



ITSRLL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE LA REGIÓN DE LOS LLANOS

Ingeniería Mecatrónica

ELECTRÓNICA DE POTENCIA APLICADA

Enero – Junio 2024

M.C. Osbaldo Aragón Banderas

UNIDAD:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Actividad número: 8

Nombre de actividad:

U2A8. PROYECTO DE UNIDAD. Amplificador de audio

Actividad realizada por:

Gabriel Carrizales
Carmen Guadalupe Hernández Fraire
Bryam Muñiz Galván
Miguel Ángel Rodríguez Hernández

Guadalupe Victoria, Durango

Fecha de entrega:

23	3	2024
----	---	------

Introducción

La realización y presentación del proyecto de un amplificador de audio durante la EXPOTEC 2024 se estableció como una oportunidad excepcional para demostrar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecatrónica, particularmente en la materia de Electrónica de Potencia Aplicada. Este proyecto no solo se diseñó como una herramienta para explorar y entender en profundidad los principios electrónicos que rigen el funcionamiento de los amplificadores de audio, sino también como una forma de integrar conocimientos técnicos con creatividad y diseño, resultando en un producto final de alta calidad y atractivo visual.

El proceso de desarrollo del amplificador comenzó con un análisis minucioso del diagrama electrónico proporcionado, lo cual fue esencial para comprender cada componente y su función dentro del circuito. Tras esta etapa inicial, se procedió con el meticuloso proceso de impresión de la placa de circuito impreso (PCB) utilizando el método del planchado, una técnica que requiere precisión y cuidado para asegurar la calidad y funcionalidad del circuito. La siguiente fase implicó la recolección de los componentes electrónicos necesarios, seleccionados por su capacidad para cumplir con los requisitos de rendimiento del amplificador y su soldadura cuidadosa sobre la PCB preparada.

El diseño final del amplificador no se limitó a su funcionalidad electrónica, sino que también se puso especial atención en su presentación estética. Se optó por una elegante caja de acrílico con detalles en aluminio, iluminada por luces LED, que no solo protegía los componentes internos, sino que también realzaba su atractivo visual. Además, se incluyó un pequeño stand para su exposición, permitiendo una demostración efectiva de su capacidad para reproducir música con calidad satisfactoria durante el evento.

Este proyecto representó un desafío integral que combinó habilidades técnicas con aspectos de diseño e innovación, reflejando el espíritu de la ingeniería mecatrónica. La participación en la EXPOTEC 2024 brindó la plataforma perfecta para exhibir el amplificador de audio, no solo como un proyecto académico, sino como una muestra

del potencial creativo y técnico que los estudiantes de ingeniería mecatrónica pueden ofrecer.

Objetivo General

Desarrollar un amplificador de audio funcional y estéticamente atractivo, que demuestre la integración de conocimientos en electrónica de potencia aplicada y diseño, para ser presentado en la EXPOTEC 2024, con el fin de promover la ingeniería mecatrónica entre estudiantes de preparatoria.

Objetivos Específicos

1. Análisis de Diagrama Electrónico:

Analizar detalladamente el diagrama electrónico proporcionado para el amplificador de audio, asegurando comprender todos los componentes y su función en el circuito, antes de proceder con la fabricación del PCB.

2. Fabricación del PCB:

Realizar la impresión de la placa de circuito impreso (PCB) mediante el método de planchado, logrando una precisión que garantice la correcta disposición y funcionamiento de todos los componentes electrónicos, completando esta fase con una semana de antelación al ensamblaje.

3. Recolección de Componentes Electrónicos:

Seleccionar y adquirir todos los componentes electrónicos necesarios, basándose en el análisis previo del diagrama y las especificaciones técnicas, garantizando la calidad y compatibilidad de los mismos para el correcto desempeño del amplificador.

4. Ensamblaje y Soldadura:

Ensamblar y soldar los componentes electrónicos en el PCB con precisión, asegurando conexiones firmes y una funcionalidad óptima del amplificador de audio, dentro de los dos días posteriores a la recepción de todos los componentes.

5. Diseño y Presentación Final:

Diseñar y construir una caja presentable para el amplificador de audio, utilizando acrílico y aluminio, e incorporar luces LED para mejorar su aspecto visual. El diseño debe no solo proteger el circuito, sino también realizar la presentación del proyecto para su exposición, finalizando el ensamblaje y la decoración al menos tres días antes del evento EXPOTEC 2024.

6. Demostración en la EXPOTEC:

Presentar y demostrar el funcionamiento del amplificador de audio durante la EXPOTEC 2024, ofreciendo a los visitantes la oportunidad de escuchar música a través del dispositivo, para evidenciar la calidad del sonido y la eficacia del diseño, motivando así el interés en la carrera de ingeniería mecatrónica.

Análisis del diseño

El diagrama electrónico proporcionado por el docente a cargo de la materia de Electrónica de Potencia Aplicada, es el que se muestra en la ilustración 1. Se pueden observar correctamente las conexiones entre los distintos componentes electrónicos, tales como resistencias de distintos ohmios y watts, capacitores tanto cerámicos como electrolíticos y de poliéster, diodos rectificadores, Zener y de potencia, transistores JBT de propósito general, TIP y de potencia, amplificador operacional 741, así como la entrada de voltaje rectificado directamente de un transformador, el cable auxiliar y la bocina correspondiente de 8Ω .

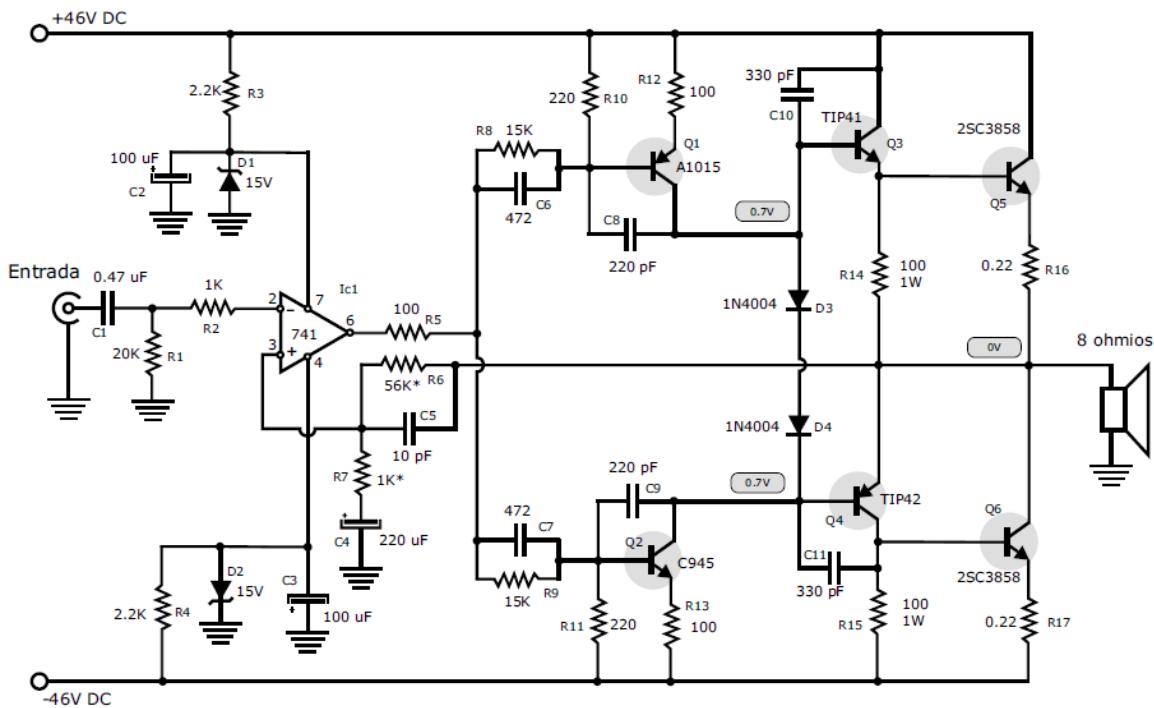


Ilustración 1: Diagrama electrónico del Amplificador de Audio cuasi complementario NPN.

