



# **Universidad Autónoma de Nuevo León**

## **Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

### **Electrónica Analógica II**

**Producto Integrador de Aprendizaje: Bocina Estereofónica con Amplificador TDA7297**

**PROFESOR: M.A. Alejandro Pérez González**

**SEMESTRE: enero – junio 2023**

OP.	MATRICULA	NOMBRE	HORA	GRUPO	CARRERA
3	2077415	Andrés San Martín Morín	V1-3	002	IEA

Fecha: 22/04/2023

## Contenido

Contenido.....	2
Reporte.....	3
Diagrama esquemático fuente de poder 12v de base .....	3
Diagrama esquemático amplificador TDA7297 de base .....	4
Diagrama esquemático fuente de poder 17vdc.....	5
Diagrama esquemático amplificador TDA7297 .....	6
Lista de Materiales .....	7
Datasheet .....	8
TD7297 .....	8
KBU1010.....	13
RHS5050D.....	15
Dimensiones.....	16
Cálculo de disipador .....	17
TDA7297 .....	17
KBU1010.....	20
Pieza completa .....	21
PCB .....	22
Conclusión .....	23
Bibliografía .....	24

## Reporte

Para este proyecto final se usó el Amplificador operacional TDA7297 debido a su facilidad de instalación debido a que para hacerlo funcionar se necesitan de muy pocos componentes, Además consume muy poco amperaje lo que abarata la creación de una bocina estereofónica.

Este componente viene con 2 amplificadores lo que significa que con un solo integrado podemos crear una bocina estereofónica.

Además de las ventajas ya mencionadas, este amplificador viene con protección de corto circuito al igual que una protección térmica. Estas protecciones cortan el paso de la corriente hasta que las condiciones vuelvan a su estado normal.

