



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

## SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

### TRABAJO PRÁCTICO N° 3:

#### **Analizador de Espectro de Audio**

Año 2017

Autor: Hojnadel, Andrés

E-Mail: [ahojnadel@est.frba.utn.edu.ar](mailto:ahojnadel@est.frba.utn.edu.ar)

Docentes: Ing. Ridolfi, Pablo Oscar  
Sr. Del Conte, Franco

Fecha de entrega: 11 de noviembre de 2017



## Índice

<b>1. Descripción del proyecto</b>	<b>3</b>
<b>2. Diagrama en bloques</b>	<b>3</b>
<b>3. Especificaciones técnicas</b>	<b>4</b>
<b>4. Diagramas esquemáticos</b>	<b>4</b>
4.1. Estructura jerárquica . . . . .	4
4.2. Fuente de alimentación . . . . .	5
4.3. Entrada de señal . . . . .	6
4.4. Control Automático de Ganancia . . . . .	7
4.5. ADC . . . . .	8
4.6. $\mu C$ . . . . .	9
<b>5. Lista de materiales (BOM)</b>	<b>10</b>
5.1. Parte 1 . . . . .	10
5.2. Parte 2 . . . . .	11
<b>6. PCB: Render 3D</b>	<b>12</b>
<b>7. PCB Checklist</b>	<b>12</b>
7.1. Ubicación de componentes . . . . .	12
7.2. Ruteo y pistas . . . . .	13
7.3. Dimensiones . . . . .	13
7.4. Serigrafía . . . . .	13
7.5. Consideraciones varias . . . . .	14
<b>8. Gabinete</b>	<b>14</b>
8.1. Render 3D . . . . .	14
8.2. Planos . . . . .	15
8.2.1. Gabinete: dimensiones generales . . . . .	15
8.2.2. Gabinete: detalle de vista frontal . . . . .	16
8.2.3. Gabinete: perspectiva 1 . . . . .	17
8.2.4. Gabinete: perspectiva 2 . . . . .	17
8.2.5. Pieza superior: dimensiones generales . . . . .	18
8.2.6. Pieza superior: perspectiva 1 . . . . .	19
8.2.7. Pieza superior: perspectiva 2 . . . . .	19

## 1. Descripción del proyecto

El proyecto a diseñar consta de un analizador de espectro de audio el cual podrá adquirir señales ya sea a través su micrófono interno incorporado o cualquier otro dispositivo externo mediante la entrada de audio de 3.5mm para luego realizarles una transformada rápida de Fourier (FFT) y mostrar por pantalla el espectro de la misma en forma continua o en barras de octava. Además cuenta con un conector extra como salida de audio para poder reproducir el audio en el caso de utilizar un dispositivo externo. El ancho de banda a analizar es será de  $1Hz$  a  $20kHz$ .

Internamente consta de cinco bloques: la fuente alimentación, la cual recibe a la entrada una tensión entre  $9V$  y  $12V$  y luego genera  $5V$  y  $3V3$  mediante dos fuentes *switching*; la etapa de adquisición y acondicionamiento de señal, formada por el conector de 3.5mm estereo y el micrófono para la adquisición, y un controlador automático de ganancia (AGC) para el acondicionamiento; un conversor analógico-digital (ADC PCM1802) de 24 bits para realizar el muestreo; el microcontrolador (LPC1769) encargado del procesamiento de la señal y comunicación de los periféricos; el display táctil por el cuál se mostrará la el espectro de la señal y que además funcionará como dispositivo de entrada para las configuraciones menores del dispositivo.

## 2. Diagrama en bloques

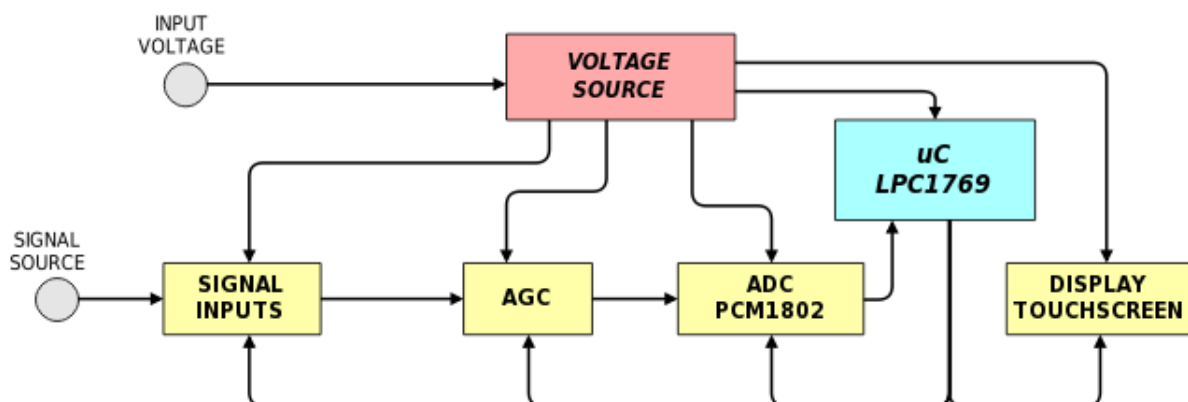


Figura 1: Diagrama en bloques

### 3. Especificaciones técnicas

- Tensión de alimentación:  $9V \sim 12$
- Amplitud máxima de señal:  $1,5V_{pp}$
- Ancho de banda:  $20kHz$
- Display: TFT LCD Touchscreen 3.2"

