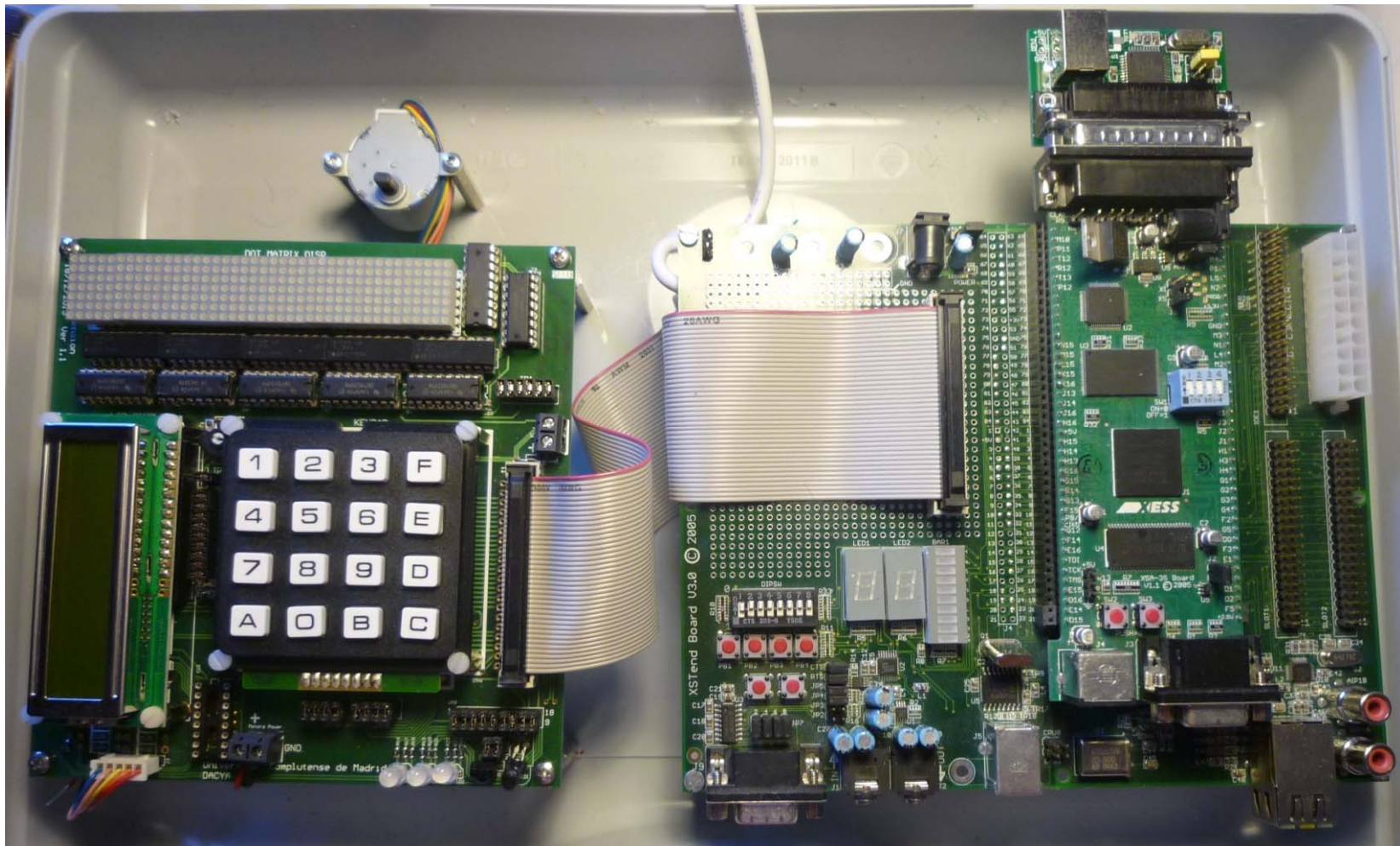
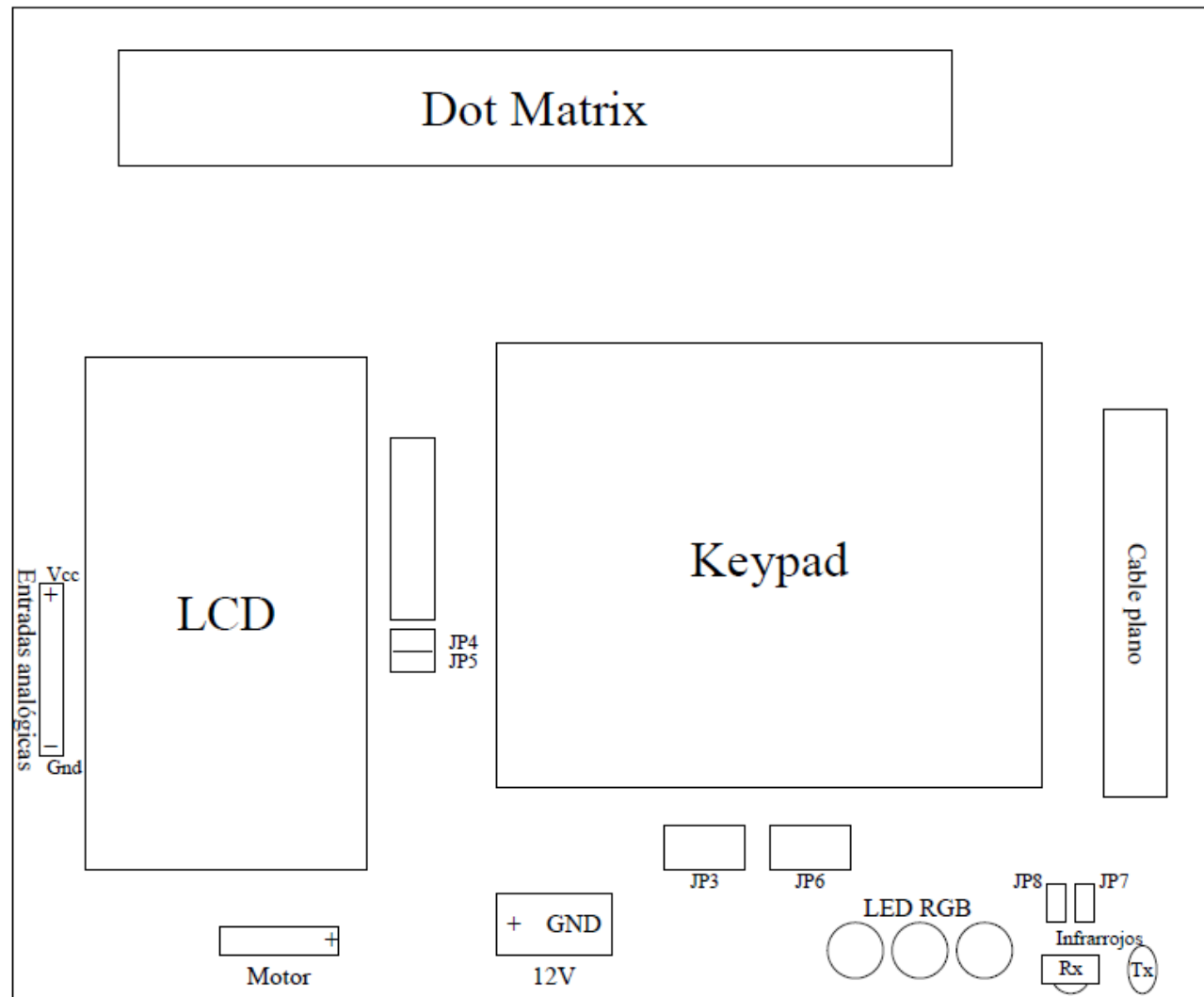


Placa de expansión





Placa de expansión



LCD



- Un **LCD** (Liquid Crystal Display) es un dispositivo de bajo coste capaz de mostrar texto y/o gráficos. Incorpora:
 - el propio **display** de cristal líquido.
 - una **memoria de patrones** que almacena el mapa de bits de los caracteres imprimibles.
 - una **memoria de refresco**.
 - un **microcontrolador** que simplifica al máximo la circuitería de interfaz y que genera las señales eléctricas necesarias para el refresco de la información.
- Un **LCD de matriz de puntos alfanumérico** típico:
 - está formado por 2 filas de 8 caracteres cada una.
 - cada carácter se muestra sobre una matriz de 5×8 puntos.
 - internamente almacena el patrón de 208 caracteres diferentes (seleccionables por su código ASCII).
 - permite la definición por el usuario del patrón de hasta 8 caracteres.
 - tiene facilidades para el manejo de cursor y la inicialización del LCD.
 - utiliza para comunicarse un protocolo tipo strobe con señales:
 - de selección operación (lectura/escritura)
 - de selección de registro (instrucción-estado/datos)
 - paralela de datos (8 bits).

