

CIRCUITOS DIGITALES Y MICROCONTROLADORES 2022

Facultad de Ingeniería
UNLP

Display LCD

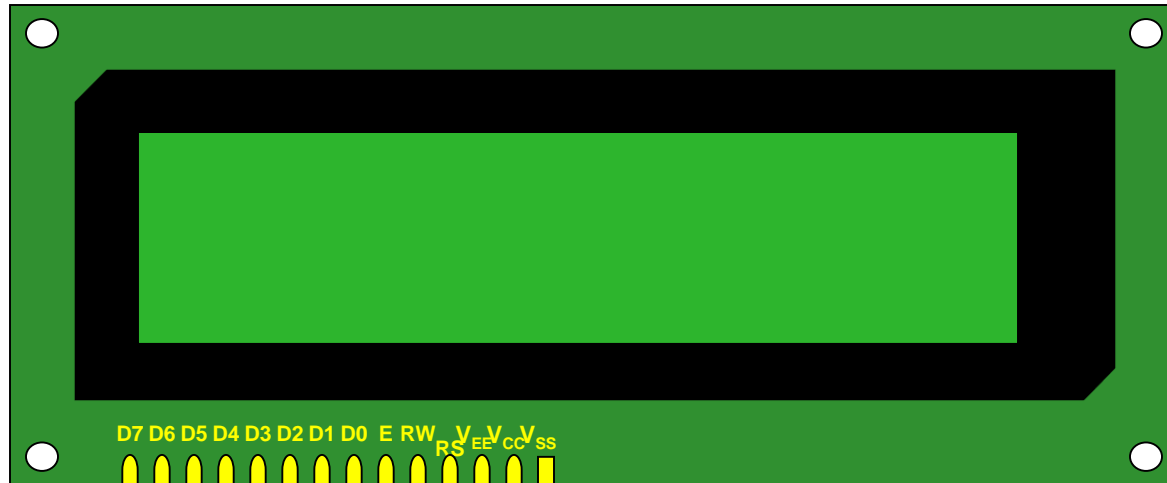
Ing. José Juárez

Display LCD

- Hay diferentes maneras de informar al usuario por ejemplo, LEDs, 7segmentos and displays LCD.
- LCD es un dispositivo que permite mostrar mucha información en formato texto.