### Diagrama esquemático fuente de poder 12v de base

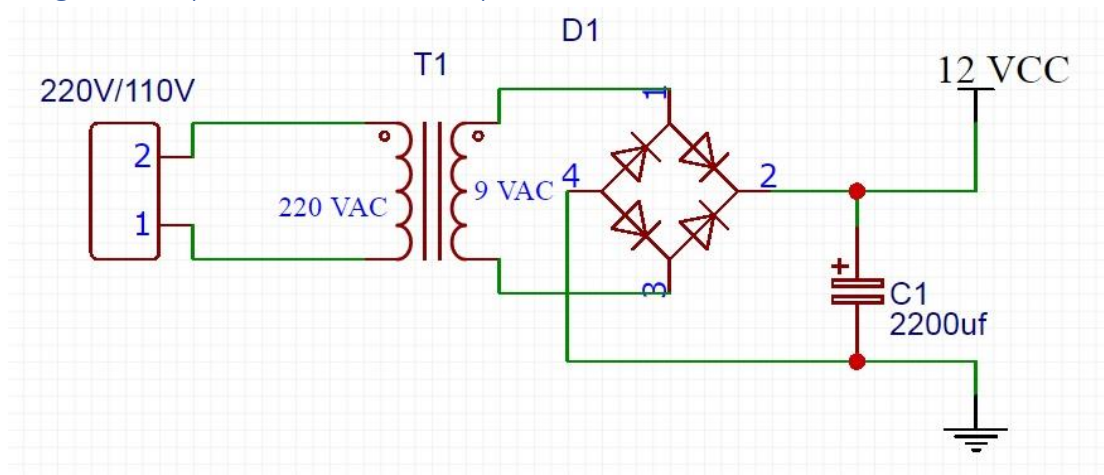


Diagrama esquemático amplificador TDA7297 de base

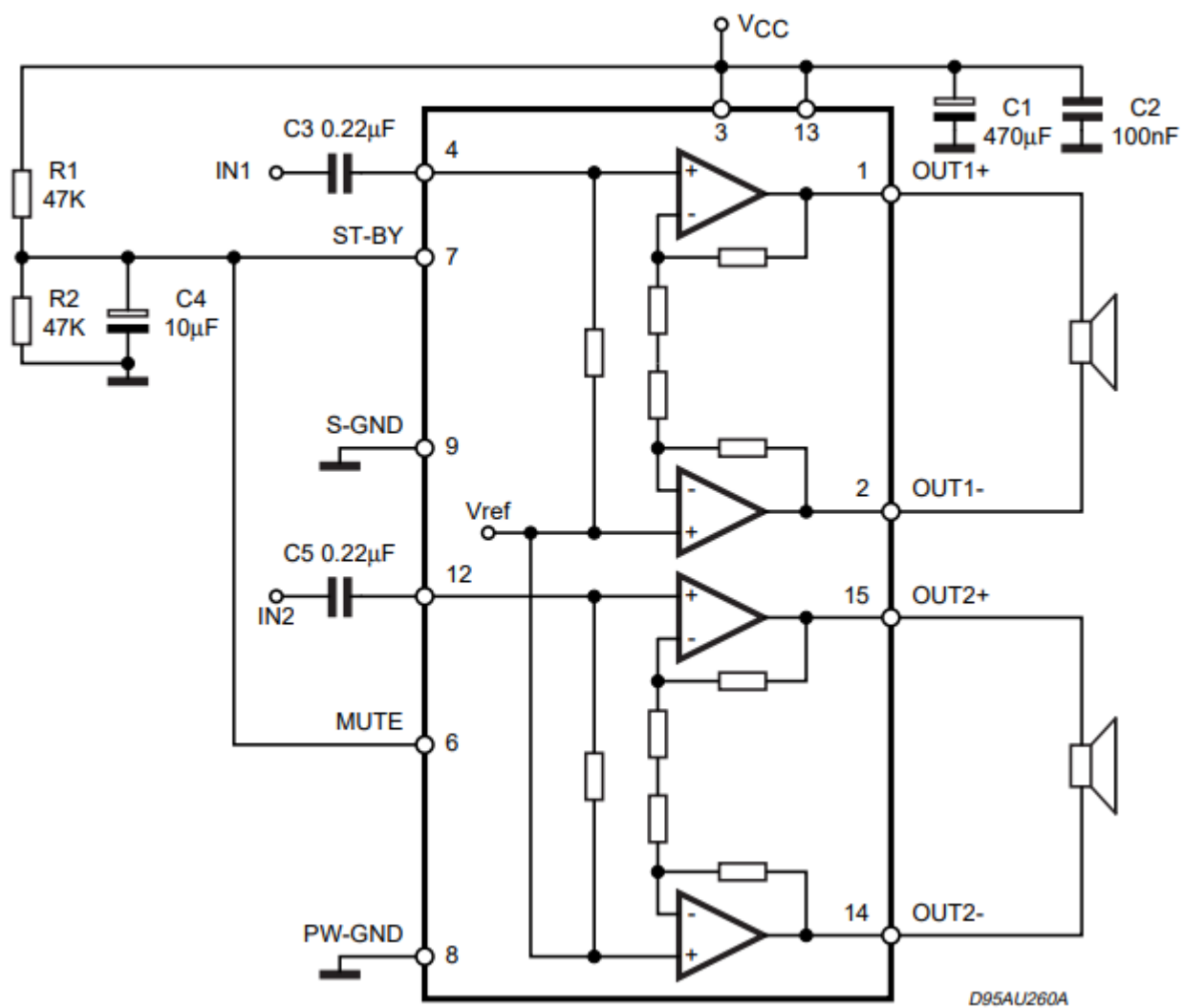


Diagrama esquemático fuente de poder 17vdc

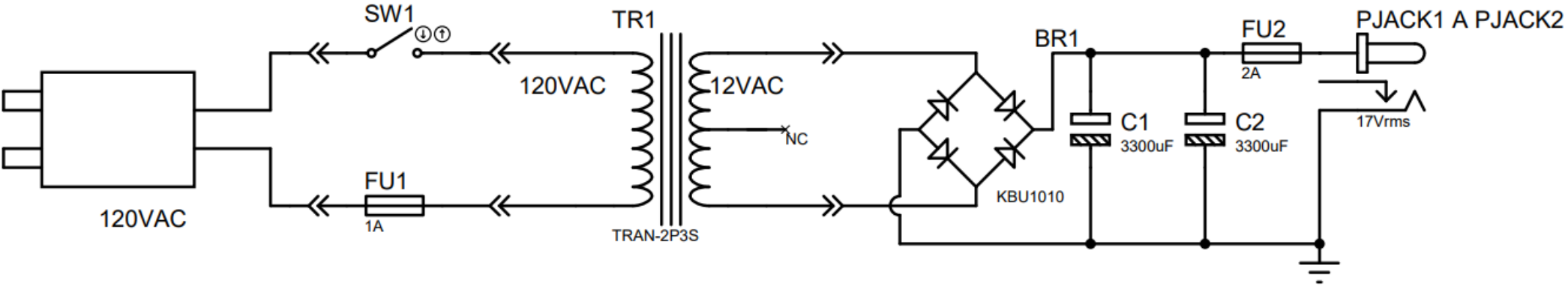
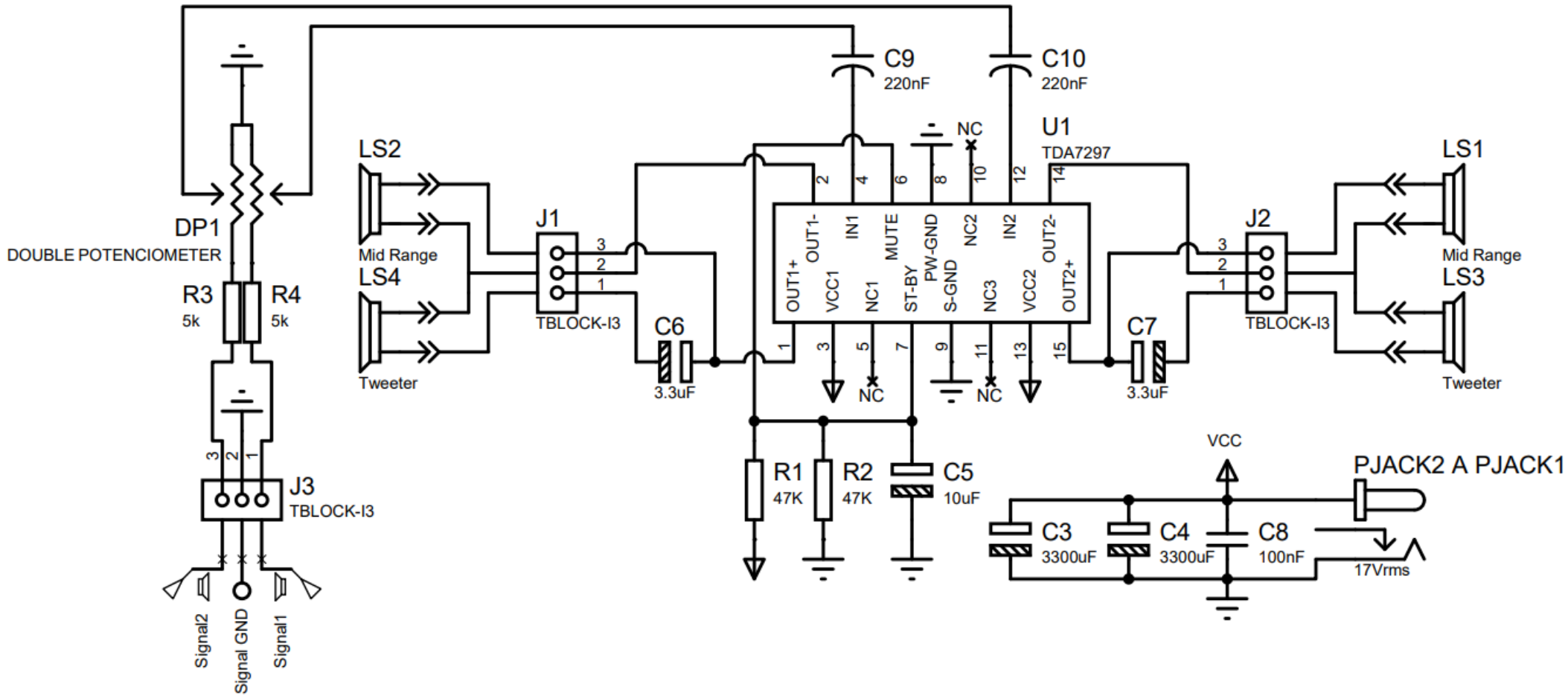


Diagrama esquemático amplificador TDA7297



## Lista de Materiales

<i>ITEM</i>	<i>Matrícula/Valor</i>	<i>Descripción</i>
<i>BR1</i>	KBU1010, 10A	Puente de diodos
<i>C1</i>	3300uF, 25V	Cap. Electrolítico
<i>C2</i>	3300uF, 25V	Cap. Electrolítico
<i>C3</i>	3300uF, 25V	Cap. Electrolítico
<i>C4</i>	3300uF, 25V	Cap. Electrolítico
<i>C5</i>	10uF, 50V	Cap. Electrolítico
<i>C6</i>	3.3uF, 50V	Cap. Electrolítico
<i>C7</i>	3.3uF, 50V	Cap. Electrolítico
<i>C8</i>	100nF, 50V	Cap. Cerámico
<i>C9</i>	220nF, 35V	Cap. Tantalio
<i>C10</i>	220nF, 35V	Cap. Tantalio
<i>DP1</i>	10k $\Omega$ , 1/4w	Doble potenciómetro
<i>FU1</i>	1A, 250V	Fusible para amplificador
<i>FU2</i>	2A, 250V	Fusible para transformador
<i>J1</i>	Terminal Block, 3 Pin, 3.5mm, 8A	Bornera para bocina
<i>J2</i>	Terminal Block, 3 Pin, 3.5mm, 8A	Bornera para bocina
<i>J3</i>	Terminal Block, 3 Pin, 3.5mm, 5A	Bornera para señal
<i>LS1</i>	065-251, 8 $\Omega$ , 110W	Medio rango
<i>LS2</i>	065-251, 8 $\Omega$ , 110W	Medio rango
<i>LS3</i>	066-595, 8 $\Omega$ , 100W	Tweeter
<i>LS4</i>	066-595, 8 $\Omega$ , 100W	Tweeter
<i>PJACK1</i>	CON-SOCJ-2155, 2.5A, 2.1mmx5.5mm	Jack de alimentación
<i>PJACK2</i>	CON-SOCJ-2155, 2.5A, 2.1mmx5.5mm	Jack de alimentación
<i>R1</i>	47k $\Omega$ , 1/4w	Res. carbón
<i>R2</i>	47k $\Omega$ , 1/4w	Res. carbón
<i>R3</i>	5.1k $\Omega$ , 1/4w	Res. carbón
<i>R4</i>	5.1k $\Omega$ , 1/4w	Res. carbón
<i>SW1</i>	KOD1, 10A, 125VAC	Switch
<i>TR1</i>	10A, 120V:10V	Transformador con derivación central
<i>U1</i>	TDA7297, 15w+15w, 8 $\Omega$ , 2Amax, 20Vmax	Amplificador estereofónico clase AB

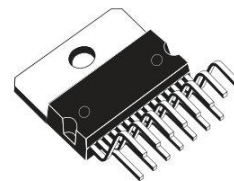


# TDA7297

## 15+15W DUAL BRIDGE AMPLIFIER

- WIDE SUPPLY VOLTAGE RANGE (6V -18V)
- MINIMUM EXTERNAL COMPONENTS
  - NO SVR CAPACITOR
  - NO BOOTSTRAP
  - NO BOUCHEROT CELLS
  - INTERNALLY FIXED GAIN
- STAND-BY & MUTE FUNCTIONS
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION

### TECHNOLOGY BI20II



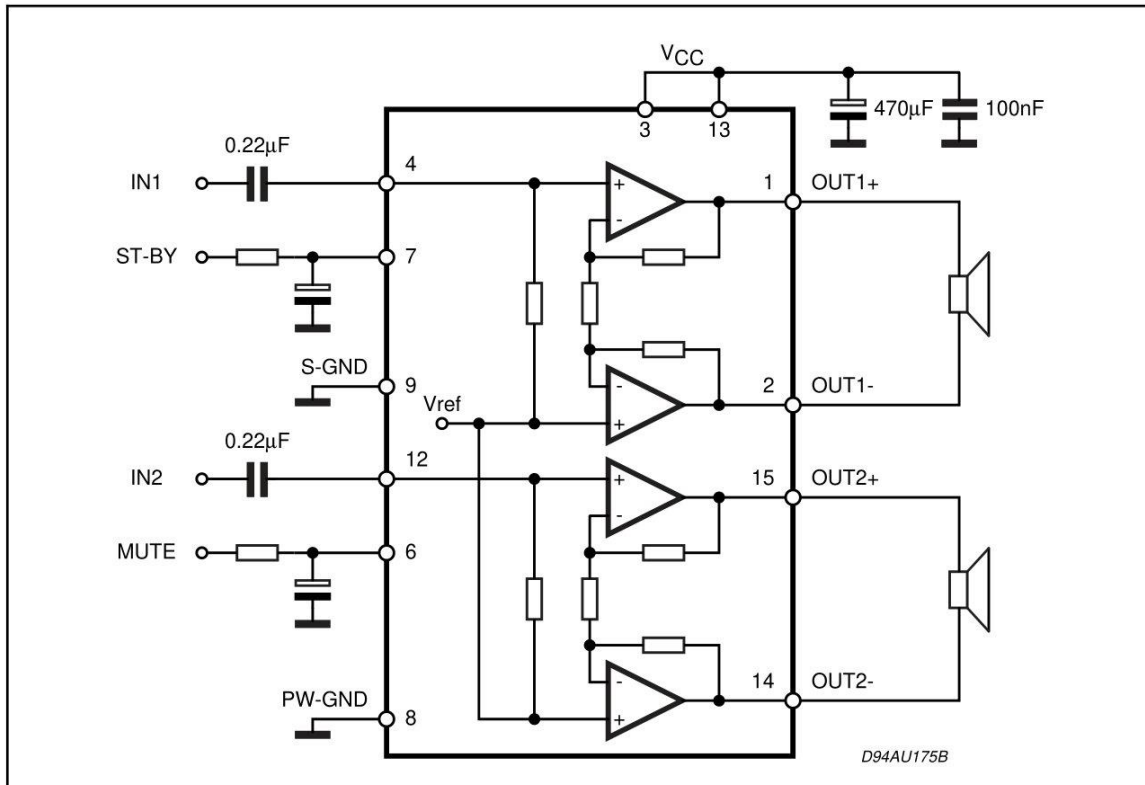
Multiwatt 15

ORDERING NUMBER: TDA7297

### DESCRIPTION

The TDA7297 is a dual bridge amplifier specially designed for TV and Portable Radio applications.