Una vez identificado esto, es momento de dar una pequeña explicación de nuestro diagrama para comprender su funcionamiento.

La señal que proporciona el celular, entra directamente al amplificador operacional 741 por medio del cable auxiliar utilizado, siendo esta la primera etapa de amplificación en el circuito.

Después, mediante las resistencias de $56\text{k}\Omega$ y $1\text{k}\Omega$, crean un divisor de voltaje o pedestal, fijando así la ganancia del amplificador.

La señal sale esta sección del circuito, e ingresa a la parte de los transistores pre-exitadores, A1015 y C945, reforzando así la señal entrante.

Una vez reforzada la señal, ingresan a los transistores impulsores TIP 41 y TIP42, de esta manera se logra amplificar la señal al máximo sumándole voltaje.

Finalmente, al llegar a los transistores de salida, es decir los transistores 2SC3858, se realiza la última amplificación, al mismo tiempo que se aumenta el amperaje para que el circuito soporte la carga de los parlantes. Teniendo la capacidad mínima de 4Ω y máxima de 8Ω .

Una vez en el entendido del correcto funcionamiento y la interacción entre componentes, es momento de observar el diagrama ilustrativo de la PCB con los componentes en sus respectivos lugares. Esto para lograr una fácil comprensión al momento de soldar.

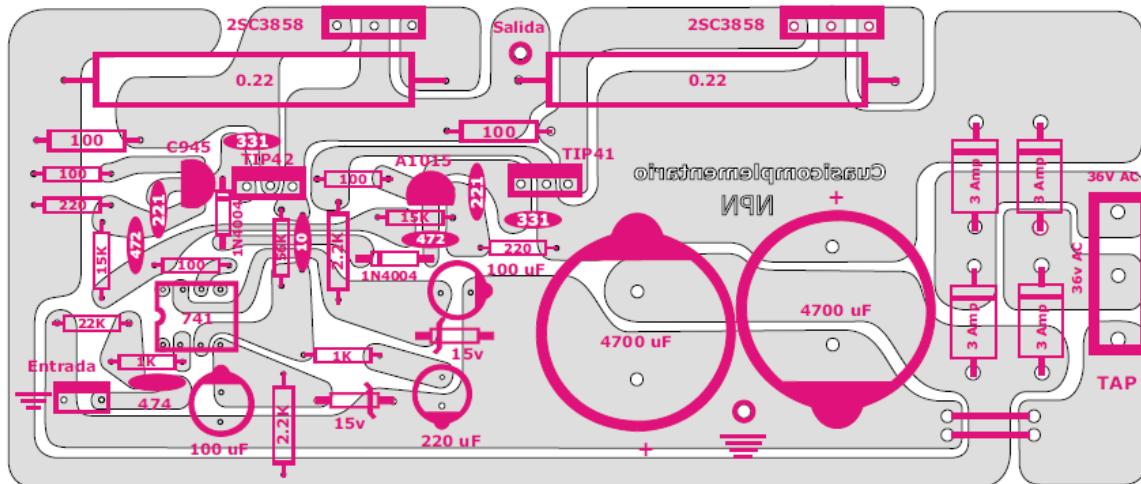


Ilustración 2: Vista de los componentes en interacción con las pistas conductoras de cobre.

Como es evidente, la vista proporcionada, es la que veríamos si imagináramos la placa PCB de manera transparente, pudiendo identificar las pistas de cobre desde la parte superior de la misma.

Igualmente se muestra la imagen con una vista superior, para simplemente observar la ubicación de cada uno de los componentes electrónicos de una manera más real en la placa.

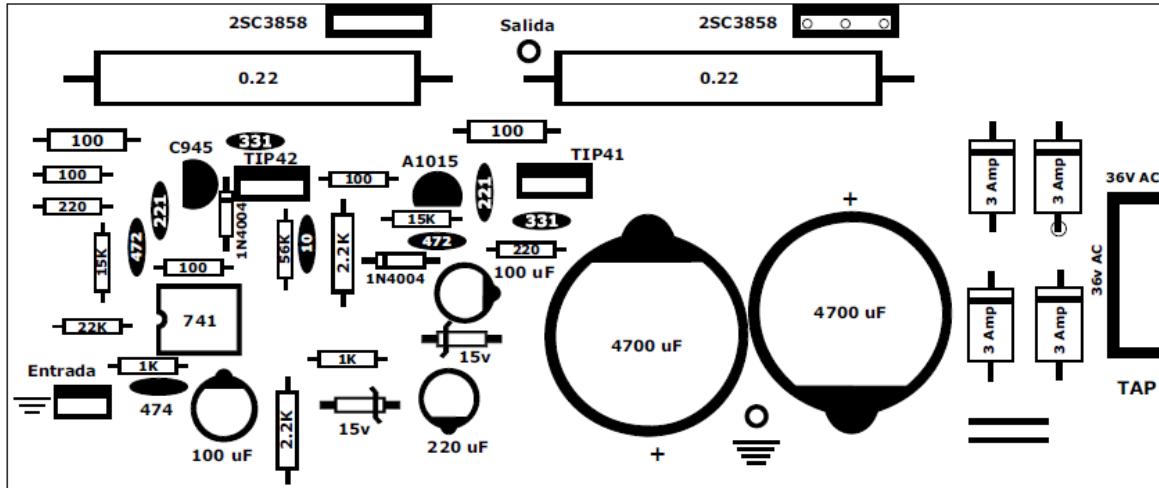


Ilustración 3: Posición de los componentes electrónicos sobre la PCB.

Se muestra el diagrama en tinta negra para ser impreso en modo espejo.

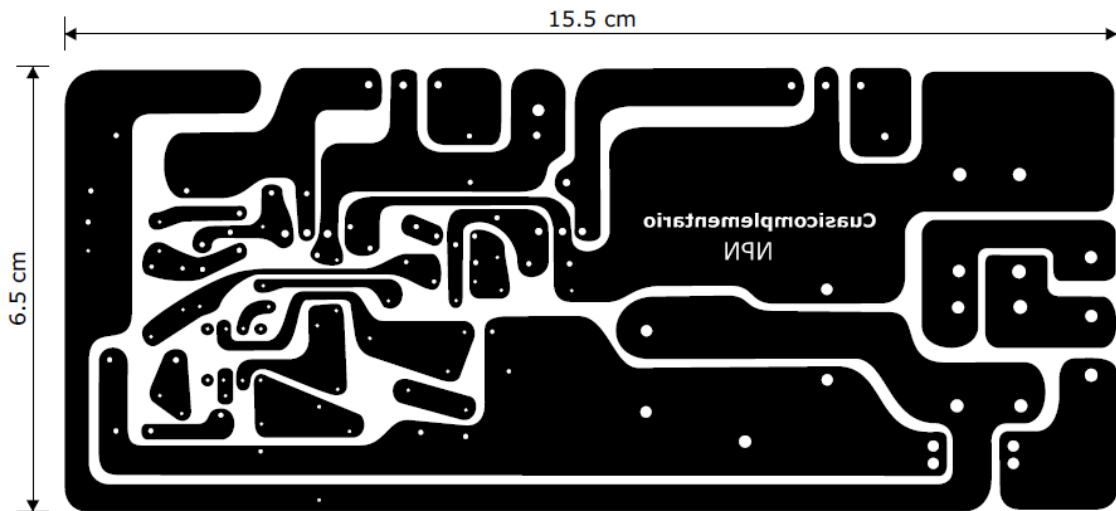


Ilustración 4: Circuito en modo espejo para imprimir en serigrafía o en hoja de revista con impresora láser.

