

Unidad

LCD

# ARQUITECTURA DE UN DISPLAY DIGITAL

En esta infografía veremos la arquitectura interna de un display digital de tecnología LCD (Liquid Crystal Display) y las características técnicas de cuatro de los dispositivos más famosos del mercado.



## Displays tipo TN (Twisted Nematic):

Es el tipo de mayor venta, entre displays tienen "W" de rotación en la alineación de las moléculas de cristal líquido, con respecto al área de transmisión de las dos superficies de vidrio. Los polarizadores utilizados en las superficies exteriores están orientados de manera de permitir el paso de la luz. Como resultado, una vez aplicado un campo eléctrico, las moléculas se alinean con el mismo impediendo la transmisión de los fotones de luz y generando contraste entre zonas de "oscuro" y "claro".

## Displays tipo HTN (High Performance Twisted Nematic):

Ofrecen mayor rotación, mayor ángulo de visión y menor costo que los materiales TN.

## Displays tipo STN (Super Twisted Nematic):

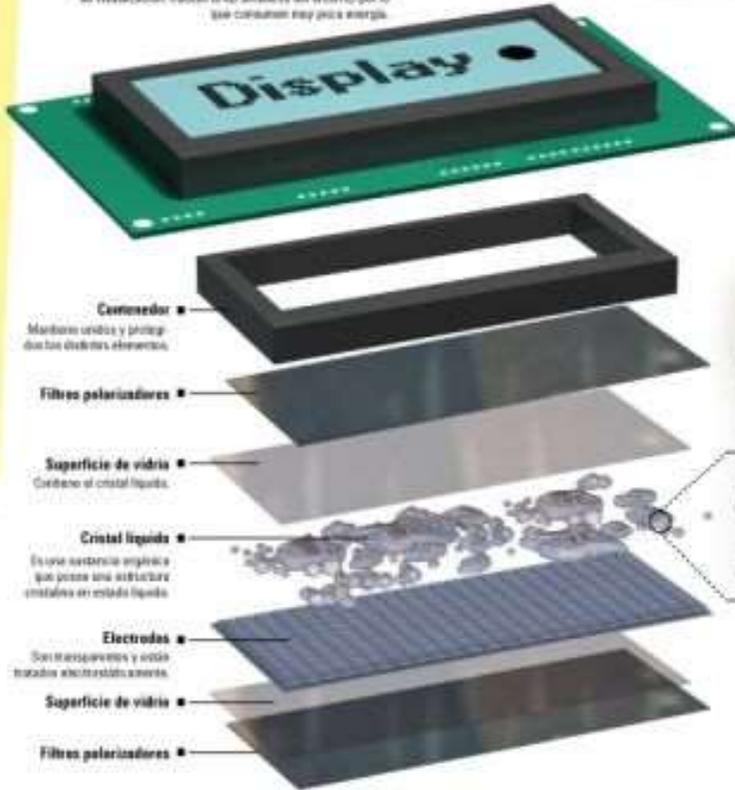
Ofrecen mayor ángulo de rotación (90° contra 90° del TN), con mayor contraste y ángulo de vista. Posee una desventaja, que es el efecto de birrefringencia o "doble refracción". Estos materiales desdoblaron un rayo de luz incidente en dos haces, uno polarizado en forma perpendicular entre sí. El efecto causado es que cambia el color de fondo a amarillo - verde y si de los caracteres a azul.



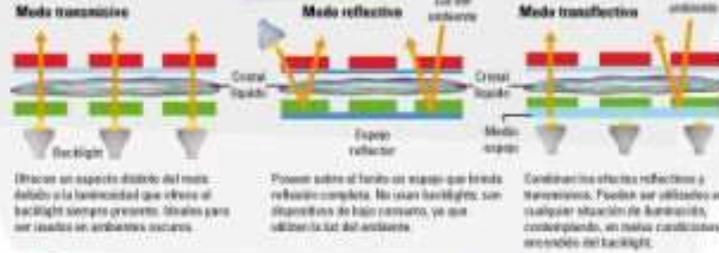
## Displays tipo FSTN (Film Super Twisted Nematic):

Este material agrega un film de retardo que compensa el efecto de birrefringencia. Esto permite la existencia de display blanco- negro, con excelente visualización cuando se aplica backlight.