### 4. Diagramas esquemáticos

#### 4.1. Estructura jerárquica

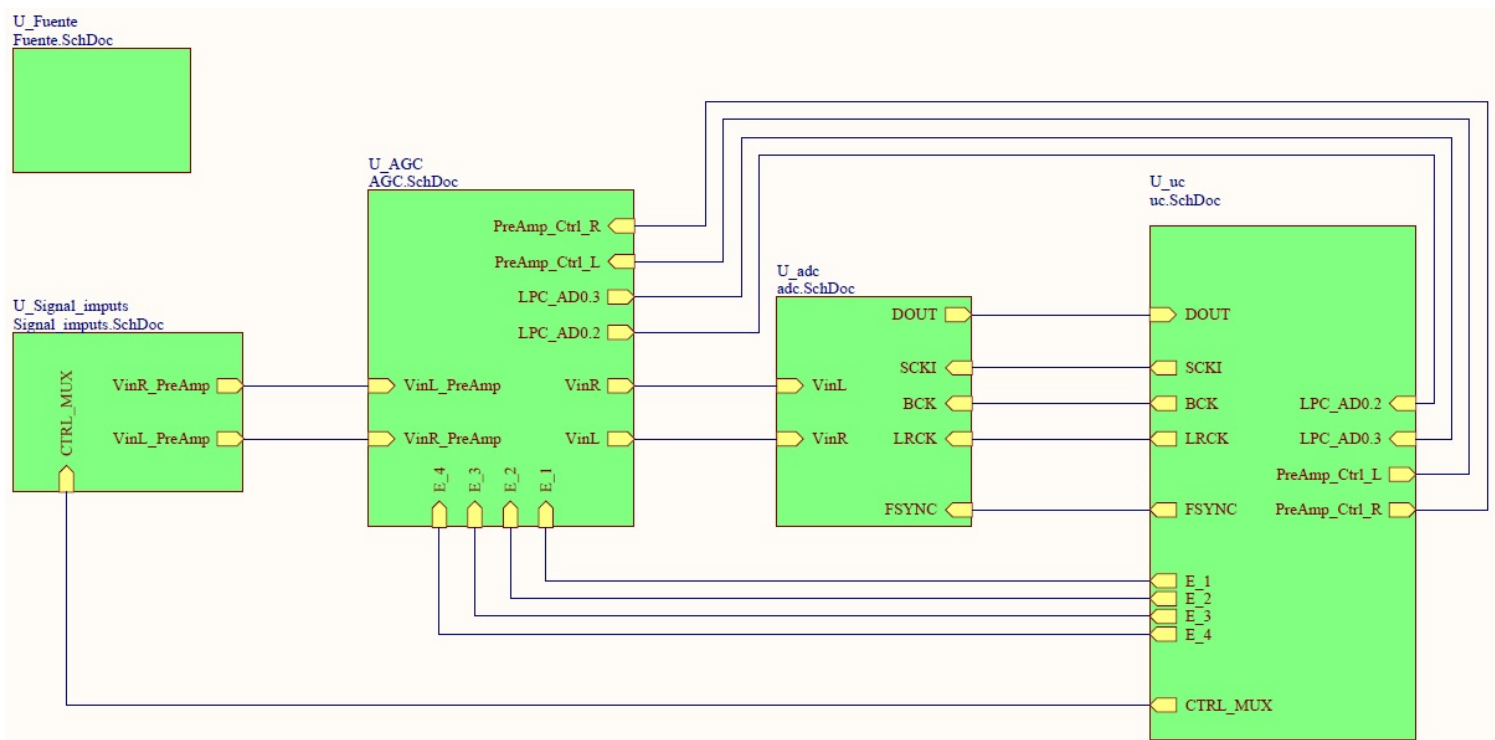


Figura 2: Estructura jerárquica

## 4.2. Fuente de alimentación

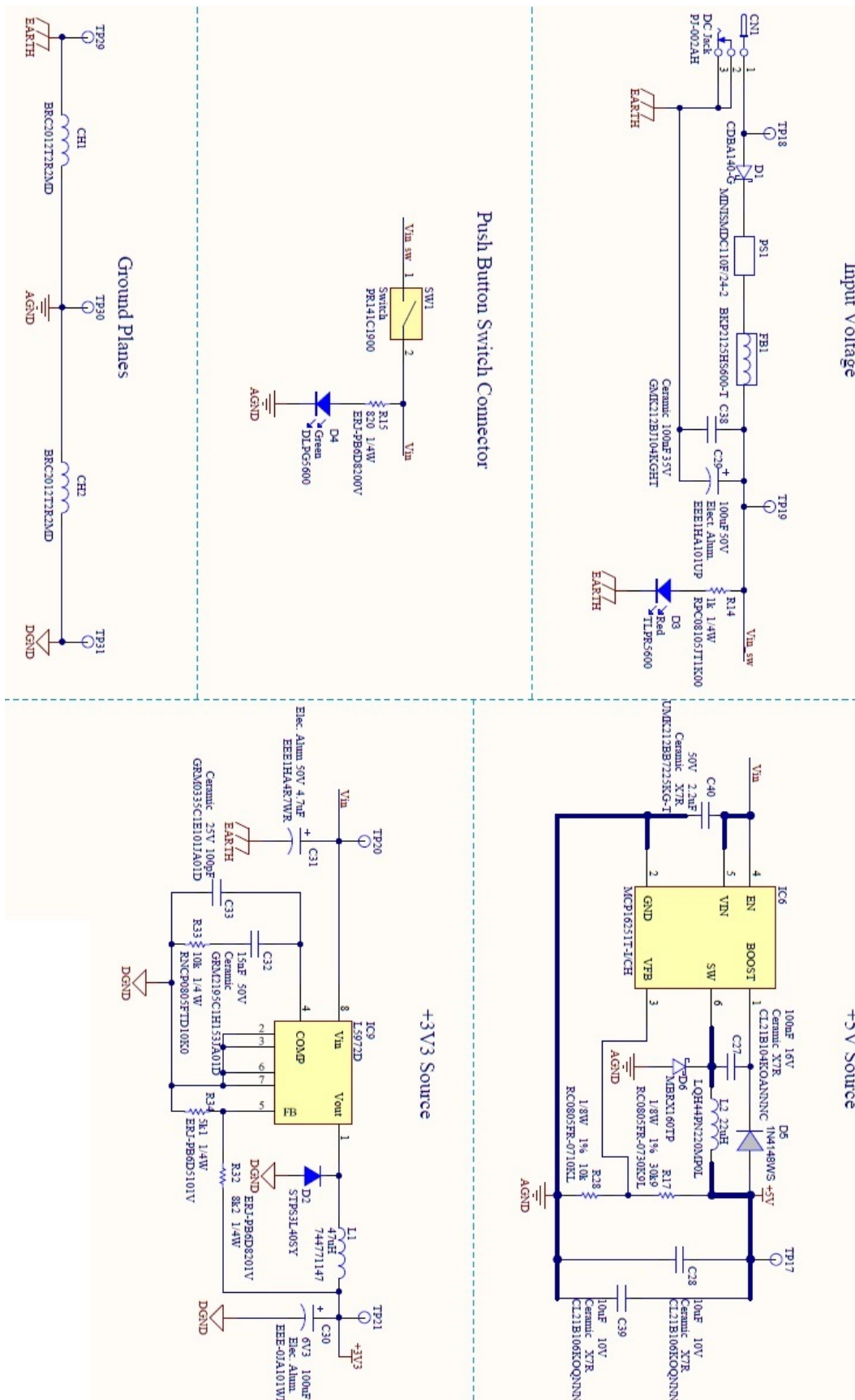


Figura 3: Esquemático de la fuente de alimentación

### 4.3. Entrada de señal

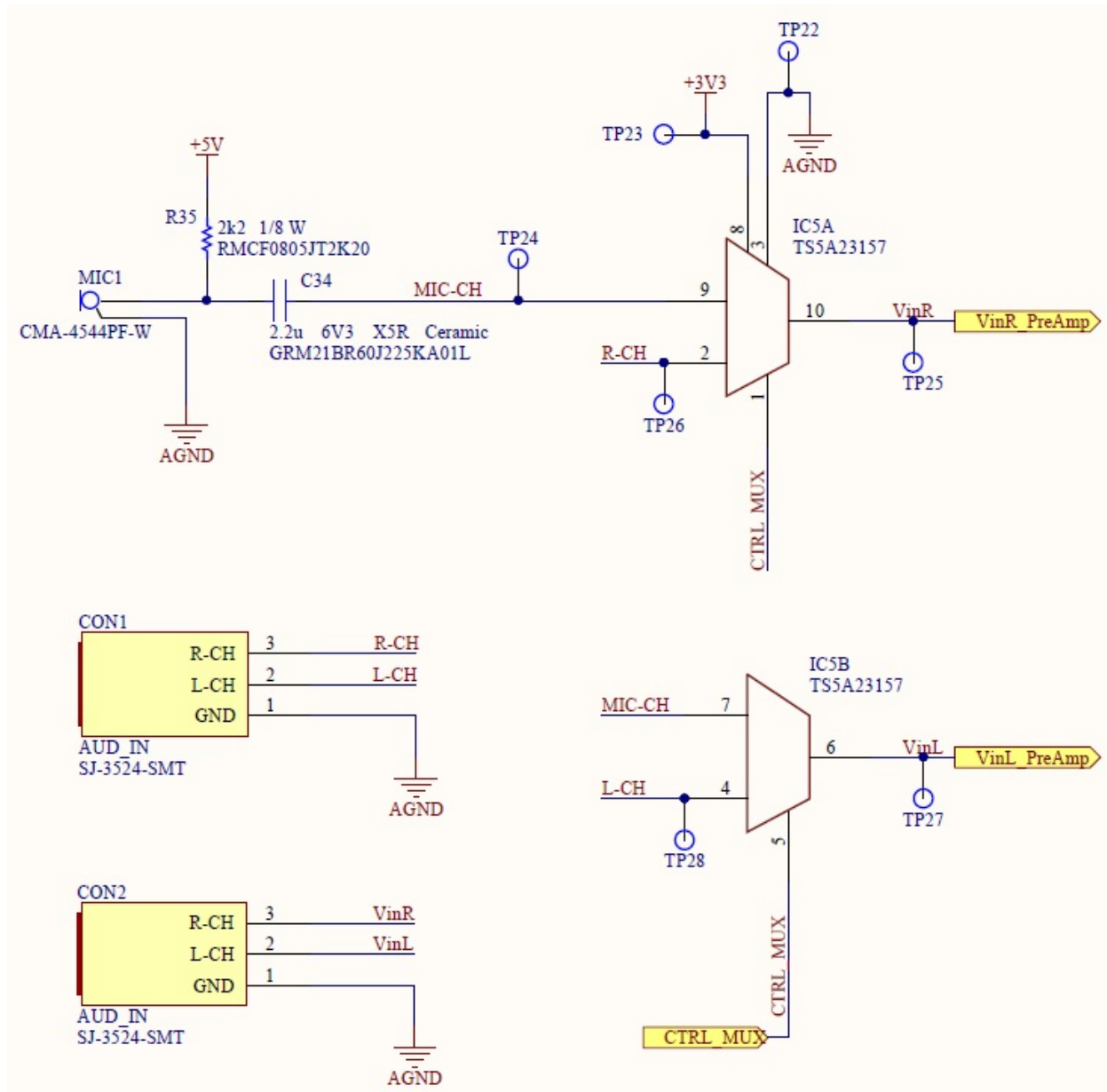


Figura 4: Esquemático de las entradas de señal

#### 4.4. Control Automático de Ganancia

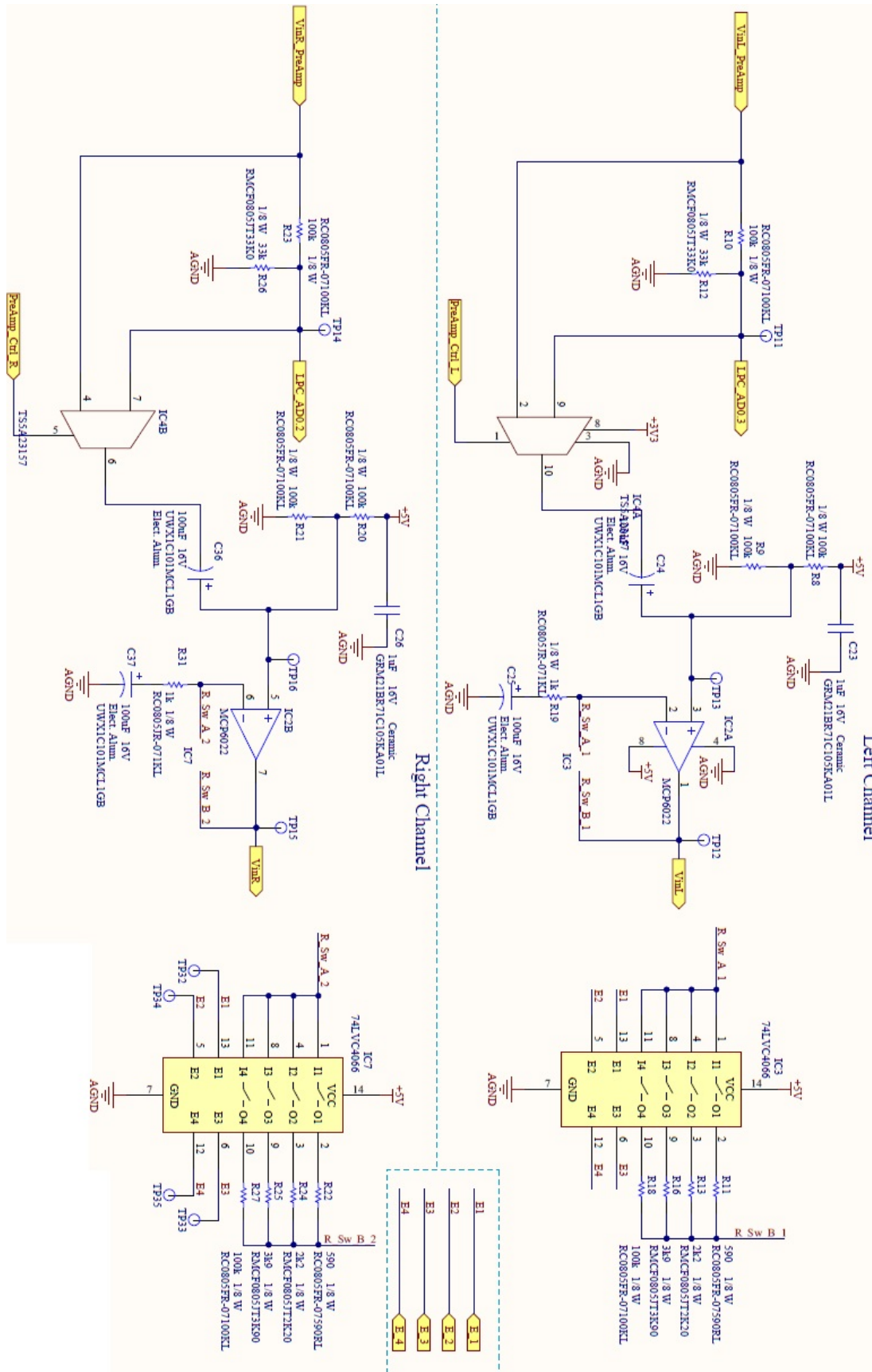


Figura 5: Esquemático del AGC



## 4.5. ADC

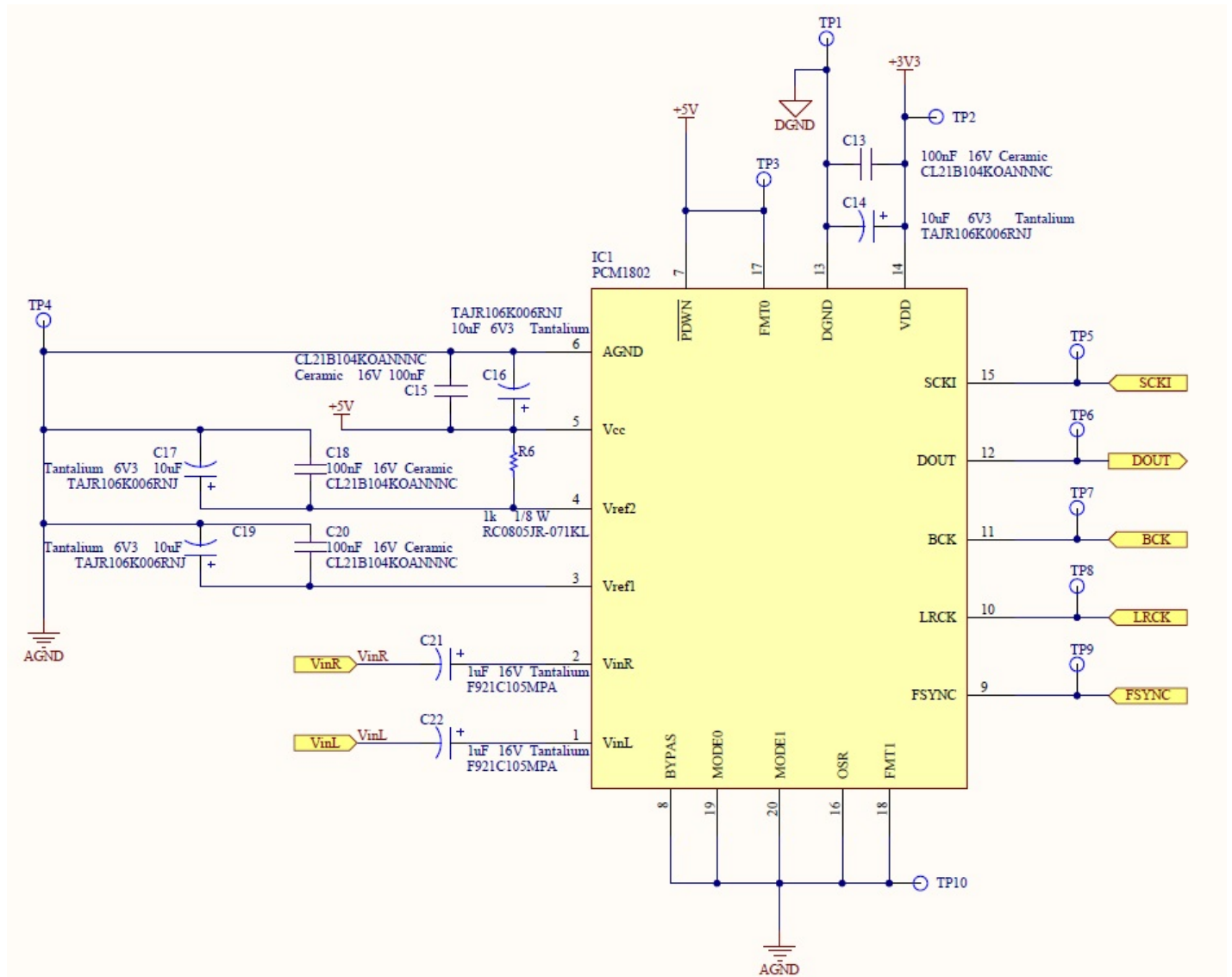


Figura 6: Esquemático del ADC







## 5. Lista de materiales (BOM)

### 5.1. Parte 1

#	Description	Comment	Designator	Part Number	Quantity	C	Temp Coef	V	Value	Price un. (USD)	Total (USD)
1	Analog Switch	TS5A23157	IC4, IC5	TS5A23157DGSR	2	-	-	-	-	0.92	1.84
2	Connector	DC Jack	CN1	PJ-0024H	1	-	-	-	-	0.74	0.74
3	Connector	CONN_82	CN2	-Tira de pines-	1	-	-	-	-	-	-
4	CONN TFT 3.5	CONN_14	CONN1, CONN2	-Tira de pines-	2	-	-	-	-	-	-