LCD

ciclos de acceso



■ Memorias de caracteres y refresco

- *CGROM* (Character Generation ROM): almacena los patrones de 5×8 puntos de los 204 caracteres fijos.
- *CGRAM* (Character Generation RAM): almacena los patrones de 5×8 puntos de los 8 caracteres programables.
- *DDRAM* (Display Data RAM): almacena los códigos de los caracteres que se muestran en el LCD (2 filas de 40).

■ Registros arquitectónicos:

- *IR* (Instruction Register) - 8 bits: almacena órdenes para el LCD.
- *BS* (Busy Flag) - 1 bit: indica que una orden se está procesando.
- *AR* (Address Counter) - 7 bits: registro que se autoincrementa/decrementa por cada acceso a *DR*, y que contiene direcciones de la *DD/CGRAM*.
- *DR* (Data Register) - 8 bits: registro intermedio para la transmisión con la *DD/CGRAM*.

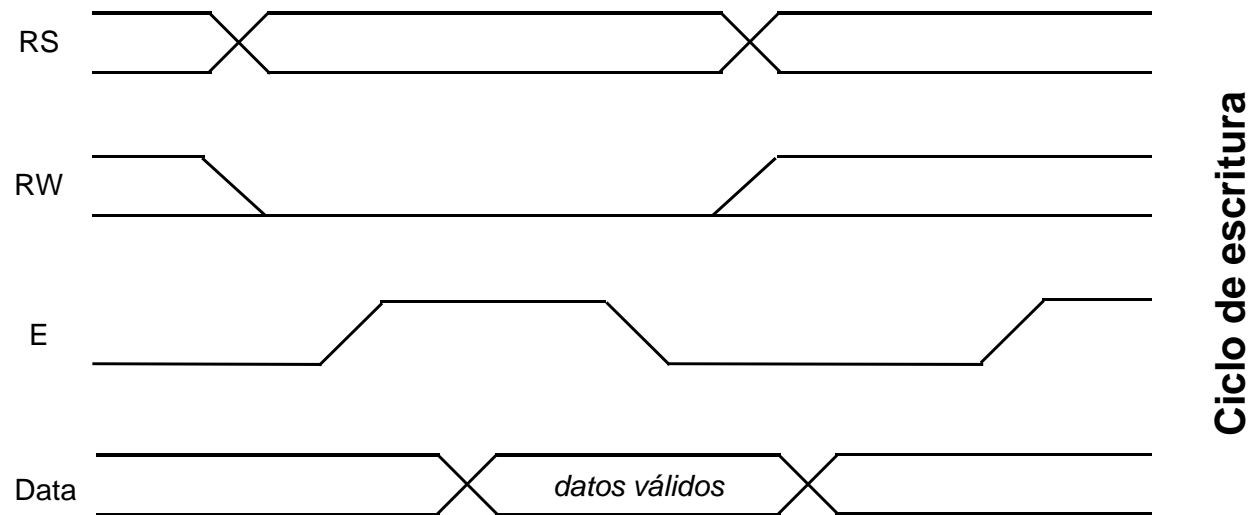
■ Líneas de comunicación:

- *Líneas de datos*: D0-D7, para la transferencia bidireccional de datos/instrucciones entre el sistema y el LCD.
- *Línea de control*: RS (Register Select) y RW (Read/Write).
 - RS=0, RW=0: escritura de IR.
 - RS=0, RW=1: lectura de estado (BS & AR).
 - RS=1, RW=X: escritura (RW=0) o lectura (RW=1) de DR.
- *Línea de protocolo*: E (Enable), para indicar la validez de las anteriores líneas (protocolo tipo strobe asíncrono).