Los displays LCD no emiten luz ni ningún tipo de radiación, es por eso que se los agrupa dentro de los dispositivos "pasivos" de visualización. Utilizan la luz ambiente del entorno, por lo que consumen muy poca energía.

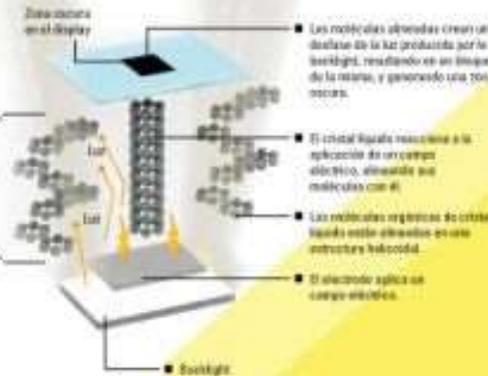
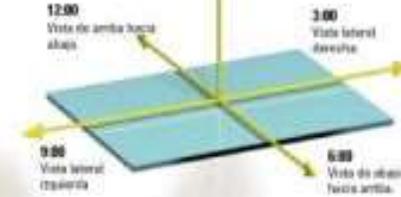


## MÉTODOS DE ILUMINACIÓN



## Ángulo de visión:

Es la dimensión en la que un display se ve mejor. Se define dentro la fabricación, no puede ser modificada luego.



- El cristal líquido la forma de sus moléculas: son largas y alargadas. En cada pixel LCD hay dos capas-electrodo, conductoras eléctricamente y transparentes; en medio hay cristales líquidos, con capacidad para desviar la luz a su paso.
- En una pantalla alfanumérica, cuando la corriente circula entre los electrodos de indio transparentes, los cristales se reorientan alterando la transparencia.
- El cristal líquido es el material base de un LCD, exhibe un comportamiento similar al de los líquidos y unas propiedades físicas anisótropas, similares a los sólidos cristalinos. Las moléculas del cristal poseen forma alargada, y son más o menos paralelas entre sí en la fase cristalina.

# El módulo LCD

- Las pantallas de cristal líquido LCD o display LCD para mensajes (Liquid Cristal Display) tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico, permitiendo representar la información que genera cualquier equipo electrónico de una forma fácil y económica.
- La pantalla consta de una matriz de caracteres (normalmente de 5x7 o 5x8 puntos) distribuidos en una, dos, tres o cuatro líneas de 16 hasta 40 caracteres cada línea.
- El proceso de visualización es gobernado por un microcontrolador incorporado a la pantalla, siendo el Hitachi 44780 el modelo de controlador más utilizado.

# Características generales de un módulo LCD 16x2

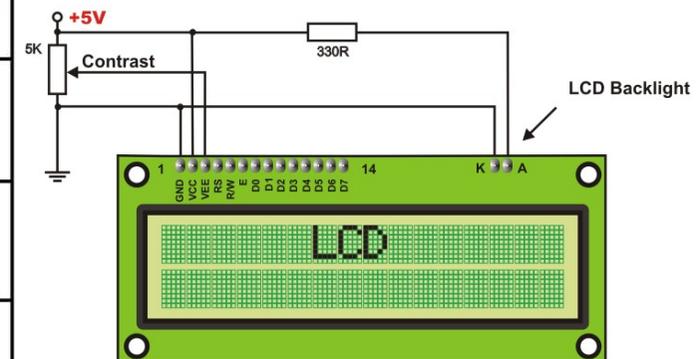


- Consumo reducido 7.5mW
- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres japoneses Kanji, caracteres griegos y símbolos matemáticos.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o a la derecha
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla, visualizándose 16 caracteres por línea
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Pueden ser gobernados de 2 formas principales: Conexión con bus de 4 bits o Conexión con bus de 8 bits