5	CONN TFT 2.8	CONN_18	CONN3	-Tira de pines-	1	-	-	-	-	-	-
6	Capacitor	100nF 25V X7R Ceramic	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C12, C35	08053C104KAT2A	8	100nF	X7R	25V	-	0.10	0.80
7	Capacitor	18pF 50V COG Ceramic	C7, C8	CL21C180JBANNNC	2	18pF	COG	50V	-	0.10	0.20
8	Capacitor	1uF 6V3 X7R Ceramic	C9	GRM21BR71C105KA01L	1	1uF	X7R	6V3	-	0.11	0.11
9	Capacitor	10nF 25V X7R Ceramic	C10, C11	CL21B103KAANNNC	2	10nF	X7R	25V	-	0.10	0.20
10	Capacitor	100nF 16V Ceramic	C13, C15, C18, C20	CL21B104KOANNNC	4	100nF	-	16V	-	0.10	0.40
11	Capacitor	1uF 16V Ceramic	C23, C26	GRM21BR71C105KA01L	2	1uF	-	16V	-	0.11	0.22
12	Capacitor	100nF 16V X7R	C27	CL21B104KOANNNC	1	100nF	-	16V	-	0.10	0.10
13	Capacitor	10uF 10V X7R	C28, C39	CL21B106KOQNNNG	2	10uF	-	10V	-	0.29	0.58
14	Capacitor	15nF 50V Ceramic	C32	GRM2195C1H153JA01D	1	15nF	-	50V	-	0.33	0.33
15	Capacitor	100pF 25V Ceramic	C33	C0805C101K3GACTU	1	100pF	-	25V	-	0.20	0.20
16	Capacitor	2.2u 6V3 X5R Ceramic	C34	GRM21BR60J225KA01L	1	2.2u	X5R	6V3	-	0.20	0.20