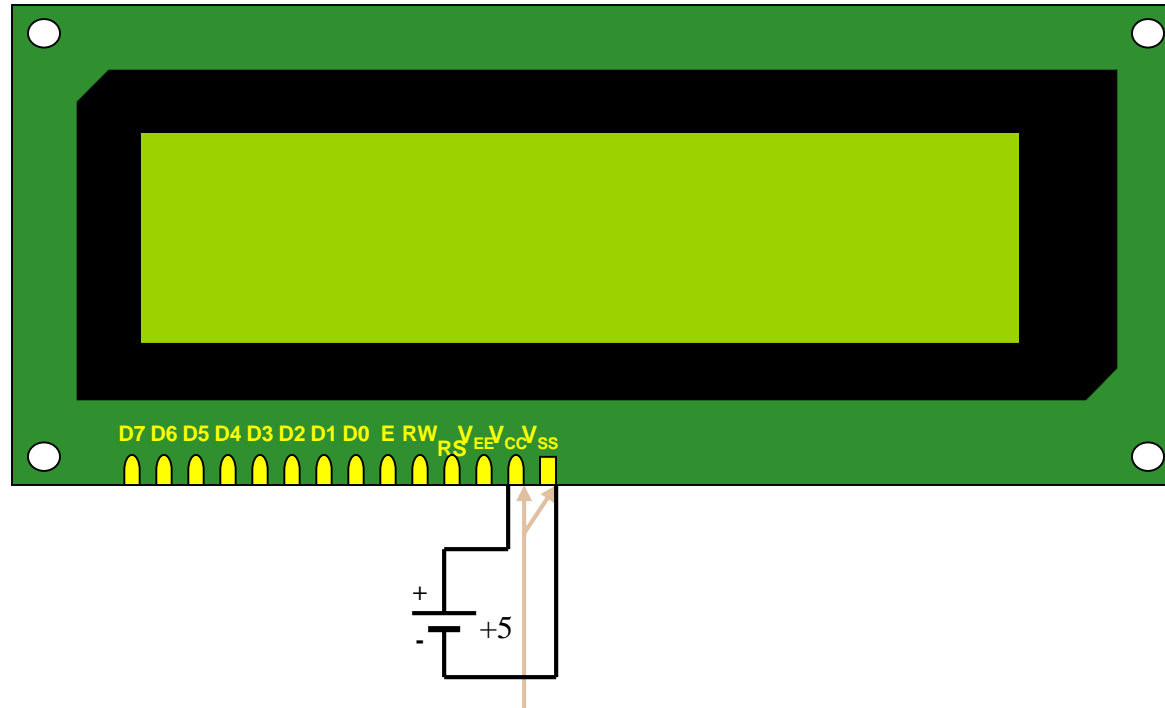


LCD pins



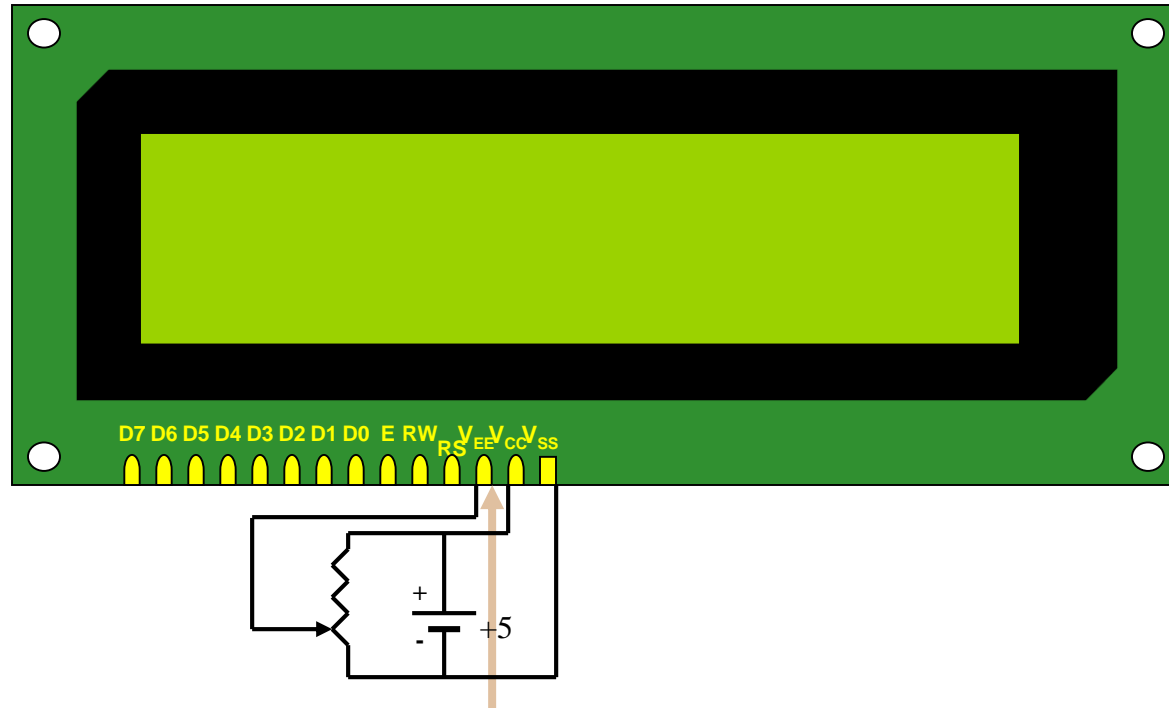
Veamos primero la funcionalidad de los pines del LCD.

LCD pins



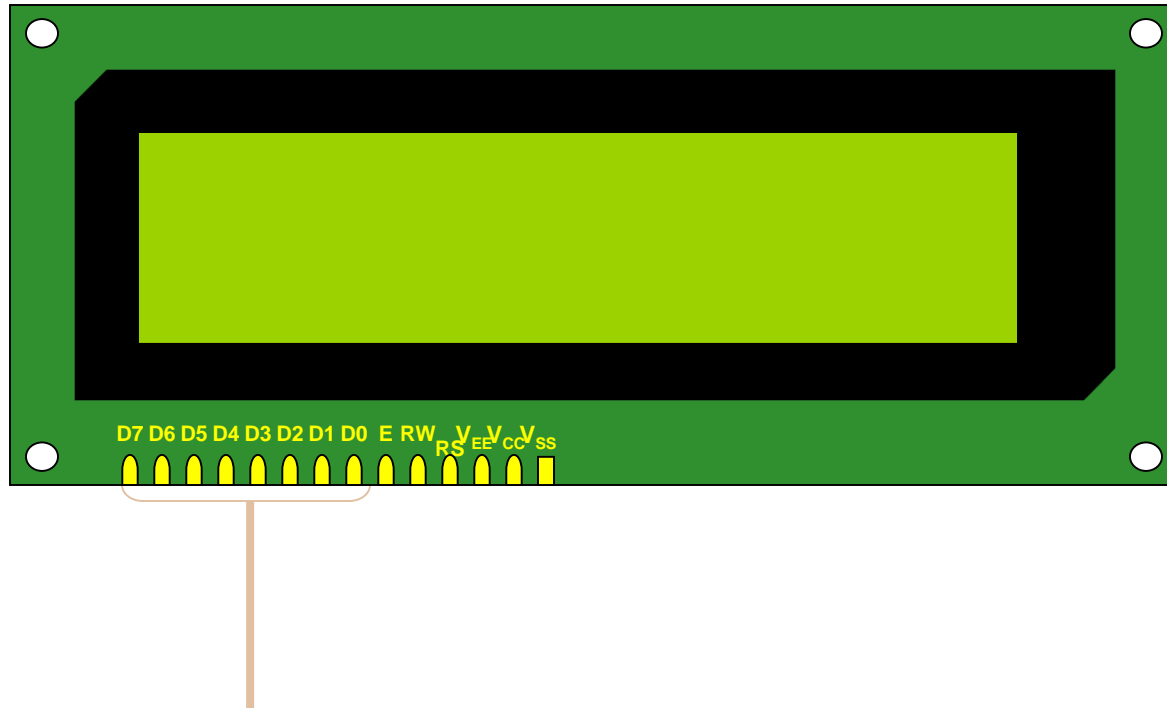
- V_{SS} and V_{CC} : Terminales de alimentación de +5V.