# Conexiones

PIN N°	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	V <sub>SS</sub>	Patilla de tierra de alimentación
2	V <sub>DD</sub>	Patilla de alimentación de 5 V
3	V <sub>O</sub>	Patilla de contraste del cristal líquido. 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	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	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído
6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona



# DDRAM

- El módulo LCD posee una zona de memoria RAM llamada DDRAM (Data Display RAM) donde se almacenan los caracteres que se van a mostrar en la pantalla.
- Tiene una capacidad de 80 bytes, 40 por cada línea, de los cuales sólo 32 se pueden visualizar a la vez (16 bytes por línea).
- De las 80 posibles, las dos direcciones más importantes de la DDRAM son:

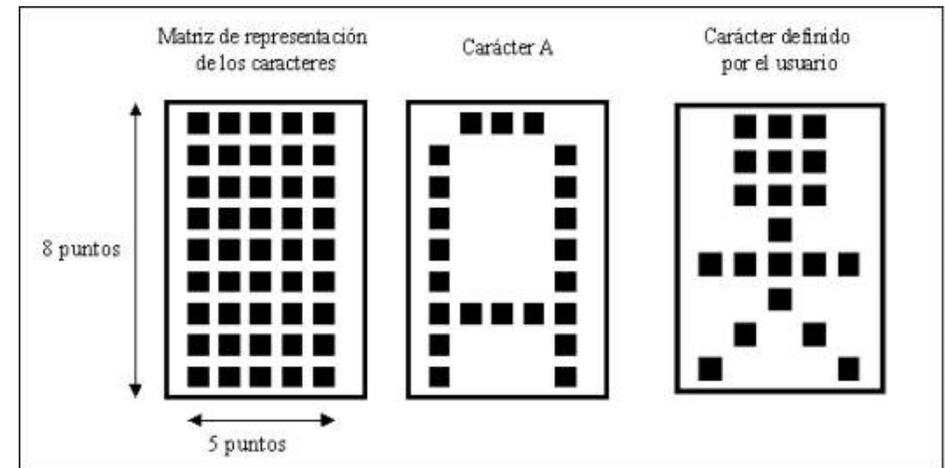
Dirección 00h, que es el comienzo de la primera línea

Dirección 40h, que es el comienzo de la segunda línea

# CARACTERES DEFINIDOS EN LA CGROM

- El LCD dispone de una zona de memoria interna no volátil llamada CGROM donde se almacena una tabla con los 192 caracteres que pueden ser visualizados.
- Cada uno de los caracteres tiene su representación binaria de 8 bits. Para visualizar un carácter debe recibir por el bus de datos el código correspondiente.
- También permite definir 8 nuevos caracteres de usuario que se guardan en una zona de RAM denominada CGRAM (Character Generator RAM)

Lower 4 Bits	Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)			0	@	P	`	P				-	夕	ミ	&	p	
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	△	△	q
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	×	β	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	⊗
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ホ	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	工	ε	Ü
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w			ア	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)			(	8	H	X	h	x			イ	ク	ネ	リ	γ	×
xxxx1001	(2)			)	9	I	Y	i	y			ウ	ケ	ル	ル	γ	γ
xxxx1010	(3)			*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ン	レ	j	≠
xxxx1011	(4)			+	;	K	L	k	l			オ	サ	ヒ	ロ	*	≠
xxxx1100	(5)			,	<	L	¥	l	l			カ	シ	フ	ワ	φ	≠
xxxx1101	(6)			-	=	M	J	m	j			ユ	ス	ン	モ	÷	÷
xxxx1110	(7)			.	>	N	^	n	÷			ヨ	セ	ホ	°	≠	≠
xxxx1111	(8)			/	?	O	_	o	€			ッ	ソ	マ	°	ö	■



- Escribir Hola Mundo

# Comandos de Control

Consisten en diferentes códigos que se introducen a través del bus de datos del módulo LCD