### BLOCK AND APPLICATION DIAGRAM





## TDA7297

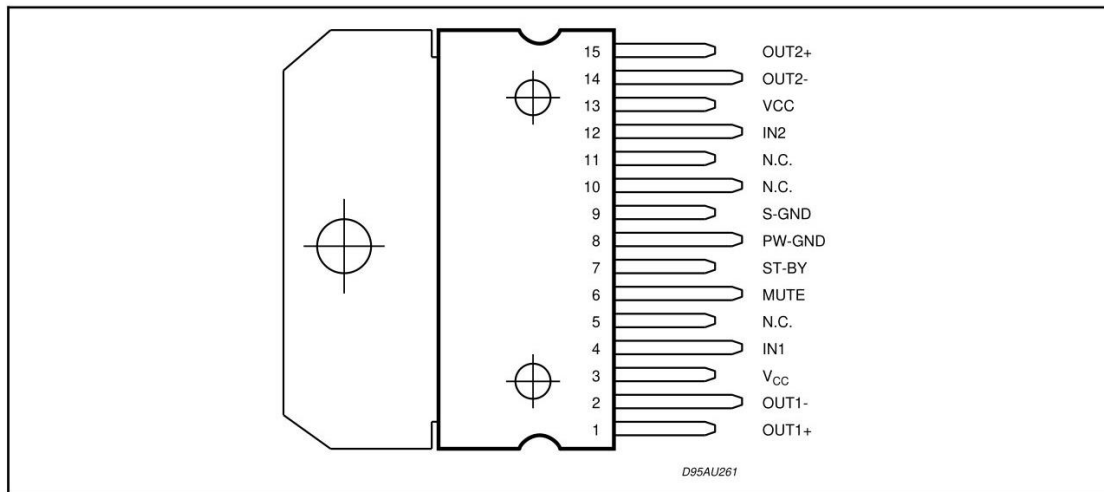
### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_S$	Supply Voltage	20	V
$I_O$	Output Peak Current (internally limited)	2	A
$P_{tot}$	Total Power Dissipation ( $T_{case} = 70^\circ\text{C}$ )	33	W
$T_{op}$	Operating Temperature	0 to 70	$^\circ\text{C}$
$T_{stg}, T_j$	Storage and Junction Temperature	-40 to +150	$^\circ\text{C}$

### THERMAL DATA

Symbol	Description	Value		Unit
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction to case	Typ. 1.4	Max. 2	$^\circ\text{C/W}$

### PIN CONNECTION (Top view)



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $V_{CC} = 16.5\text{V}$ ,  $R_L = 8\Omega$ ,  $f = 1\text{kHz}$ ,  $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified.)

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{CC}$	Supply Range		6.5		18	V
$I_q$	Total Quiescent Current	$R_L = \infty$		50	65	mA
$V_{OS}$	Output Offset Voltage				120	mV
$P_O$	Output Power	THD = 10%	13	15		W
THD	Total Harmonic Distortion	$P_O = 1\text{W}$		0.1	0.3	%
		$P_O = 0.1\text{W to } 5\text{W}$ $f = 100\text{Hz to } 15\text{kHz}$			1	%
SVR	Supply Voltage Rejection	$f = 100\text{Hz } V_R = 0.5\text{V}$	40	56		dB
CT	Crosstalk		46	60		dB
$A_{MUTE}$	Mute Attenuation		60	80		dB
$T_W$	Thermal Threshold			150		$^\circ\text{C}$
$G_V$	Closed Loop Voltage Gain		31	32	33	dB
$\Delta G_V$	Voltage Gain Matching				0.5	dB
$R_i$	Input Resistance		25	30		$\text{K}\Omega$

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Continued)

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{T_{MUTE}}$	Mute Threshold	$V_O = -30\text{dB}$	2.3	2.9	4.1	V
$V_{T_{ST-BY}}$	St-by Threshold		0.8	1.3	1.8	V
$I_{ST-BY}$	ST-BY current $V_6 = \text{GND}$				100	$\mu\text{A}$
$e_N$	Total Output Noise Voltage	A curve $f = 20\text{Hz to } 20\text{kHz}$		150 220	500	$\mu\text{V}$ $\mu\text{V}$

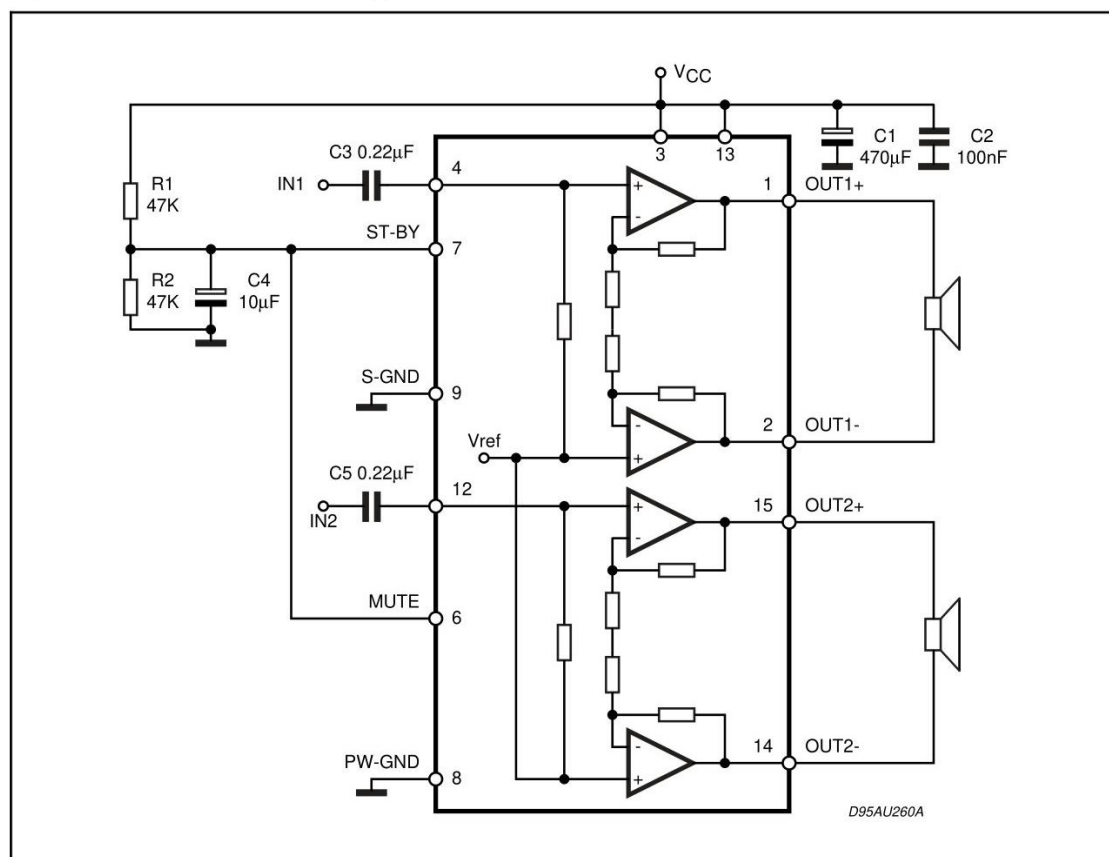
**Figure 3:** Stand-alone Low-cost Application.