LCD pins



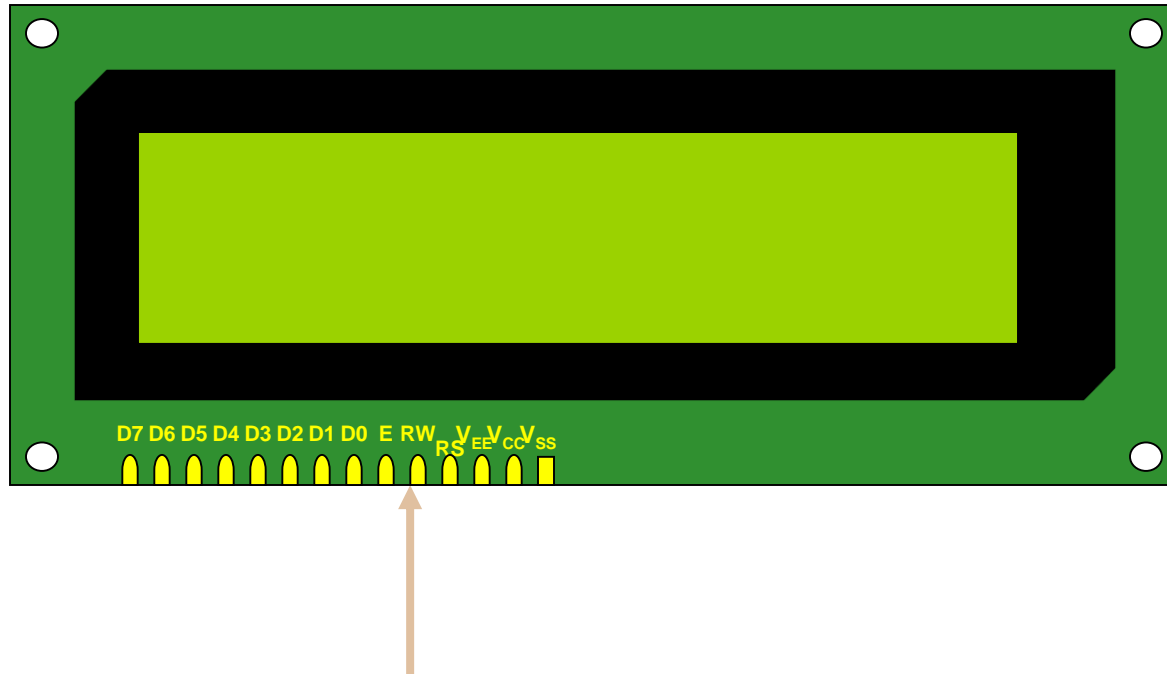
- V_{EE} : Tensión de contraste del LCD (tensión variable entre 0 y 5V).

LCD pins



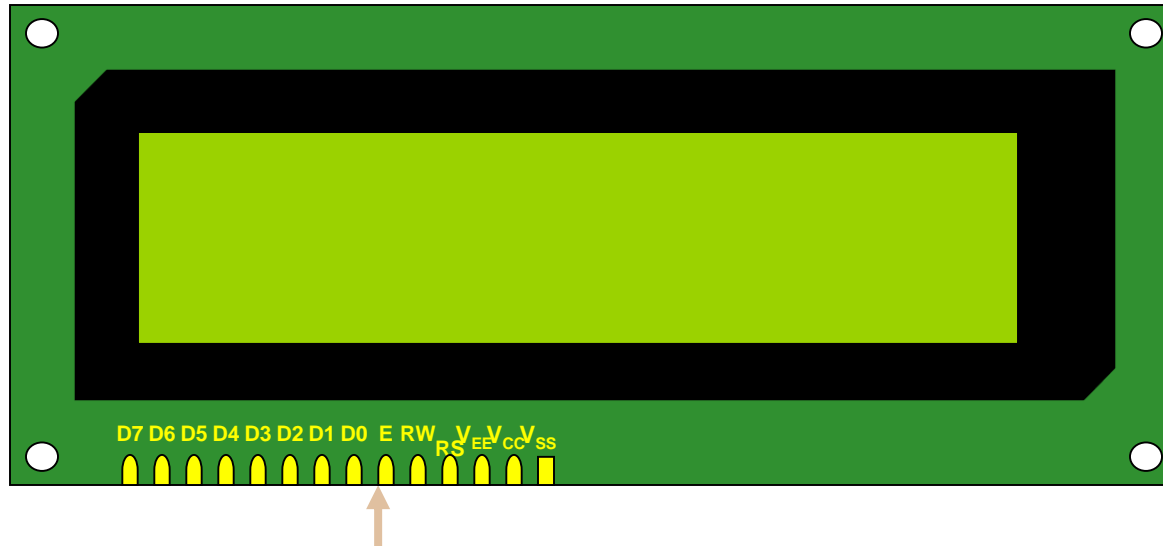
- D0 to D7: interfaz de datos paralelo del LCD. 8 bits para intercambiar información.

LCD pins



- R/W (Read/Write):
 - Cuando queremos enviar (write) un dato al LCD, hacemos $R/W=0$.
 - Cuando queremos recibir (read) un dato del LCD, hacemos $R/W=1$.

