

**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo**



LCD – Display de Cristal Liquido

Autor: VICTOR HUGO GARCIA ORTEGA

LCD

Una **pantalla de cristal líquido** o **LCD** (*Liquid Crystal Display*) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

LCD

En sistemas embebidos basados en microcontrolador usamos dos tipos de LCD's:

1. LCD's alfanuméricos
2. LCD's gráficos

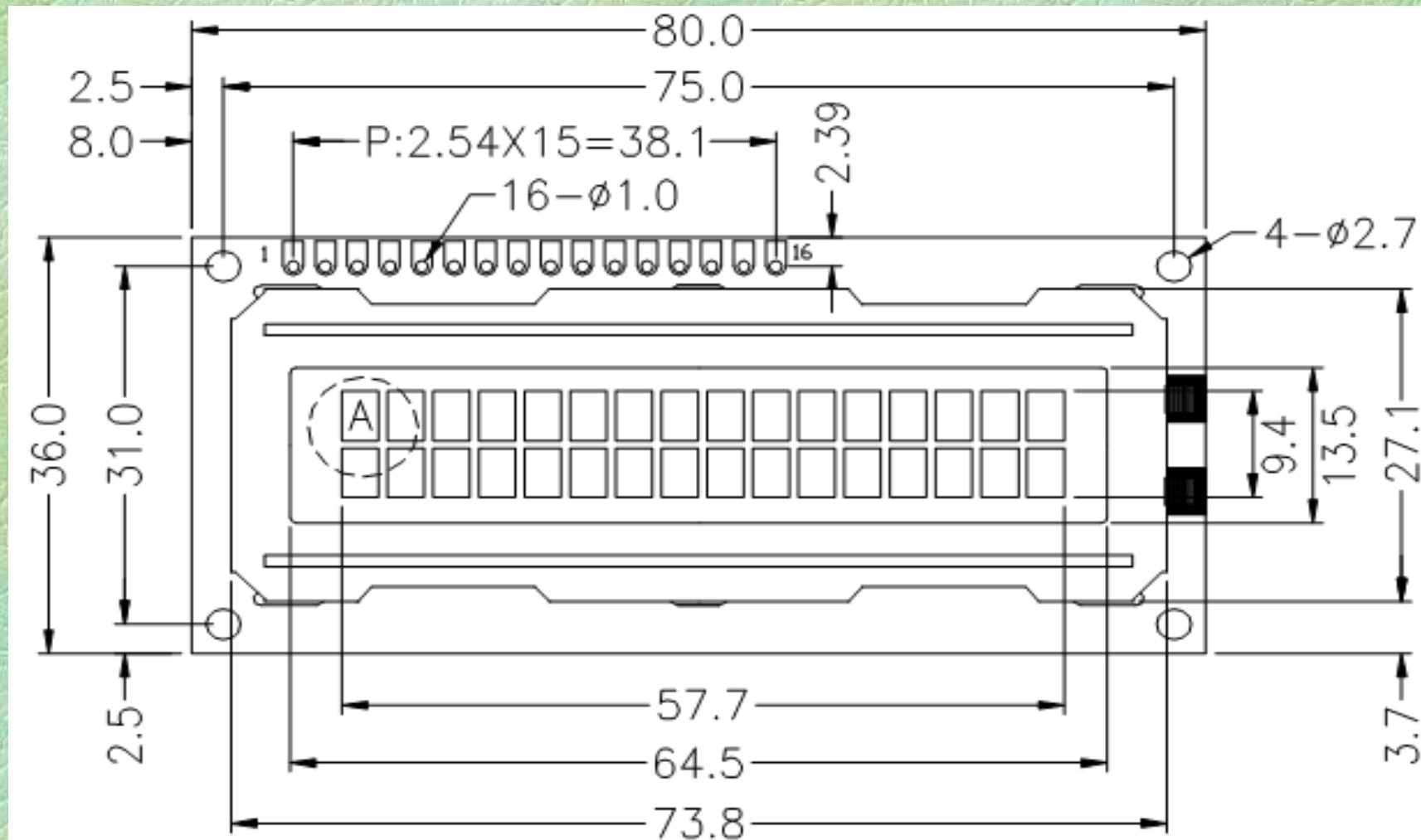
Existen diferentes LCD alfanuméricos dependiendo del número de caracteres visibles y líneas:

