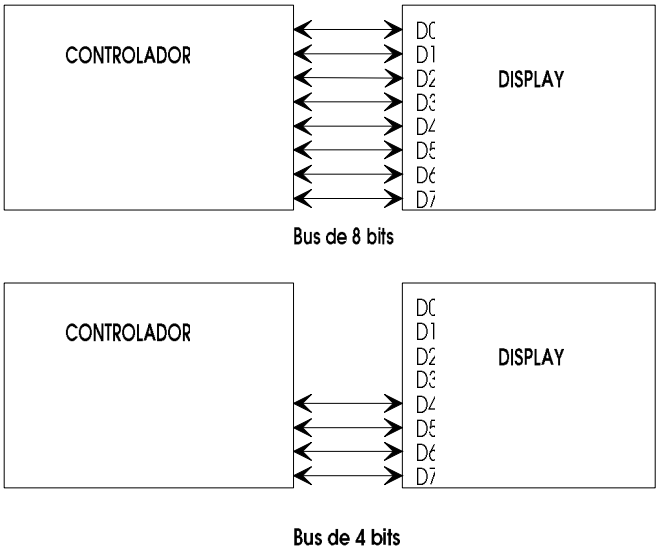


Figura 12: Conexión del LCD utilizando un bus de 8 bits y de 4 bits

En la figura 11 aparecen representados los dos tipos de buses. Cuando se utiliza un bus de 4 bits **sólo se utilizan los pines D4-D7 del display** dejándose D0-D3 'al aire'. La transferencia de la información se realiza de la siguiente manera: **primero los 4 bits más significativos y luego los 4 menos significativos**.

3.4.- El bus de control

El bus de control está formado por 3 señales: ***RS, R/W y E***. La señal **E** es la señal de validación de los datos. Cuando no se utiliza el display esta señal debe permanecer a 0. Sólo en las transferencias de información (lecturas o escrituras) es cuando se pone a nivel 1 para validar los datos, pasando despues de un tiempo a nivel 0. En la siguiente sección se explican detalladamente las temporizaciones.

La señal **R/W** permite seleccionar si la operación que se va a realizar sobre el display es una lectura o una escritura. Cuando **R/W=1** se realizan lecturas y cuando **R/W=0** escrituras. Lo normal siempre es realizar escrituras, no obstante, el display ofrece la posibilidad de poder leer los contenidos de la memoria CG RAM y DD RAM así como leer el estado interno del display (ocupado o disponible) y el contador de direcciones..

Con **RS** (Register Select) se selecciona el registro interno del display sobre el que se va a leer/escribir. El LCD dispone de dos registros internos: **Registro de control** y **registro de datos**. Ambos registros son de lectura y escritura. **RS=0** selecciona el registro de control. **RS=1** el registro de datos.

	REGISTRO DE CONTROL	REGISTRO DE DATOS
LECTURA	Lectura del flag de ocupado (D7) y del contador de direcciones (D0-D6)	Leer contenido de la memoria CG RAM o DD RAM
ESCRITURA	Ejecución de un comando interno: borrar display, desplazar el display, mover cursor...	Escribir en la DD RAM o CG RAM

En la sección 4 se tratan con detalle los diferentes comandos internos del display.

3.5.- El control del contraste

Para controlar el constraste hay que introducir por el pin Vo una tensión entre 5 y 0 voltios. La tensión típica es de 0.6 voltios. Normalmente se coloca un potenciómetro para poder ajustar en cada

momento el contraste más adecuado. En la figura 13 se muestra un esquema típico de control del contraste.

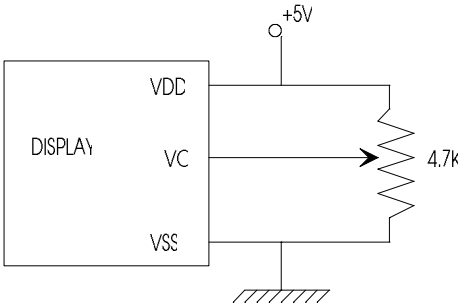


Figura 13: Control del contraste en el LCD

3.5.- Temporización

En la figura 14 se han representado los cronogramas correspondientes a una operación de escritura y otra de lectura. Al controlar el display los tiempos empleados deben ser siempre mayores que los mínimos indicados en la figura y menores que los máximos. A pesar de la aparente complejidad del cronograma, las operaciones de lectura y escritura son muy sencillas. En la figura 14 se ha supuesto que las transmisiones de los datos se realizaban a 8 bits.