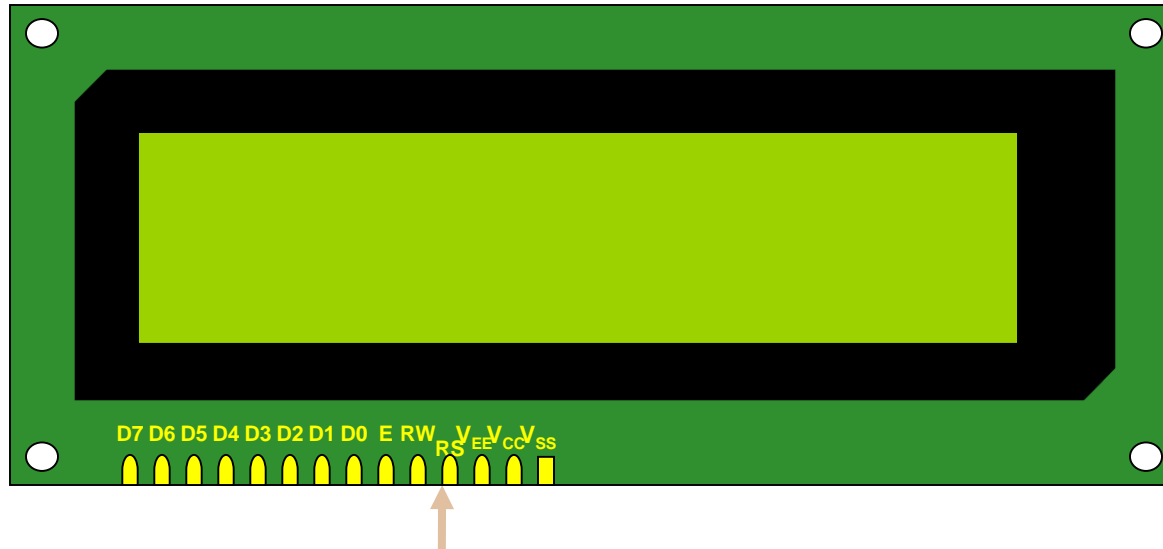
LCD pins



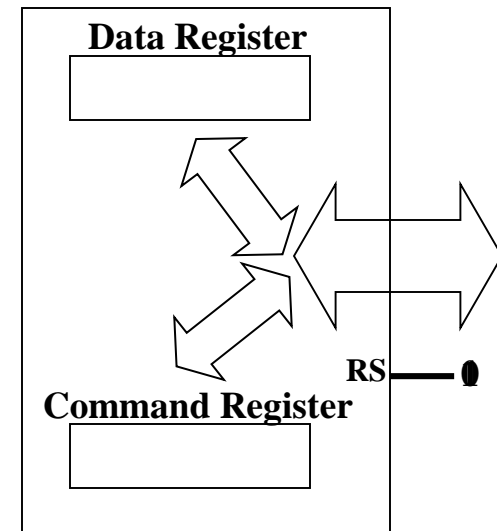
- E (Enable): señal de control para habilitar el acceso al LCD.
 - Para escribir en el LCD hacemos $RW = 0$; colocamos los el dato en las lineas (D0 to D7) y aplicamos una flanco high to low al pin **Enable**.
 - Para leer un dato desde el LCD, hacemos $RW = 1$; aplicamos un flanco high to low al pin **Enable**. LCD entrega los datos en las líneas (D0 to D7).

\overline{E}

LCD pins

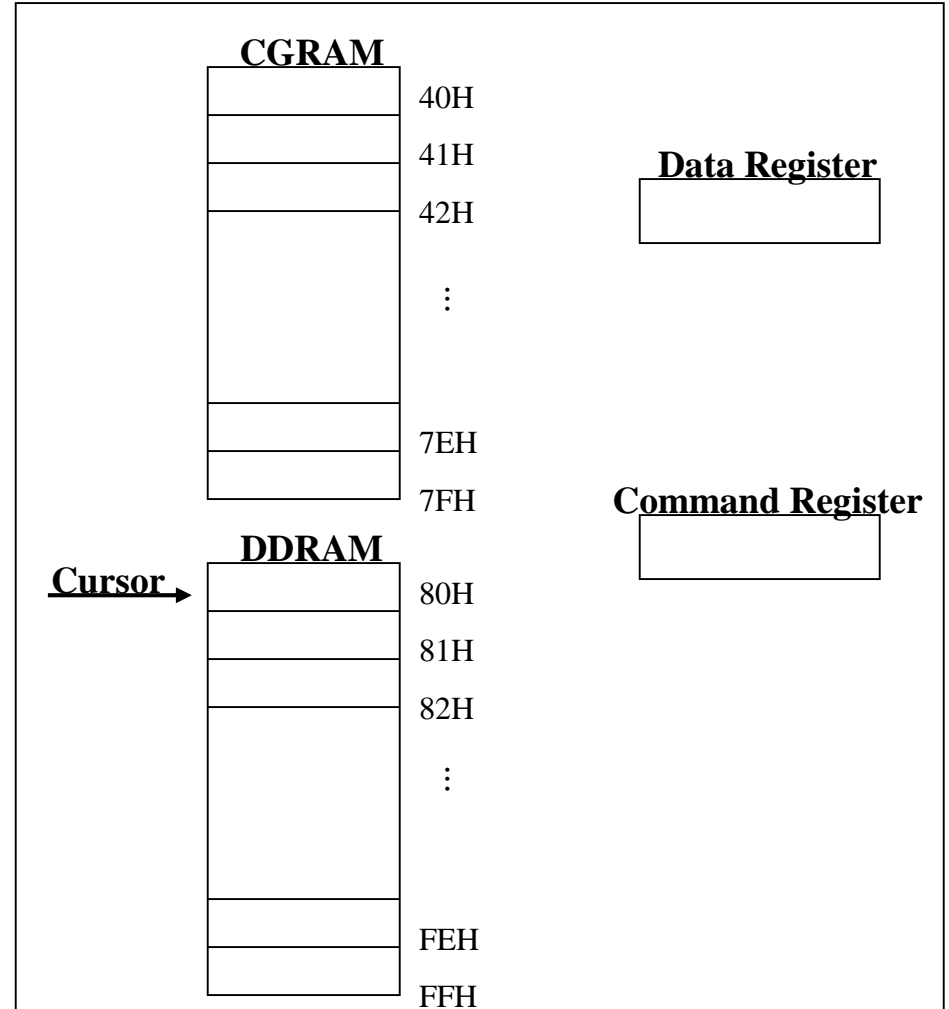


- RS (Register select): el LCD tiene 2 registros
- RS = 1, selecciona el data register.
- RS = 0, selecciona el command register



Componentes internos LCD

- [DDRAM \(Data Display RAM\)](#)
- [CGRAM \(Character Generator RAM\)](#)
- [Cursor \(Address Counter\)](#)
- [Data Register](#)
- [Command Register](#)



DDRAM (Data Display RAM)