1. LCD de 8x1
2. LCD de 16x1
3. LCD de 16x2
4. LCD de 20x2
5. LCD de 20x4
6. LCD de 40x2
7. LCD de 40x4

LCD's alfanuméricos

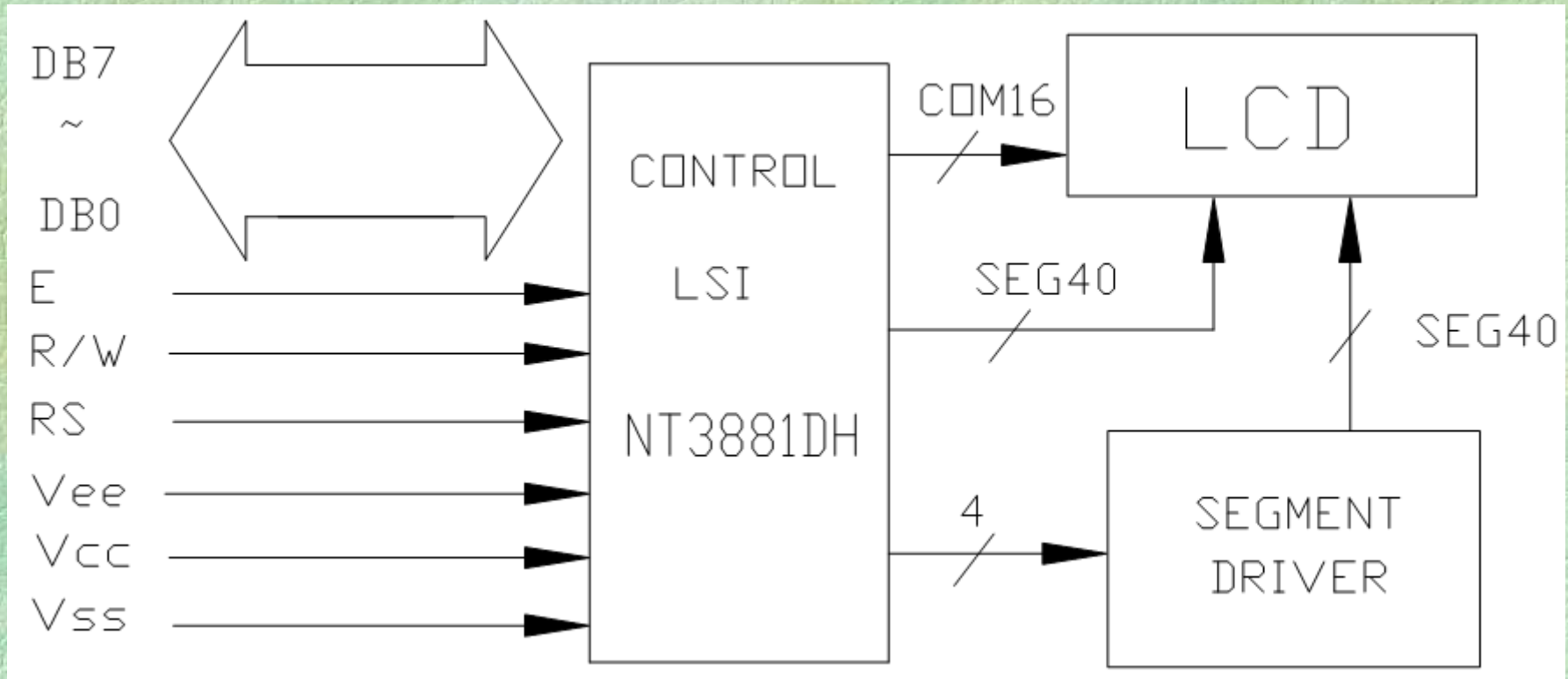


LCD de 16x2



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vss	Vcc	Vee	RS	R/W	E	DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	NC	NC