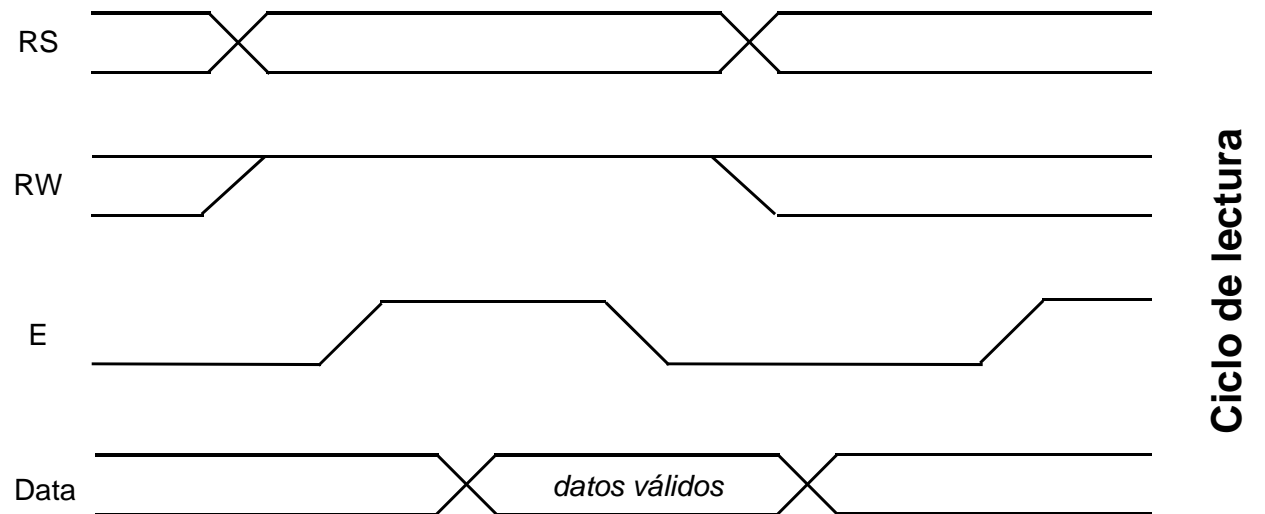


LCD

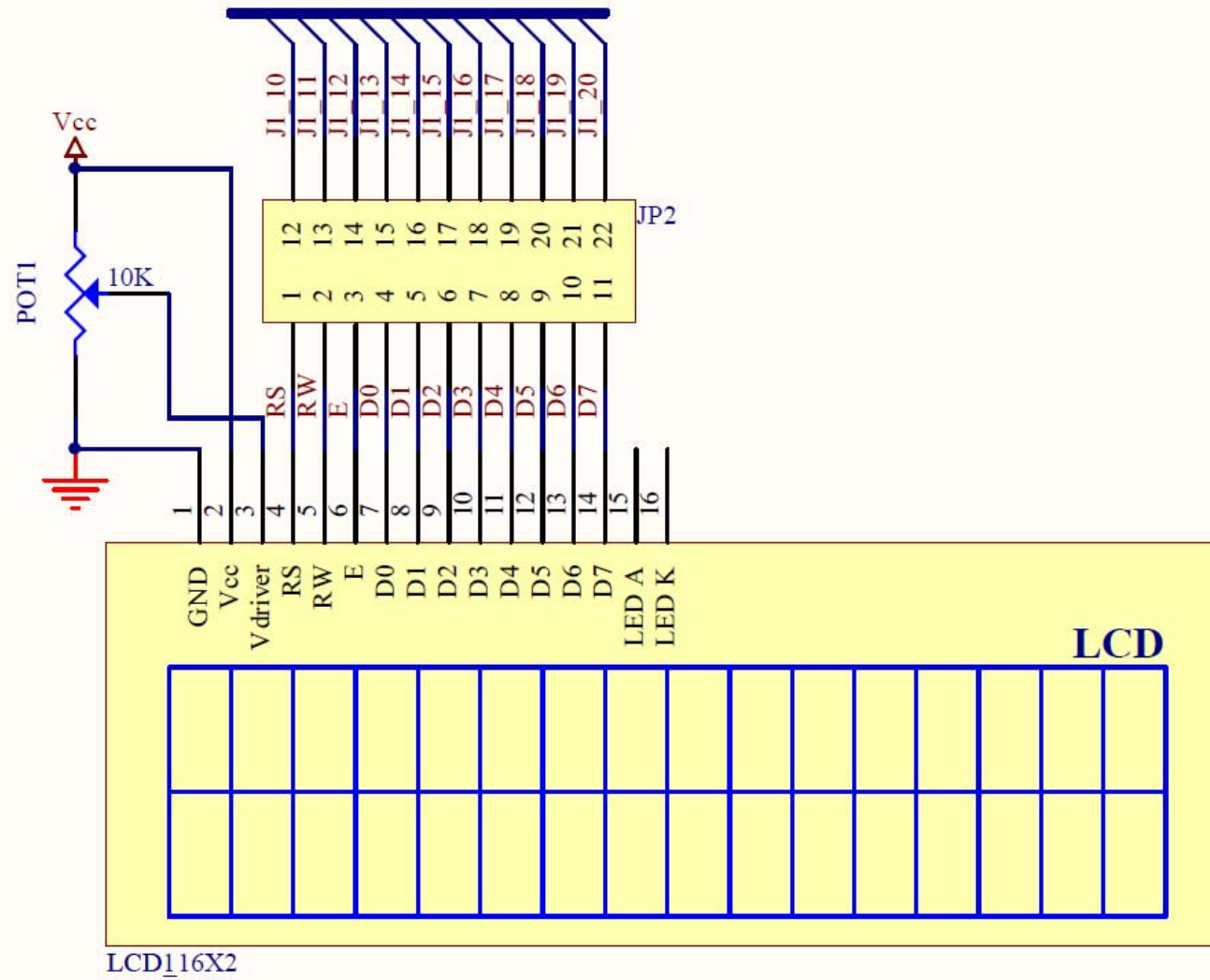
ciclos de acceso



ciclos de acceso



LCD



LCD

instrucciones

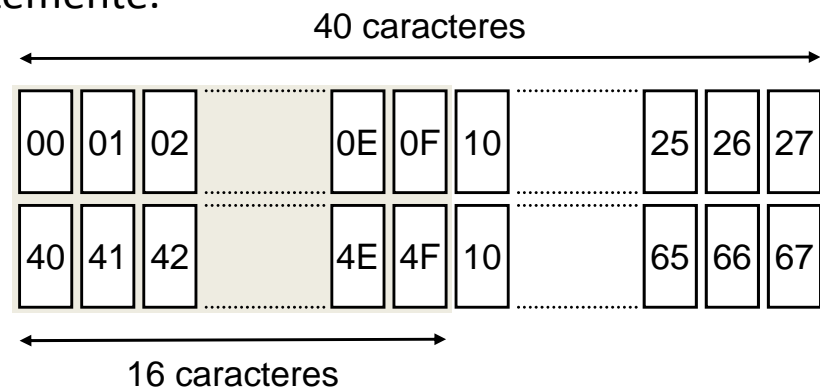


■ Establecimiento del modo de funcionamiento (001 d n f x x)

- $d=1$: transmisión de 8 bits, $d=0$: transmisión 4 bits
- $n=1$: display de 2 líneas, $n=0$: display de 1 línea.
- $f=1$: caracteres de 5×11 puntos, $f=0$: caracteres de 5×8 puntos.

■ Establecimiento del modo de entrada (000001 c s)

- $s=0$: a cada escritura del DR, el cursor se mueve hacia la derecha ($c=1$) o a la izquierda ($c=0$). AR se actualiza convenientemente.
- $s=1$: a cada escritura del DR, la ventana visible se desplaza a la derecha ($c=1$) o a la izquierda ($c=0$). AR se actualiza convenientemente.



■ Inicialización del display (00000001)

- borra el contenido de DDRAM, inicializa AC a 0, retorna el cursor a la esquina superior izquierda, y entra en modo de funcionamiento con cursor y autocremento de AR.

LCD

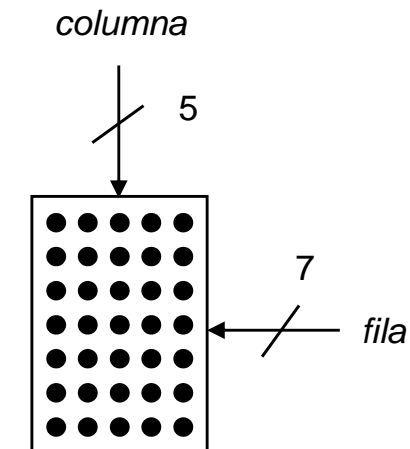
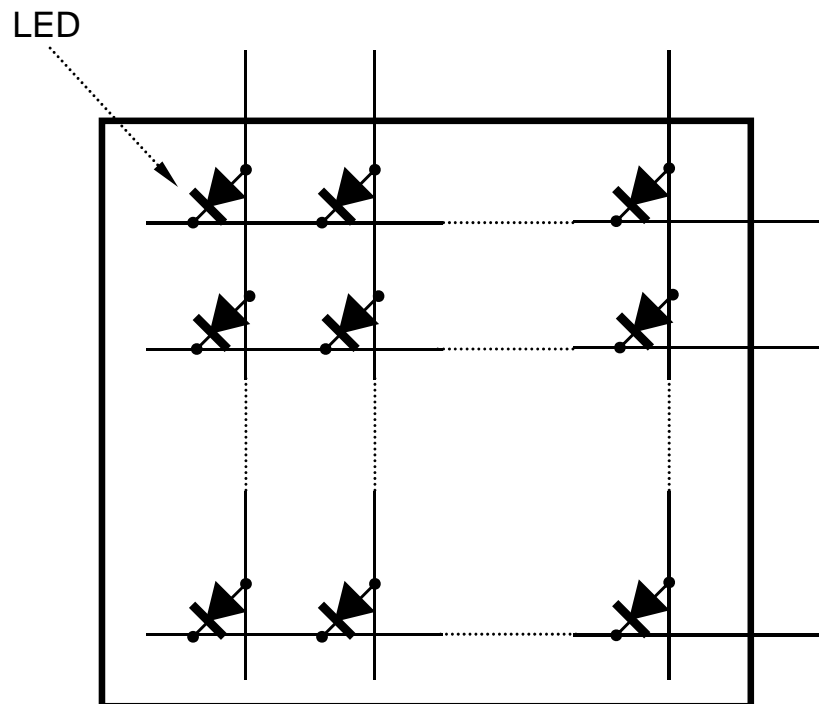
instrucciones



- **Control de ON/OFF (00001dcb)**
 - $d=1$: enciende el display, $d=0$: apaga el display.
 - $c=1$: enciende el cursor, $c=0$: apaga el cursor.
 - $b=1$: el cursor parpadea, $b=0$: el cursor no parpadea.
- **Fijar dirección de CGRAM (01xxxxxx)**
 - Carga AR con una dirección, e indica que direcciona la CGRAM
- **Fijar dirección de DDRAM (1xxxxxxx)**
 - Carga AR con una dirección, e indica que direcciona la DDRAM
- **Desplazamiento (0001csxx)**
 - $s=0$: desplaza el cursor a la derecha y AR se incrementa ($c=1$) o desplaza el cursor a la izquierda y AR se decrementa ($c=0$).
 - $s=1$: desplaza la ventana visible a la derecha ($c=1$) o a la izquierda ($c=0$).
- **Vuelta a casa (0000001x)**
 - Manteniendo el contenido de la DDRAM, inicializa AC a 0, retorna el cursor a la esquina superior izquierda, y desplaza la ventana visible a la izquierda.

Matriz de puntos

- Una **matriz de LEDs** es una colección de LEDs dispuestos en filas y en columnas con acceso multiplexado.
 - todo LED comparte un terminal con todos sus vecinos de fila y el otro terminal con todos sus vecinos de columna.