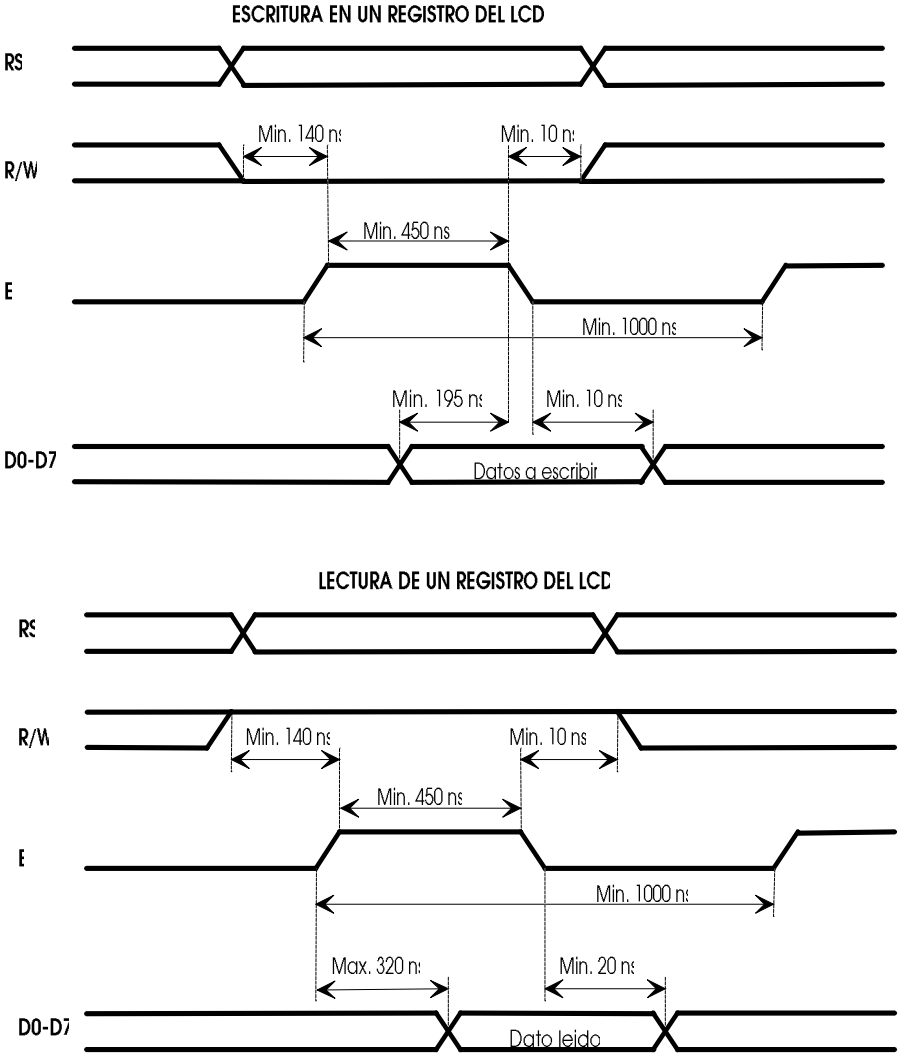


Figura 14: Cronogramas del LCD

En la figura 15 se muestran los cronogramas correspondientes a las operaciones más habituales: escritura de un carácter en el LCD. Se presenta el cronograma cuando se usa un bus de 8 bits y cuando se usa un bus multiplexado de 4 bits. Se ha supuesto que el carácter enviado es el $41 (La letra 'A').7