LCD - Arquitectura



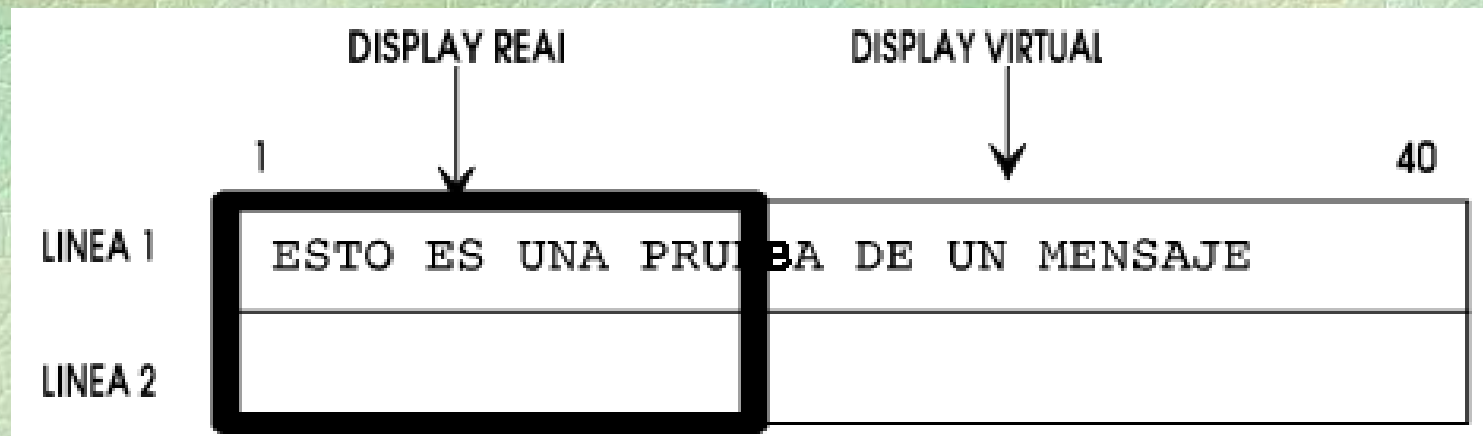
LCD

El LCD tiene 3 tipos de memorias:

1. DDRAM (Display Data RAM).
2. CGROM (Caracter Generator ROM).
3. CGRAM. CGRAM (Caracter Generator RAM).

LCD - DDRAM

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 $2 \times 40 = 80$ bytes.



LCD - DDRAM

DDRAM

00H	H
01H	O
02H	L
03H	A
04H	
05H	E
06H	S
07H	C
08H	O
09H	M
⋮	⋮
27H	
28H	
⋮	⋮
3FH	
40H	D
41H	S
42H	P
43H	I
44H	C
45H	
46H	I
47H	P
48H	N
⋮	⋮
67H	

L
I
N
E
A
1

L
I
N
E
A
2

00H	01H	02H	03H	04H	05H	06H	07H	08H	09H	0AH	.....	0FH	10H	11H	.....	27H
H	O	L	A		E	S	C	O	M							
D	S	P	I	C		I	P	N								
40H	41H	42H	43H	44H	45H	46H	47H	48H	49H	4AH	.....	4FH	50H	51H	.....	67H

LCD - CGROM

En esta memoria se encuentran definidos todos los caracteres que maneja el LCD.

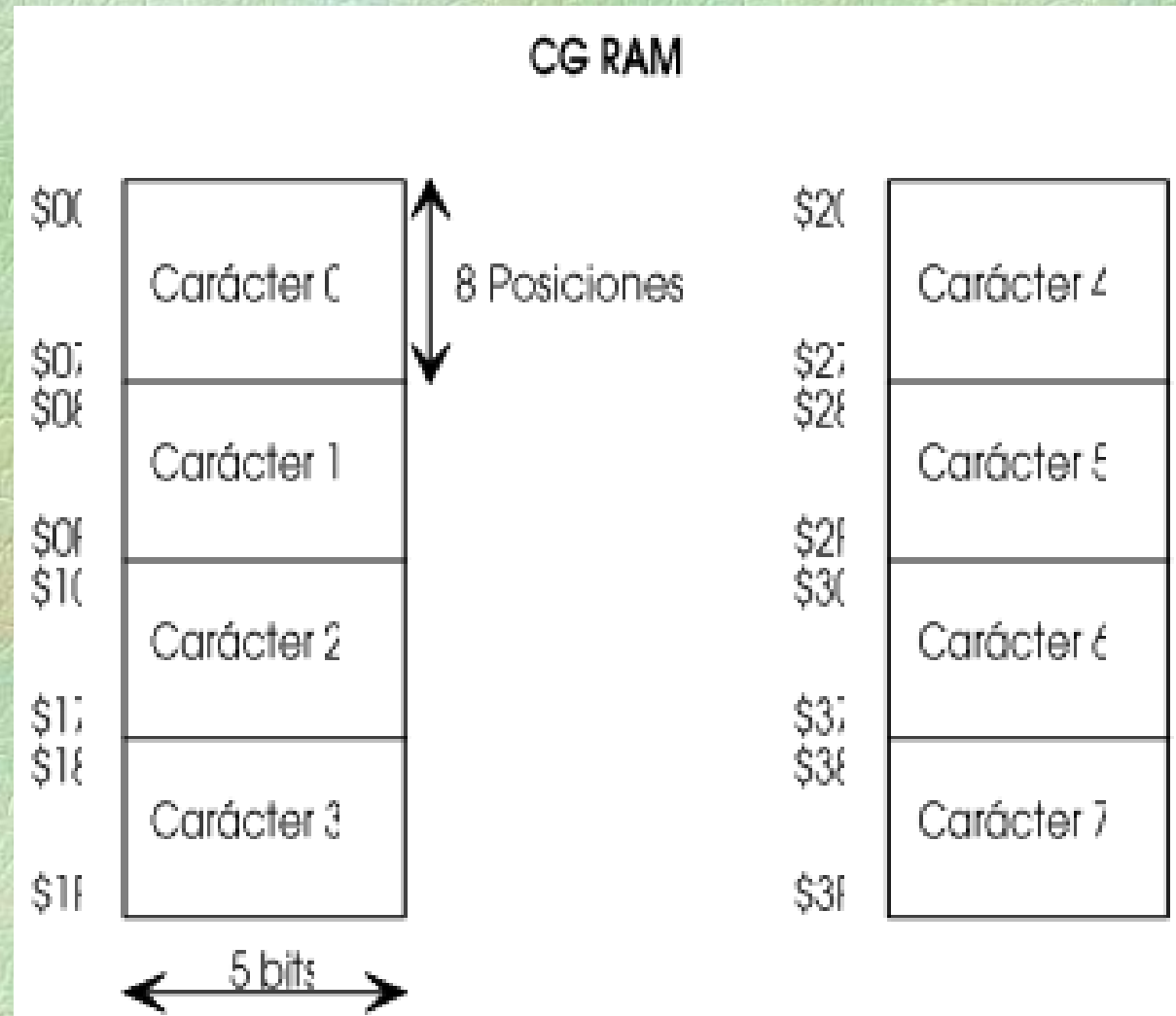
Higher Order Bits Lower Order Bits 4 bit		0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)			0	Q	P	\	P		-	9	=	α	ρ
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	q	7	#	4	ä	q
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r	"	Y	z	β	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s	1	7	7	E	Σ
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t	\	I	t	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u	•	7	7	1	Σ
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v	7	7	7	7	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w	7	7	7	7	π
xxxx1000	(1)			(	8	H	X	h	x	4	7	7	7	Σ
xxxx1001	(2)			)	9	I	Y	i	y	7	7	7	7	Y
xxxx1010	(3)			*	0	J	Z	j	z	7	7	7	7	7
xxxx1011	(4)			+	1	K	[	k	[	7	7	7	7	7
xxxx1100	(5)			,	2	L	¥	l	¥	7	7	7	7	7
xxxx1101	(6)			-	3	M	I	m	I	7	7	7	7	7
xxxx1110	(7)			.	4	N	^	n	^	7	7	7	7	7