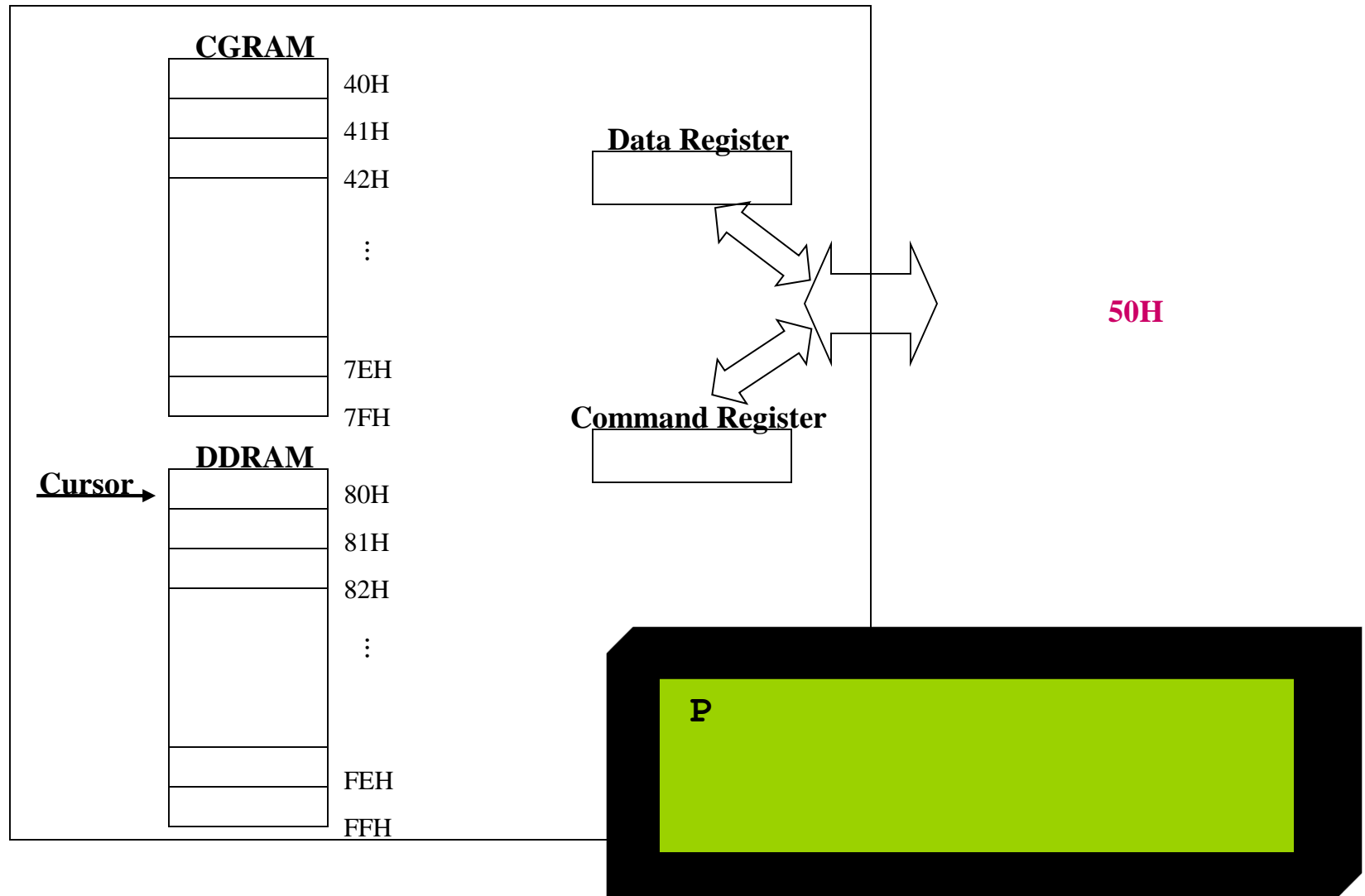
- DDRAM (Data Display RAM)
 - Es una RAM de 128x8 (128 bytes of RAM)
 - Contiene los datos a mostrar en el LCD.
 - Al escribir caracteres ASCII en la RAM el caracter aparece en el LCD.
- CGRAM (Character Generator RAM)
 - Es una RAM de 64x8 (64 bytes of RAM).
 - Contiene los ocho caracteres (0 a 7) generados por el usuario.
 - Para cargar los caracteres hay que escribirlos en esta RAM.
- Cursor (Address Counter)
 - El Cursor es un registro que apunta a las direcciones de la DDRAM or CGRAM.

Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address counter.
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in address counter.

DDRAM (Data Display RAM)

- Data Register
 - 8 bit register.
 - Cuando escribimos un byte de datos en el registro de datos, los datos se escribirán donde apunta el cursor (Address Counter) .
 - Por ejemplo, si escribimos un byte de datos en el registro de datos mientras el cursor apunta a la ubicación 80H de DDRAM, el contenido de la ubicación 80H se actualizará con los datos que hemos escrito en el registro de datos.
- Command Register
 - Podemos controlar la pantalla LCD escribiendo en el registro de comandos.
 - Por ejemplo, podemos pedirle a la pantalla LCD que establezca la ubicación del cursor en un punto particular o que limpie la pantalla escribiendo en el registro de comandos.

Escritura del registro de Datos



Comandos LCD

- Podemos controlar la pantalla LCD enviando códigos de comando al registro de commando.
- Ejemplo de command codes:

Code (Hex)	Instruction	Code (Hex)	Instruction
1	Clear display screen	2	Return home
10	Shift cursor position to left	14	Shift cursor position to right
18	Shift display left	1C	Shift display right
4	After displaying a character on the LCD, shift cursor to left	6	After displaying a character on the LCD, shift cursor to right
80-FF	Set cursor position	40-7F	Set CG RAM address
8	Display off, cursor off	A	Display off, cursor on
C	Display on, cursor off	E	Display on, cursor on
F	Display on, cursor blinking	38	Initializing to 2 lines & 5x7 font

Comandos LCD

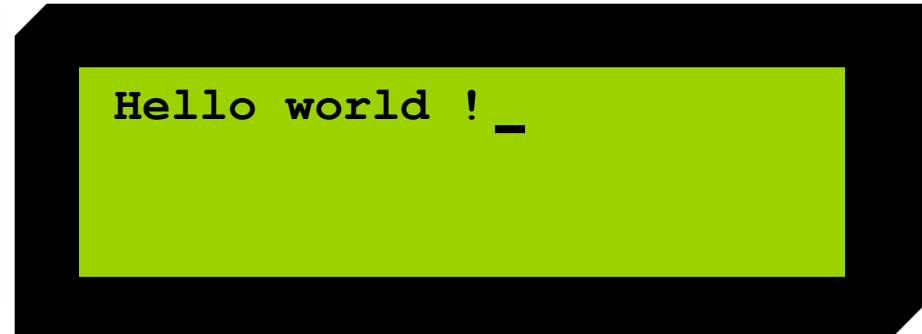
- Clear Display Screen
 - Si escribimos 01H en el registro de comando, LCD borra la pantalla y establece la dirección del cursor en 80H.
- Return home
 - Si escribimos 02H en el registro de comando, LCD pone la dirección del cursor a 80H. También regresa la pantalla a la posición original.