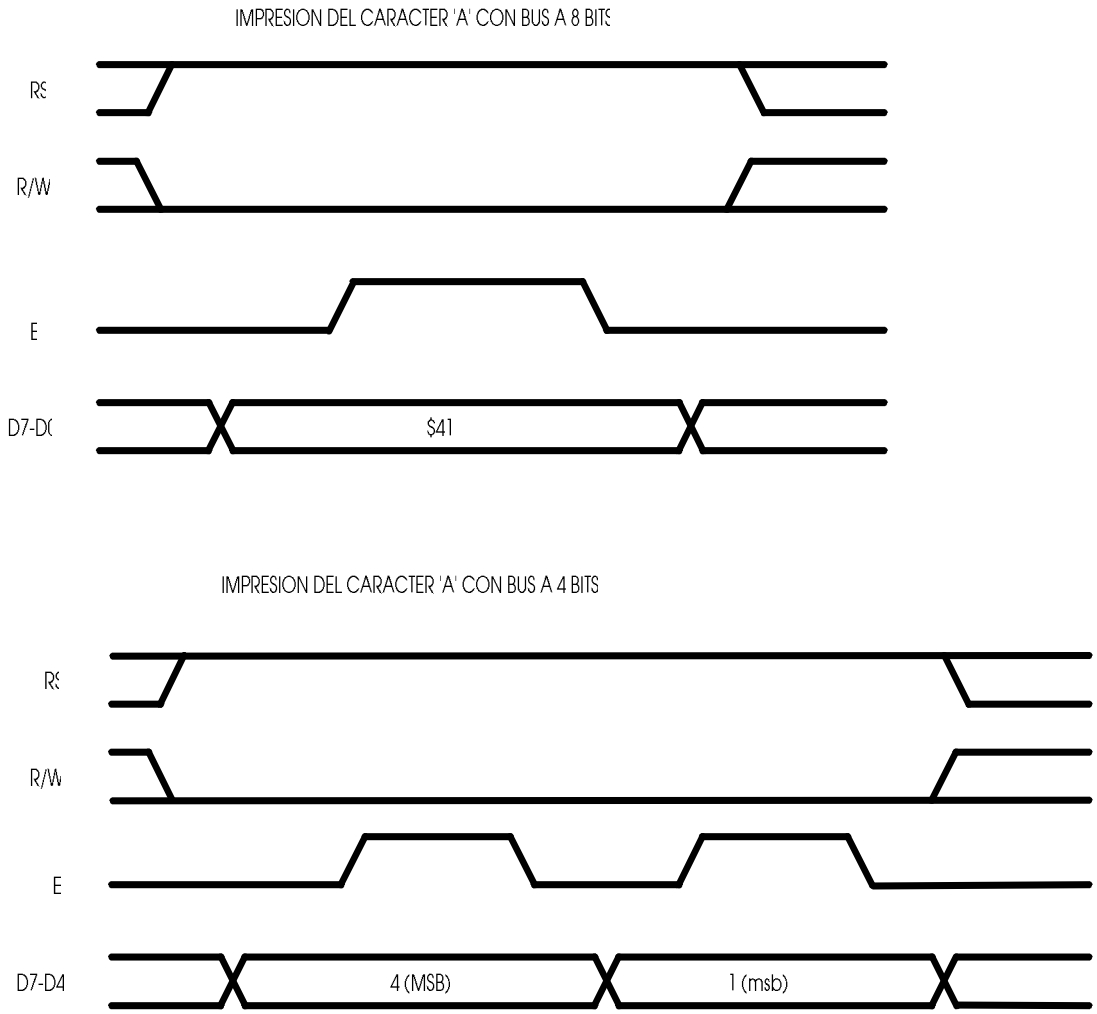


Figura 15: Cronogramas correspondientes a la operación de escribir el dato $41 (Carácter 'A') en el display utilizando un bus de datos de 8 y 4 bits.

Para el caso de 4 bits, primero se envían los 4 bits MAS SIGNIFICATIVOS y despues los 4 bits menos significativos. Los cronogramas de arriba se pueden expresar 'secuencialmente', describiendo las operaciones que tendría que realizar un microcontrolador para escribir el carácter A en el LCD

- **Operaciones a realizar para el caso de 8 bits.**

1. La señal E se encuentra siempre a 0 antes de realizar cualquier operación
2. Poner RS=1 y R/W=0
3. Situar el dato a imprimir en el bus de datos del LCD (En este ejemplo se enviaría $41)
4. E=1
5. E=0
6. El carácter ha sido imprimido en el LCD.

- **Operaciones a realizar para el caso de 4 bits:**

1. Poner RS=1 y R/W=0
2. Situar el valor 4 en el bus de datos del LCD (4 bits más significativos)

3. E=1
4. E=0
5. Situar el valor 1 en el bus de datos del LCD (4 bits menos significativos)
6. E=1
7. E=0
8. El carácter ha sido imprimido en el LCD

4.- COMANDOS DEL LCD

4.1.- Introducción

El LCD se controla mediante comandos que se envían al registro de control del LCD, seleccionado al poner la señal RS a nivel bajo (0). Cuando lo que se quiere es imprimir caracteres en el display o enviar información a la CG RAM para definir caracteres se selecciona el registro de datos poniendo RS a nivel alto (1).