17	Capacitor	100nF 35V Ceramic	C38	GMK212B104KGHT	1	100nF	-	35V	-	0.14	0.14
18	Capacitor	2.2uF 50V X7R	C40	UMK212BB7225KG-T	1	2.2uF	X7R	50V	-	0.28	0.28
19	Capacitor	10uF 6V3 Tantalum	C14, C16, C17, C19	TAJ106K006RNU	4	10uF	-	6V3	-	1.02	4.08
20	Capacitor	1uF 16V Tantalum	C21, C22	F921C105MPA	2	1uF	-	16V	-	0.35	0.70
21	Capacitor	100uF 16V Elect. Alum.	C24, C25, C36, C37	UWXC101MCL1GB	4	100uF	-	16V	-	0.33	1.32
22	Capacitor	100uF 50V ElecAlum	C29	EEE1HA101UP	1	100uF	-	50V	-	0.59	0.59
23	Capacitor	100uF 6V3 ElecAlum	C30	EEE-0JA101WR	1	100uF	-	6V3	-	0.31	0.31
24	Capacitor	4.7uF 50V ElecAlum	C31	EEE1HA4R7WR	1	4.7uF	-	50V	-	0.34	0.34
25	Choke	Choke	CH1, CH2	BRC2012T2R2MD	2	-	-	-	-	0.34	0.68
26	Diode	STPS3L40	D2	STPS3L40SY	1	-	-	-	-	0.93	0.93
27	Diode signal	1N4148WS	D5	1N4148WS	1	-	-	-	-	0.17	0.17
28	Diode Schottky	CDBA140-G	D1	CDBA140-G	1	-	-	-	-	0.37	0.37
29	Diode Rectificador	MBRX160TP	D6	MBRX160TP	1	-	-	-	-	0.45	0.45
30	Ferrite Bead	Ferrite Bead	FB1	BKP2125HS600-T	1	-	-	-	-	0.10	0.10