De manera simplificada, se añade un esquemático para comprender las conexiones tanto de la bocina, como del transformador y cable auxiliar, para cerciorarse de una correcta conexión antes de probarlo y evitar algún daño o accidente.

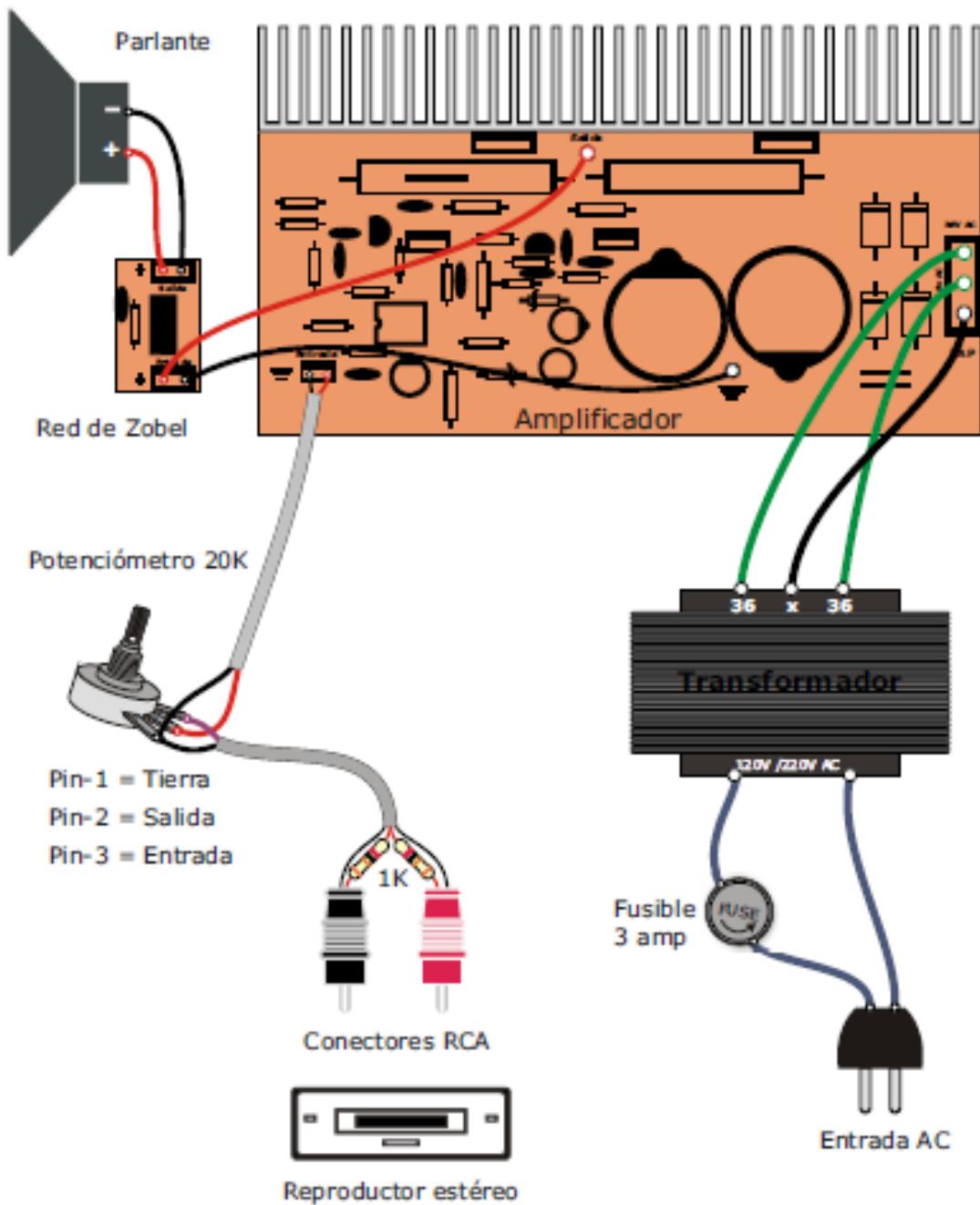


Ilustración 5: Conexión entre el amplificador, el transformador, la bocina, y el cable auxiliar.

Selección de componentes

Para comenzar con la recolección de material para su ensamblado, es necesario observar los componentes presentes en el diagrama electrónico, sin embargo, para tener un control más eficiente de estos mismos, es indispensable hacer una lista de materiales, de esta manera se tiene un registro de los componentes con los que se cuenta y los que son necesarios de conseguir.

A continuación, se anexa la lista de materiales necesarios para el amplificador el audio.

Lista de materiales

1 Circuito Integrado 714 o TI071

Transistores

Cuasicomplementario NPN: 2 Transistores 2SC3858 o en reemplazo MJL21194 o 2SC2922

1 Transistor TIP41

1 Transistor TIP42

1 Transistor C945

1 Transistor A1015

Condensadores

2 Condensadores de 4700 uF a 50V en adelante

2 Condensadores de 100 uF a 50V

1 Condensador de 220 uF a 50V

1 Condensador de 0.47 uF (474) poliéster

1 Condensador de 10 pF a cerámico

2 Condensadores de 0.0047 pF (472) cerámicos

2 Condensadores de 220 pF uF (201) cerámico

2 Condensadores de 330 pF uF (301) cerámico

Resistencias

- 2 Resistencias de 0.22 ohmios a 10W
- 2 Resistencias de 100 ohmios a 1W (café, negro café)
- 2 Resistencias de 220 ohmios a 1/4W (rojo, rojo, café)
- 3 Resistencias de 100 ohmios a 1/4W (café, negro café)
- 2 Resistencias de 15K a 1/4W (café, verde, naranja)
- 2 Resistencias de 1K a 1/4W (café, negro, rojo)
- 2 Resistencia de 2.2K a 1W (rojo, rojo, rojo)
- 1 Resistencia de 56K a 1/4W (verde, azul, naranja)
- 1 Resistencia de 22k a 1/4W (rojo, rojo, naranja)

Diodos

- 4 diodos de 6 amperios en adelante (P600J).
- 2 Diodos 1N4007
- 2 Diodos Zener de 15

Varios

- 1 Transformador de **33x33** voltios AC a 4 amperios
- 1 Porta fusible y fusible de 3 amperios.
- 1 conector de 3 pines pequeño (GP)
- 1 conector de 6 pines grande (Molex)
- 2 Resistencias de 10 ohmios a 1W para la **Red de Zobel** 2 condensadores de 0.1 uF (104) a 250V.

Como bien se puede observar, la cantidad de componentes electrónicos es considerablemente grande, por lo que, mediante una búsqueda exhaustiva con distintos proveedores, se logró identificar las mejores opciones de componentes, para tener la mayor cantidad de cada uno de ellos a un precio asequible.

A continuación, se anexan los componentes comprados, y los componentes con los que ya se contaba en un principio:

Primeramente, mediante compras previas para la realización de prácticas durante los semestres pasados en la carrera, ya se tenía posesión de una gran cantidad de componentes electrónicos. Por lo que todos los valores de resistencias de $\frac{1}{4}$ W, diodos rectificadores 1N4007, y capacitores electrolíticos de $100\mu F$ a 50V, ya se tenían a disposición.