Display y Cursor

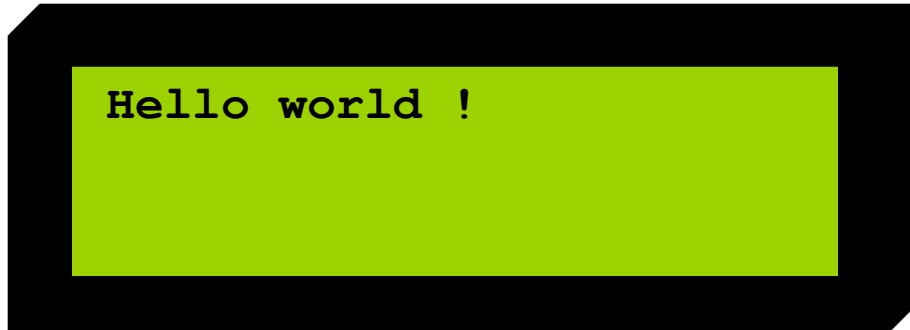
➤ Display on cursor blinking (0FH)



➤ Display on cursor on (0EH)



➤ Display on cursor off (0CH)



➤ Display off cursor off (0AH)



Establecer posición del cursor (Set DDRAM address)

- Las siguientes figuras representan cada una de las posiciones de la pantalla LCD y la dirección DDRAM correspondientes (los números están en hexadecimal)
- Para mover el cursor a cualquier ubicación de la DDRAM, escriba la dirección de esa ubicación en el registro de comando.

	1	2	3	...	18	19	20
Line 1	80	81	82	...	91	92	93
Line 2	C0	C1	C2	...	D1	D2	D3
Line 3	94	95	96	...	A5	A6	A7
Line 4	D4	D5	D6	...	E5	E6	E7

20x4 LCD

	1	2	3	...	38	39	40
Line 1	80	81	82	...	A5	A6	A7
Line 2	C0	C1	C2	...	E5	E6	E7

40x2 LCD

	1	2	3	...	18	19	20
Line 1	80	81	82	...	91	92	93

20x1 LCD

	1	2	3	...	18	19	20
Line 1	80	81	82	...	91	92	93
Line 2	C0	C1	C2	...	D1	D2	D3

20x2 LCD

	1	2	3	...	14	15	16
Line 1	80	81	82	...	8D	8E	8F
Line 2	C0	C1	C2	...	CD	CE	CF

16x2 LCD

Establecer posición del cursor

- Queremos mostrar un carácter en la línea 4 columna 1 de una pantalla LCD de 20x4. ¿Qué debemos escribir en el registro de comandos para mover el cursor?

Solución:

Debemos mover el cursor a la dirección D4H de la DDRAM. Entonces, debemos escribir D4H, en el registro de comando.

	1	2	3	...	18	19	20
Line 1	80	81	82	...	91	92	93
Line 2	C0	C1	C2	...	D1	D2	D3
Line 3	94	95	96	...	A5	A6	A7
Line 4	D4	D5	D6	...	E5	E6	E7

Incrementar y decrementar Cursor

- Si escribe un byte de datos en el registro de datos, los datos se escribirán donde apunta el cursor y el cursor se incrementará de forma predeterminada.
 - Si desea hacer que la pantalla LCD disminuya el cursor, debe escribir 4H en el registro de comando.
 - Si desea hacer que el LCD tenga el comportamiento predeterminado (mover el cursor a la derecha) debe escribir 6H en el registro de comando.



