

# DISEÑO EN PCB DEL JUEGO INFANTIL SIMÓN

## ANEXOS

Víctor Caro Pastor

Diseño de Circuitos Electrónicos y Microelectrónicos

Curso 2023/2024



**Resumen:** Este proyecto abarca la concepción, diseño y acabado de una placa de circuito impreso (PCB) que contendrá el circuito del popular juego infantil Simón. Primero se estudiará la normativa pertinente al diseño general de PCBs, posteriormente el circuito en sí y las partes que los componen, a continuación se seleccionaran los componentes que se van a emplear. Se discutirán los diferentes parámetros restrictivos que debe tener la placa para finalmente ver la posición de los componentes y su enrutado. Por último se añadirán los tablas y figuras referentes a cada etapa de la fabricación.

**Palabras clave:** Circuito impreso, PCB, Diseño, Enrutado, Planos, Fabricación.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

**1. ANEXOS**

Anexo 1: Características tecnológicas de la placa .....	3
Anexo 2: Listado de componentes .....	4
Anexo 3: Listado de Referencias .....	7
Anexo 4: Listado de Taladros .....	8
Anexo 5: Listado de Conexiones .....	9
Anexo 6: Mapa de Conflictos de Pines .....	11
Anexo 7: Electrical Rules Check y Design Rules Checker .....	11
Anexo 8: Orden de compra .....	12

## 1. ANEXOS

En esta sección se añadirá toda la información concerniente a la placa final como el nivel de fabricación, tamaño, taladros...

### Anexo 1: Características tecnológicas de la placa

En este apartado se resumirán las características técnicas escogidas para la creación de esta PCB

Resumen de las características principales de la placa						
Nivel de Fabricación	Clase 6 C Eurocircuits					
Nivel de Taladro	Menor diámetro	0,620 mm	0,02441 in	Clase A Eurocircuits		
Taladros Montaje	M3 (DIN 965)	3,20 mm	0,12598 in	Clase A Eurocircuits		
Vías	Diámetro	0,8 mm	Orificio	0,4 mm	Clase C Eurocircuits	
Dimensiones	120,9951 x 82,5000 mm				1,55 mm de espesor	
Espesor de cobre	0,035 mm				1 oz	
Aislante	Epoxi FR4				TG 145-150	
Número de capas	2				Bicapa	
Planos de masa	2				En ambas caras de la placa	
Tecnología	Orificio pasante (THT) y montaje superficial (SMD)					
Pistas	Control	0,254 mm	10 mil	Potencia	0,381 mm	15 mil

Tabla I: Características principales de la placa.

El empleo de dos capas y tecnología de orificio pasante se ha realizado debido a la baja densidad de conexionado y abaratamiento de costes para tiradas bajas. El conector USB es el único que incorpora tecnología de montaje superficial por lo que aumenta un poco el coste al tener que añadir la capa de adhesivo.

El aislante Epoxi y el espesor son estándares en la industria, en caso de intensidades mayores se podría recurrir a Epoxi con Tg mayor, en este caso se usará Epoxi FR4-Tg=140, esta temperatura de transición vítrea, para las intensidades tan bajas que se dan en el circuito, cumpliría con las especificaciones de aumento de temperatura.

El uso de vías completas permite ahorrar en longitud de pista, la baja densidad del conexionado permite usar esta técnica, mientras que las micro vías no han sido empleadas y por tanto ignoradas a la hora de configurar las constricciones de diseño de la PCB.


Los valores escogidos corresponden a un nivel de fabricación 6 C en Eurocircuits.