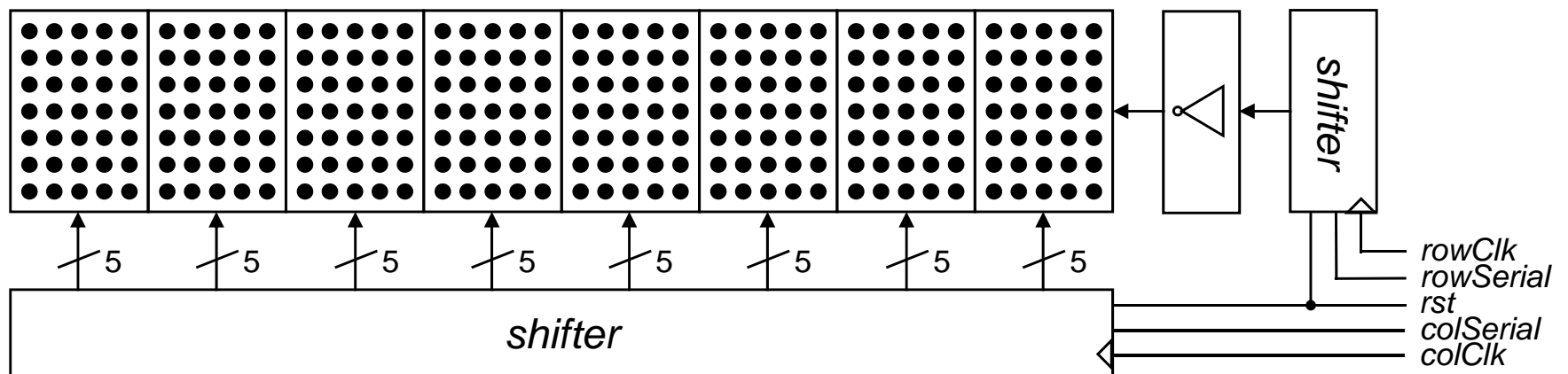


matriz de LEDs
(filas cátodo común, columnas ánodo común)



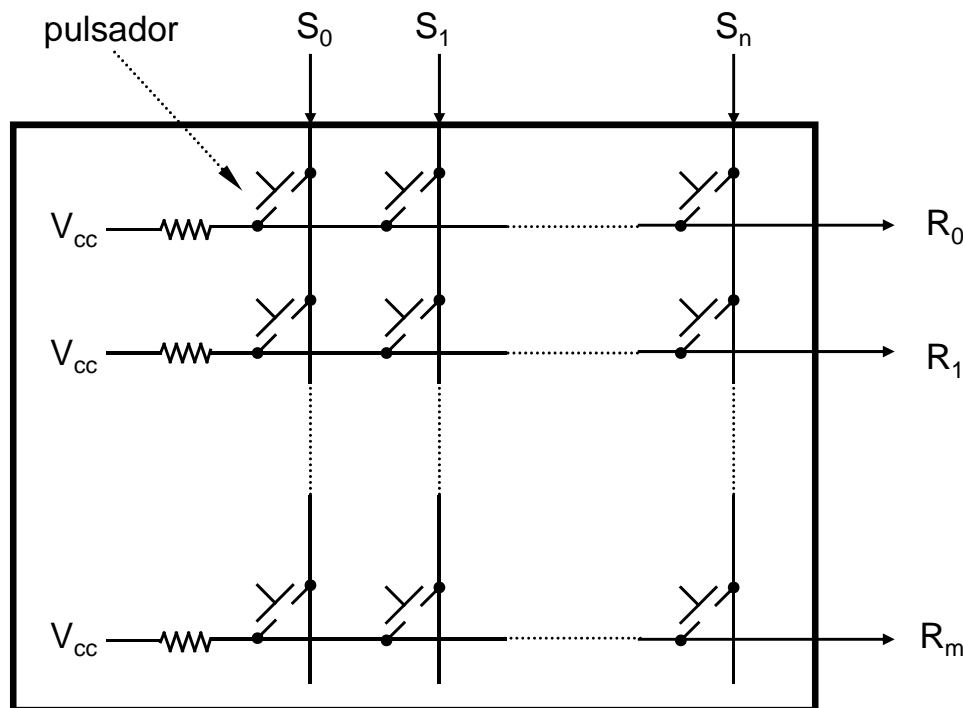
Matriz de puntos

- Cuando el número de LEDs es elevado, el acceso a los mismos suele multiplexarse para reducir el pinout y el consumo.
- Cuando un banco de LEDs se multiplexa, en todo momento sólo un LED está encendido por lo que la información que muestra debe refrescarse periódicamente.
 - **Frecuencia de refresco:** frecuencia a la que un LED se selecciona
 - el ojo humano detecta como parpadeo frecuencias inferiores a 50 Hz (periodo 20 ms)
 - **Tiempo de persistencia:** tiempo durante el cual un LED está seleccionado
 - conforme disminuye la persistencia, disminuye la luminosidad.
 - En diseño HW, la frecuencia de refresco y la persistencia están relacionadas según el grado de multiplexación.
 - $(\text{tiempo persistencia}) \times (\text{num. elementos a refrescar}) = (\text{periodo de refresco})$

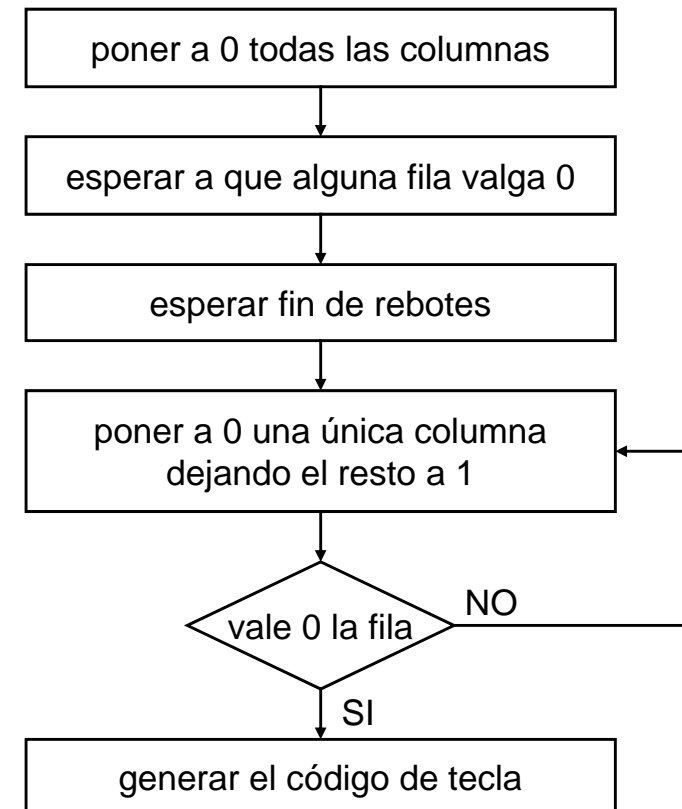


Teclado matricial

- Un **teclado** es una colección de pulsadores cuyo estado puede ser conocido individualmente
- La configuraciones mas comunes son:
 - **teclados lineales**: cada pulsador tiene una línea dedicada para conocer su estado
 - **teclados matriciales**: los pulsadores se disponen en filas y columnas, de manera que los pulsadores de la misma fila comparten la línea que permite conocer su estado