Increment cursor

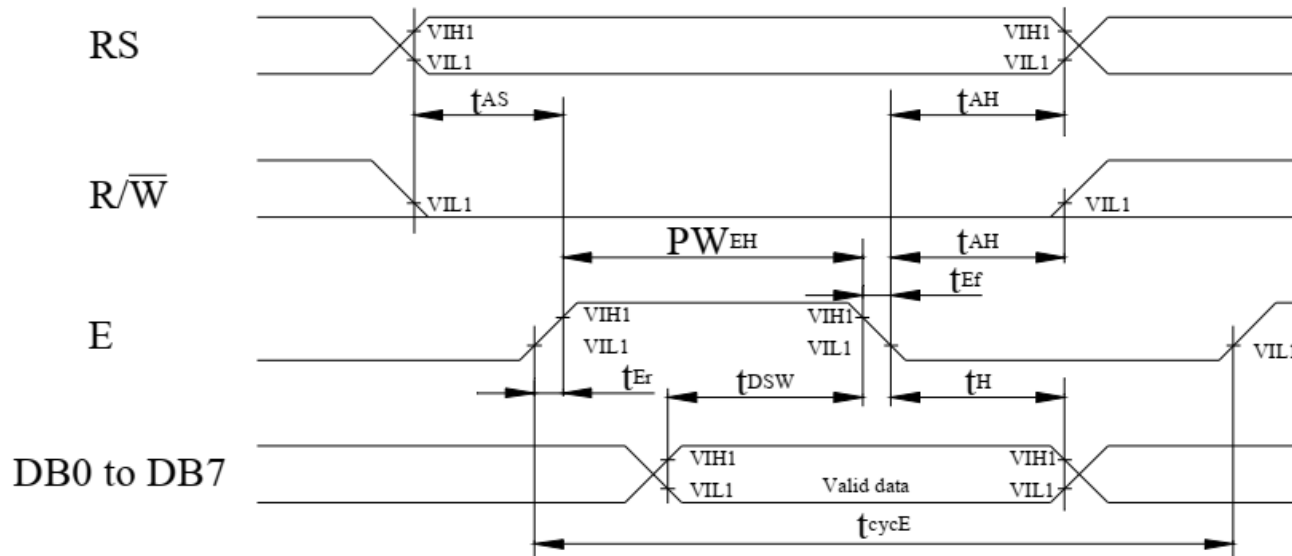


Decrement cursor

Programación del LCD

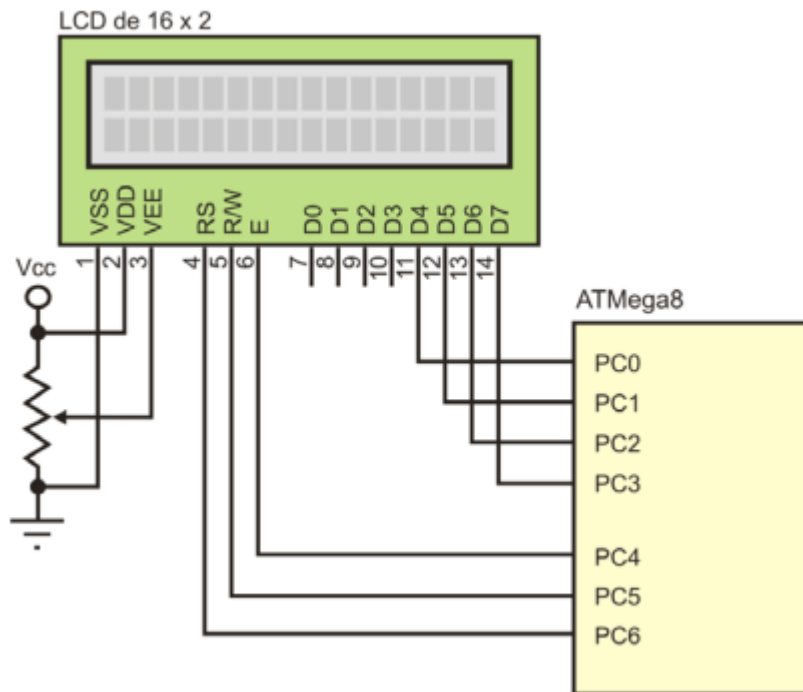
- Inicialización
 - Debemos inicializar el LCD antes de usarlo
 - Ver biblio y/o Data sheet.
- Enviar comandos o datos al LCD

12.1 Write Operation



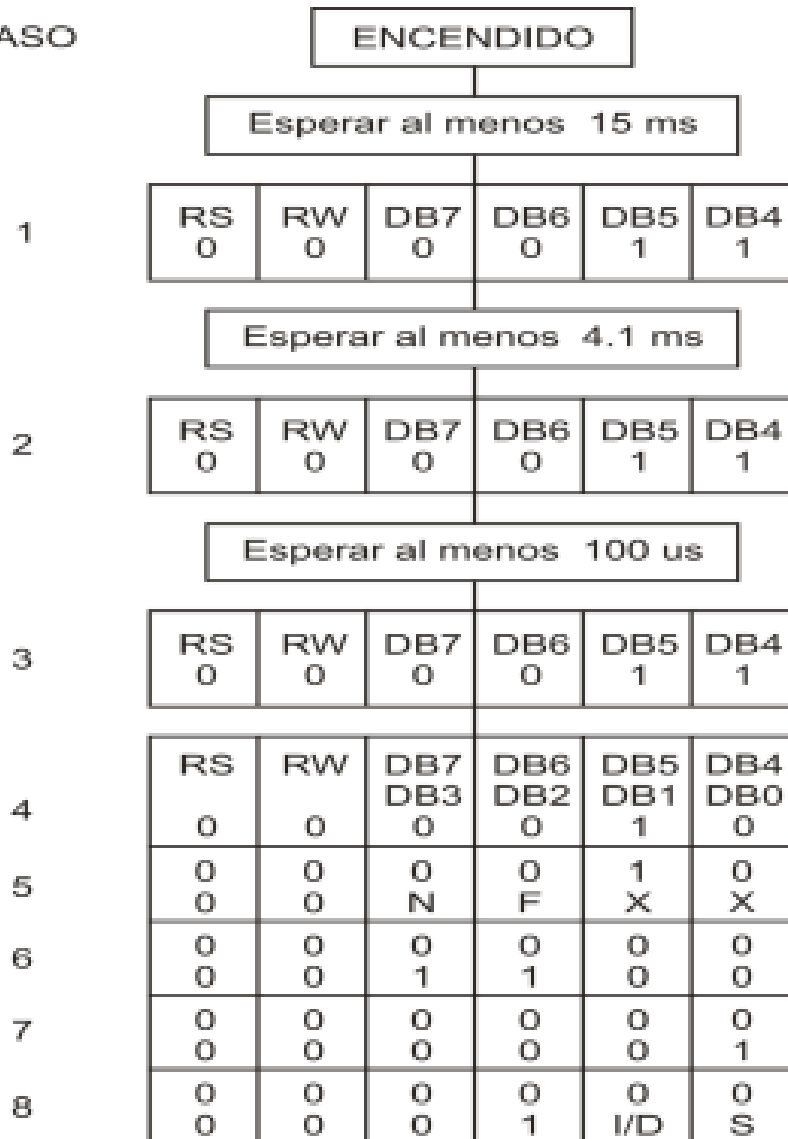
LCD (4-bit mode)

- ❑ Para ahorrar terminales de datos el LCD puede configurarse para trabajar con solo 4 bits de datos en lugar de 8bits.
- ❑ En este caso la conexión se realiza en los pines D4 – D7
- ❑ Para enviar un commando o un dato (de 8bits) se debe enviar primero el nibble más alto y luego el nibble más bajo del dato.