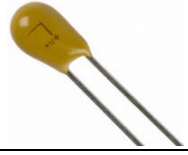


Restricción	Constraints	Eurocircuits		KiCad 7	
		mm	mil	mm	mil
Margen mínimo	Min clearance (TT)	0,1524	6	0,1524	6
Ancho mínimo de pista	Min track width (TW)	0,1524	6	0,1524	6
Ancho mínimo de conexion	Min connection width	0,000	0	0,0000	0
Ancho mínimo de anular (AR)	Min annular width	0,127	5	0,127	5
Mínimo diámetro de vía	Min via diameter	0,6096	24	0,6096	24
Margen de cobre a agujero (TP)	Copper to hole clearance	0,1524	6	0,1524	6
Margen de cobre a borde	Copper to Edge clearance	0,254	10	0,254	10
Orificio pasante mínimo	Min through hole	0,3500	14	0,3556	14
Margen de orificio a orificio (PP)	Hole to hole clearance	0,1524	6	0,1524	6

Tabla II: Tabla de restricciones de diseño.

## Anexo 2: Listado de componentes

Con el circuito montado se han de elegir los componentes físicos que reproducirán dicho esquema, mediante la página de Digikey se han seleccionado los siguientes componentes para la realización del circuito. En la sección Detalles si se pulsa sobre la imagen un hipervínculo te lleva a la página de Digikey.

Unid .	Componente	Tecnología	Imagen	Detalles	
1	Porta pilas 9v	THT Radial		Digi-Key Part Number	BC9VPC-ND
				Manufacturer	<a href="#">MPD (Memory Protection Devices)</a>
				Manufacturer Product Number	BC9VPC
				Description	BATTERY HOLDER 9V 1 CELL PC PIN
1	Zumbador	THT Radial		Digi-Key Part Number	3949-OWMB-1295P-24-5-ND
				Manufacturer	<a href="#">Ole Wolff Electronics Inc</a>
				Manufacturer Product Number	OWMB-1295P-24-5
				Description	BUZZER MAGNETIC 5V 12MM TH
1	Pantalla TFT	THT Radial		Digi-Key Part Number	S7009-ND
				Manufacturer	<a href="#">Sullins Connector Solutions</a>
				Manufacturer Product Number	PPTC111LFBN-RC
				Description	CONN HDR 11POS 0.1 TIN PCB
2	Interruptor deslizante	THT Radial		Digi-Key Part Number	EG1903-ND
				Manufacturer	<a href="#">E-Switch</a>
				Manufacturer Product Number	EG1218
				Description	SWITCH SLIDE SPDT 200MA 30V
1	Conector USB	THT y SMD		Digi-Key Part Number	WM1399TR-ND - Tape & Reel (TR) WM1399CT-ND - Cut Tape (CT) WM1399DKR-ND - Digi-Reel®
				Manufacturer	<a href="#">Molex</a>
				Manufacturer Product Number	1050170001
				Description	CONN RCPT USB2.0 MICRO B SMD R/A
1	Receptor DIP 2x14 pines	THT		Digi-Key Part Number	2057-ICS-328-T-ND
				Manufacturer	<a href="#">Adam Tech</a>
				Manufacturer Product Number	ICS-328-T
				Description	IC SOCKET, DIP, 28P 2.54MM PITCH
1	Atmega328p -PU	DIP		Digi-Key Part Number	ATMEGA328P-PU-ND
				Manufacturer	<a href="#">Microchip Technology</a>
				Manufacturer Product Number	ATMEGA328P-PU
				Description	IC MCU 8BIT 32KB FLASH 28DIP
1	Cristal 16 MHz	THT Radial		Digi-Key Part Number	535-14117-ND
				Manufacturer	<a href="#">Abracon LLC</a>
				Manufacturer Product Number	AB308-16.000MHZ
				Description	CRYSTAL 16.000MHZ 16PF TH