Existe un *contador de direcciones* para la DD RAM y otro para la CG RAM, el cual contiene la dirección a la que se va a acceder. Modificando el *contador de direcciones* es posible acceder a cualquier posición tanto de la CG RAM como de la DD RAM. Con ello se consigue por ejemplo imprimir caracteres en cualquier posición del LCD. Cada vez que se realiza un acceso a memoria, el contador de direcciones se incrementa o decrementa automáticamente, según cómo se haya configurado el LCD.

Al LCD le lleva un cierto tiempo procesar cada comando enviado. Por ello, para que se ejecute el comando especificado es necesario asegurarse de que el comando anterior ha finalizado. Existen dos estrategias para realizar esto. La primera se basa en leer del display el **bit de ocupado**. Si este bit se encuentra a 1 quiere decir que el LCD está ocupado procesando el comando anterior y por tanto no puede procesar nuevos comandos. La segunda estrategia, menos elegante pero más cómoda de implementar, consiste en realizar una pausa antes de volver a enviar el siguiente comando. Los tiempos máximos que tarda el display en procesar los comandos están especificados por el fabricante y tienen un valor típico de 40µs. Si se realiza una pausa mayor o igual a esta se tiene garantía de que el display ha terminado de ejecutar el comando.

4.2.- Resumen de comandos

	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Borrar Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursor a Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
Establecer modo de funcionamiento	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Control ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Desplazamiento del cursos/display	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*
Modo de transferencia	0	0	0	0	1	DL	1	0	*	*
Acceso a memoria CG RAM	0	0	0	1	Dirección de la CG RAM					
Acceso a memoria DD RAM	0	0	1	Dirección de la DD RAM						
Lectura de dirección y del flag de ocupado	0	1	BF	Contador de dirección						
Escritura de datos en CG RAM /DD RAM	1	0	Dato a escribir							
Lectura de datos en CG RAM/DD RAM	1	1	Dato leido							

I/D = 1: Incrementar contador direcciones
S=1: Desplazamiento del display
D=1: Display ON
C=1: Cursor ON
B=1: Parpadeo del caracter en la posición del cursor
S/C=1: Desplazar el display.
R/L=1: Desplazamiento a la derecha
DL=1: Configurar display a 8 bits
BF=1: Display ocupado

I/D = 0: Decrementar contador direcciones
S=0: Display quieto
D=0: Display OFF
C=2: Cursor OFF
B=0: No hay parpadeo
S/C=0: Desplazar el curso
R/L=0: Desplazamiento a la izquierda
DL=0: Configurar display a 4 bits
BF=0: Display listo para ejecutar otra operación

Figura 16: Resumen de los comandos del LCD

4.3.- Descripción de los comandos

4.3.1.- Borrar el display

- **DESCRIPCION:** Este comando borra ***todas las posiones*** del display virtual y sitúa el display real en la posición inicial (Figura 5), en la que se visualizan las posiciones desde la (1,1) hasta la (16,1) y desde la (1,2) hasta la (16,2). El cursor se sitúa en la posición (1,1) (Dirección 0 de la DD RAM).
- **CODIGO:** $01
- **TIEMPO DE EJECUCION**: 1.64ms

4.3.2.- Cursor a HOME

- **DESCRIPCION:** Enviar el cursor a la posición (1,1). El display real se sitúa en la posición inicial. (Figura 5).
- **CODIGO:** $02
- **TIEMPO DE EJECUCION: 1.64ms**

4.3.3.- Establecer modo de funcionamiento

- **CODIGO:** 0 0 0 0 0 1 I/D S
- **DESCRIPCION**: Actualizar el contador de direcciones en la forma especificada y establecer si el display realiza desplazamientos o no. Estas acciones se llevan a cabo cada vez que se realiza una lectura o escritura en el display. Cuando I/D=1, el *contador de direcciones* se incrementa, lo que provoca que el cursor avance hacia la derecha cada vez que se imprime un carácter en el display. Cuando I/D=0 el *contador* se decrementa y el cursor se mueve hacia la izquierda al imprimir. Con S=1 se indica al LCD que debe mover el display real una posición a la derecha cada vez que se imprime un carácter. Con S=0 el display debe permanecer 'quieto' al imprimir. (Normalmente se utiliza I/D=1 y S=0, por lo que el **comando típico es 0x06**)
- **TIEMPO DE EJECUCION**: 40µ