Ilustración 6: Componentes a disposición.

Sin embargo, todo lo demás era necesario conseguir, por lo que después de varios días de espera, llegaron a domicilio los componentes faltantes, pudiendo así, comenzar a soldar, sin embargo, antes de realizar esto, fue necesario tener la placa PCB totalmente lista para usarse.



Ilustración 7: Componentes comprados en distintos días.

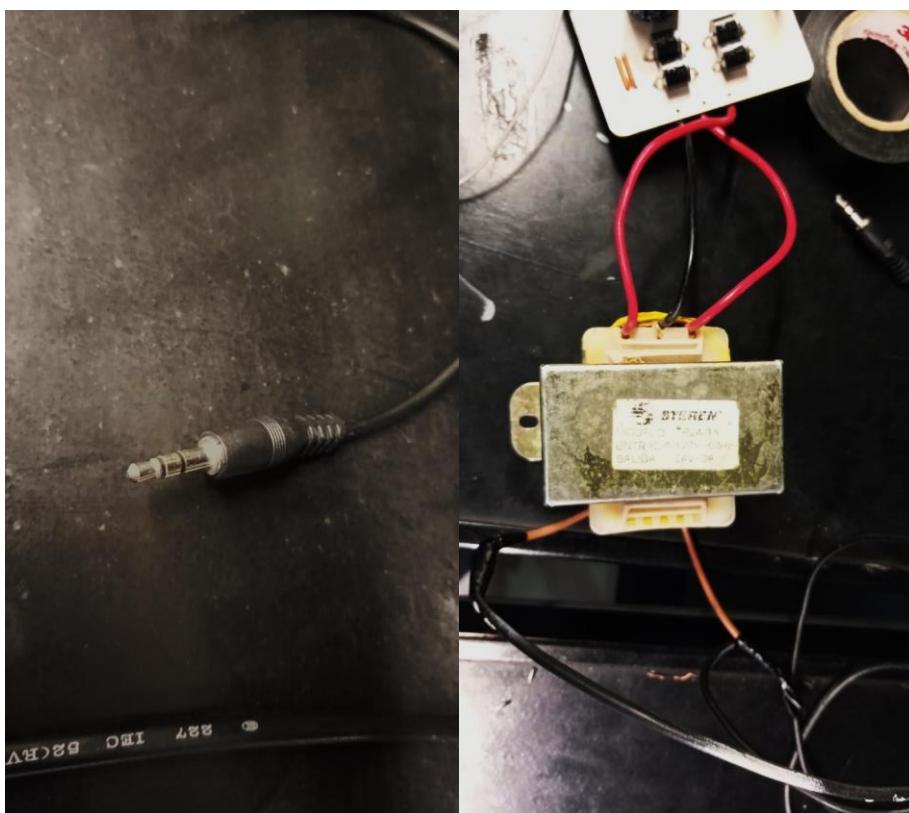
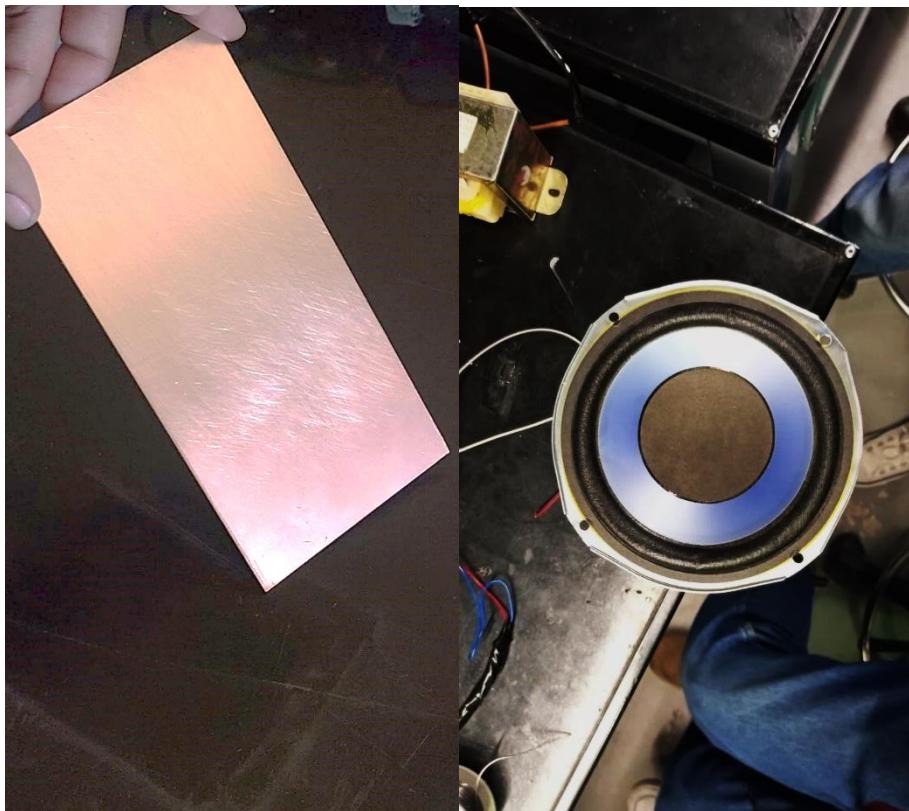


Ilustración 8: Componentes conseguidos en el laboratorio de Mecatrónica.

Fabricación de la placa PCB

Un circuito impreso es la forma más común para sujetar y conectar componentes electrónicos. El método del planchado consiste en la transferencia térmica del tóner de un acetato impreso (circuito impreso en papel couche) a una placa de cobre (baquelita fibra de vidrio), y luego pasarlo al ácido férrico, este proceso se explicará paso a paso para saber cómo fue la elaboración de la placa.



Ilustración 9: PCB utilizada en el amplificador de audio, a mitad de proceso.

Primeramente, el docente proporcionó el material correspondiente, para la elaboración de la placa, posteriormente se procede a imprimir en papel de revista en modo espejo para utilizar el método del planchado.

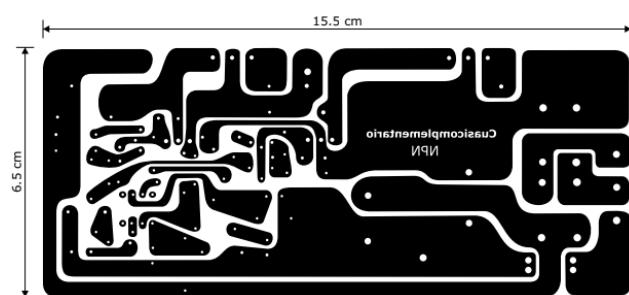


Ilustración 10: Imagen a imprimir.

Los circuitos deberán ser impresos en una impresora láser. Una vez que ya se tengan los circuitos en el papel, ahora se procede a medir los circuitos para ver de qué medida son, para poder recortar la baquelita con las medidas que se muestran en la figura anterior.



Ilustración 11: Impresión de la imagen en papel de revista.

La baquelita es uno de los materiales más usados para la fabricación de circuitos impresos, es resistente al calor y a los solventes, está compuesta con resina de poliéster y es de mejor calidad y presentación. Esta baquelita, lleva un baño de cobre en una o en ambas caras, la función del cobre es de conducir electricidad.