1	Convertidor de voltaje	THT Radial		Digi-Key Part Number 102-1709-ND Manufacturer <a href="#">CUI Inc.</a> Manufacturer Product Number V7805-500 Description DC DC CONVERTER 5V 2.5W
1	LED Rojo 10mm	THT Radial		Digi-Key Part Number 754-WP813SURDK-ND Manufacturer <a href="#">Kingbright</a> Manufacturer Product Number WP813SURDK Description LED RED DIFFUSED 10MM T/H
1	LED Verde 10mm	THT Radial		Digi-Key Part Number 754-1898-ND Manufacturer <a href="#">Kingbright</a> Manufacturer Product Number WP813GD Description LED GREEN DIFFUSED 10MM T/H
1	LED Amarillo 10mm	THT Radial		Digi-Key Part Number 1497-XLMYK01D-ND Manufacturer <a href="#">SunLED</a> Manufacturer Product Number XLMYK01D Description LED YELLOW DIFFUSED 10MM T/H
1	LED Azul 10mm	THT Radial		Digi-Key Part Number 67-1753-ND Manufacturer <a href="#">Lumex Opto/Components Inc.</a> Manufacturer Product Number SSL-LX100133USBD Description LED BLUE DIFFUSED T-10MM T/H
2	Condensador cerámico 22pF	THT Radial		Digi-Key Part Number 490-11872-ND Manufacturer <a href="#">Murata Electronics</a> Manufacturer Product Number RCE5C1H220J0A2H03B Description CAP CER 22PF 50V NP0 RADIAL
1	Condensador tántalo 330nF (0,33 µF)	THT Radial		Digi-Key Part Number 478-1884-ND Manufacturer <a href="#">KYOCERA AVX</a> Manufacturer Product Number TAP334K050SCS Description CAP TANT 0.33UF 10% 50V RADIAL
1	Condensador tántalo 100nF (0,1 µF)	THT Radial		Digi-Key Part Number 478-9315-ND Manufacturer <a href="#">KYOCERA AVX</a> Manufacturer Product Number TAP104M050SCS Description CAP TANT 0.1UF 20% 50V RADIAL
1	Condensador cerámico 47nF (0,047 µF)	THT Radial		Digi-Key Part Number BC5153-ND Manufacturer <a href="#">Vishay Beyschlag/Draloric/BC Components</a> Manufacturer Product Number K473K15X7RF53L2 Description CAP CER 0.047UF 50V X7R RADIAL
1	Condensador aluminio 47µF	THT Radial		Digi-Key Part Number 4491-AEC47M50V6R311-ND Manufacturer <a href="#">Lumimax Optoelectronic Technology</a> Manufacturer Product Number AEC47M50V6R311 Description CAP ALUM 47UF 20% 50V RADIAL TH








1	Resistencia 10kΩ	THT Axial		Digi-Key Part Number BC4515CT-ND - Cut Tape (CT) BC4515TB-ND - Tape & Box (TB) Manufacturer <a href="#">Vishay Beyschlag/Draloric/BC Components</a> Manufacturer Product Number MBB0207VE1002BC100 Description RES 10K OHM 0.1% 0.4W AXIAL
4	Resistencia 220Ω	THT Axial		Digi-Key Part Number CF14JT220RTR-ND - Tape & Reel (TR) CF14JT220RCT-ND - Cut Tape (CT) Manufacturer <a href="#">Stackpole Electronics Inc</a> Manufacturer Product Number CF14JT220R Description RES 220 OHM 5% 1/4W AXIAL
5	Pulsadores táctiles 12 mm	THT Radial		Digi-Key Part Number SW414-ND Manufacturer <a href="#">Omron Electronics Inc-EMC Div</a> Manufacturer Product Number B3F-4055 Description SWITCH TACTILE SPST-NO 0.05A 24V
1	Tapa pulsador negra			Digi-Key Part Number SW455-ND Manufacturer <a href="#">Omron Electronics Inc-EMC Div</a> Manufacturer Product Number B32-1310 Description CAP TACTILE SQUARE BLACK
1	Tapa pulsador roja			Digi-Key Part Number SW260-ND Manufacturer <a href="#">Omron Electronics Inc-EMC Div</a> Manufacturer Product Number B32-1380 Description CAP TACTILE SQUARE RED
1	Tapa pulsador azul			Digi-Key Part Number SW258-ND Manufacturer <a href="#">Omron Electronics Inc-EMC Div</a> Manufacturer Product Number B32-1340 Description CAP TACTILE SQUARE BLUE
1	Tapa pulsador amarilla			Digi-Key Part Number SW257-ND Manufacturer <a href="#">Omron Electronics Inc-EMC Div</a> Manufacturer Product Number B32-1330 Description CAP TACTILE SQUARE YELLOW
1	Tapa pulsador verde			Digi-Key Part Number SW957-ND Manufacturer <a href="#">Omron Electronics Inc-EMC Div</a> Manufacturer Product Number B32-1350 Description CAP TACTILE SQUARE GREEN