# Abreviaturas comandos de control

S = 1 Desplaza la visualización cada vez que se escribe un dato

S = 0 Modo normal

I/D = 1 Incremento del cursor

I/D = 0 Decremento del cursor

S/C = 1 Desplaza el display

S/C = 0 Mueve el cursor

R/L = 1 Desplazamiento a la derecha

R/L = 0 Desplazamiento a la izquierda

BF = 1 Módulo ocupado

BF = 0 Módulo disponible

**DL = 1 Bus de datos de 8 bits**

**DL = 0 Bus de datos de 4 bits**

**N = 1 LCD de 2 líneas**

**N = 0 LCD de 1 línea**

**F = 1 Carácter de 5x10 puntos**

**F = 0 Carácter de 5x7 puntos**

**B = 1 Parpadeo de cursor ON**

**C = 1 Cursor ON**

**D = 1 Display ON**

**X = Indeterminado**





# Entry mode set

- Establece la dirección de movimiento del cursor y especifica si la visualización se va desplazando a la siguiente posición de la pantalla o no. Estas operaciones se ejecutan durante la lectura o escritura de la DD RAM o CG RAM. Para visualizar normalmente poner el bit S a '0'.
- Tiempo de ejecución: 42 us

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

# Display on/off control

- Activa o desactiva poniendo en ON/OFF tanto al display (D) como al cursor (C) y se establece si este último debe o no parpadear (B).
- Tiempo de ejecución: 42 us

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

# Movimiento del cursor o display

- Mueve el cursor y desplaza el display sin cambiar el contenido de la memoria de datos de visualización DD RAM.
- Tiempo de ejecución: 42 us

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

# Función set

- Establece el tamaño de interface con el bus de datos (DL), número de líneas del display (N) y tipo de carácter (F).
- Tiempo de ejecución: 42 us

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

# Configuración CGRAM address

- El módulo LCD además de tener definidos todo el conjunto de caracteres ASCII, permite al usuario definir 4 u 8 caracteres gráficos. La composición de estos caracteres se va guardando en una memoria llamada CG RAM con capacidad para 64 bytes. Cada carácter gráfico definido por el usuario se compone de 16 u 8 bytes que se almacenan en sucesivas posiciones de la CG RAM. Mediante esta instrucción se establece la dirección de la memoria CG RAM a partir de la cual se irán almacenando los bytes que definen un carácter gráfico. Ejecutado este comando todos los datos que se escriban o se lean posteriormente, lo hacen desde esta memoria CG RAM.
- Tiempo de ejecución: 42 us

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	Dirección de la CG RAM					

# Configuración dd address

- Los caracteres o datos que se van visualizando, se van almacenando previamente en una memoria llamada DD RAM para de aquí pasar a la pantalla. Mediante esta instrucción se establece la dirección de memoria DD RAM a partir de la cual se irán almacenando los datos a visualizar. Ejecutado este comando, todos los datos que se escriban o lean posteriormente los hacen desde esta memoria DD RAM. Las direcciones de la 80h a la 8Fh corresponden con los 16 caracteres del primer renglón y de la C0h a la CFh con los 16 caracteres del segundo renglón, para este modelo.
- Tiempo de ejecución: 42 us

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	Dirección de la DD RAM					

# Leer bandera (ocupado) y dirección

- Cuando el módulo LCD está ejecutando cualquiera de estas instrucciones, tarda un cierto tiempo de ejecución en el que no se le debe mandar ninguna otra instrucción. Para ello dispone de un flag llamado BUSY (BF) que indica que se está ejecutando una instrucción previa. Esta instrucción de lectura informa del estado de dicho flag además de proporcionar el valor del contador de direcciones de la CG RAM o de la DD RAM según la última que se haya empleado.
- Tiempo de ejecución: 42 us

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	Dirección de la CG RAM o de la DD RAM						