Figure 4: Distortion vs Output Power

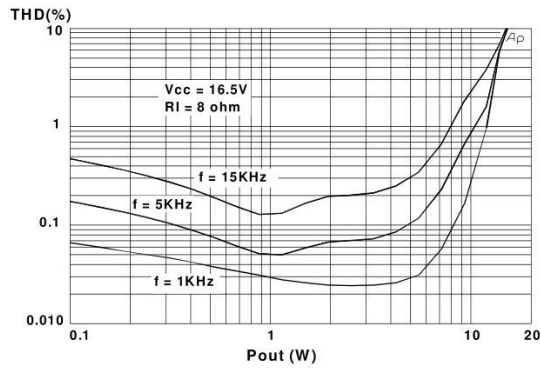


Figure 5: Distortion vs Output Power

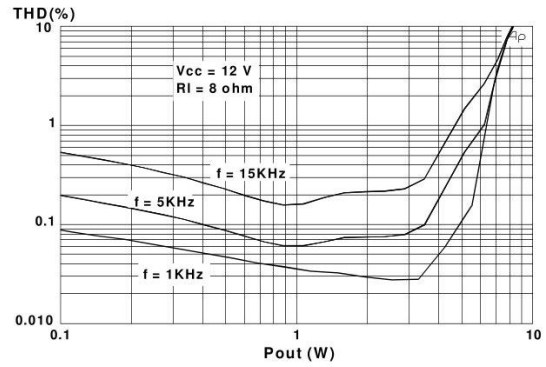


Figure 6: Distortion vs Frequency

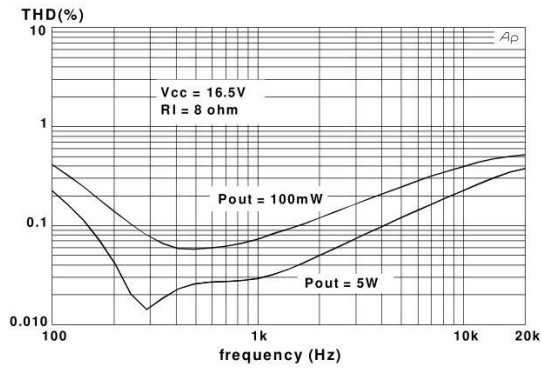


Figure 7: Frequency Response

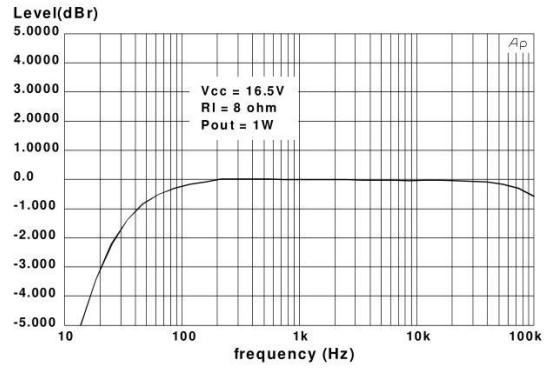


Figure 8: Output Power vs Supply Voltage

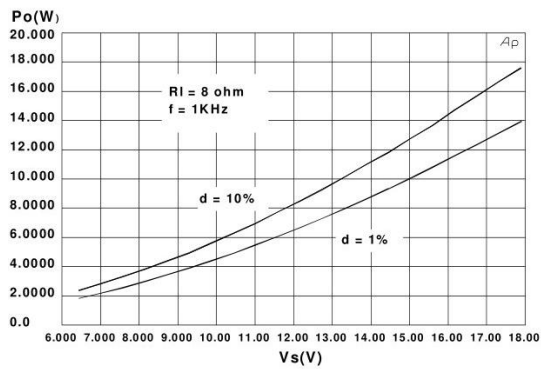
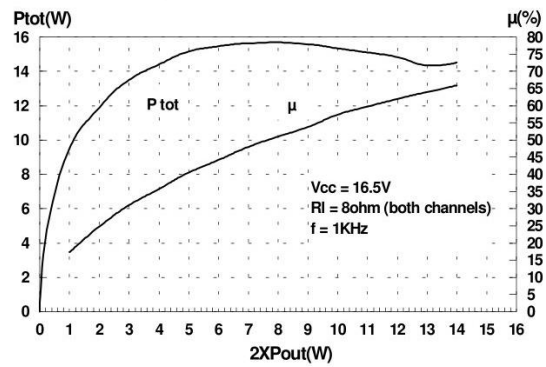
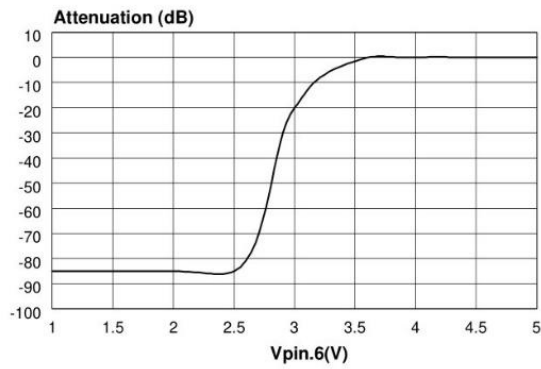
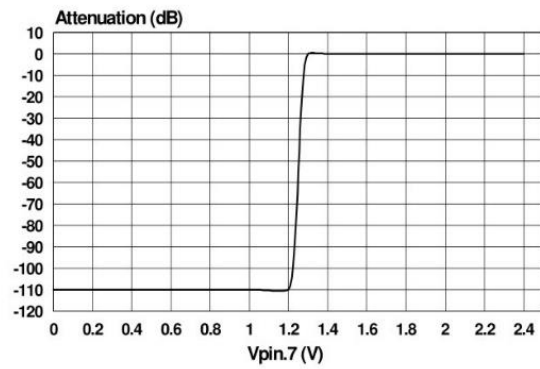
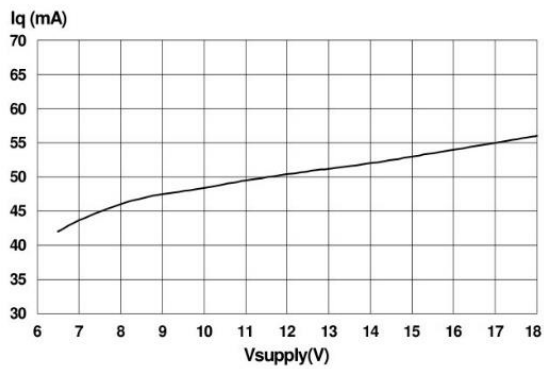


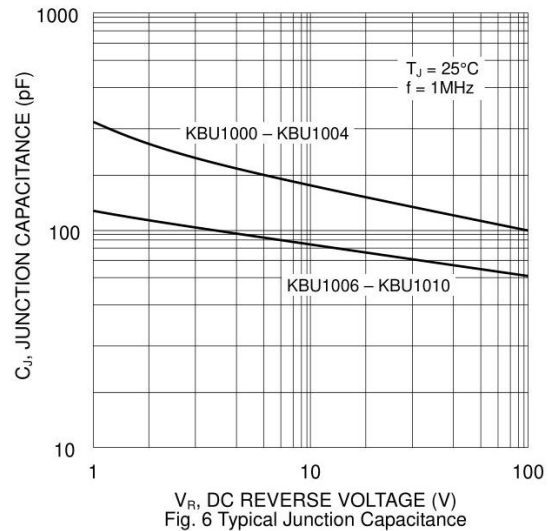
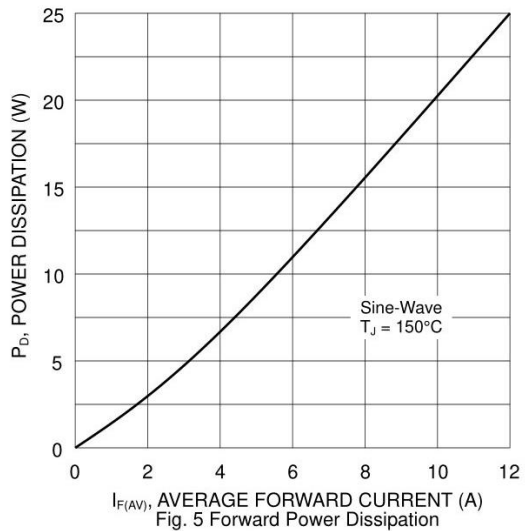
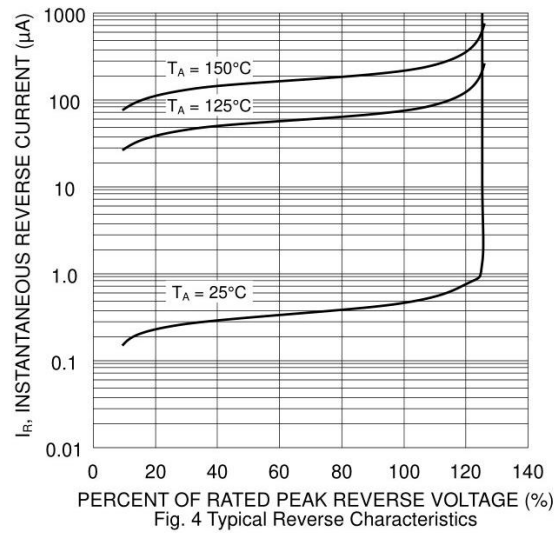
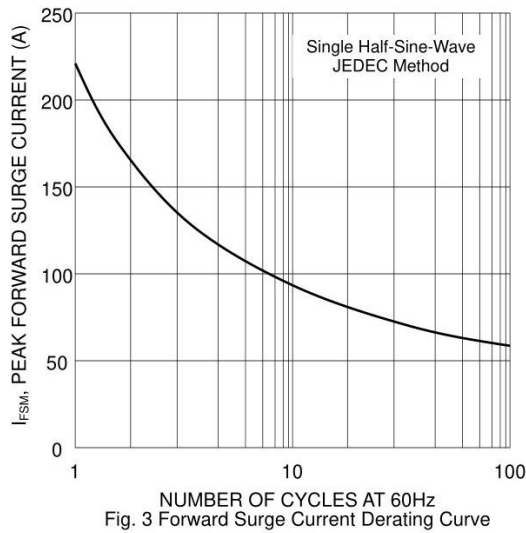
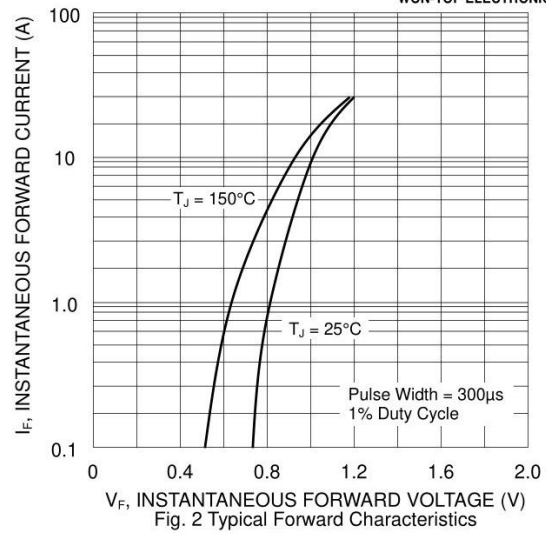
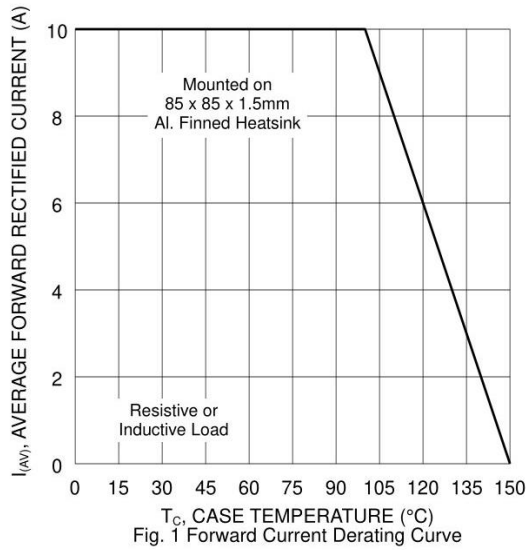
Figure 9: Total Power Dissipation &amp; Efficiency vs Output Power