Tabla III: Tipo de componentes, cantidad, stock y detalles.

### Anexo 3: Listado de Referencias

Una vez se han seleccionado los componentes se han de asociar con las referencias en el esquema eléctrico y anotar la referencia que cada fabricante le da a estos.

Componente	Referencia	Dispositivo
Porta pilas 9V	BAT1	BC9VPC
Zumbador	BZ1	OWMB-1295P-24-5
Condensadores de 22 pF	C1, C2	RCE5C1H220J0A2H03B
Condensador de 330 nF	C3	TAP334K050SCS
Condensador de 100 nF	C4	TAP104M050SCS
Condensador de 47 nF	C5	K473K15X7RF53L2
Condensador de 47 $\mu$ F	C6	AEC47M50V6R311
LED azul	D1	SSL-LX100133USBD
LED verde	D2	WP813GD
LED rojo	D3	WP813SURDK
LED amarillo	D4	XLMYK01D
Conector USB	J1	1050170001
Resistencia de 10 K $\Omega$	R1	MBB0207VE1002BC100
Resistencias de 220 $\Omega$	R2, R3, R4, R5	CF14JT220R
Interruptor deslizante 1	S1	EG1218
Interruptor deslizante 2	S2	EG1218
Pulsador azul	SW1	B3F-4055
Pulsador reset	SW2	B3F-4055
Pulsador verde	SW3	B3F-4055
Pulsador rojo	SW4	B3F-4055
Pulsador amarillo	SW5	B3F-4055
Zócalo de 2x14 pines para el $\mu$ C	U1	ICS-328-T
Cabeceras Dupont para pantalla TFT	U2	PPTC111LFBN-RC
Convertidor de voltaje a 5 V	U3	V7805-500
Cristal de 16 MHz	Y1	AB308-16.000MHZ
Tapa pulsador azul	SW1	B32-1340
Tapa pulsador reset	SW2	B32-1310
Tapa pulsador verde	SW3	B32-1350
Tapa pulsador rojo	SW4	B32-1380
Tapa pulsador amarillo	SW5	B32-1330
Microcontrolador Atmega328P-PU	U1	ATMEGA328P-PU

*Tabla IV: Referencias al circuito y al fabricante para cada componente.*

# Anexo 4: Listado de Taladros

En este apartado se mostraran todos los taladros metalizados y no metalizados del proyecto.