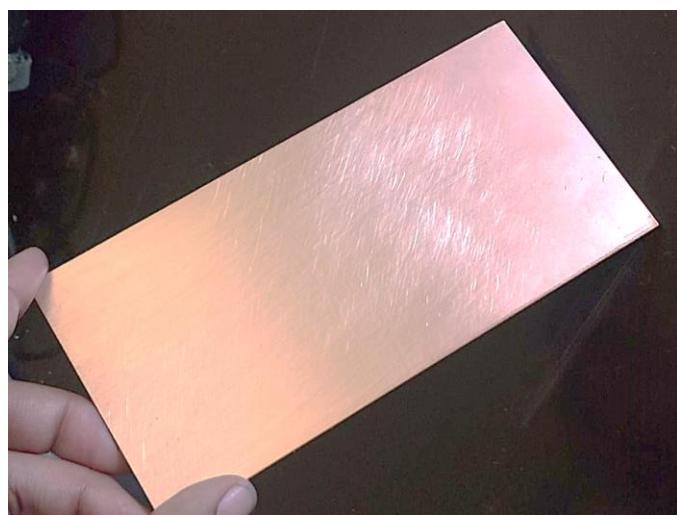


Ilustración 12: Baquelita a utilizar.

Después que se hayan cortado las baquelitas, estas habrán quedado con impurezas, entonces es necesario retirarlas, primero con alcohol 96 se limpia la baquelita, con la ayuda de una lija, se procede a lijar todos los contornos de las baquelitas, y así los contornos de la baquelita quedarán lisos.

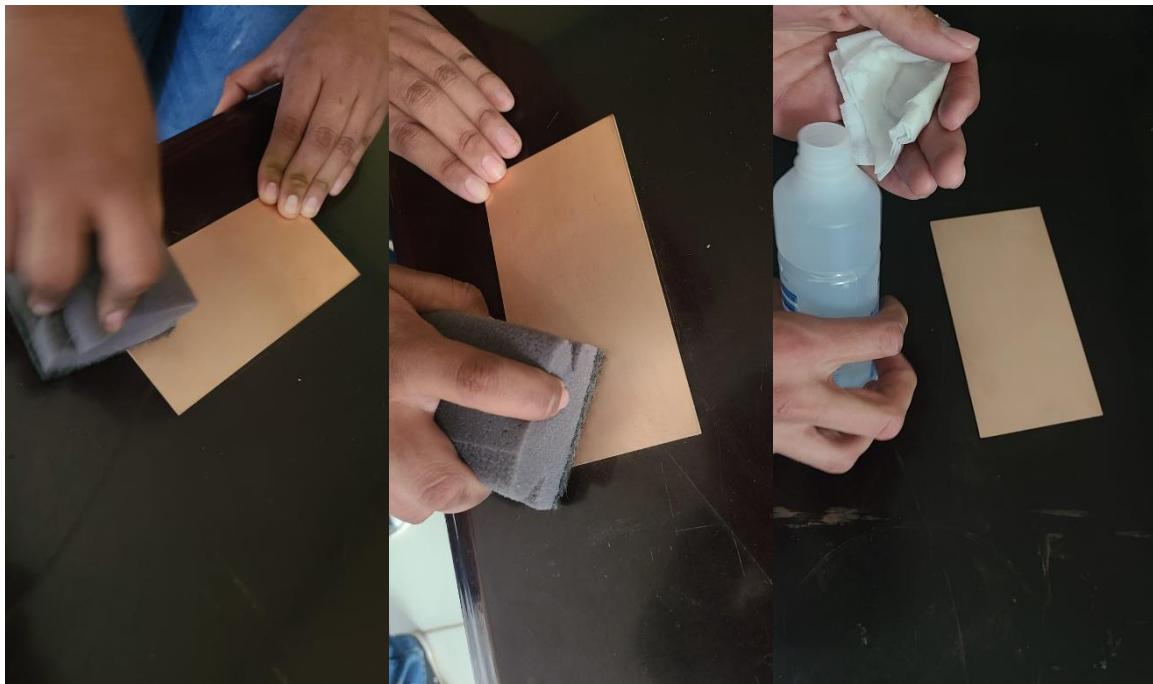


Ilustración 13: Limpiado de la baquelita con ayuda de alcohol y una fibra.

Una vez que se han limpiado las impurezas la baquelita, con la ayuda de una cinta aislante se pegará el papel junto con la baquelita. La parte del cobre de la baquelita tiene que ir mirando con las pistas del papel serigráfico cuando se aplique calor al papel, este papel quedará pegado al cobre. Ahora si se da paso a calentar la plancha. El planchado dura aproximadamente 15 – 20 min.



Ilustración 14: Planchado de la placa para transferir el circuito.

Una vez que se haya concluido con el planchado, se desconecta la plancha y se pone a un costado para que vaya enfriando. La placa se coloca en un recipiente de agua, y se comienza a remover el papel que se quedó en la misma, esto de una manera suave, por lo que se frota con la yema de los dedos, y deben de quedar lo que son las pistas.



Ilustración 15: Lavado de la placa para retirar restos de papel, y descubrir el circuito con tinta.

Se dejan secar las baquelitas, por lo que una vez realizado eso, con un marcador permanente se recubrirán los huecos que quedaron en la placa, ahora bien, se procede a poner las baquelitas en el depósito junto con el ácido férrico, el ácido férrico debe de cubrir en su totalidad a las baquelitas.

El depósito con los circuitos impresos y el ácido férrico se tendrá en constante movimiento por 5 min, conforme se vaya moviendo el depósito hay que ir viendo si el cobre va saliendo, una vez que el cobre haya salido en su totalidad, se procede a sacar las baquelitas del depósito para lavarlo con agua y luego dejarlo secar.



Ilustración 16: Circuito transferido a la placa PCB.

Una vez hayan secado las baquelitas, con la ayuda de una lija se empezará a sacar la pintura negra que han quedado en la baquelita, y las baquelitas quedarán de la siguiente manera:



Ilustración 17: Lijado del amplificador.

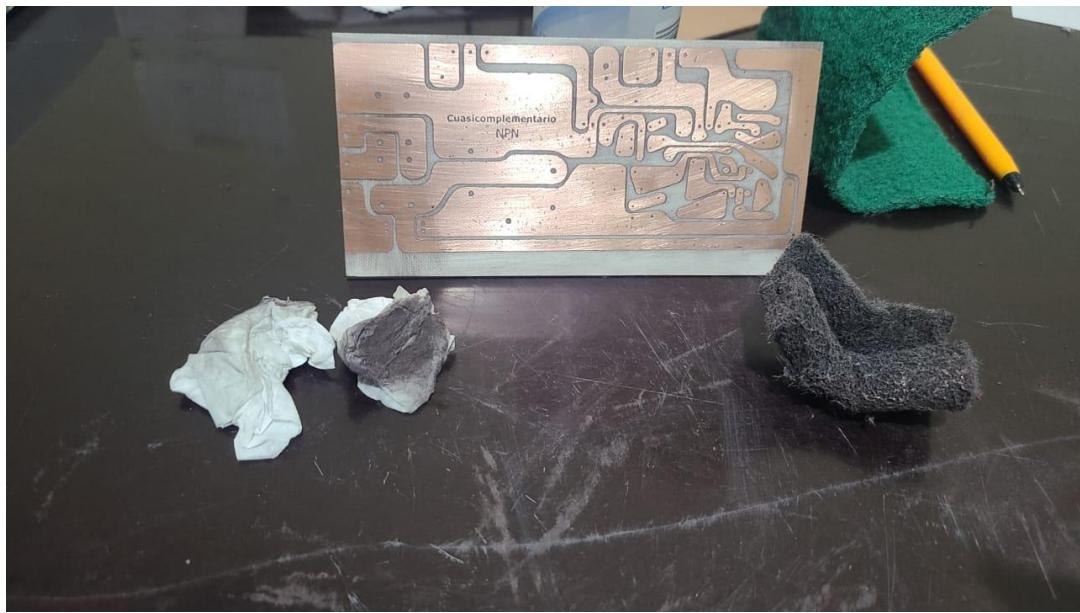


Ilustración 18: Circuito del amplificador totalmente lijado.