LCD - CGRAM

Contiene los caracteres definibles por el usuario. Está formada por 64 posiciones, con direcciones \$00-\$3F. Cada posición es de 5 bits.

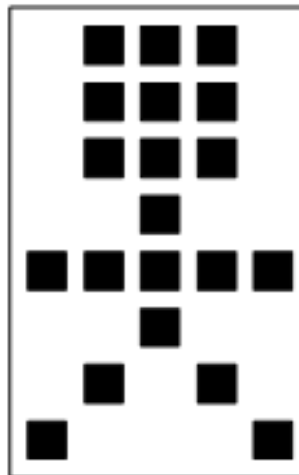
La memoria está dividida en 8 bloques, correspondiendo cada bloque a un carácter definible por el usuario. Por ello el usuario puede definir como máximo 8 caracteres, cuyos códigos van del 0 al 7.

LCD - CGRAM



LCD - CGRAM

Carácter a definir
por el usuario



Valores a almacenar
en la CG RAM

BINARIO

HEXADECIMAL

01110

\$0E

01110

\$0E

01110

\$0E

00100

\$04

11111

\$1F

00100

\$04

01010

\$0A

10001

\$11

direcciones
CG RAM

CG RAM

\$0C

\$0E

\$01

\$0E

\$02

\$0E

\$03

\$04

\$04

\$1F

\$05

\$04

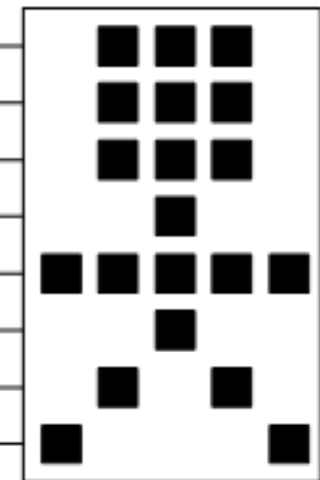
\$06

\$0A

\$07

\$11

Carácter a definir
por el usuario



LCD

Los datos que podemos mandar a un LCD son:

1. Comandos de control. Estos comandos permiten configurar y establecer el modo de operación del LCD. Se identifican cuando $RS = 0$.
2. Datos de despliegue. Son los datos que se mostrarán en el LCD. Estos datos se escriben en la DDRAM. Se identifican cuando $RS = 1$.