## Taladros Metalizados (PTH)

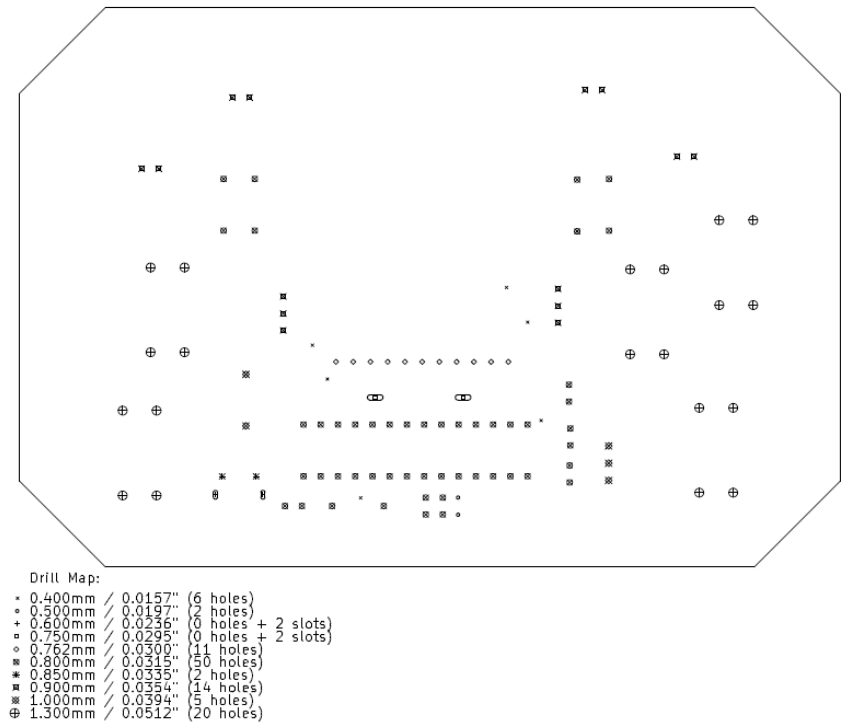


Figura 1: Posición de los taladros metalizados y sus diámetros.

## Taladros NO Metalizados (NPTH)

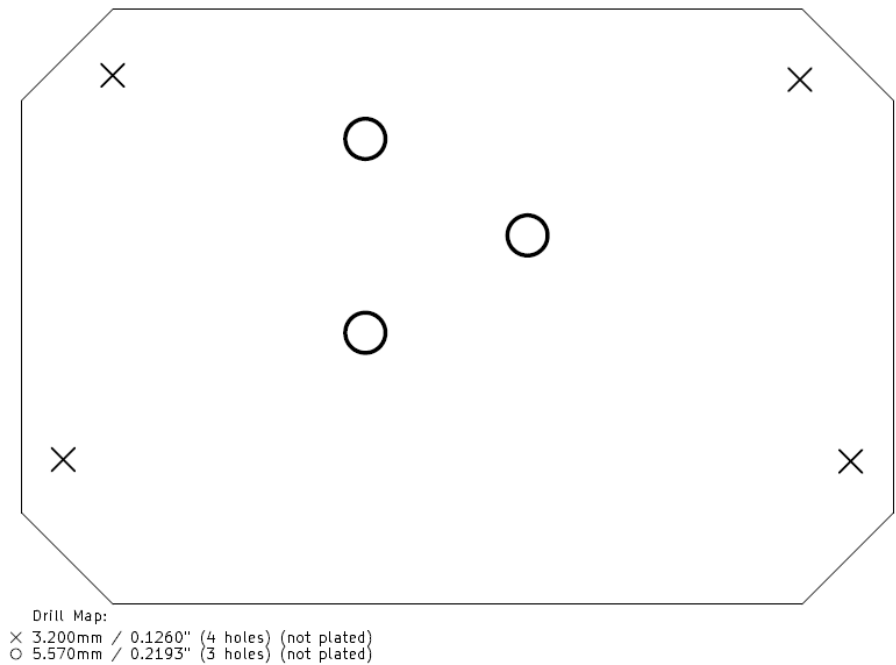


Figura 2: Posición de los taladros no metalizados y sus diámetros.



## Anexo 5: Listado de Conexiones

Una vez que se han seleccionado y asociado los componentes se han de conectar entre sí, generando una lista de conexiones de red que se puede exportar a otros programas de ser necesario.

Numero Red	Nombre Red	Componente	Pines
1	GND	BAT1	NEG
		BZ1	2
		C1	2
		C2	2
		C3	2
		C4	2
		C5	2
		C6	2
		D1	1
		D2	1
		D3	1
		D4	1
		J1	5
		SW1	2
		SW2	2
		SW3	2
		SW4	2
		SW5	2
		U1	22
		U1	8
		U2	2
		U3	2
2	Net-BZ1--	BZ1	1
		U1	5
3	Net-D1-A	D1	2
		R2	1
4	Net-D2-A	D2	2
		R3	1
5	Net-D3-A	D3	2
		R4	1
6	Net-D4-A	D4	2
		R5	1
7	Net-J1-VBUS	J1	1
		S1	1
8	Net-U1-A	R1	1
		U1	21
9	Net-U1-AVCC	R1	2
		S2	2
		U1	20
		U1	7
		U2	1
10	Net-U1-PB0	U1	14
		U2	6
11	Net-U1-PB1	U1	15
		U2	5
12	Net-U1-PB2	U1	16
		U2	7
13	Net-U1-PB3	U1	17
		U2	4
14	Net-U1-PB5	U1	19
		U2	3