Ahora se da paso a realizar todos los orificios, con la ayuda de un Dremel otorgado por el laboratorio de Mecatrónica, para después pasar a soldar cada uno de los componentes del amplificador.

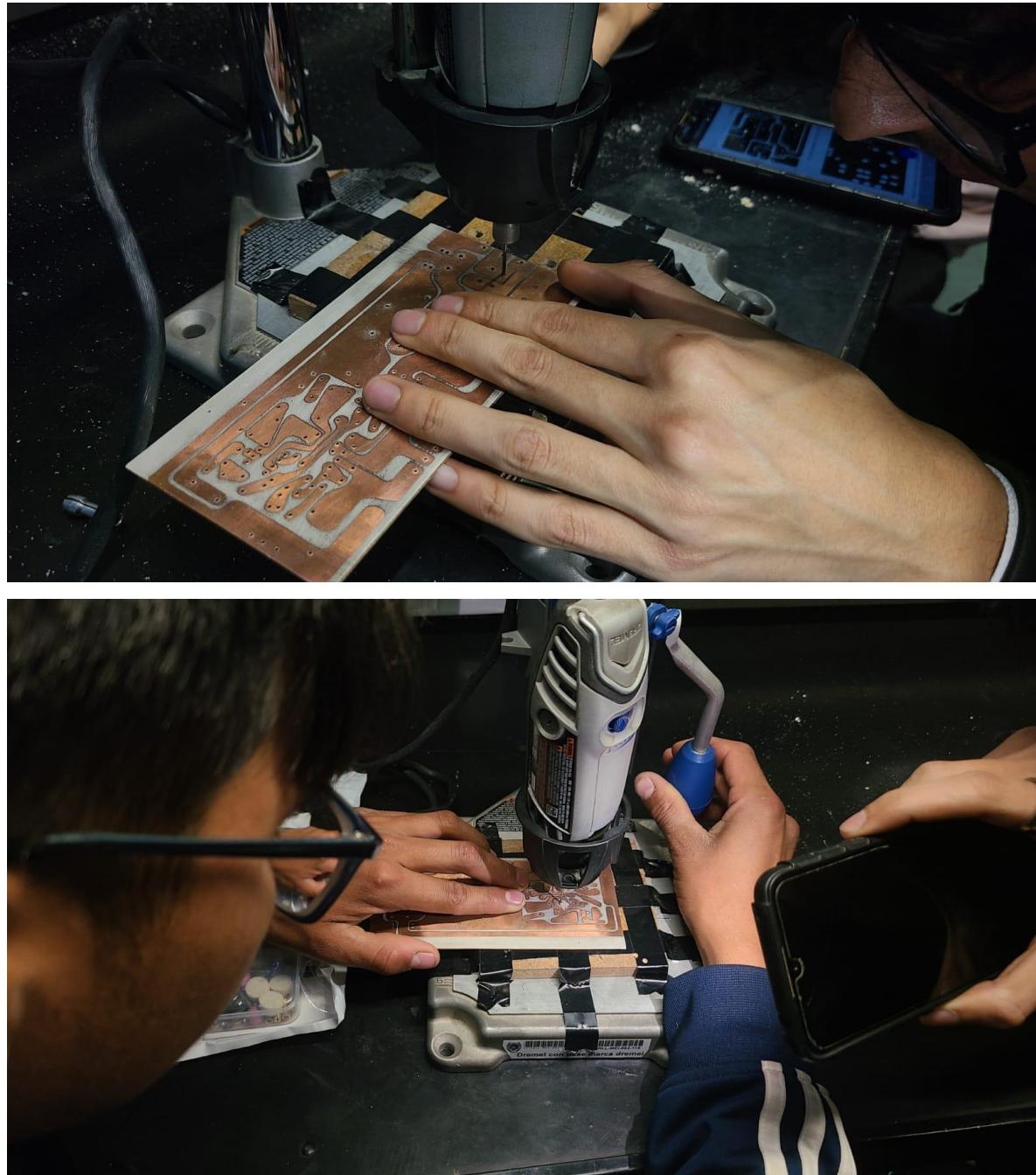


Ilustración 19: Perforación de la PCB para insertar los componentes electrónicos.

Ensamblaje del circuito

Una vez que se haya concluido con las perforaciones, es momento de ir colocando los componentes, para colorar su correspondiente soldadura, asegurando un contacto fuerte y firme, logrando una correcta continuidad entre componentes y pistas.

Como en un principio, se contaba solamente con los componentes más básicos, se procedió a soldar casi al instante que las perforaciones quedaron listas. Por ende, en la siguiente ilustración se observan los dos capacitores electrolíticos de $100\mu F$ a 50V, los dos diodos rectificadores 1N4007, las tres resistencias de 100Ω , las dos resistencias de 220Ω , las dos resistencias de $1k\Omega$, las dos resistencias de $15k\Omega$, la resistencia de $22k\Omega$, y finalmente la resistencia de $56k\Omega$, todas estas de $\frac{1}{4}W$.

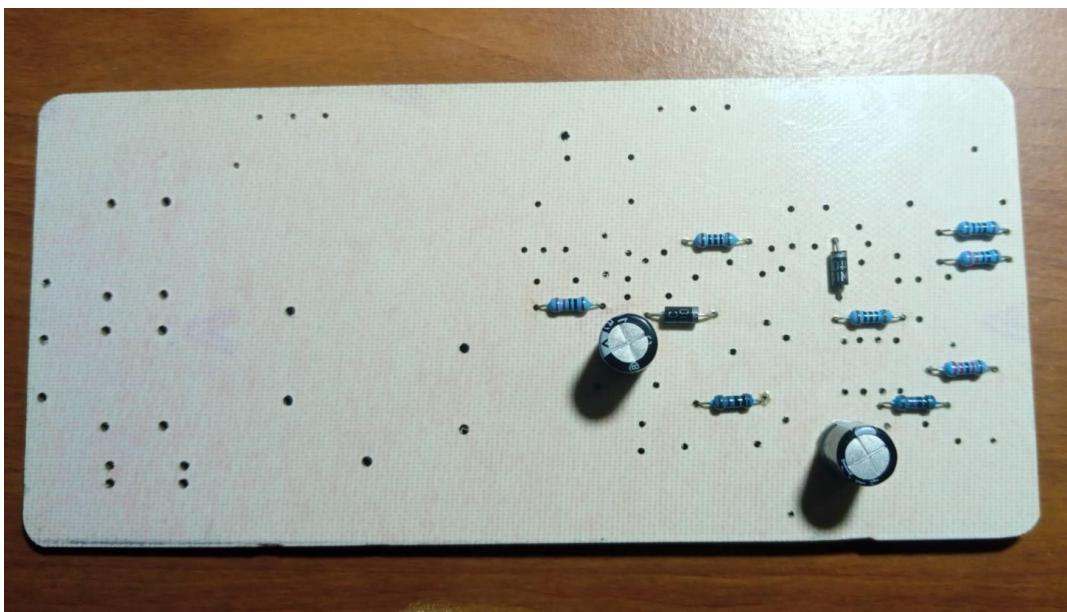


Ilustración 20: Primer grupo de componentes soldados a la PCB.