LCD - Comandos

Instrucción	Código										Descripción	Tiempo max de ejecución
	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 display y coloca el cursor en la primera posición 0 DDRAM	82μs~1.64ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Coloca el cursor en la posición de inicio y hace que el display comience a desplazarse desde la posición original. El contenido de la DDRAM no varía	40μs~1.64ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Establece el sentido de desplazamiento de la información en el display. Esta operación se realiza durante la lectura o escritura de la DDRAM	40μs
Display ON/OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Activa o desactiva poniendo en ON/OFF tanto el display D=0 (off) o D=1(on), como el cursor C=0(off) o C=1(on) y establece si este debe parpadear o no B=0(off) o B=1(on)	40μs
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Mueve el cursor y desplaza el display sin cambiar el contenido de la DDRAM	40μs
Funtion set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Establece el tamaño de interfase con el bus de datos(DL),el número de líneas del display(N) y la font de los caracteres	40μs
CG RAM address set	0	0	0	1	Dirección CGRAM						Establece la dirección de CGRAM a partir de la cual se almacenan los caracteres de usuario	40μs
DD RAM address set	0	0	1	Dirección de la DDRAM							Estable la dirección DDRAM a partir de la cual se almacenan los datos a visualizar	40μs
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	Dirección de DDRAM o CGRAM							Lectura del flag de Busy e indica de la dirección de la CGRAM o DDRAM última empleada.	1μs
Write data into the CG RAM or the DDRAM	1	0	Dato a escribir								Escribe en DDRAM o CGRAM los datos que se quieren presentar en el LCD	40μs
Read data from the CG RAM or the DDRAM	1	1	Dato a leer								Lee de la DDRAM o CGRAM los datos que se direccionen	40μs

LCD - Comandos

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

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

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 dots

F = 0 Caracteres de 5x7 dots

BF = 1 LCD ocupado en una operación interna

BF = 0 LCD disponible para aceptar instrucciones

D = 1 Pantalla activa (ON)

C = 1 Cursor activo (ON)