15	Net-U1-PC0	R5 U1	2 23
16	Net-U1-PC1	R4 U1	2 24
17	Net-U1-PC2	R3 U1	2 25
18	Net-U1-PC3	R2 U1	2 26
19	Net-U1-PD2	SW2 U1	1 4
20	Net-U1-PD4	SW1 U1	1 6
21	Net-U1-PD5	SW3 U1	1 11
22	Net-U1-PD6	SW4 U1	1 12
23	Net-U1-PD7	SW5 U1	1 13
24	Net-U1-XTAL1/PB6	C1 U1 Y1	1 9 2
25	Net-U1-XTAL2/PB7	C2 U1 Y1	1 10 1
26	Net-U3-Vin+	BAT1 C3 U3	POS 1 1
27	Net-U3-Vo+	C4 S1 U3	1 3 3
28	unconnected-J1-D+-Pad3	J1	3
29	unconnected-J1-D--Pad2	J1	2
30	unconnected-J1-ID-Pad4	J1	4
31	unconnected-J1-SHIELD1-PadSH1	J1	SH1
32	unconnected-J1-SHIELD2-PadSH2	J1	SH2
33	unconnected-J1-SHIELD3-PadSH3	J1	SH3
34	unconnected-J1-SHIELD4-PadSH4	J1	SH4
35	unconnected-J1-SHIELD5-PadSH5	J1	SH5
36	unconnected-J1-SHIELD6-PadSH6	J1	SH6
37	unconnected-S2-Pad3	S2	3
38	unconnected-U1-PB4-Pad18	U1	18
39	unconnected-U1-PC4-Pad27	U1	27
40	unconnected-U1-PC5-Pad28	U1	28
41	unconnected-U1-PD0-Pad2	U1	2
42	unconnected-U1-PD1-Pad3	U1	3
43	unconnected-U1-~{RESET}/ PC6-Pad1	U1	1
44	unconnected-U2-SD_CS-Pad11	U2	11
45	unconnected-U2-SD_MISO-Pad8	U2	8
46	unconnected-U2-SD_MOSI-Pad10	U2	10
47	unconnected-U2-SD_SCLK-Pad9	U2	9
48	vin	C5 C6 S1 S2	1 1 2 1

Tabla V: Conexión de los diferentes componentes a sus respectivas redes.

## Anexo 6: Mapa de Conflictos de Pines

El mapa de conflictos indica la severidad de una infracción, en este caso se ha dejado configurado por defecto.