4.3.4.- Control ON/OFF

- **CODIGO:** 0 0 0 0 1 D C B
- **CODIGO TIPICO**: $0E
- **DESCRIPCION:** Activar o desactivar el display, el cursor y el parpadeo
  1. ***Display ON/OFF***: D=1 activar el LCD. Cuando D=0 el LCD funciona normalmente pero no se visualiza ninguna información. Es posible realizar impresiones, enviar comandos, pero nada quedará reflejado en pantalla. Sólo cuando D=1 se puede ver algo en el display.
  2. ***Cursor ON/OFF***: C=1 activa el cursor. Con C=0 el cursor no se ve.
  3. ***Parpadeo ON/OFF***: B=1 hace que los caracteres situados en la posición del cursor parpadeen. Con B=0 no hay parpadeo.
- **TIEMPO DE EJECUCION:** 40µ

4.3.5.- Desplazamiento del cursor/display

- **CODIGO:** 0 0 0 1 S/C R/L 0 0
- **DESCRIPCION:** Desplazar una posición el cursor o el diplay real. Con S/C=1 se mueve el display, con S/C=0 el cursor. R/L=1 desplaza a la derecha y R/L=0 a la izquierda.
- **TIEMPO DE EJECUCION**: 40µ

4.3.6.- Modo de transferencia de la información

- **CODIGO:** 0 0 1 DL 1 0 0 0
- **DESCRIPCION**: Seleccionar el bus de datos del display para trabajar a 8 bits (DL=1) o a 4 bits (DL=0)
- **TIEMPO DE EJECUCION**: 40 µ

4.3.7.- Acceso a posiciones concretas de la CG RAM

- **CODIGO:** 0 1 A5 A4 A3 A2 A1 A0
- **CODIGO TIPICO**: 0 1 0 0 0 0 0 0 (Acceso a la posición 0 de la CG RAM)
- **DESCRIPCION:** Acceder a la dirección A5 A4 A3 A2 A1 A0 de la CG RAM. Esta es la dirección que se copia en el *contador de direcciones* de la CG RAM. La siguiente escritura en el registro de datos del display (RS=1) se copiará en la posición indicada de la CG RAM
- **TIEMPO DE EJECUCION**: 40 µ

4.3.8.- Acceso a posiciones concretas de la DD RAM

- **CODIGO:** 1 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0
- **CODIGO TIPICO**: 1 0 0 0 0 0 0 0 (Acceso a la posición 0 de la DD RAM)
- **DESCRIPCION**: La dirección A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 se copia en el *contador de direcciones* de la DD RAM. La siguiente escritura en el registro de datos (RS=1) se grabará en la posición indicada de la DD RAM.
- **TIEMPO DE EJECUCION**: 40 µ

4.3.9.- Envíar datos a la CG RAM o a la DD RAM

- **TIEMPO EJECUCION:** 40µ
- **DESCRIPCION**: Enviar un dato a la DD RAM o a la CG RAM. Por defecto se accede a la DD RAM, con lo que se imprimen los caracteres especificados en el display. La selección de una u otra memoria se realiza mediante los comandos descritos en los apartados 4.3.7 y 4.3.8. A la CG RAM se accede para definir caracteres especiales. Lo normal es acceder siempre a la DD RAM, porque es donde se va a realizar la impresión de caracteres en el display.

4.4.- SECUENCIA TIPICA DE INICIALIZACION DEL LCD

En la figura 17 se ha representado en un diagrama la secuencia de inicialización del LCD para trabajar con un bus de datos de 8 ó 4 bits. Para el caso de 8 bits no hay ningún problema, sin embargo el caso de 4 bits es un poco más complejo. Después de encender el LCD aparecerá la linea superior un poco más oscura que la inferir. Esto quiere decir que el display no ha sido inicializado todavía. En el caso de 4 bits sólo se conectan 4 bits mas significativos del LCD, dejando los otros 4 al 'aire'. Al enviar el codigo 2 (Bits 0 0 1 0) el display se configura para trabajar a 4 bits. Se puede observar cómo la linea superior deja de estar más oscura que la inferior. A partir de este momento las transferencias hay que realizarlas en dos partes: primero se envían los 4 bits mas significativos y después los 4 bits menos significativos. Para confirmar que la transferencia es a 4 bits hay que enviar el código $28; primero los bits 0 0 1 0 y después los bits 1 0 0 0. De aquí en adelante la inicialización es igual tanto para 8 bits como para 4, con la salvedad de que en el segundo caso hay que enviar los datos multiplexados.