## 5.2. Parte 2

#	Description	Comment	Designator	Part Number	Quantity	C	Temp Coef	V	Value	Price un. (USD)	Total (USD)
31	Inductor	47uH	L1	744771147	1	-	-	-	47uH	2,12	2,12
32	Inductor	22uF	L2	LQH44PN220MP0L	1	-	-	-	22uH	0,43	0,43
33	Connector	AUD_IN	CON1, CON2	SA-3524-SMT	2	-	-	-	-	1,04	2,08
34	Fuente Switching	L5972D	IC9	L5972D013TR	1	-	-	-	-	2,28	2,28
35	LED	LED	D3	TLPR5600	1	-	-	-	-	0,53	0,53
36	CPU Cortex M3	LPC1769FBD100	U1	LPC1769FBD100	1	-	-	-	-	11,53	11,53
37	Microfono	Mic	MMC1	CMA-4544PF-W	1	-	-	-	-	0,82	0,82
38	MCP6022	MCP6022	IC2	MCP6022T-I/SNCT-ND	1	-	-	-	-	1,38	1,38
39	PCM1802	PCM1802	IC1	PCM1802DBR	1	-	-	-	-	3,88	3,88
40	Poliswitch	Polyswitch	PS1	MINISMD C110F/24-2	1	-	-	-	-	0,63	0,63
41	74L VC4066	74L VC4066	IC3, IC7	74LVC4066BQ,115	2	-	-	-	-	0,63	1,26
42	Resistor	10k 5% 1/8W	R1, R2, R3, R4, R5, R7, R36	RMCF0805JT10K0	7	-	-	-	10k	0,10	0,70
43	Resistor	1k 1/8W	R6, R19, R31	RC0805JR-071KL	3	-	-	-	1k	0,10	0,30
44	Resistor	100k 1/8W	R8, R9, R10, R18, R20, R21, R23, R27	RC0805FR-07100KL	8	-	-	-	100k	0,10	0,80
45	Resistor	590 1/8W	R11, R22	RC0805FR-07590RL	2	-	-	-	590	0,10	0,20
46	Resistor	33k 1/8W	R12, R26	RMCF0805JT33K0	2	-	-	-	33k	0,10	0,20
47	Resistor	2k2 1/8W	R13, R24, R35	RMCF0805JT2K20	3	-	-	-	2k2	0,10	0,30
48	Resistor	1k 1/4W	R14	LTR10EZPJ102	1	-	-	-	1k	0,17	0,17
49	Resistor	820 1/4W	R15	ERJ-PB6D8200V	1	-	-	-	820	0,24	0,24
50	Resistor	3k9 1/8W	R16, R25	RMCF0805JT3K90	2	-	-	-	3k9	0,10	0,20
51	Resistor	30k9 1/8W 1%	R17	RC0805FR-0730K9L	1	-	-	-	30k9	0,10	0,10
52	Resistor	8k2 1/4W	R32	ERJ-PB6D8201V	1	-	-	-	8k2	0,10	0,10
53	Resistor	10k 1/4W	R33	RNCF0805FTD10K0	1	-	-	-	10k	0,10	0,10
54	Resistor	5k1 1/4W	R34	ERJ-PB6D5101V	1	-	-	-	5k1	0,24	0,24
55	Switch	Switch	SW1	PR141C1900	1	-	-	-	-	1,07	1,07
56	Switching Source	MCP	IC6	MCP16251T-I/CH	1	-	-	-	-	0,60	0,60
57	Crystal	XTAL_HF	X1	ABM3C-12.000MHz-D4Y-T	1	-	-	-	-	0,69	0,69
58	LED	LED	D4	DLPG5600	1	-	-	-	-	0,57	0,57
59	Resistor	10k 1/8W 1%	R28	RC0805FR-0710KL	1	-	-	-	10k	0,10	0,10
60											
Total (USD)											50,00



## 6. PCB: Render 3D

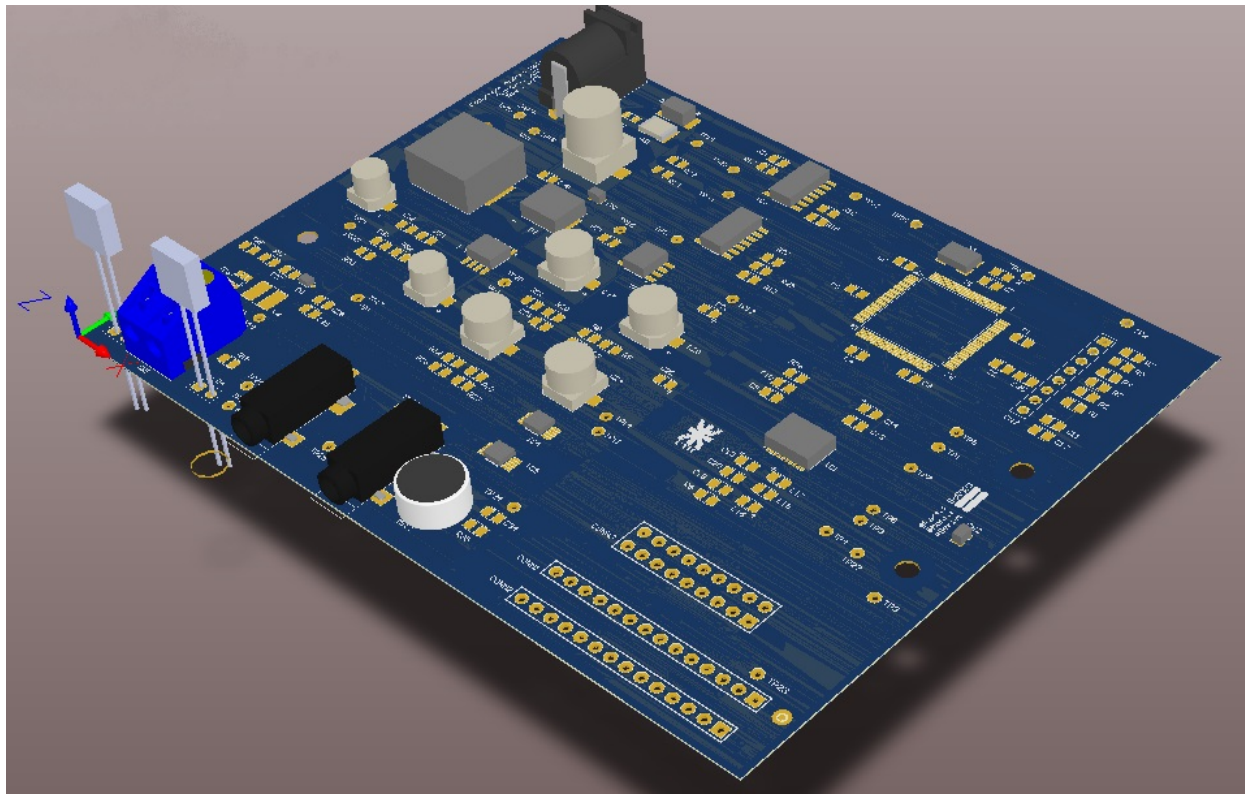


Figura 8: Render 3D del PCB

## 7. PCB Checklist

### 7.1. Ubicación de componentes

Ubicación de componentes	Cumple	No Cumple	Comentarios
1. Orientación consistente de componentes SMD	SÍ		
2. Espacio para herramientas de retrabajo	SÍ		
3. Verificar componentes polarizados	SÍ		
4. Utilizar grilla de 50 mil para componentes THT	SÍ		
5. Verificar orientación de todos los conectores	SÍ		
6. Verificar espacio mínimo entre cuerpo de componentes	SÍ		
7. Capacitores de desacople (bypass) cerca de pines de alimentación de los IC	SÍ		
8. Verificar terminadores en serie cercanos a la fuente		NO	NO APLICA
9. Drivers I/O cercanos a donde las señales abandonan el PCB		NO	NO APLICA
10. Torretas a GND, pistas de alimentación y test points, todos etiquetados.	SÍ		
11. Filtros EMI y RFI lo más cerca posible a puntos de entrada y salida en áreas blindadas.		NO	NO APLICA
12. Ubicar componentes de manera tal que un rework o reparación de un componente no requiera remover otros.	SÍ		
13. Los potenciómetros deberían incrementar la cantidad controlada en sentido de las agujas del reloj.		NO	NO APLICA
14. Verificar si los orificios de montaje deben estar aislados eléctricamente o no.		NO	GABINETE DE PLÁSTICO
15. Verificar distancia de seguridad de los orificios de montaje hacia otros componentes.	SÍ		
16. Verificar factor de forma de los pads SMD.	SÍ		
17. Fiduciales para ensamble automático.	SÍ		
18. Distancia de seguridad suficiente para ICs con zócalo.		NO	NO APLICA