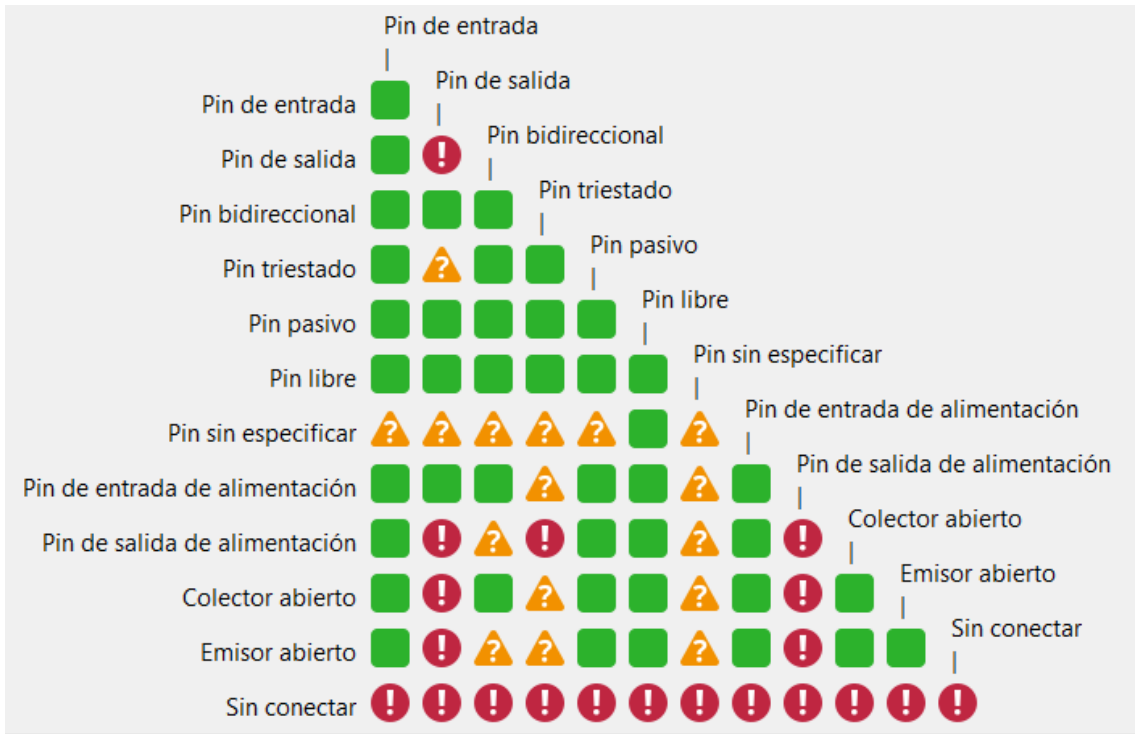


Figura 3: Configuración del mapa de conflictos de pines.

## Anexo 7: Electrical Rules Check y Design Rules Checker

El ERC es una herramienta que permite comprobar las infracciones del esquema basándose en el mapa de conflictos. Se observa que una vez ejecutado no existen errores ni avisos.

Una vez completado el diseño se emplea la herramienta DRC para comprobar que se cumplen todos los parámetros anteriores así como otros menos relevantes como que se pisen dos serigrafías diferentes, que el contorno de la placa este correctamente cerrado y todos los pads y vías estén conectados.

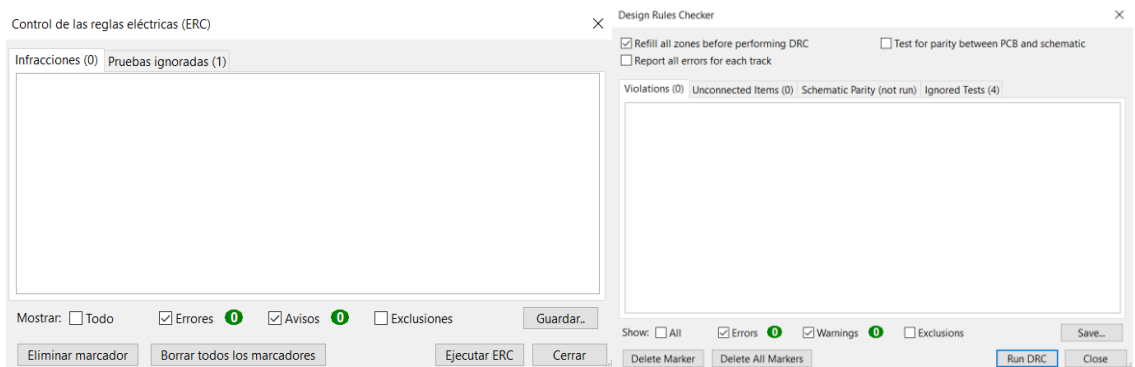


Figura 4: Ventana del ERC y DRC después de ejecutarse.