* Indeterminado

DDRAM: Display Data RAM

CGRAM: Character Generator RAM

ACC : Address of CGRAM

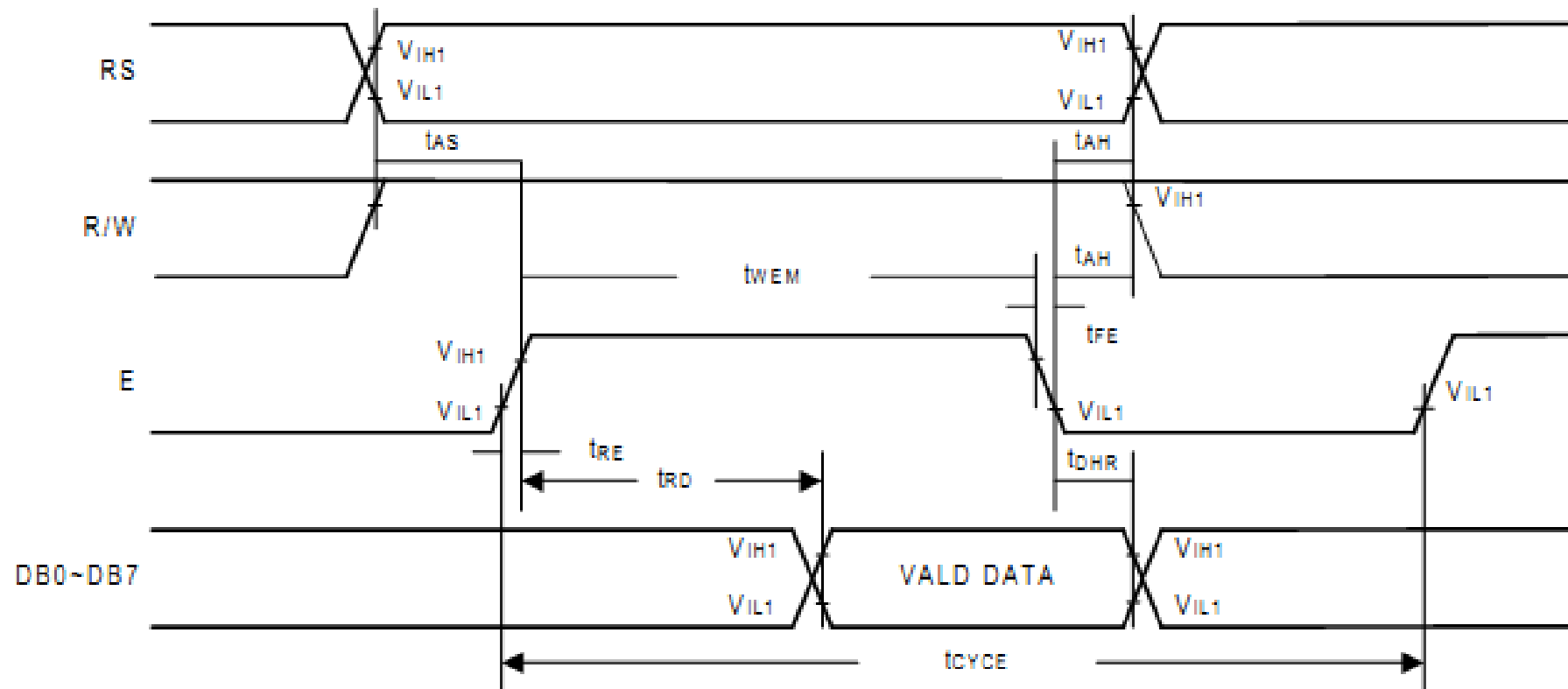
ADD : Address of DDRAM

AC: Address counter used for both

DDRAM and CGRAM

LCD - Operación de lectura

Read Operation

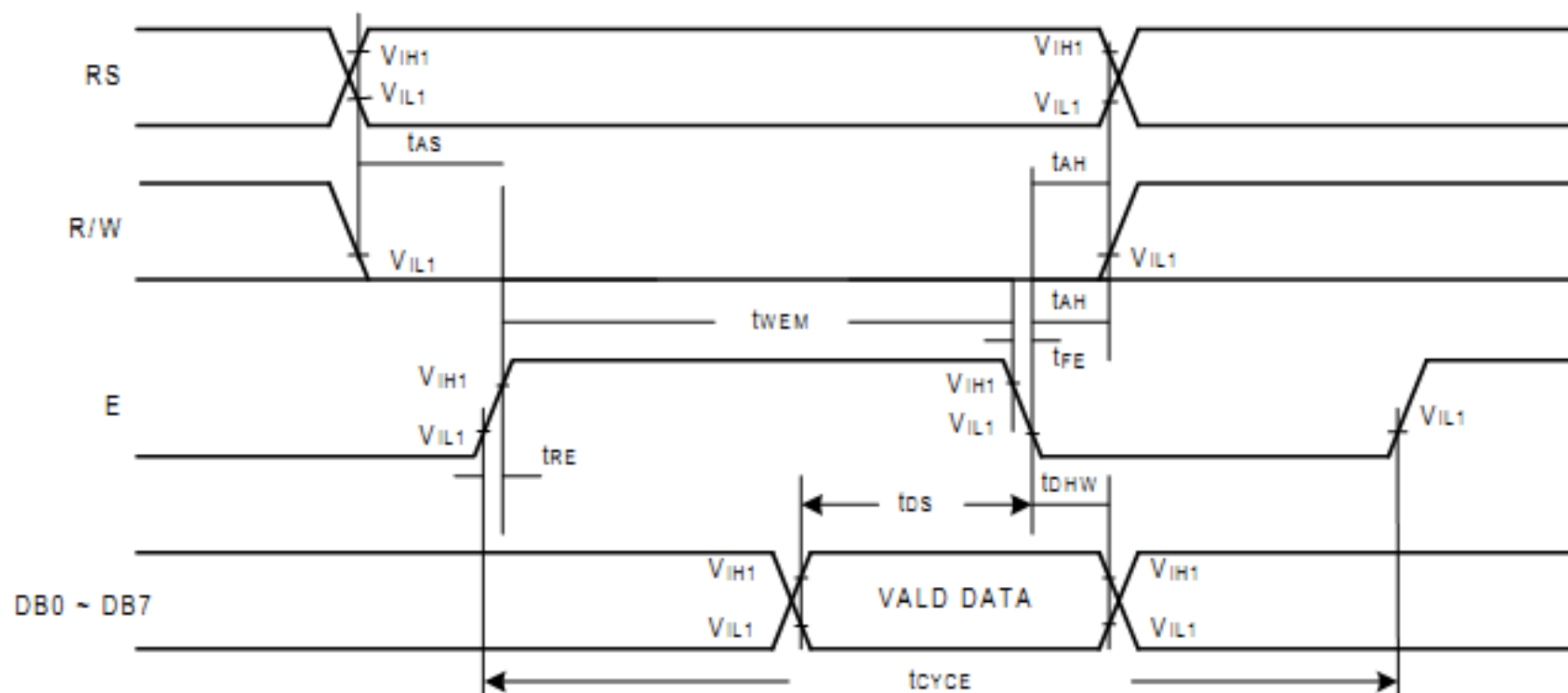


LCD – Tiempos en operación de lectura

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
t _{CYCE}	Enable Cycle Time	500	-	-	ns	Figure 1
t _{WHE}	Enable "H" Level Pulse Width	300	-	-	ns	Figure 1
t _{RE} , t _{FE}	Enable Rise/Fall Time	-	-	25	ns	Figure 1
t _{AS}	RS, R/W Setup Time	60 ¹	-	-	ns	Figure 1
		100 ²				
t _{AH}	RS, R/W Address Hold Time	10	-	-	ns	Figure 1
t _{RD}	Read Data Output Delay	-	-	190	ns	Figure 1
t _{DHR}	Read Data Hold Time	20	-	-	ns	Figure 1

LCD - Operación de escritura

Write Operation



LCD – Tiempos en operación de escritura

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
t _{CYCE}	Enable Cycle Time	500	-	-	ns	Figure 2
t _{WHE}	Enable "H" Level Pulse Width	300	-	-	ns	Figure 2
t _{RE} , t _{FE}	Enable Rise/Fall Time	-	-	25	ns	Figure 2
t _{AS}	RS, R/W Setup Time	60 ¹	-	-	ns	Figure 2
		100 ²				
t _{AH}	RS, R/W Address Hold Time	10	-	-	ns	Figure 2
t _{DS}	Data Output Delay	100	-	-	ns	Figure 2
t _{DHR}	Data Hold Time	10	-	-	ns	Figure 2