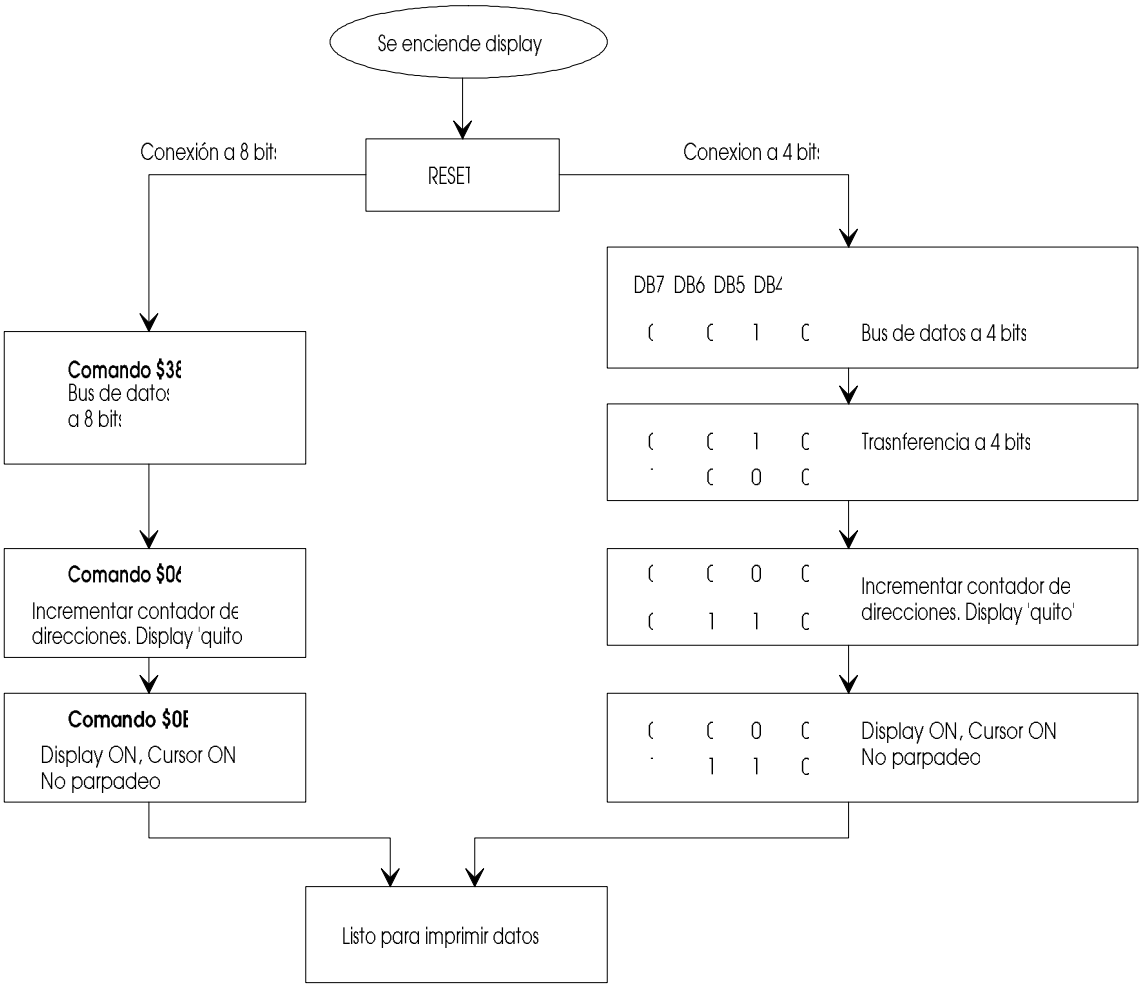


Figura 17: Códigos a enviar para inicializar el display, tanto a 8 bits como a 4.