## Anexo 8: Orden de compra en Eurocircuits

Primero se han de generar los archivos GERBER y EXCELON y subirlos a Eurocircuits y la orden de compra se vería tal que así:

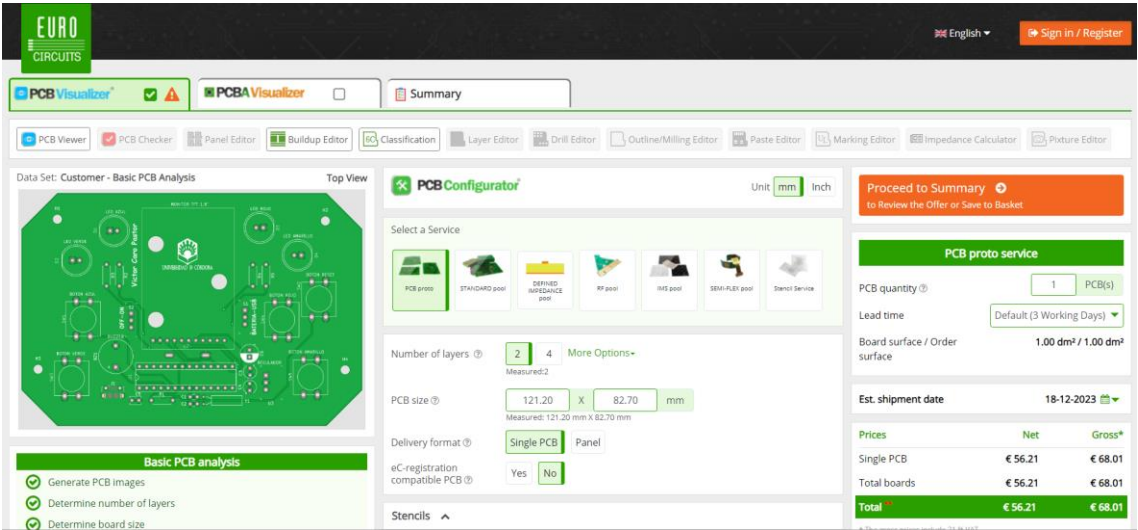


Figura 5: Vista general de la orden de compra en Eurocircuits.

Los detalles de la placa se pueden cambiar pero los voy a dejar por defecto pues es lo que ha detectado la página web al subir los archivos y se comprueba que corresponde con lo configurado en Kicad.

**Material** ^

Number of layers ?   **More Options** ^  
Measured:2

PCB size ?  X  **mm**  
Measured: 121.20 mm X 82.70 mm

Delivery format ?

eC-registration compatible PCB ?

Base material ?  **More Options** ^

Board thickness ?  **More Options** ^

Material Tg ?  **More Options** ^

Outer layer copper foil ?  **More Options** ^

Blind/Buried via runs ?

**PCB Definition** ^

Top soldermask ?  **More Options** ^

Bottom soldermask ?  **More Options** ^

Top legend ?   **More Options** ^

Bottom legend ?   **More Options** ^

Surface finish ?   **More Options** ^

Bare Board Testing ?

**Technology** v **Classif**

Outer layer trackwidth (OL-TW) ?     **More Options** ^

Outer layer isolation distance (OL-TT-TP-PP) ?     **More Options** ^

Outer layer annular ring (OAR) ?    **More Options** ^

Smallest final hole ?   **More Options** ^

Holes <= may be reduced ?      **More Options** ^

Hole density ?

Component pad pitch ?

Technology class ?

Figura 6: Características de la placa en la orden de compra de Eurocircuits.

Este es el precio final sin contar el envío:

Prices	Net	Gross*
Single PCB	€ 56.21	€ 68.01
Total boards	€ 56.21	€ 68.01
<b>Total **</b>	<b>€ 56.21</b>	<b>€ 68.01</b>

\* The gross prices include 21 % VAT.

\*\* Login for available shipment dates, options and prices.

*Figura 7: Precio final de la orden de compra de Eurocircuits.*