LCD (4-bit mode)

PASO



❑ En el modo de 4 bits, inicializamos la pantalla LCD con las series 3, 3, 3, 2 y 28 en hexadecimal.

❑ Esto representa los nibbles 3, 3, 3 y 2, que le indican a la pantalla LCD que entre en modo de 4 bits. El valor \$28 inicializa la pantalla para matriz de 5 × 7 y operación de 4 bits.

❑ Luego, encendemos el LCD, lo borramos y ajustamos la entrada de datos.

Dependiendo del fabricante la hoja de datos puede sugerir otra secuencia de inicialización

CGRAM

- Almacena las fuentes de los primeros 8 caracteres (carácter 0H al carácter 7H).
- Entonces, para cambiar la fuente de los 8 caracteres y definir nuevos caracteres, se debe escribir en el CGRAM.
- Cada byte del CGRAM almacena una fila de una fuente. Las fuentes se almacenan, respectivamente, en el CGRAM.
- Por ejemplo, si cambia el contenido del primer byte del CGRAM (cuya dirección es 40H), ha cambiado la fila más alta del carácter 0H.
- Atención: en una pantalla LCD con fuente 5x7, cada fuente tiene en realidad 8 filas. La octava fila está reservada para el cursor. No establezca los bits de la octava fila.

		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Character 0		0	0	0	1	1	1	1	0	40
		0	0	0	1	0	0	0	1	41
		0	0	0	1	0	0	0	1	42
		0	0	0	1	1	1	1	0	43
		0	0	0	1	0	1	0	0	44
		0	0	0	1	0	0	1	0	45
		0	0	0	1	0	0	0	1	46
		0	0	0	0	0	0	0	0	47
Character 1		0	0	0	1	0	0	0	1	48
		0	0	0	0	1	0	1	0	49
		0	0	0	1	1	1	1	1	4A
		0	0	0	0	0	1	0	0	4B
		0	0	0	1	1	1	1	1	4C
		0	0	0	0	0	1	0	0	4D
		0	0	0	0	0	1	0	0	4E
		0	0	0	0	0	0	0	0	4F

:
CGRAM (Its first 16 bytes) :

Generar un caracter

- Para cambiar una fila de una fuente, debe seguir la siguiente secuencia:
- Establezca la posición del cursor para que apunte a la ubicación del CGRAM que desea cambiar.
- Cambie la fuente de la fila seleccionada, escribiendo en el registro de datos.
- Atención: la pantalla LCD tiene un solo cursor. Cuando desee cambiar el CGRAM, haga que apunte a CGRAM y cuando desee mostrar algo en la pantalla, haga que apunte a una ubicación de DDRAM. Entonces, cuando termine de cambiar las fuentes, no olvide establecer la posición del cursor, de modo que apunte a DDRAM.

Establecer el cursor en CGRAM

- Queremos cambiar la fuente de la cuarta fila del carácter 1.
¿Qué debemos escribir en el registro de comandos para que el cursor apunte a esa dirección?

■ **Solution:**

Como puede ver en la figura, la dirección de la cuarta fila del carácter 1 es 4BH. Entonces, deberíamos escribir 4BH en el registro de comando.

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Character 0	0	0	0	1	1	1	1	0	40
	0	0	0	1	0	0	0	1	41
	0	0	0	1	0	0	0	1	42
	0	0	0	1	1	1	1	0	43
	0	0	0	1	0	1	0	0	44
	0	0	0	1	0	0	1	0	45
	0	0	0	1	0	0	0	1	46
	0	0	0	0	0	0	0	0	47
Character 1	0	0	0	1	0	0	0	1	48
	0	0	0	0	1	0	1	0	49
	0	0	0	1	1	1	1	1	4A
	0	0	0	0	0	1	0	0	4B
	0	0	0	1	1	1	1	1	4C
	0	0	0	0	0	1	0	0	4D
	0	0	0	0	0	1	0	0	4E
	0	0	0	0	0	0	0	0	4F

CGRAM (Its first 16 bytes) :

Bibliotecas para el LCD

- Para el TP2 utilizaremos una biblioteca de funciones para manejar el display:
 - `void LCDinit(void);` //Initializes LCD
 - `void LCDclr(void);` //Clears LCD
 - `void LCDhome(void);` //LCD cursor home
 - `void LCDGotoXY(uint8_t, uint8_t);` //Cursor to X Y position
 - `void LCDstring(uint8_t*, uint8_t);` //Outputs string to LCD
 - `void LCDsendChar(uint8_t);` //forms data ready to send to LCD
 - `void LCDDescribeDato (int val,unsigned int field_length);` // Funcion para escribir Enteros

Bibliografía

- Libros
 - *The AVR microcontroller & Embedded Systems*. Mazidi, Naimi. (CH12)
 - *Los Microcontroladores AVR de ATMEL*. Felipe Espinoza (CH8)
- Complementaria
 - *datasheet_LCD.pdf*
 - *videos:*

Bibliografía

- Videos

-Arduino desde cero en Español - Capítulo 3 - Entradas/Salidas digitales con pulsador y LED

<https://www.youtube.com/watch?v=BWhup75svIk>

-Arduino desde cero en Español - Capítulo 10 - Módulo LCD 1602A

<https://www.youtube.com/watch?v=JEZiHqY-JPI>

-Arduino desde cero en Español - Capítulo 9 - Teclado keypad 4x4 y simple control de acceso

<https://www.youtube.com/watch?v=9ligsi5Bgv8>

-Arduino desde cero en Español - Capítulo 49 - Display 7 segmentos con MAX7219 y multiplexación

<https://www.youtube.com/watch?v=Gc77CG5-TWo&list=PLkjinQ3NFTPnY1eNyLDGi547gkVui1vyn2>