# Escribir datos a cgram o ddram

- Mediante este comando se escribe en la memoria DD RAM los datos que se quieren presentar en pantalla y que serán los diferentes códigos ASCII de los caracteres a visualizar. Igualmente se escribe en la memoria CG RAM los diferentes bytes que permiten confeccionar caracteres gráficos a gusto del usuario. El escribir en uno u otro tipo de memoria depende de si se ha empleado previamente la instrucción de direccionamiento DD RAM o la de direccionamiento CG RAM
- Tiempo de ejecución: 42 us

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	Código ASCII o byte del carácter gráfico							

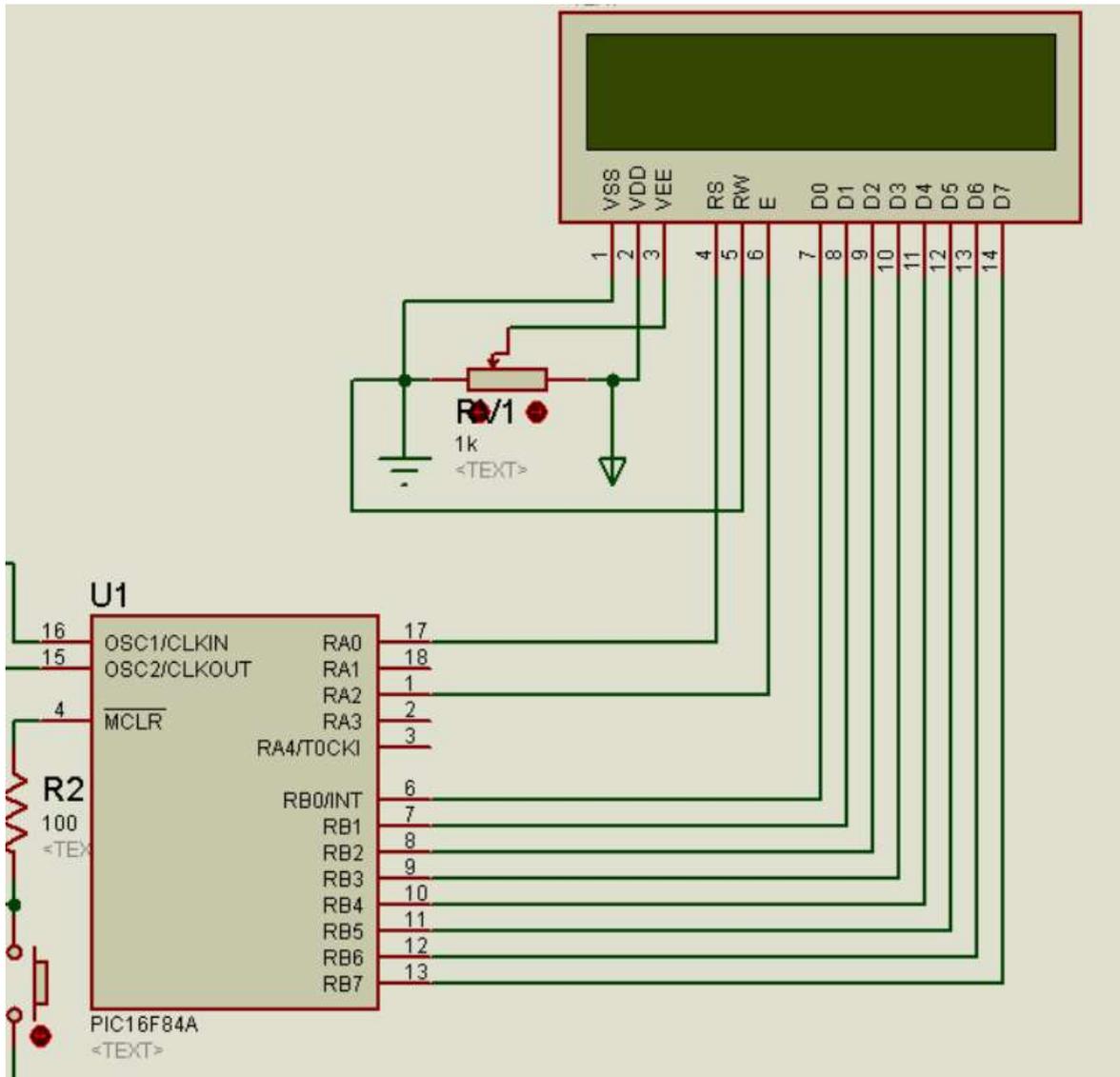
# Leer datos desde la cgram o ddram

- Mediante este comando se lee de la memoria DD RAM los datos que haya almacenados y que serán los códigos ASCII de los caracteres visualizados. Igualmente se lee de la memoria CG RAM los diferentes bytes con los que se ha confeccionado un determinado carácter gráfico.
- El leer de uno u otro tipo de memoria depende de si se ha empleado previamente la instrucción de direccionamiento de la DD RAM o la de direccionamiento CG RAM.
- Tiempo de ejecución: 42 us