## 7.2. Ruteo y pistas

Ruteo/pistas	Cumple	No Cumple	Comentarios
1. Comunes digitales y analógicos unidos en un solo punto.	SÍ		
2. Verificar pistas debajo de componentes ruidosos o sensibles.	SÍ		
3. No ubicar vías debajo de resistores de metalfilm u otros componentes con aislación pobre.	SÍ		
4. Verificar pistas susceptibles a puentes de soldadura.	SÍ		
5. Verificar pistas sin conexión en un extremo, a menos que sea a propósito.	SÍ		
6. Asegurar que el CAD unifica o no señales Vcc/Vdd y Vss/GND según lo requiera el diseño.	SÍ		
7. Utilizar múltiples vías en pistas de alta corriente y/o baja impedancia.		NO	NO APLICA
8. Observar keepout de componentes y pistas.	SÍ		
9. Utilizar planos de GND donde sea posible.	SÍ		

## 7.3. Dimensiones

Dimensiones	Cumple	No Cumple	Comentarios
1. Diámetro de orificios debe considerar el metalizado.	SÍ		
2. Diámetro de orificios más grande que el diámetro de pata al menos en 10 mils.	SÍ		
3. Ancho de texto en silkscreen 0.25mm o más.	SÍ		
4. Pad al menos 0.4mm más grande que drill.	SÍ		
5. Componentes ubicados al menos a 5mm del borde del PCB.	SÍ		
6. Test pads ubicados al menos a 5mm del borde del PCB.	SÍ		
7. Pistas al menos a 0.5mm del borde del PCB.	SÍ		
8. Tolerancia de drills especificada.	SÍ		POR DEFECTO
9. Tolerancia de máscara antisoldante especificada.	SÍ		POR DEFECTO
10. Tolerancia de pistas especificada.	SÍ		POR DEFECTO
11. Tolerancia de serigrafía especificada.	SÍ		POR DEFECTO
12. Ancho de pista suficiente para la corriente conducida.	SÍ		I <sub>max</sub> = 1A, Ancho de pista: 0,5mm
13. Distancia suficiente entre pistas de alto voltaje.		NO	NO APLICA

## 7.4. Serigrafía

Serigrafía (silkscreen)	Cumple	No Cumple	Comentarios
1. Evitar serigrafía sobre vías sin máscara u orificios.	SÍ		
2. Todos los textos y leyendas legibles en una o dos direcciones.	SÍ		
3. Logo de la compañía en serigrafía.	SÍ		
4. Logo de la compañía en cobre.	SÍ		
5. Nota de copyright en PCB.	SÍ		
6. Fecha en PCB.	SÍ		
7. Número de parte en PCB.	SÍ		
8. Número de parte de montaje en PCB.	SÍ		
9. Revisión del PCB en serigrafía.	SÍ		
10. Espacio para revisión de montaje en serigrafía.	SÍ		
11. Espacio para número de serie en serigrafía.	SÍ		
12. Ubicar todo el texto de la serigrafía de manera tal que sea legible cuando los componentes están montados.	SÍ		
13. Todos los ICs deben tener el pin 1 debidamente marcado y visible con el IC instalado.	SÍ		
14. ICs de muchos pines deberían tener los pines extremos numerados para facilitar su identificación.	SÍ		
15. Marcas cada 5 o 10 pines en ICs o conectores de muchos pines para facilitar su identificación.		NO	ALTA DENSIDAD DE SERIGRAFÍA, CADA 25 PINES



## 7.5. Consideraciones varias

Otros	Cumple	No Cumple	Comentarios
1. Utilizar DRC y ERC habilitados en el CAD.	SÍ		
2. Tomar las precauciones necesarias en circuitos de alta frecuencia.		NO	NO APLICA
3. Colocar conectores y pines extra en prototipos para pruebas, por si es necesario.	SÍ		
4. Verificar dimensiones y formas de orificios en conectores raros (rectangulares, ovalados).		NO	DRILLS REDONDOS DE CN1 EN LUGAR DE CUADRADOS
5. Verificar si la máscara antisoldante cubre o no cubre las vías.	SÍ		
6. No rutear ángulos agudos.	SÍ		
7. Verificar profundidad de la máscara antisoldante.	SÍ		POR DEFECTO
8. Verificar el netlist manualmente o por inspección visual.	SÍ		
9. Verificar si existen conexiones de un único pin y si son intencionales.	SÍ		
10. Verificar si el origen de orificios es un pad de referencia.	SÍ		
11. Anotar en layer auxiliar ancho del PCB, material y peso del cobre.	SÍ		
12. Utilizar aislamiento térmicos (thermal relief) en capas internas de distribución de alimentación.		NO	NO APLICA
13. Verificar que las aperturas para pasta de estaño sean del tamaño adecuado.	SÍ		POR DEFECTO
14. Verificar si se permiten blind/buried vias en PCB multicapa.		NO	NO APLICA
15. Definir correctamente el panelizado del PCB.	SÍ		
16. Encapsulados metálicos de cristales de alta frecuencia deberían conectarse a GND.			ENCAPSULADO PLÁSTICO

## 8. Gabinete

### 8.1. Render 3D

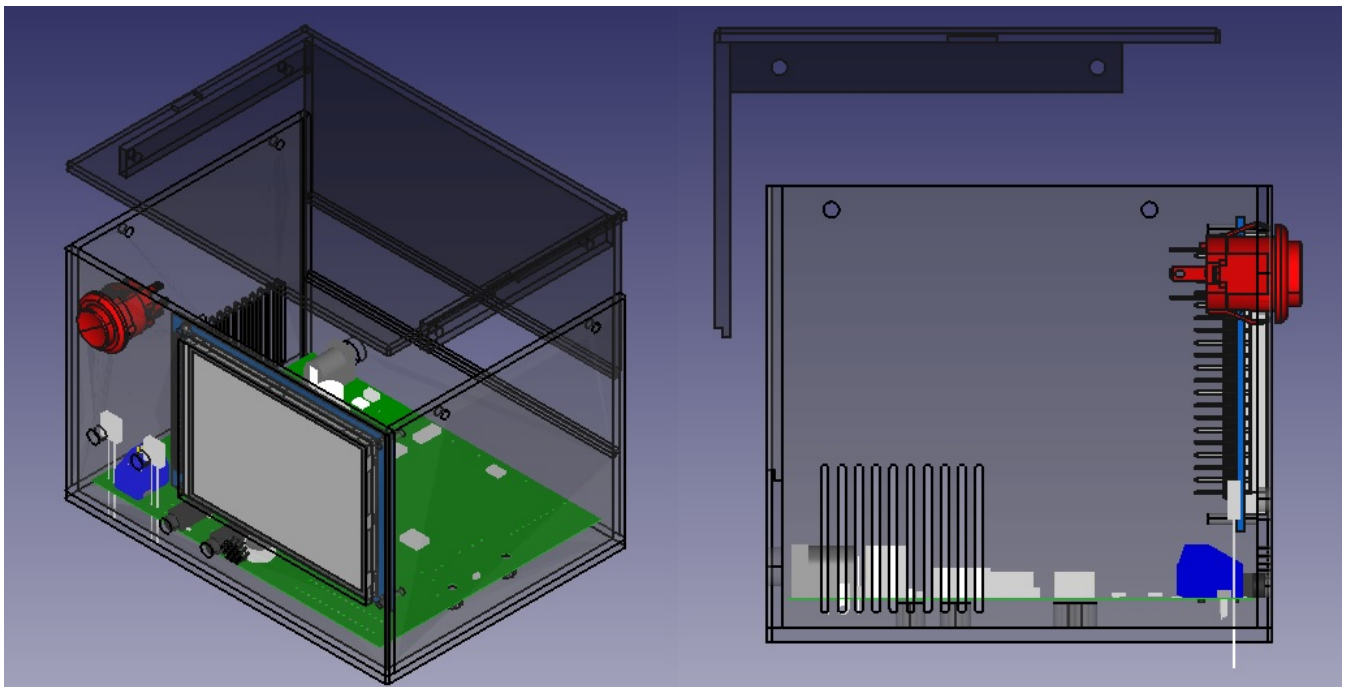
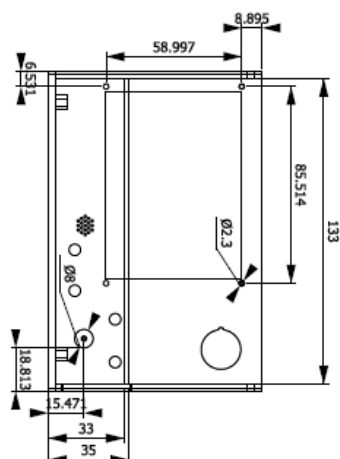
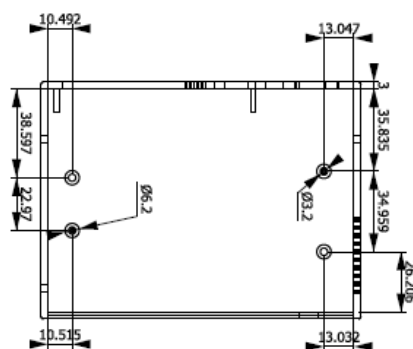
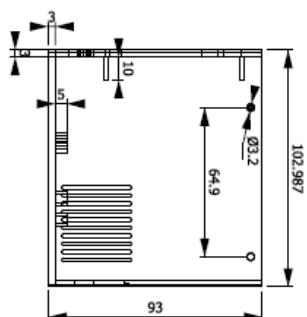
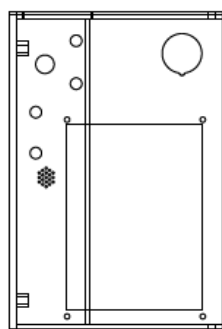
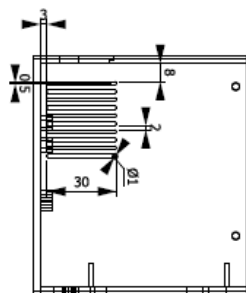