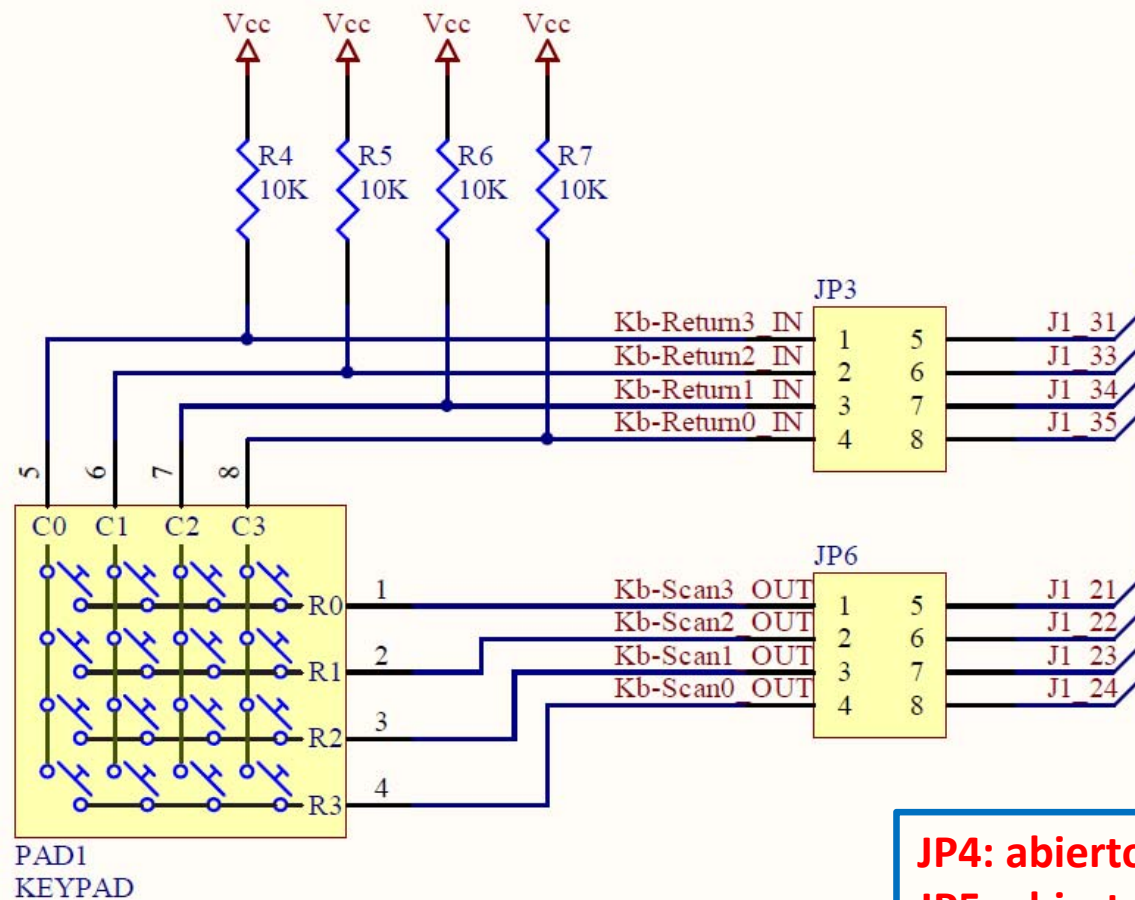
teclado matricial



*Algoritmo de detección de pulsaciones
en un teclado matricial*



Teclado matricial



JP4: abierto
JP5: abierto
JP3 (4 jumpers): cerrado



Altavoz / zumbador

- Un **altavoz**, es un transductor capaz de generar una onda sonora análoga (en frecuencia y amplitud) a una señal eléctrica dada.
- Se compone de una membrana elástica unida a una bobina móvil que se monta dentro del campo magnético de un imán permanente.
 - La fuerza de atracción entre la bobina y el imán es función de la intensidad y el sentido de la corriente que circule por la bobina.
 - Cambios en la corriente, provocan movimientos en la bobina que se traducen en vibraciones de la membrana. Si estas vibraciones tienen la frecuencia adecuada, se escucha un sonido.
- Dado que un sistema digital puede generar una señal digital periódica a través de uno de sus pines, puede producir sonidos si dicho pin se conecta un altavoz.
 - Si se desea generar un sonido complejo, se debe generar por separado cada uno de sus armónicos y sumarlos para generar una única señal.
- Un **zumbador** es un pequeño altavoz conectado a un oscilador de frecuencia fija.
 - desde un sistema digital solo puede controlarse si suena o no



Altavoz / zumbador

- Un **sonido** es una onda longitudinal mecánica con una frecuencia comprendida entre 20 y 20000 Hz.
 - **Tono**: percepción humana de la frecuencia de una onda
 - **Volumen**: percepción humana de la intensidad de una onda que depende principalmente de su amplitud.
 - **Timbre**: percepción humana de la forma de la onda.
- Un **altavoz**, es un transductor capaz de generar una onda sonora análoga (en frecuencia y amplitud) a una señal eléctrica dada.
 - Se compone de una membrana elástica unida a una bobina móvil que se monta dentro del campo magnético de un imán permanente.
 - Dado que un sistema digital puede generar una señal digital periódica a través de uno de sus pines, puede producir sonidos si dicho pin se conecta un altavoz.
- Un **zumbador** es un pequeño altavoz conectado a un oscilador de frecuencia fija.
 - desde un sistema digital solo puede controlarse si suena o no



Altavoz /zumbador

- Una **escala uniformemente temperada** incluye 13 notas por octava cuyas frecuencias están uniformemente espaciadas
 - cualesquiera 2 notas consecutivas difieren entre sí en un semitono, y sus frecuencias siempre guardan una relación de $\sqrt[12]{2}$
 - Este hecho permite calcular la frecuencia absoluta de cualquier nota a partir de la frecuencia de una de ellas según la fórmula

$$f_{nota} = f_{LA} \cdot \sqrt[12]{2^n} = 440 \cdot \sqrt[12]{2^n} \approx 440 \cdot 1.06^n$$

donde n es el número de notas de separación respecto del LA (negativo hacia la izquierda).

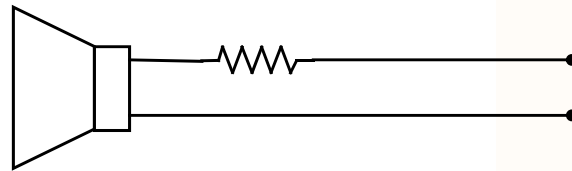
DO#		RE#		FA#		SOL#	LA#		
277.2 Hz		311.1 Hz		370.0 Hz		415.3 Hz	466.2 Hz		
DO central	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO		
261.6 Hz	293.7 Hz	329.6 Hz	349.2 Hz	392.0 Hz	440 Hz	493.9 Hz	523.3 Hz		

Diagram illustrating the frequency relationships between notes in a 12-tone equal temperament scale. The notes are arranged in a row: DO central, RE, MI, FA, SOL, LA, SI, DO. The LA note is highlighted with a thick border and labeled 440 Hz. Above the table, two groups of notes are shown with their frequencies: DO# (277.2 Hz) and RE# (311.1 Hz) on the left, and FA# (370.0 Hz), SOL# (415.3 Hz), and LA# (466.2 Hz) on the right. Dotted arrows indicate the frequency ratios between adjacent notes: $\sqrt[12]{2}$ between DO central and RE, $\sqrt[12]{2}$ between RE and MI, $\sqrt[12]{2}$ between MI and FA, $\sqrt[12]{2}$ between FA and SOL, $\sqrt[12]{2}$ between SOL and LA, $\sqrt[12]{2}$ between LA and SI, $\sqrt[12]{2}$ between SI and DO, and $\sqrt[12]{2}$ between DO and the next DO. A larger dotted arrow labeled $\sqrt[12]{2}$ points from the DO central note to the RE note.

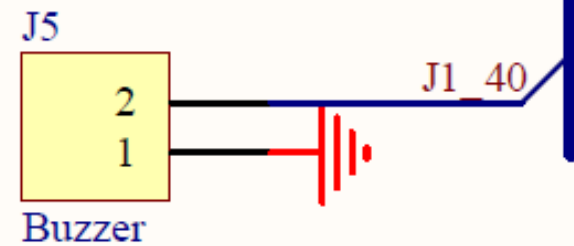
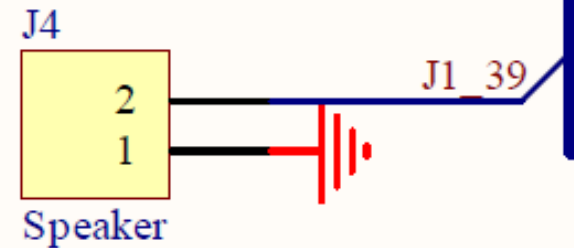
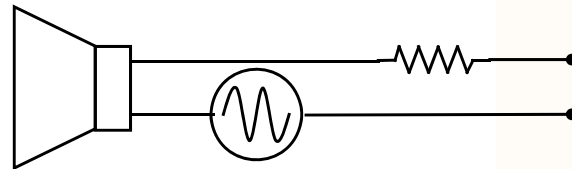
Altavoz / zumbador