**Figure 10:** Mute Attenuation vs. V pin.6**Figure 11:** Stand-By Attenuation vs Vpin.7**Figure 12:** Quiscent Current vs. Supply Voltage



# KBU1000 – KBU1010

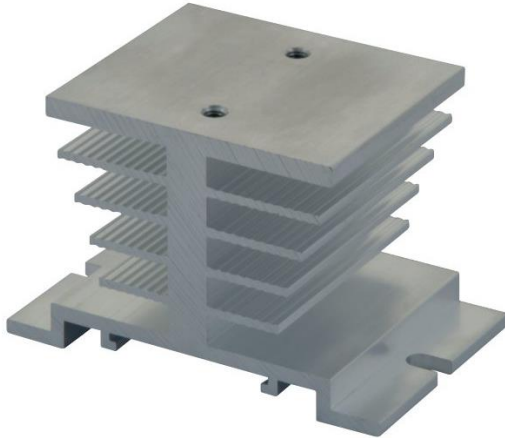


RHS5050D

## RHS5050D, RHS5050RFD



### Accessories: Heatsinks



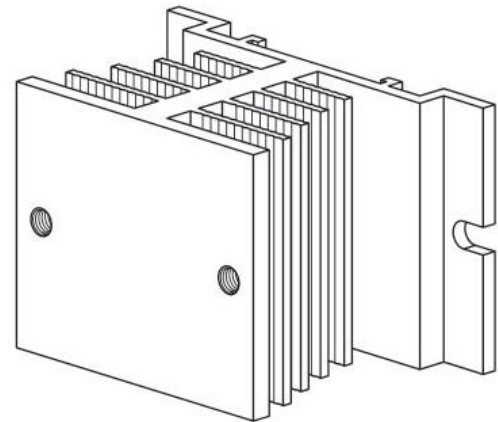
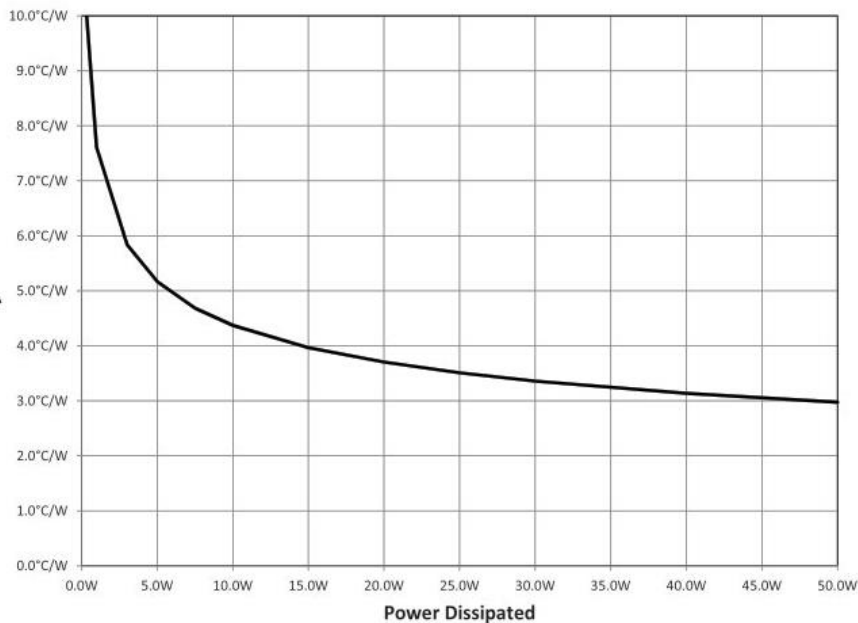
#### Main features

- 3.5°C/W thermal resistance
- Suitable for mounting of 1-phase SSRs
- Panel mounting
- Dimensions W x H x D: 80 x 50 x 51 mm
- RoHS compliant

#### Description

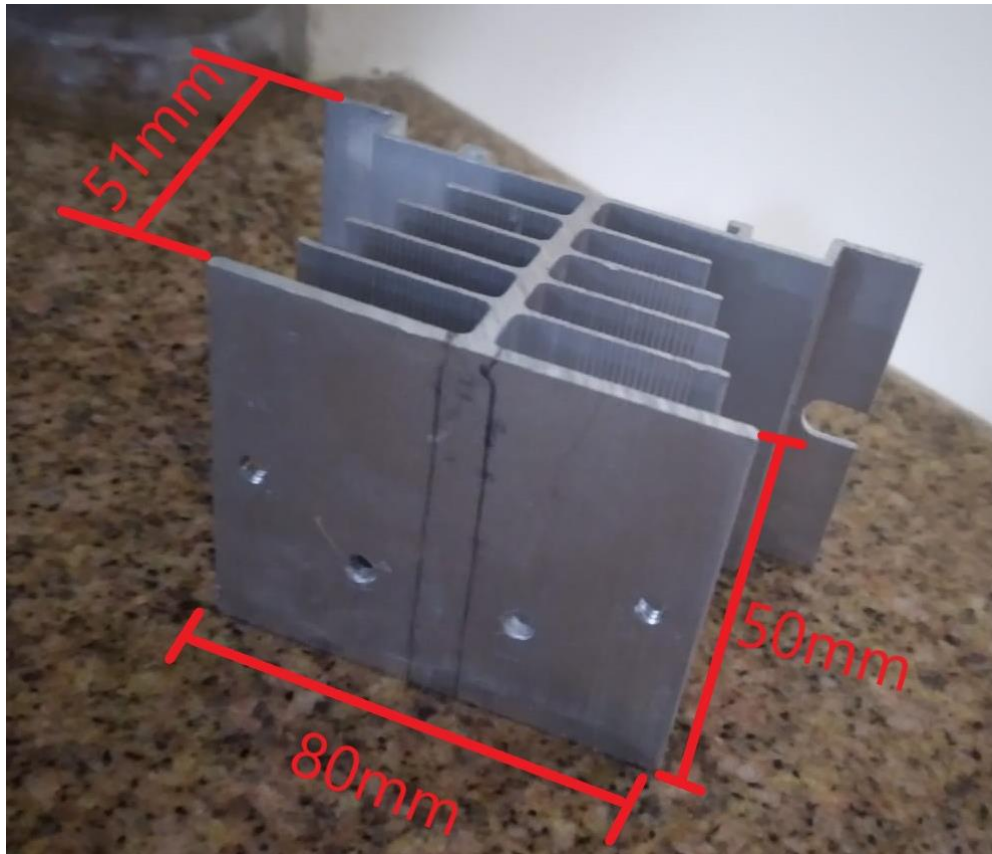
Heatsink assembly suitable for mounting of 1x 1-phase solid state relay (SSR). Suffix H60 added to SSR part no. refers to factory mounted heatsink. Conditions apply. Please ask your sales representative for further details.