Después de varios días de espera, finalmente llegaron las resistencias de 10W así como las de 1W, por lo que enseguida se soldaron a la PCB, siendo estas, dos resistencias de 0.22Ω a 10W, dos resistencias de 100Ω y dos resistencias de $2.2k\Omega$, siendo estas cuatro de 1W cada una, en la siguiente ilustración se puede apreciar correctamente de las colocadas con anterioridad, esto debido a su tamaño un poco

más grande. Hasta este punto, ya existe un avance considerable en el desarrollo del proyecto, sin embargo, aún falta un largo camino por recorrer para tener un amplificador totalmente funcional.

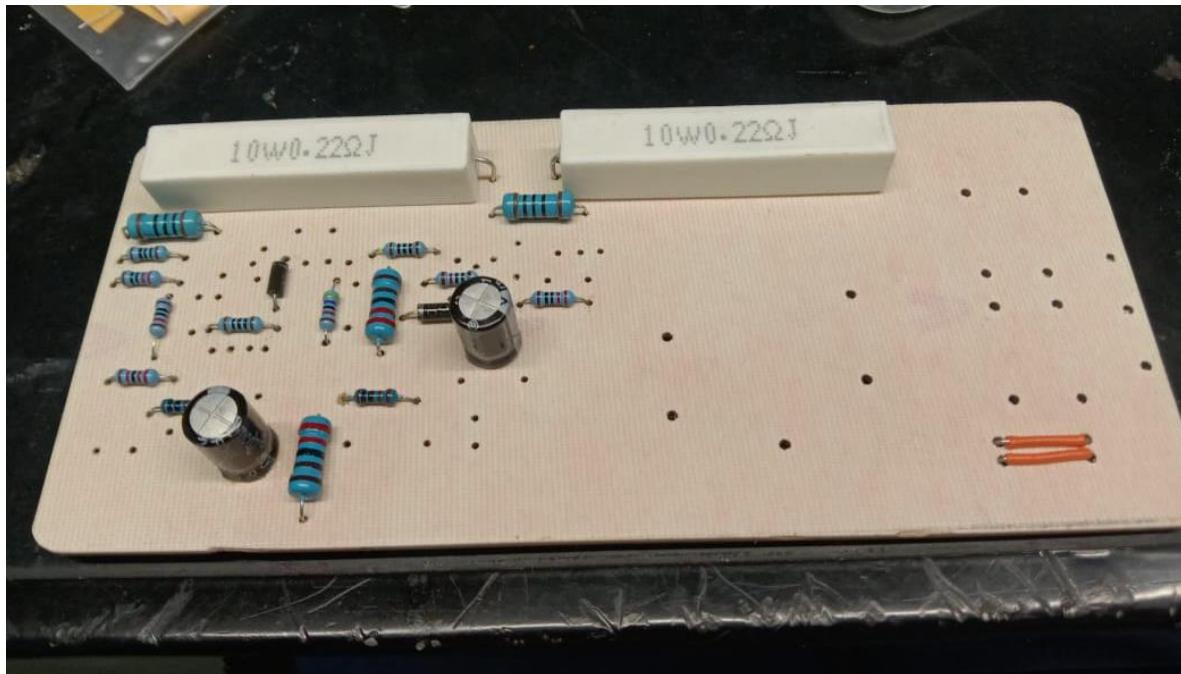


Ilustración 21: Segundo grupo de componentes soldados a la PCB.

En los siguientes dos días del ultimo avance, se hizo posesión de los capacitores electrolíticos de $4700\mu\text{f}$ a 50V, el capacitor electrolítico de $220\mu\text{f}$ a 50V, los capacitores cerámicos de nomenclatura; 10, 221, 331, 472.

Así mismo, llegaron a domicilio los diodos zener de 15V, los transistores JBT de propósito general, A1015 y C945.

Por lo tanto, en una oportunidad entre clases se dirigió el equipo directamente al laboratorio para soldar cada uno de estos en la PCB.

De esta manera, cada vez faltaba menos para concluir con el ensamblado del circuito electrónico de potencia.

A continuación, se pueden observar dichos componentes electrónicos soldados a la placa:

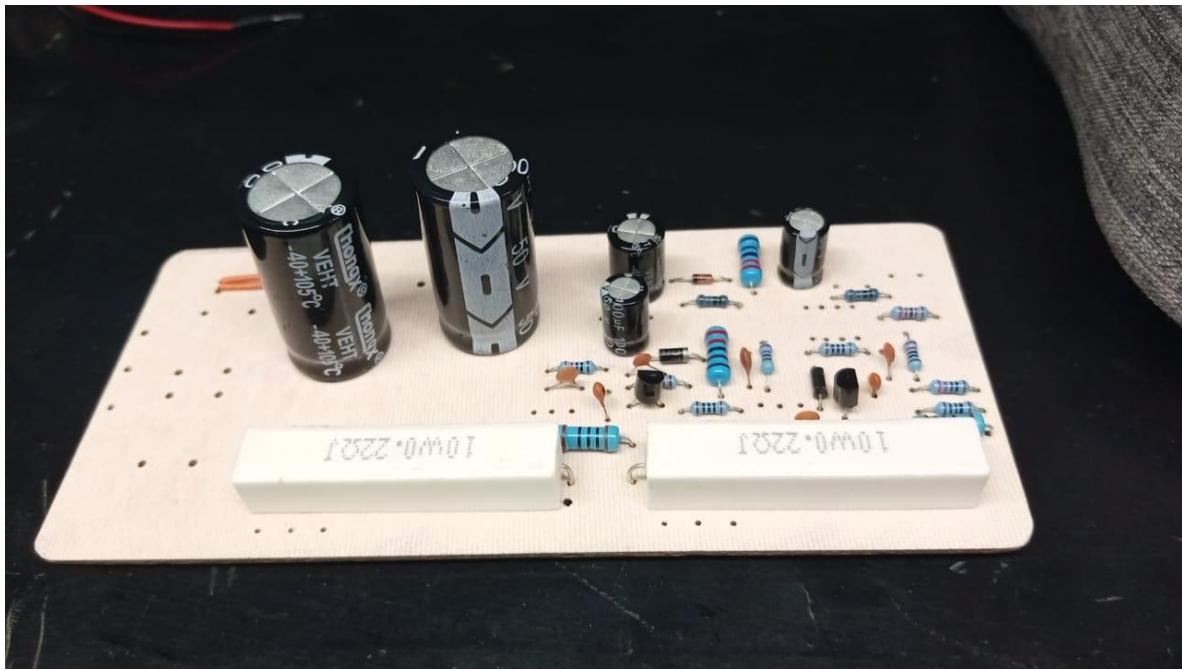


Ilustración 22: Tercer grupo de componentes soldados a la PCB.

Luego de una pequeña pausa, una semana después, llegaron más componentes, siendo estos, los dos transistores de potencia MJL21194G, el capacitor de poliéster 474, y los cuatro diodos de potencia de 6A.



Ilustración 23: Cuarto grupo de componentes soldados a la PCB.

Finalmente, llegó el último grupo de componentes, siendo estos, el amplificador operacional 741, y los transistores TIP 41 y TIP 42, por lo que una vez soldados, la PCB ya estaba totalmente ensamblada.

Por ende, se procedió a soldar la bocina de 8Ω , el cable auxiliar junto al potenciómetro indicado de $20k\Omega$, y la parte mas importante, el transformador de derivación central de 120V en el devanado primario y 24V en el devanado secundario, con una corriente de 3A.