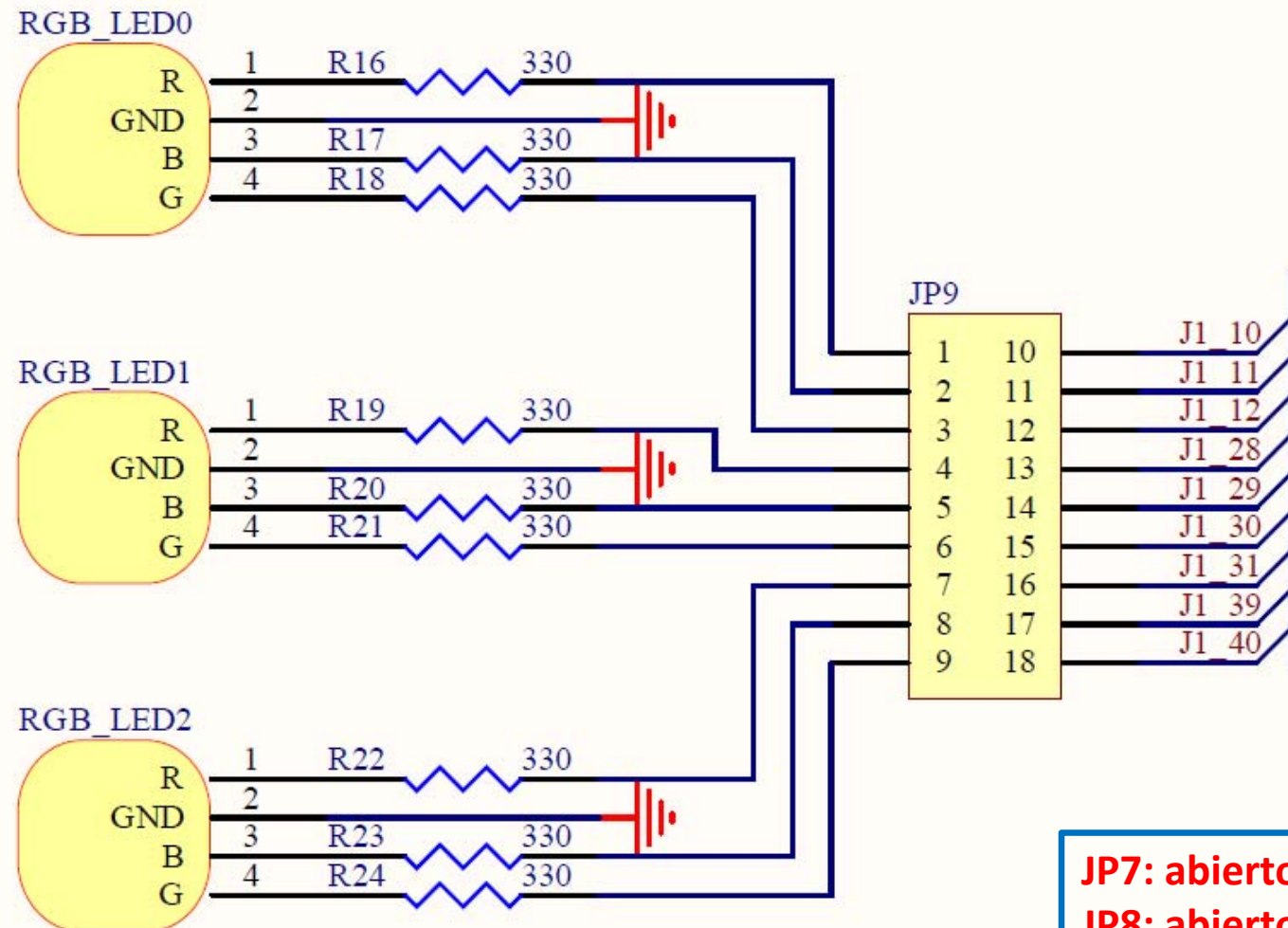
altavoz



zumbador



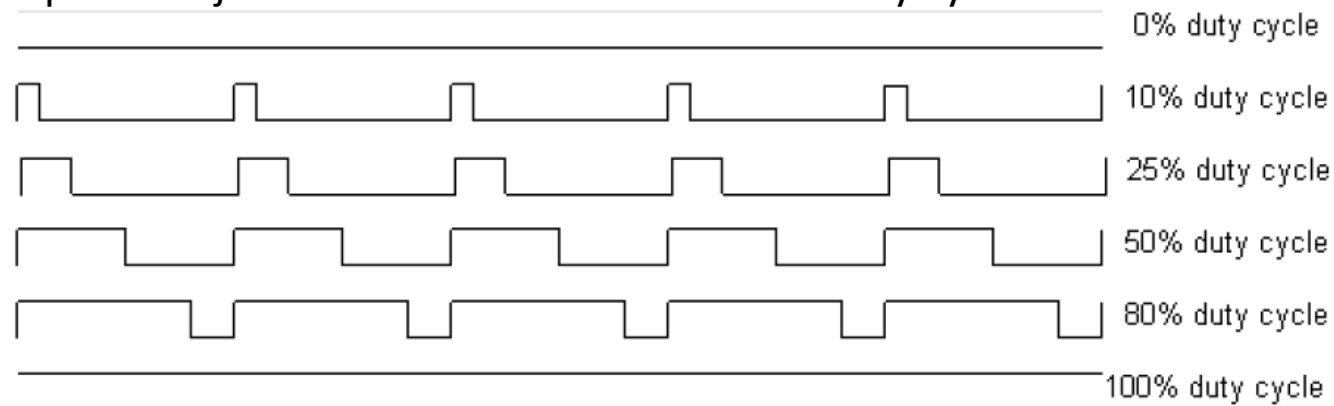
Leds RGB





Leds RGB

- **Pulse Width Modulation** es una técnica de modulación de ondas cuadradas que determina la anchura de los pulsos transmitidos.
 - Determina qué porcentaje del período de oscilación que la señal vale 1.
 - A este porcentaje se le denomina comúnmente duty cycle



- Una señal PWM se puede utilizar para controlar la intensidad de encendido de un LED.
 - Si la frecuencia de esta señal es lo suficientemente alta, el ojo no detectará que el LED realmente está parpadeando, con lo que únicamente apreciará que éste se enciende con más o menos intensidad.
 - Si se controla por separado las intensidades relativas de un led RGB, puede visualizarse cualquier color.

Emisor / transmisor infrarrojos



- Un **emisor de infrarrojos** es un LED que emite luz infrarroja.
- Un **receptor de infrarrojos** es un dispositivo capaz de capturar códigos enviados a través de luz infrarroja.
 - Estos dispositivos solo detectan señales infrarrojas emitidas dentro de una cierta frecuencia portadora, en nuestro caso 38 KHz
 - La frecuencia portadora debe ser mucho mayor que la frecuencia de transmisión de datos y sirve para modular los datos de modo que ocupen un cierto ancho de banda alrededor de la frecuencia portadora.

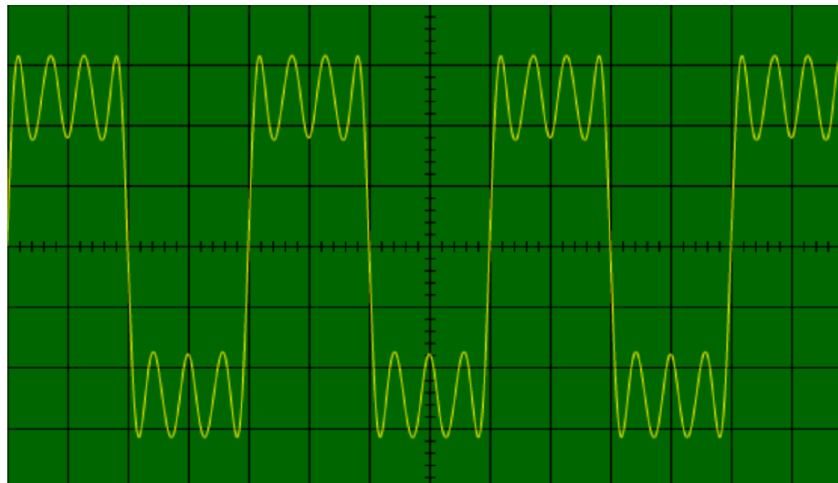
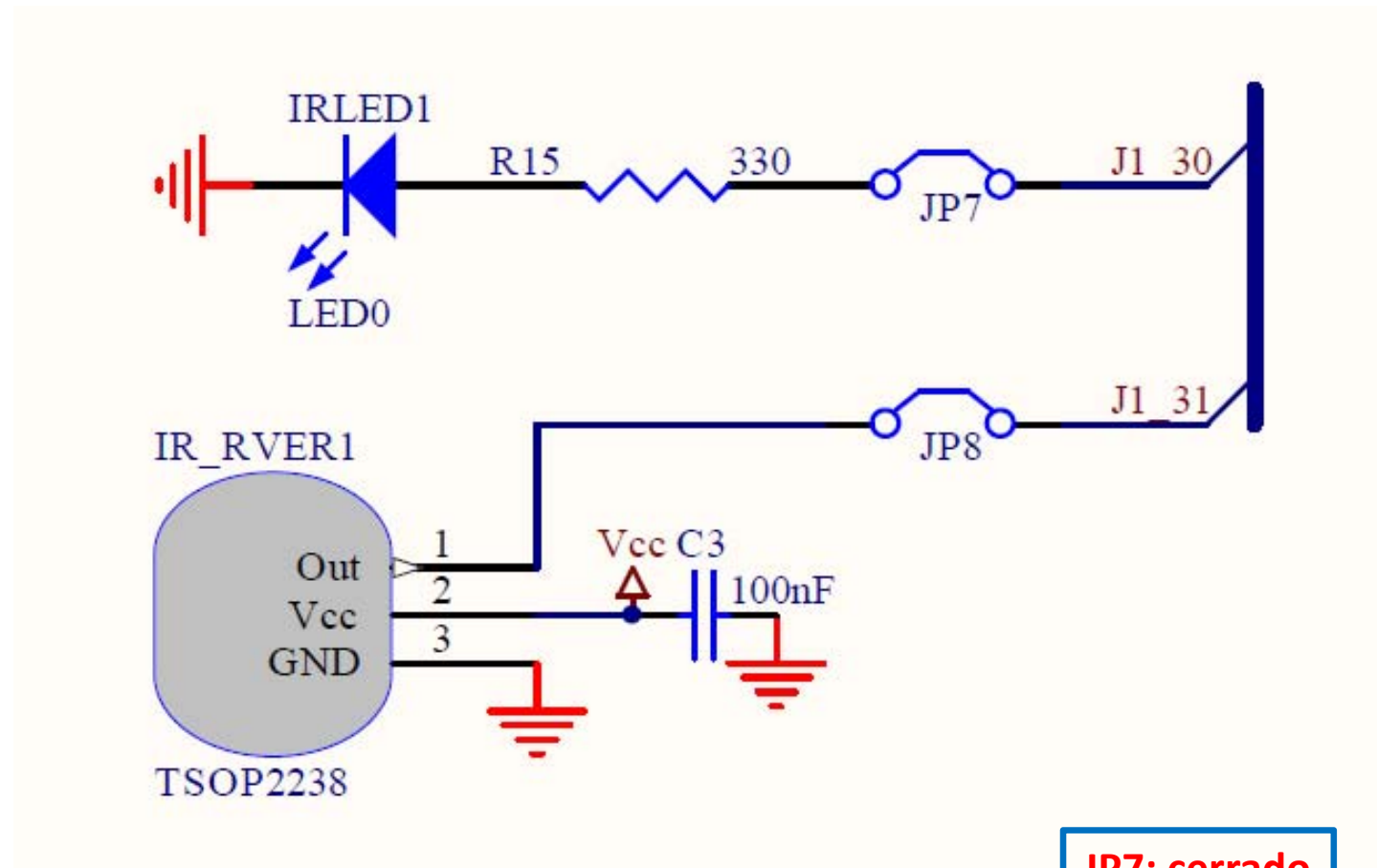