### Thermal resistance curve

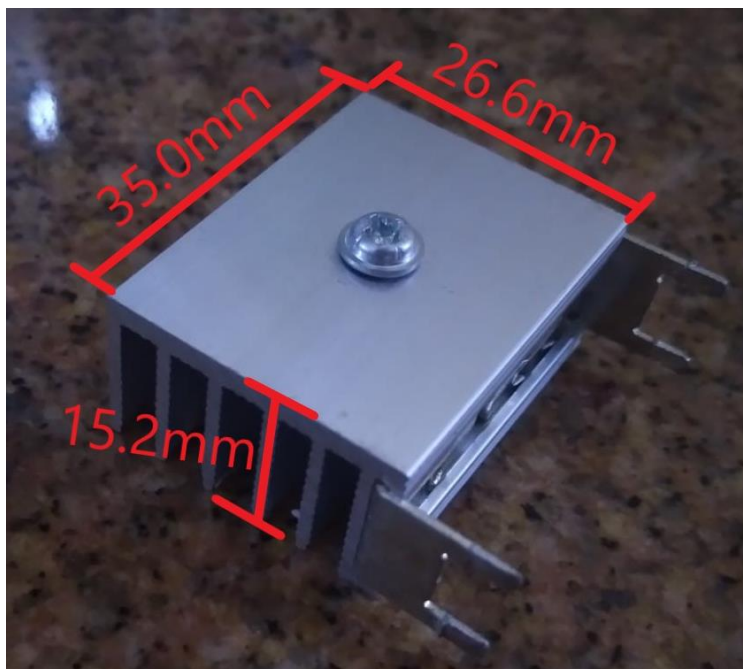


## Dimensiones

Disipador del amplificador



Disipador del puente de diodos





### Cálculo de disipador

Para elegir el disipador adecuado para cada componente electrónico de potencia se debe resolver la siguiente ecuación:

$$R_{\theta SA} \leq \frac{T_J - T_a}{P_{tot}} - R_{\theta JC} - R_{\theta CS}$$

Donde:

$R_{\theta SA}$  = Resistencia térmica de la superficie del disipador hasta el ambiente ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )

$R_{\theta CS}$  = Resistencia térmica de la superficie metálica del chip hasta el disipador ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )

$R_{\theta JC}$  = Resistencia térmica de la junta hasta la superficie del chip ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )

$T_J$  = Temperatura máxima de funcionamiento del integrado ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_a$  = Temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ )

$P_{tot}$  = Potencia total disipada por el componente (W)

El disipador que se elegirá para el componente deberá tener una  $R_{\theta SA}$  igual o menor que el calculado con la ecuación anterior.

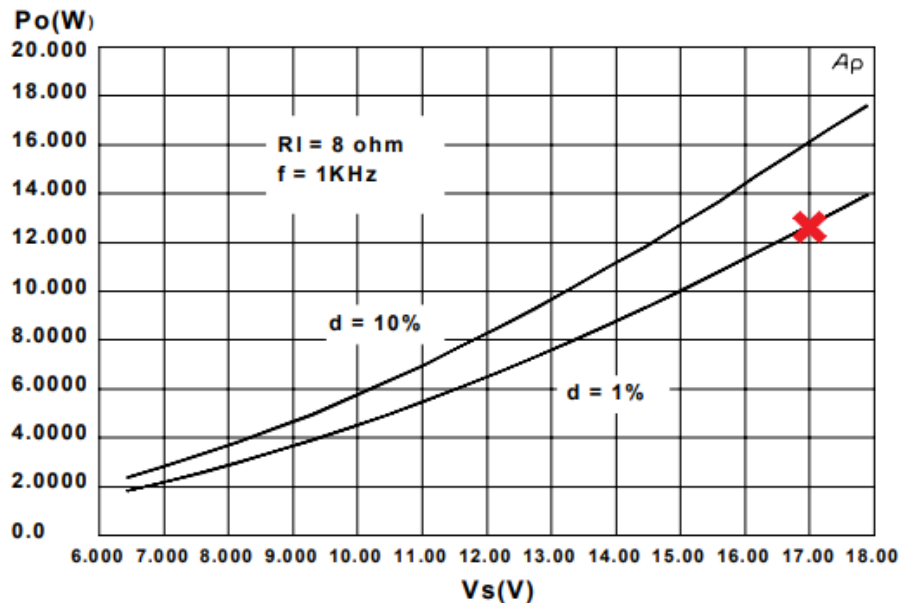
### TDA7297

El TDA7297 tiene un  $T_J = -40^{\circ}\text{C}$  to  $+150^{\circ}\text{C}$  por lo que se elige  $T_J = +150^{\circ}\text{C}$ .

Su  $R_{\theta JC}$  es de *typ.*  $1.4^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ; *máx.*  $2^{\circ}\text{C}/\text{W}$ , se elige  $R_{\theta JC} = 2^{\circ}\text{C}/\text{W}$ .

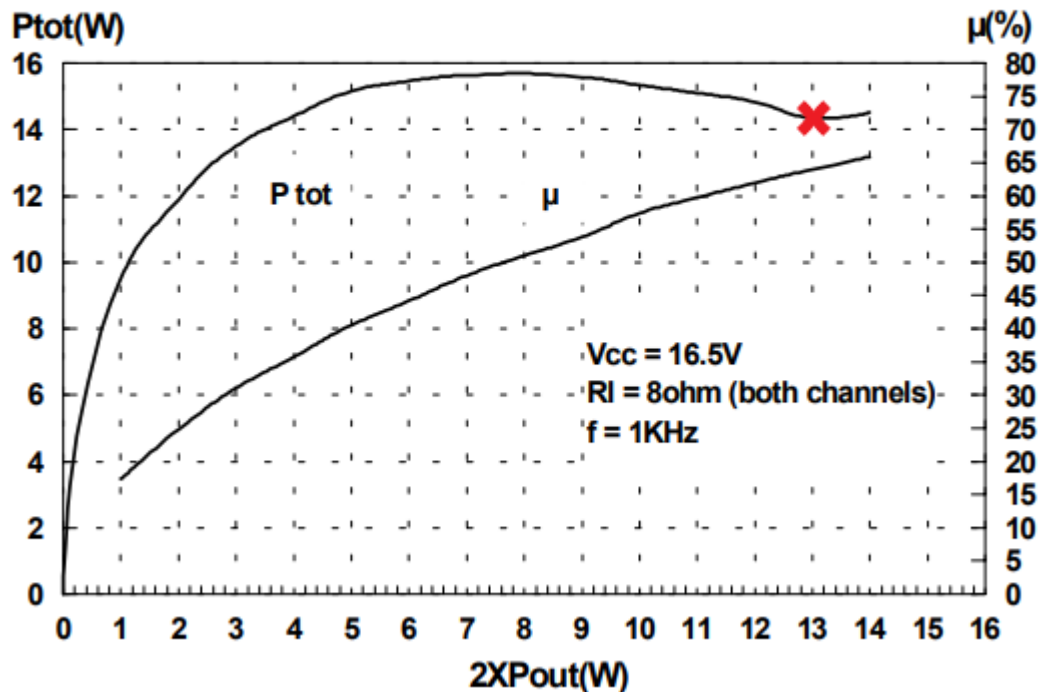
El voltaje de alimentación es de 17v por lo que según la figura 8 de la hoja de datos del TDA7297 la potencia de salida es de 13w.

**Figure 8: Output Power vs Supply Voltage**



Nos vamos a la gráfica de la figura 9 para encontrar la potencia de disipación total del amplificador con el valor de potencia de salida:

**Figure 9: Total Power Dissipation & Efficiency vs Output Power**



La  $P_{tot}$  es de 14.4W.

Como el encapsulado estará en contacto directo con el disipador sin ningún tipo de adhesivo o pasta conductora se tomará una resistencia térmica capsula-disipador de 1.

Estos es:  $R_{\theta CS} = 1^{\circ}\text{C}/\text{W}$ .