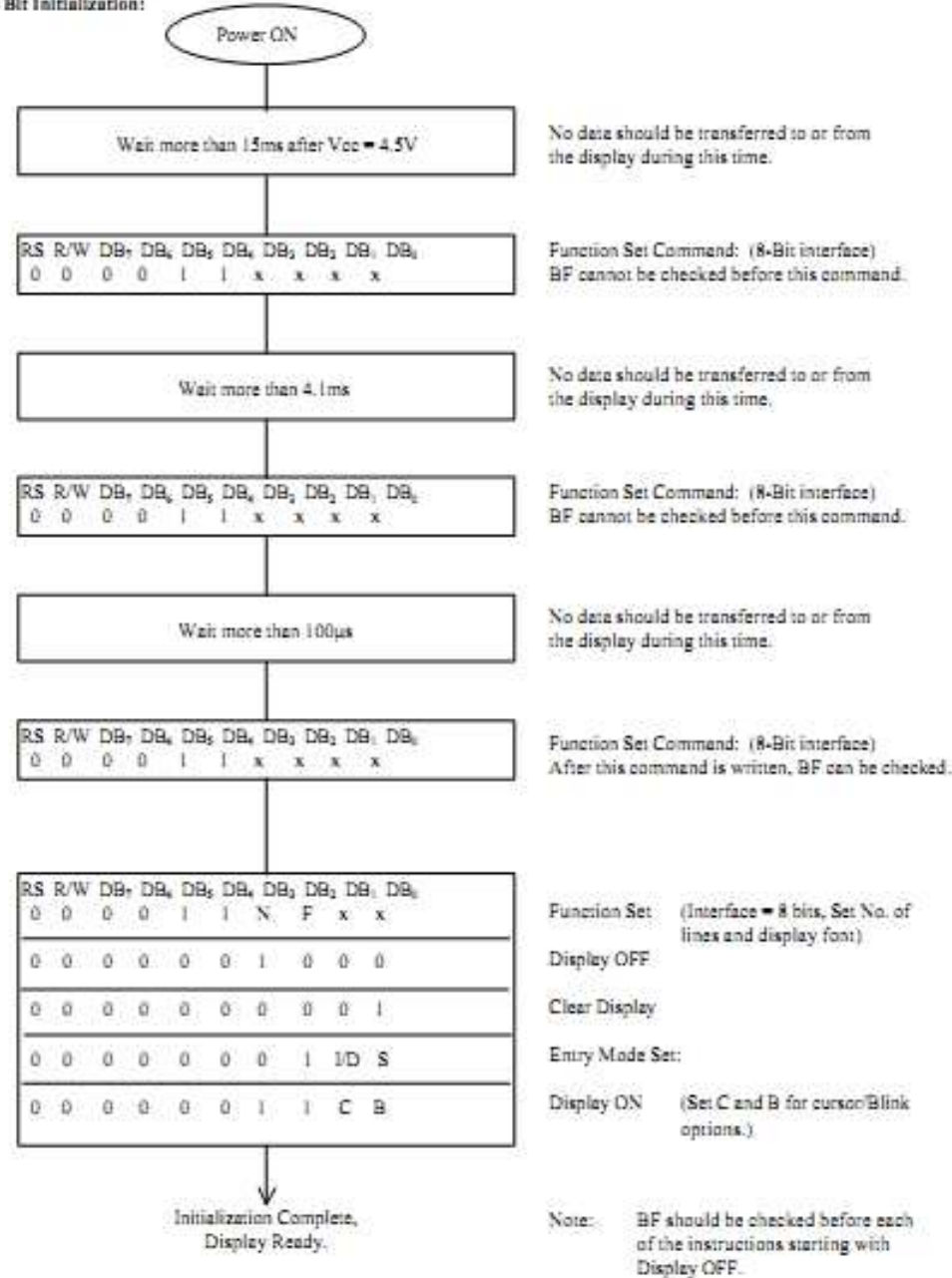
LCD – Modos de operación

El LCD funciona en dos modos de operación:

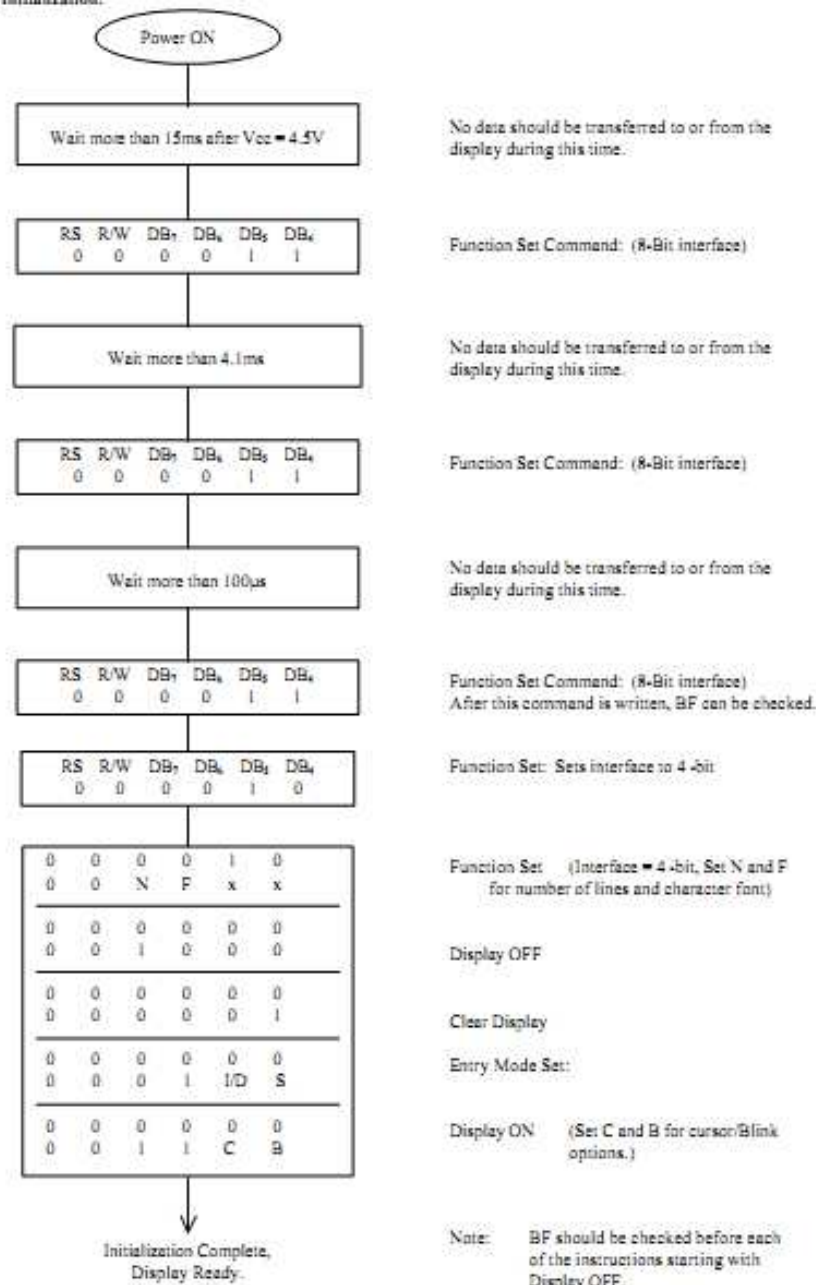
1. Modo nibble o de 4 bits. En este modo de operación solo se usan los bits mas significativos del bus de datos (D7...D4) del LCD para su operación.
2. Modo byte o de 8 bits. En este modo de operación se usan todos los bits del bus de datos (D7...D0) del LCD para su operación.

LCD – Modo de 8 bits

8 - Bit Initialization:



LCD – Modo de 4 bits



GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!!!