Figura 9: Vista 3D del gabinete

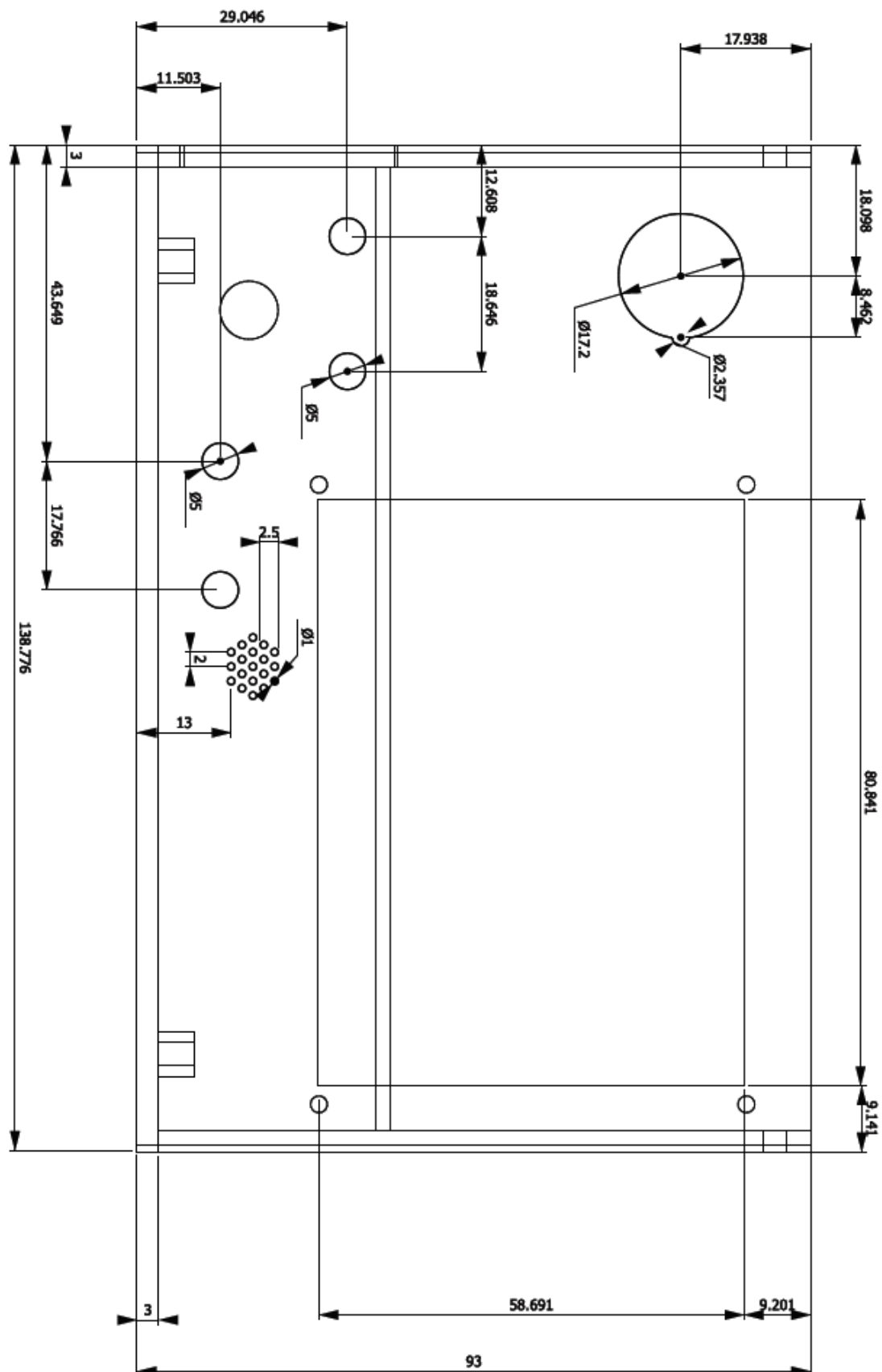
## 8.2. Planos

### 8.2.1. Gabinete: dimensiones generales

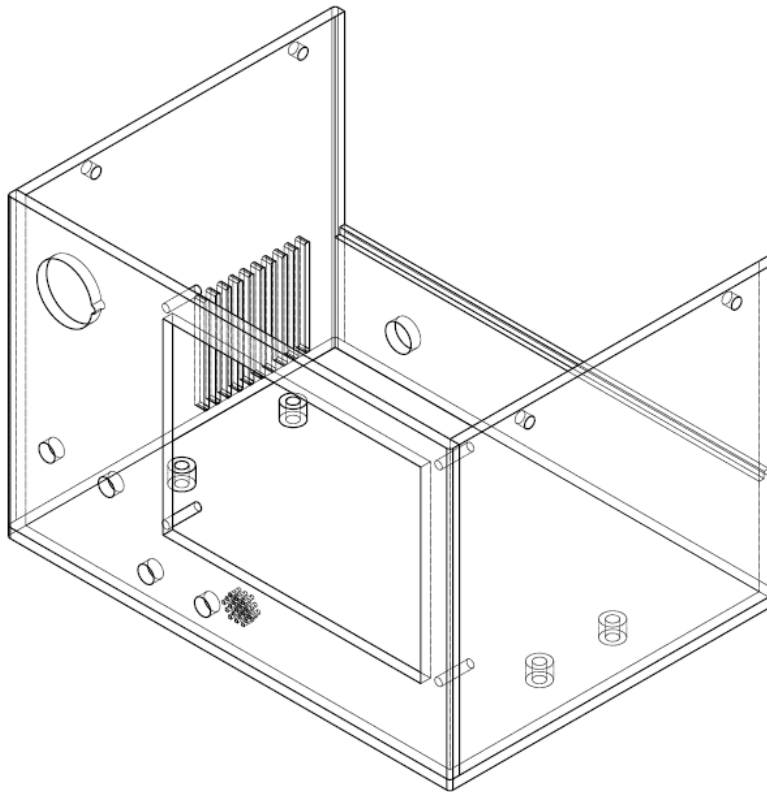




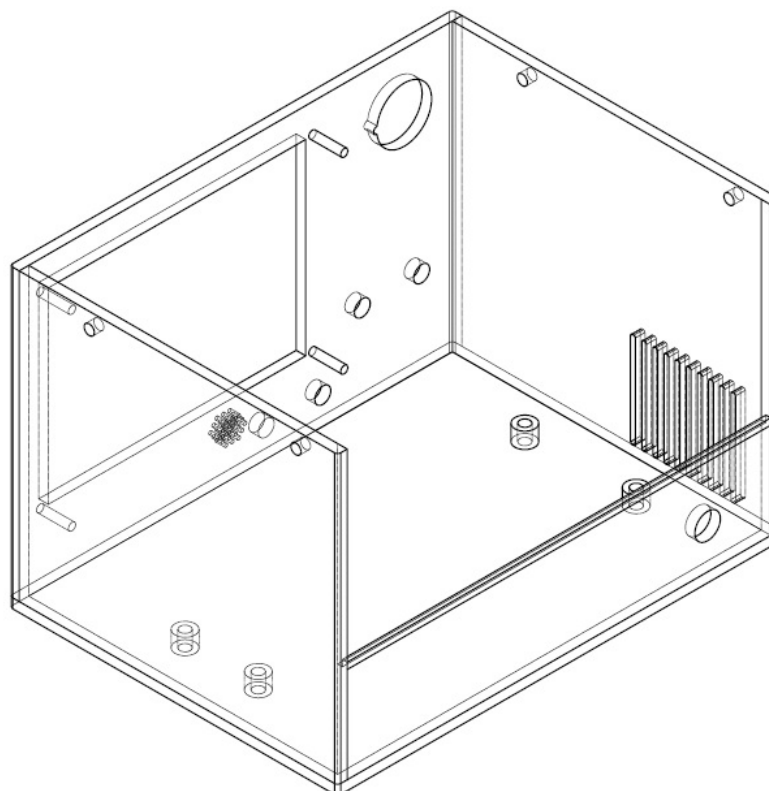
### 8.2.2. Gabinete: detalle de vista frontal



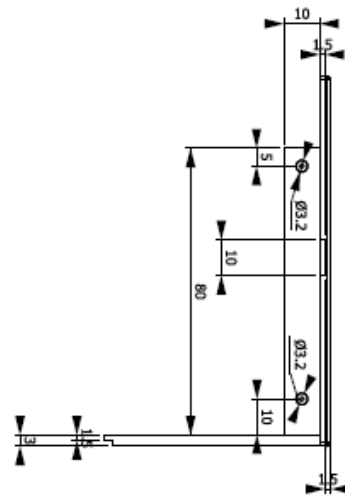
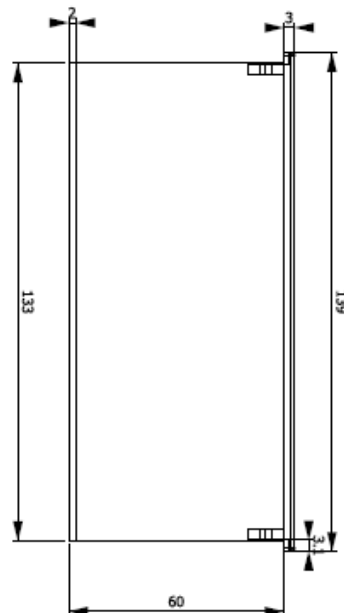