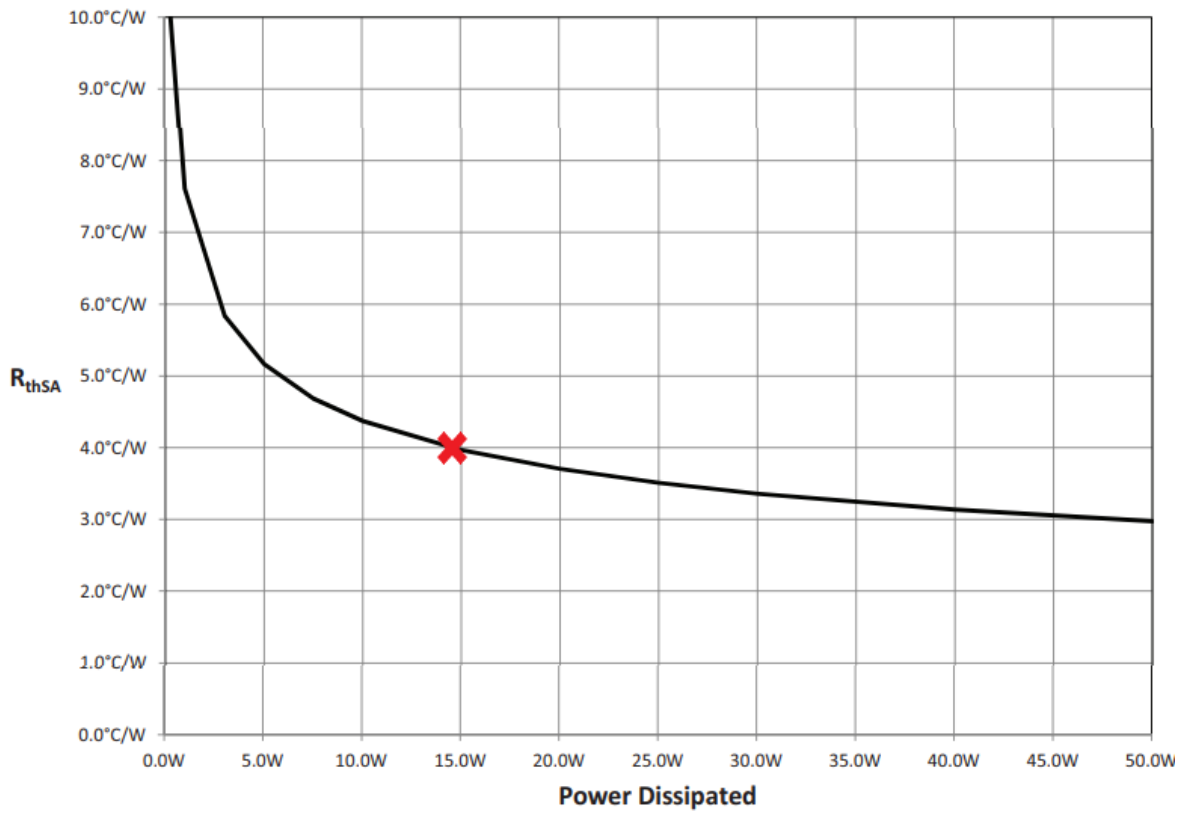
La temperatura ambiente ( $T_a$ ) la tomaremos la que es convencional y usada para las pruebas de laboratorio descritas en la hoja de datos de este amplificador:  $T_a = 25^{\circ}\text{C}$ .

Se resuelve la ecuación inicial:

$$R_{\theta SA} \leq \frac{150^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{14.4\text{W}} - 2^{\circ}\text{C}/\text{W} - 1^{\circ}\text{C}/\text{W} \leq 5.68^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

Se elige un disipador que tenga una resistencia térmica menor a  $5.68^{\circ}\text{C}/\text{W}$ .

El modelo RHS5050D nos presenta la siguiente gráfica:



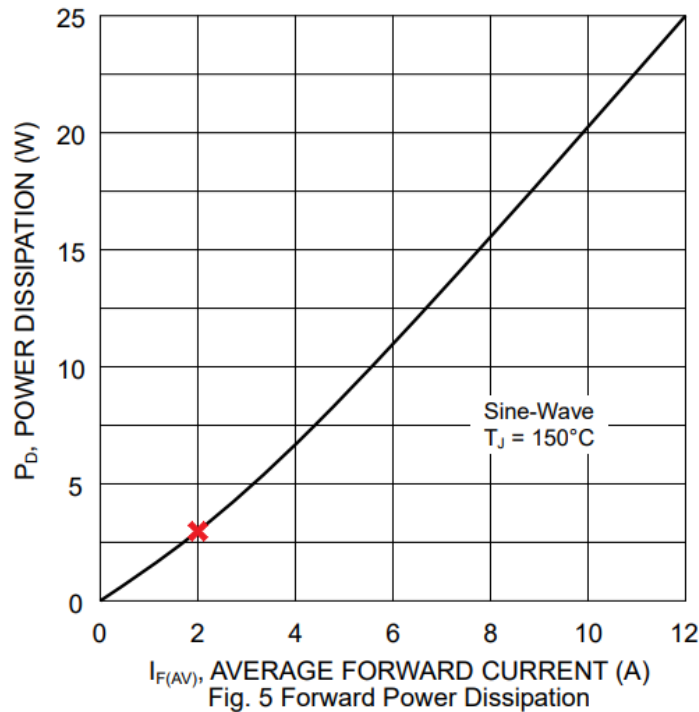
Donde podemos ver que al disipar 14.4W tendremos un  $R_{\theta SA} = 4.0^{\circ}C/W$ . Se cumple que  $4.0^{\circ}C/W \leq 5.68^{\circ}C/W$  Por lo tanto este disipador es idóneo.

KBU1010

Este puente de diodos tiene  $T_J = +150^\circ\text{C}$ ,  $R_{\theta JC} = 2.8^\circ\text{C}/\text{W}$  la redondeamos:  $R_{\theta JC} = 3.0^\circ\text{C}/\text{W}$

Para  $R_{\theta CS}$  como la cápsula es completamente plástica sin una pared metálica para la mejora de conducción térmica se tomará  $R_{\theta CS} = 4.0^\circ\text{C}/\text{W}$ .

La corriente máxima que circulará por el puente de diodos será de 2A. con este dato podemos calcular la potencia total disipada por el puente de diodos con la siguiente gráfica de la figura 5 que viene en su hoja de datos técnicos:



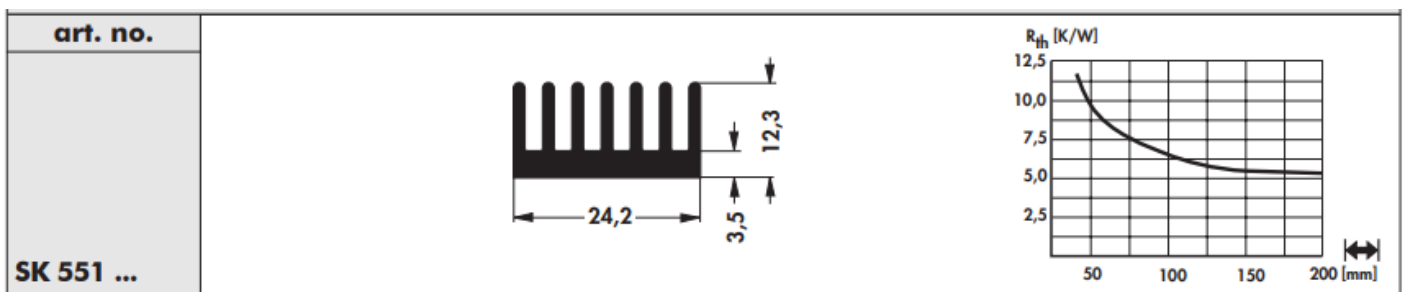
Podemos ver que a 2 amperes tendremos una potencia total de disipación de 3.13W, esto es  $P_{tot} = 3.13\text{W}$ .

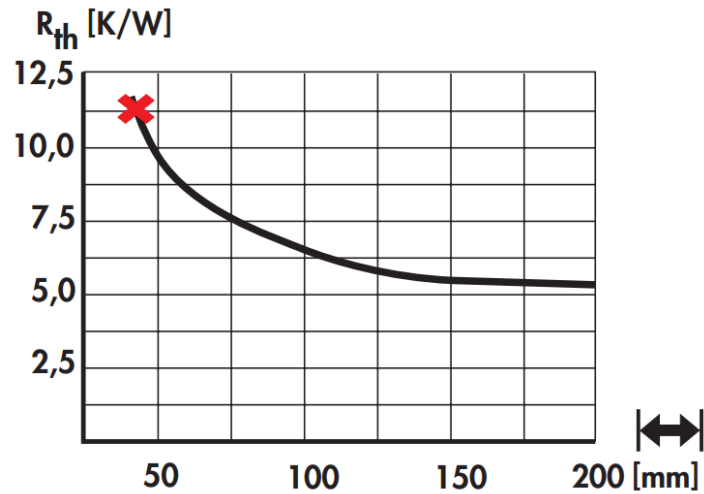
Se procede a resolver la ecuación:

$$R_{\theta SA} \leq \frac{150^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{3.13\text{W}} - 3.0^\circ\text{C}/\text{W} - 4.0^\circ\text{C}/\text{W} \leq 32.9^\circ\text{C}/\text{W}$$

Desafortunadamente no encontré el modelo del disipador que estoy utilizando, pero fischerelektronik ofrece documentación para calcular la Resistencia térmica de disipadores en función de su dimensión.