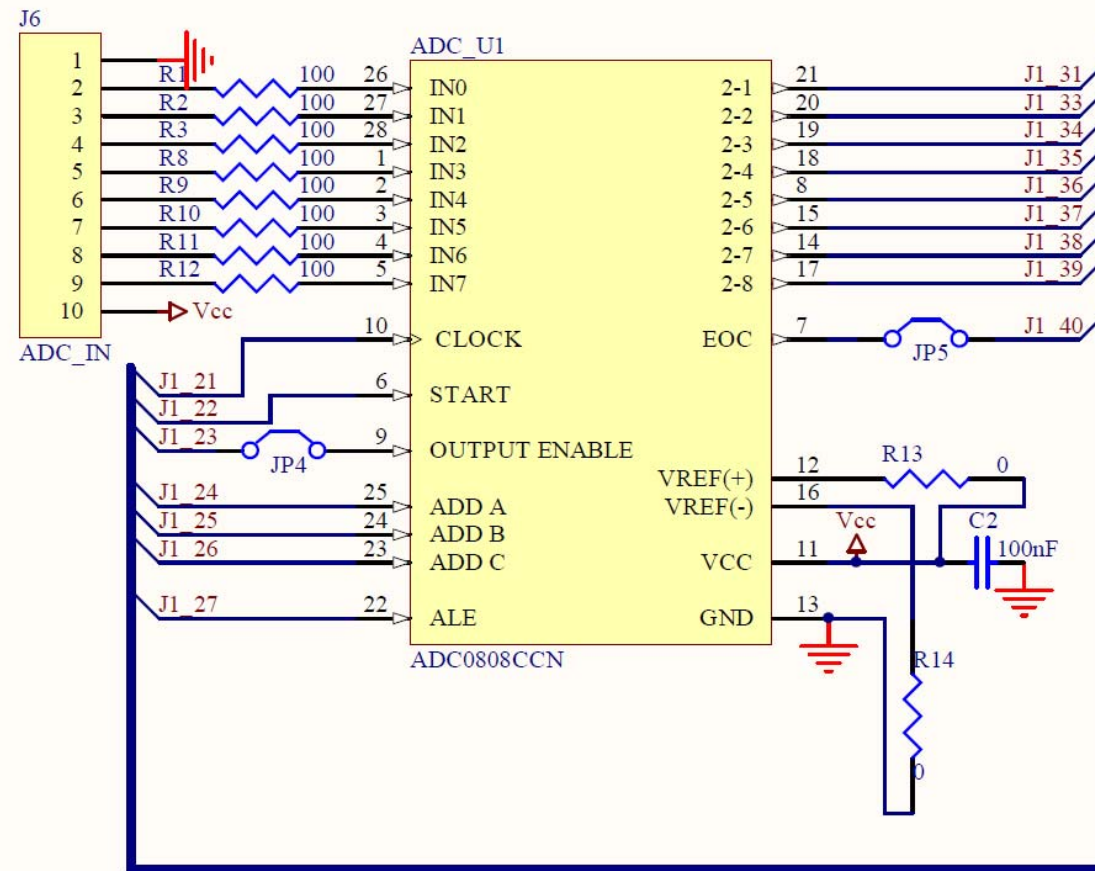
FIGURA 10.3: Ejemplo de una portadora de 38 KHz modulada con una onda de 9 KHz