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	Código ASCII o byte del carácter gráfico							

# Secuencia de inicialización

- El módulo LCD ejecuta automáticamente una secuencia de inicio interna en el instante de aplicarle la tensión de alimentación si se cumplen los requisitos de alimentación expuestos en su manual.
- Dichos requisitos consisten en que el tiempo que tarde en estabilizarse la tensión desde 0.2 V hasta los 4.5V mínimos necesario sea entre 0.1 ms y 10 ms. Igualmente el tiempo de desconexión debe ser como mínimo de 1 ms antes de volver a conectar

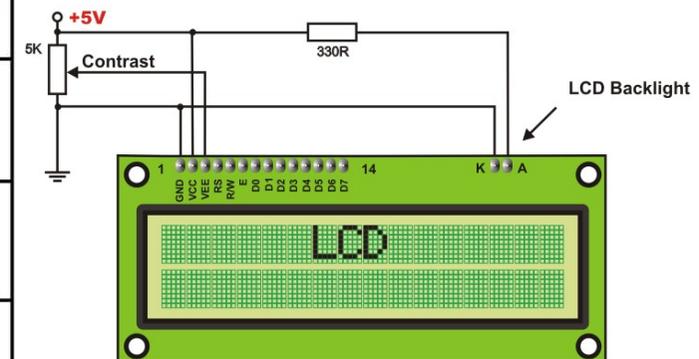


# PIC-LCD

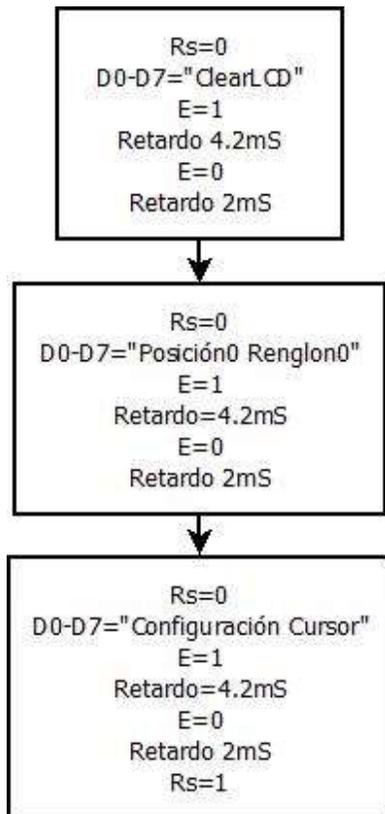
Pines PIC	Pines LCD	Símbolo
0V	1	Vss
5V	2	Vdd
Pot	3	Vo
RA0	4	Rs
0V	5	R/W
RA2	6	E
RB0/RB7	7-14	D0-D7

# Conexiones

PIN N°	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	V <sub>SS</sub>	Patilla de tierra de alimentación
2	V <sub>DD</sub>	Patilla de alimentación de 5 V
3	V <sub>O</sub>	Patilla de contraste del cristal líquido. 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	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	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído
6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona



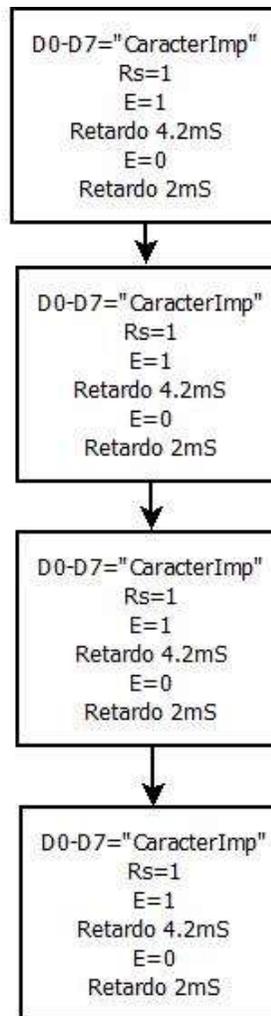
# Secuencia de inicialización



PIN N°	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	V <sub>SS</sub>	Patilla de tierra de alimentación
2	V <sub>DD</sub>	Patilla de alimentación de 5 V
3	V <sub>O</sub>	Patilla de contraste del cristal líquido. 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	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	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído
6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona

# Escritura renglón 0

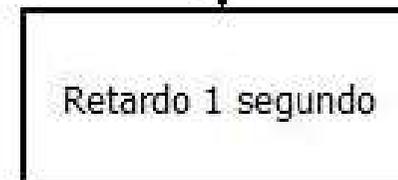
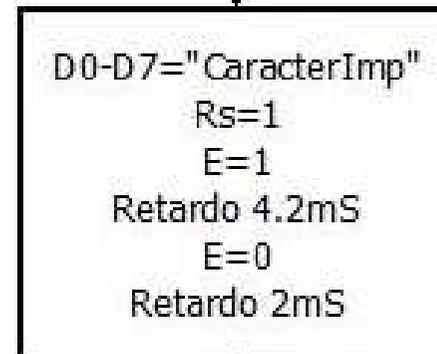
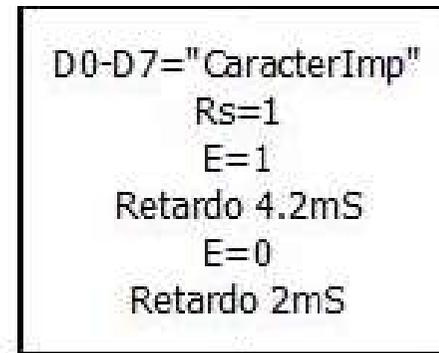
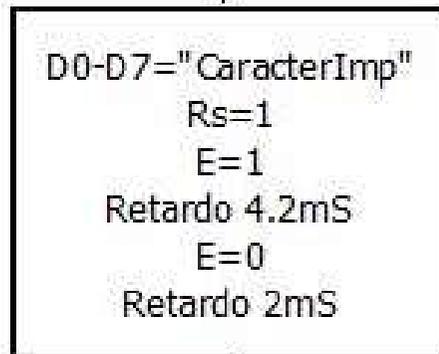
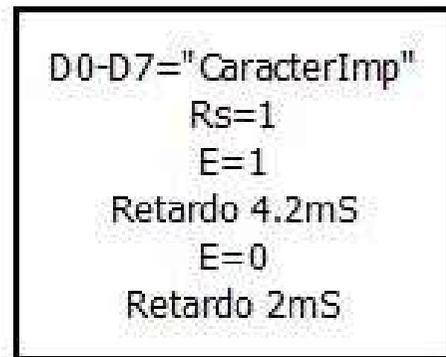
- Impresión de caracter por caracter



# Salto a renglón 1

```
Rs=0  
D0-D7="CursorRenglon1"  
E=1  
Retardo 4.2mS  
E=0  
Retardo 2mS
```

# Escritura renglón 1



- Practica 12: Generar en un LCD de 2x16 el mensaje:

Microprocessor

Microcontroller

PEREZ, JIMENEZ

RIVERA U

Entrega: Lunes 29