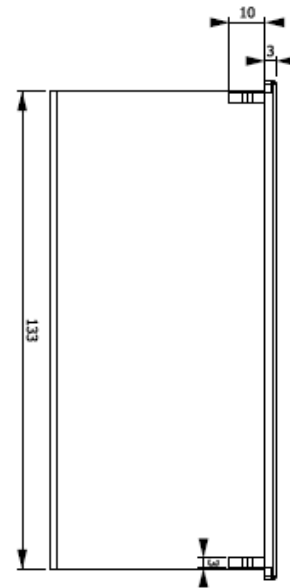
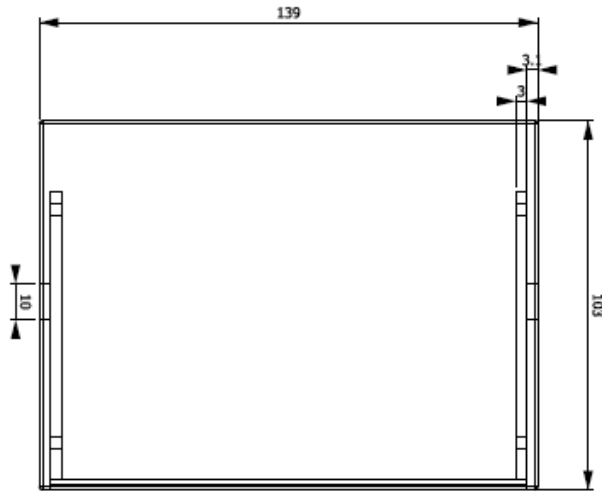
### 8.2.3. Gabinete: perspectiva 1



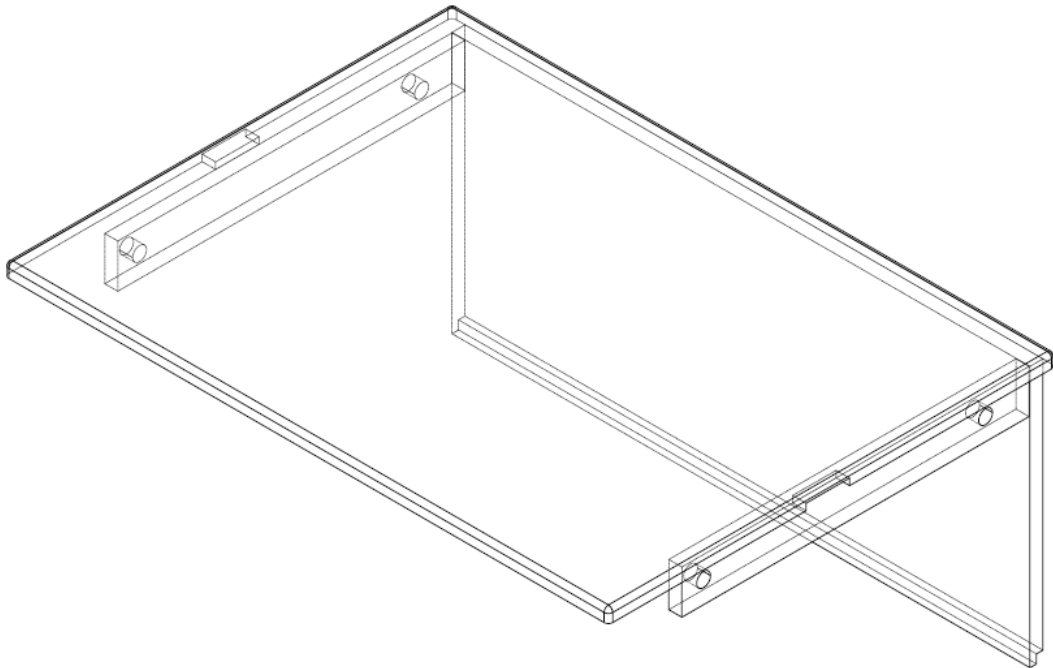
### 8.2.4. Gabinete: perspectiva 2



### 8.2.5. Pieza superior: dimensiones generales



#### 8.2.6. Pieza superior: perspectiva 1



#### 8.2.7. Pieza superior: perspectiva 2