Emisor / transmisor infrarojos



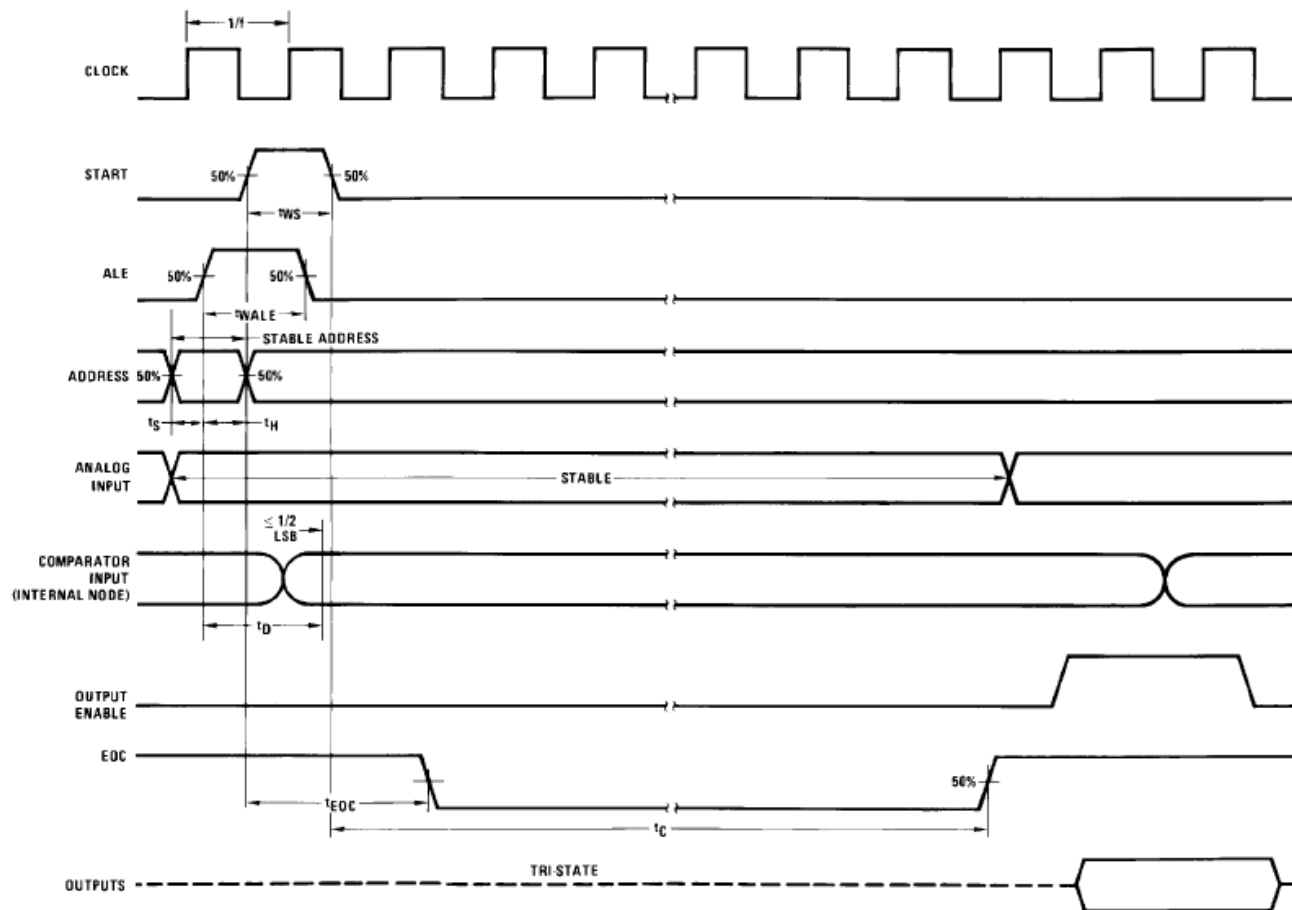
JP7: cerrado
JP8: cerrado

Conversor ADC



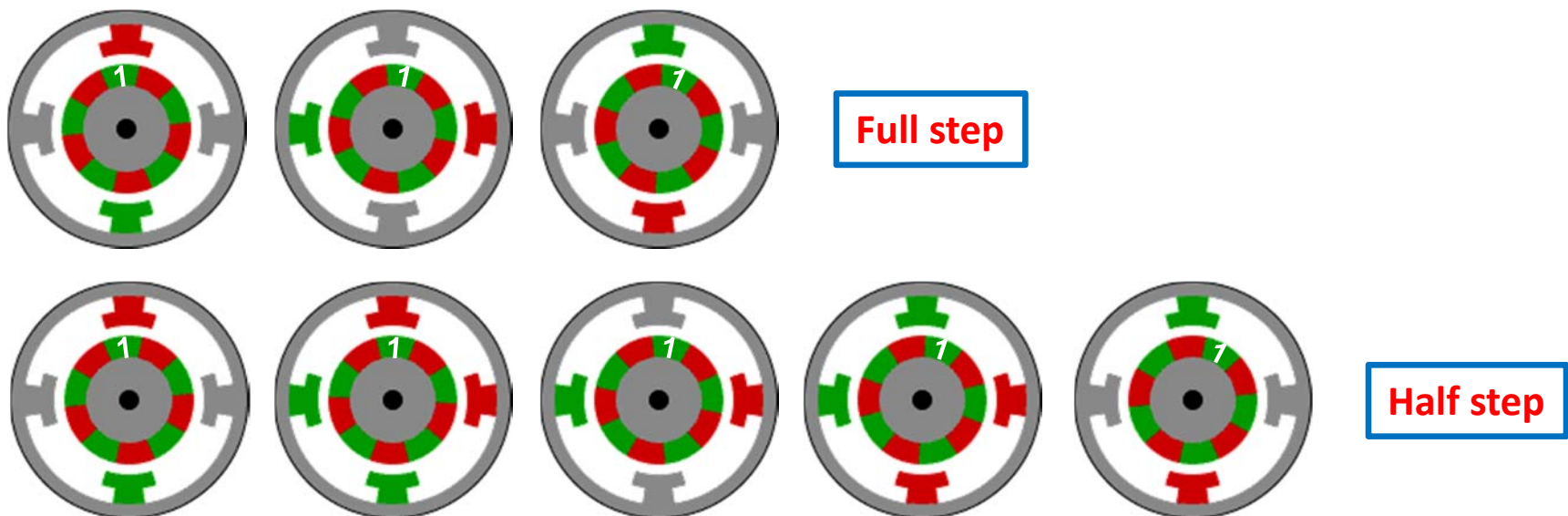
JP4: cerrado
JP5: cerrado
JP3 (4 jumpers): abierto

Conversor ADC



Motores paso a paso

- Un **motor paso a paso** está formado por:
 - Un rotor, que generalmente es un imán permanente.
 - Un estator, formado por varias bobinas.
- Cuando la corriente circula por una de las bobinas, se crea un campo magnético que hace girar el rotor hasta alinearse con aquél.
 - Activando las bobinas del estator en la secuencia adecuada, puede conseguirse que el rotor gire en cada momento un ángulo determinado.



Pineado y conflictos



XStend Board					XSA-3S1000										
Proto. Pin	Net Name	Direction	LEDs	Switches	FPGA Pin	J1	Teclado	Adc	LCD	DotMatrix	IR	Leds	Altavoz	Zumbador	Motor
52	GND				GND	1									
22	+2.5V				+2.5V										
54	+3.3V				+3.3V										
2	+5V				+5V	3									
23	I2C-SCL	OUT			F5										
24	I2C-SDA	IN/OUT			D2										
79	ETHER-IRQ	IN	BAR8		L15	4									Out-0
57	PB-A0	OUT	BAR1	PB2	L5	5									Out-1
56	PB-A1	OUT	BAR2	PB3	N2	6									Out-2
51	PB-A2	OUT	BAR3	PB4	M3	7									Out-3
50	PB-A3	OUT	BAR4		N1	8									Out-4
70	PB-A4	OUT	BAR5		T13	9									Out-5
71	PB-D0	IN/OUT		DIPSW1	P12	10			RS	Row_Serial_OUT		R-0			
40	PB-D1	IN/OUT		DIPSW2	J1	11			RW	Row_Clk		B-0			
39	PB-D2	IN/OUT		DIPSW3	H1	12			E	Row_Reset		G-0			
38	PB-D3	IN/OUT		DIPSW4	H3	13			D0	Col_Serial_OUT					
35	PB-D4	IN/OUT		DIPSW5	G2	14			D1	Col_Clk					
80	PB-D5	IN/OUT		DIPSW6	K15	15			D2	Col_Reset					
81	PB-D6	IN/OUT		DIPSW7	K16	16			D3						
10	PB-D7	IN/OUT		DIPSW8	F15	17			D4						
27	PB-D8	IN/OUT	LED2-A		E2	18			D5						
28	PB-D9	IN/OUT	LED2-B		E1	19			D6						
29	PB-D10	IN/OUT	LED2-C		F3	20			D7						
32	PB-D11	IN/OUT	LED2-D		F2	21	Scan-3	Clock							
33	PB-D12	IN/OUT	LED2-E		G4	22	Scan-2	Start							
34	PB-D13	IN/OUT	LED2-F		G3	23	Scan-1	OE							
36	PB-D14	IN/OUT	LED2-G		G1	24	Scan-0	Address A							
37	PB-D15	IN/OUT	LED2-DP	PB1	H4	25		Address B							
61	PB-RD#	OUT			P2	26		Address C							
62	PB-WR#	OUT			R1	27		ALE							
18	SLOT1-CS#	OUT			E15	28		Out-7				R-1			
84	SLOT1-IRQ	IN	BAR9		J16	29		Out-8				B-1			
19	SLOT2-CS#	OUT			D16	30						Out-01	G-1		
83	SLOT2-IRQ	IN	BAR10		J14	31	Return-3	In-0				In-01	R-2		
1	VIDIN-CLK	IN			H16										
4	VIDIN-Y0	IN	LED1-A		H14	33	Return-2	In-1							
59	VIDIN-Y1	IN	LED1-B		M4	34	Return-1	In-2							
58	VIDIN-Y2	IN	LED1-C		P1	35	Return-0	In-3							
60	VIDIN-Y3	IN	LED1-D		N3	36		In-4							
78	VIDIN-Y4	IN	LED1-E		M15	37		In-5							
5	VIDIN-Y5	IN	LED1-F		H13	38		In-6							
6	VIDIN-Y6	IN	LED1-G		G16	39		In-7				B-2	Out-0		
77	VIDIN-Y7	IN	LED1-DP		N15	40		EOC				G-2		Out-0	

Prueba



- Conectar cable RS-232 y arrancar un emulador de terminal (Termite):
 - Velocidad: 9600 bps
 - Bits de datos: 8
 - Bits de stop: 1
 - Paridad: none
 - Control de flujo: none
- Ajustar los jumpers cuando corresponda
- Descargar el test correspondiente