Para este caso elegí el disipador No. SK551 que es de dimensiones ligeramente menores a las del disipador utilizado:





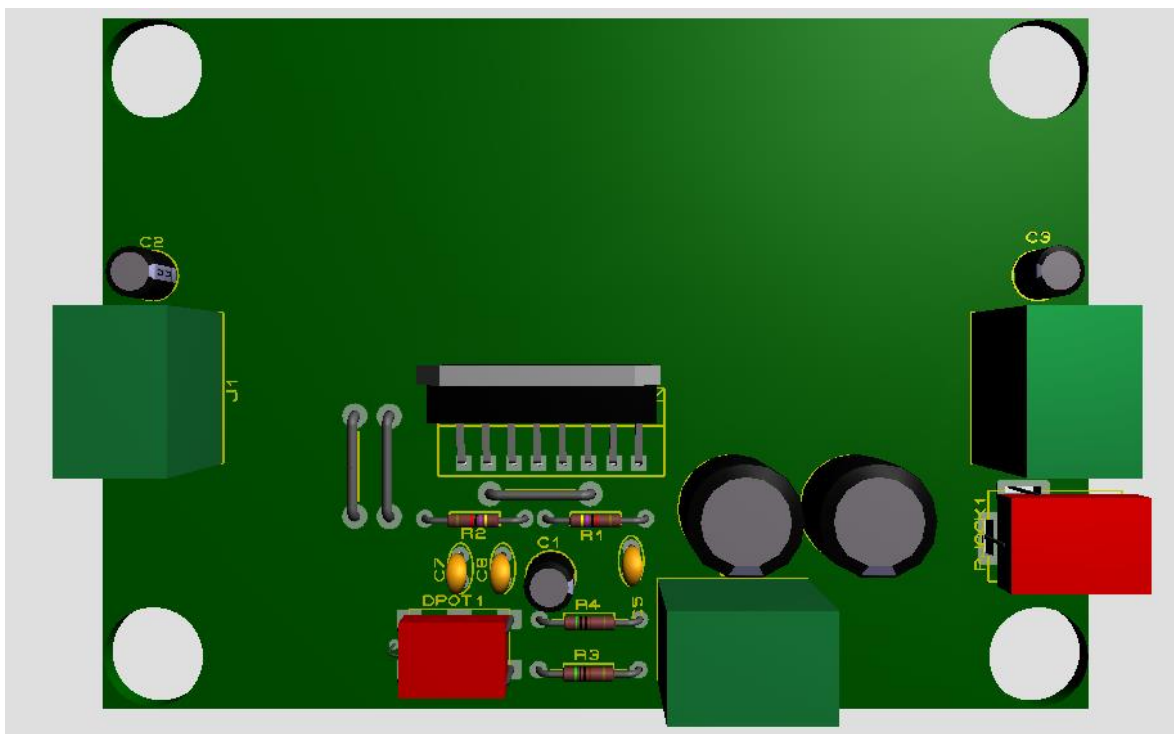
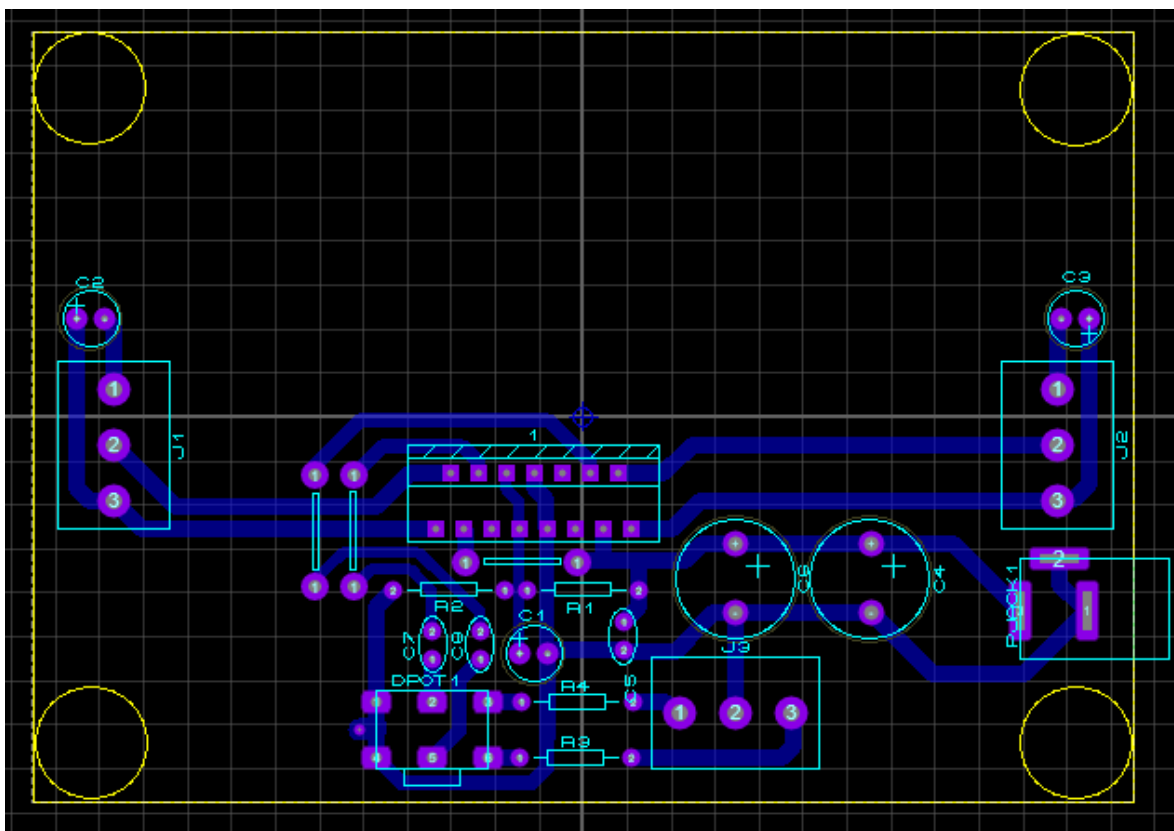
Nuestro disipador tiene una longitud de 35mm lo que nos da una  $R_{\theta SA} = 11.25^{\circ}C/W$ . Lo que implica:  $11.25^{\circ}C/W \leq 32.9^{\circ}C/W$ .

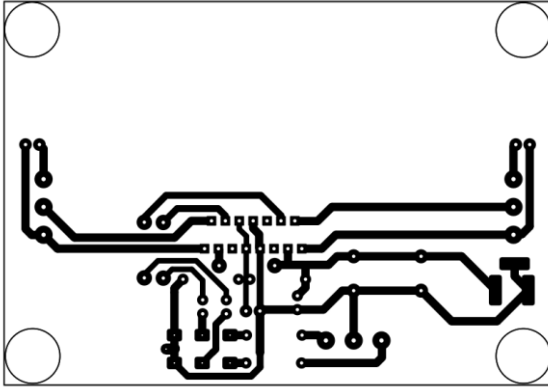
Por lo tanto, se concluye que el disipador empleado es idóneo para esta tarea.

[Pieza completa](#)



PCB





## Conclusión

Este amplificador ofrece una gran calidad de audio y por su precio y facilidad de diseño es uno que es muy bueno. Pero cuando se requiere mayor calidad, debido a su extrema simpleza no logra a reproducir todo el espectro de audio correctamente.

Desafortunadamente no pude probarlo a su máxima capacidad debido a que la zona en donde vivo me restringe a no superar ciertos decibeles de sonido.

El diseño de las borneras puede mejorar. Se podría poner un plug de audio para la señal en vez de los terminales.

Construir este amplificador me ayudó bastante en entender los diferentes conceptos a la hora de evaluar un amplificador como lo es la potencia de salida, THD, ganancia, sensibilidad, eficiencia, entre otros conceptos.

También puse a prueba mis habilidades en el diseño y creación de circuitos electrónicos.

Definitivamente todo un reto crear este amplificador de audio, pero me llevo mucho aprendizaje que sé que lo usaré para la posteridad.

## Bibliografía

- Electrónica Básica. (2013, enero). *Disipadores térmicos*. Retrieved from Electrónica Básica:  
<https://electronica-basicaa.blogspot.com/2013/01/disipadores-termicos.html>
- Kellner, T. (2022, Diciembre). *flucticulus frigus from the series flucticulus*. Retrieved from Fischer Elektronik GmbH & Co. KG:  
<https://www.fischerelektronik.de/fileadmin/fischertemplates/download/Katalog/heatsinks.pdf>
- LTD, C. G. (2016, septiembre 24). *RHS5050D, RHS5050RFD*. Retrieved from Mouser Electronics:  
[https://www.mouser.mx/datasheet/2/1032/SSR\\_RHS5050-1806136.pdf](https://www.mouser.mx/datasheet/2/1032/SSR_RHS5050-1806136.pdf)
- STMicroelectronics. (2003, Septiembre). *TDA7297*. Retrieved from STMicroelectronics.com:  
<https://www.st.com/resource/en/datasheet/tda7297.pdf>
- WONTOP ELECTRONICS. (2012). *KBU1000 – KBU1010*. Retrieved from wontop:  
[https://www.wontop.com/uploadfiles/56/sort\\_excel/pdf/kbu1000.pdf](https://www.wontop.com/uploadfiles/56/sort_excel/pdf/kbu1000.pdf)