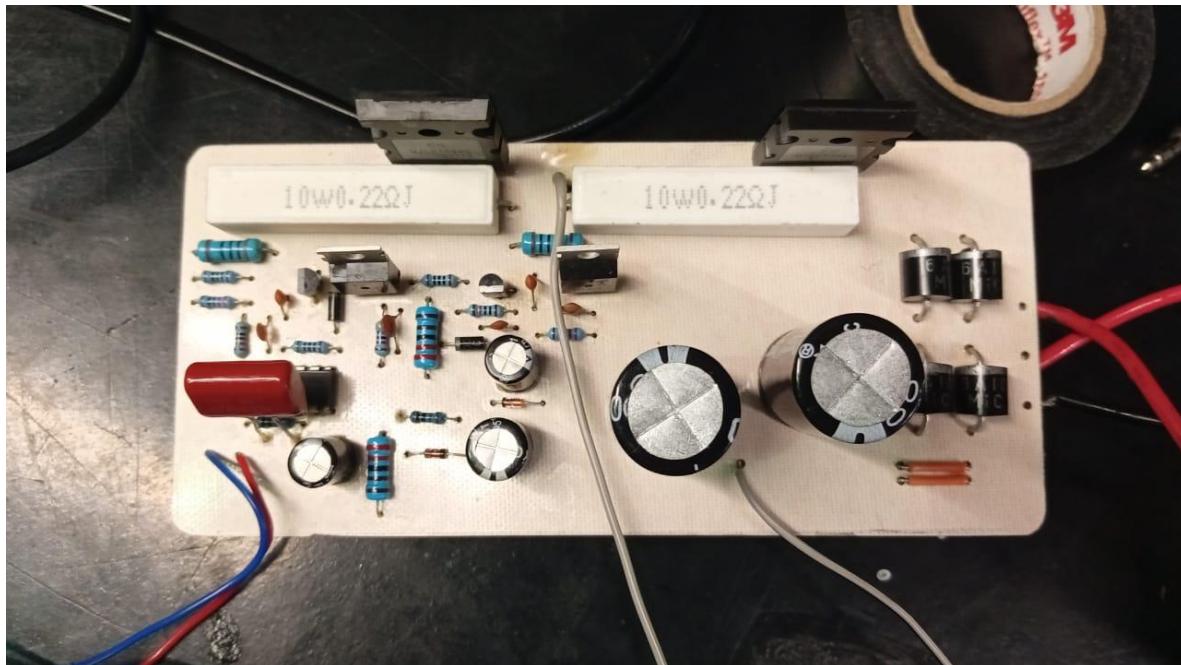


Ilustración 24: Quinto grupo de componentes soldados, junto a la bocina, auxiliar y transformador.



Ilustración 25: Parte inferior de la PCB, con todos los puntos de soldadura y sus disipadores.

Pruebas y depuración

La primera prueba se realizó en el propio laboratorio de mecatrónica, a la par de una práctica de laboratorio que se realizaba correspondiente igualmente a la materia de electrónica de potencia aplicada, en esta primera prueba, se utilizó un transformador de 24V y 3A, por lo que la potencia entregada era buena, pero podía mejorarse.



Ilustración 26: Primera prueba, Amplificador de Audio totalmente funcional.

Debido a que el sonido era bueno, pero el circuito podía ser mejor aprovechado, se optó por reemplazar el transformador, eligiendo así uno de 120V en el devanado primario, 50V en el devanado secundario, y con el manejo de una corriente de 5A.

En un principio parecía una decisión un tanto arriesgada, sin embargo, mediante la previa consulta con el docente a cargo, se llegó a la conclusión de que no existía ningún problema a la hora de implementar el transformador con dichos parámetros eléctricos.

Por lo que una vez colocado, y realizado la segunda prueba, se obtuvo un resultado mucho mejor, ya que el volumen era mayor, la claridad era considerablemente mejor, y en general, se tenía un sonido acústico agradable al oído.

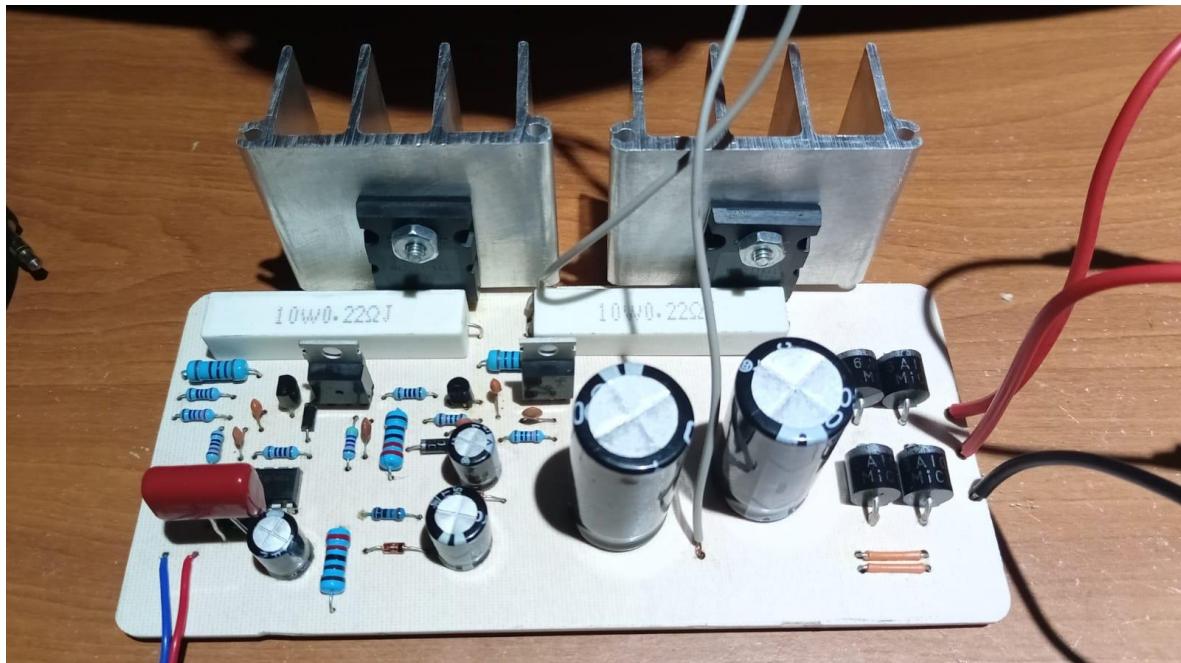


Ilustración 27: Amplificador con el transformador de 50V a 5A.

Llegado a este punto, se comenzó con la elaboración de la carcasa protectora del circuito, con acrílico y aluminio, sin embargo, luego de un descuido al momento de manipular el circuito electrónico, se generó un corto circuito en uno de los transistores de potencia, pasó desapercibido, y cuando se terminó de montar en su carcasa, se conectó para probarlo por última vez antes de presentarlo en la EXPOTEC 2024, por lo que evidentemente, los transistores de potencia se quemaron, arruinando el circuito casi por completo.

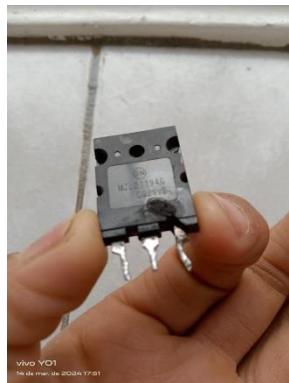


Ilustración 28: Transistor del primer amplificador quemado.

Inmediatamente se compraron nuevos transistores de potencia MJL21194G, y se reemplazaron en el circuito, antes de probar el segundo amplificador, igualmente se reemplazaron los TIP41, TIP42, A1015, C945, amplificador operacional 741, diodos de potencia, diodos zener y diodos rectificadores. Sin embargo, por un detalle totalmente desconocido, este no funcionó y al comprobar los nuevos transistores de potencia, ya se encontraban quemados, siendo totalmente funcionales antes de probarlos de acuerdo al multímetro.

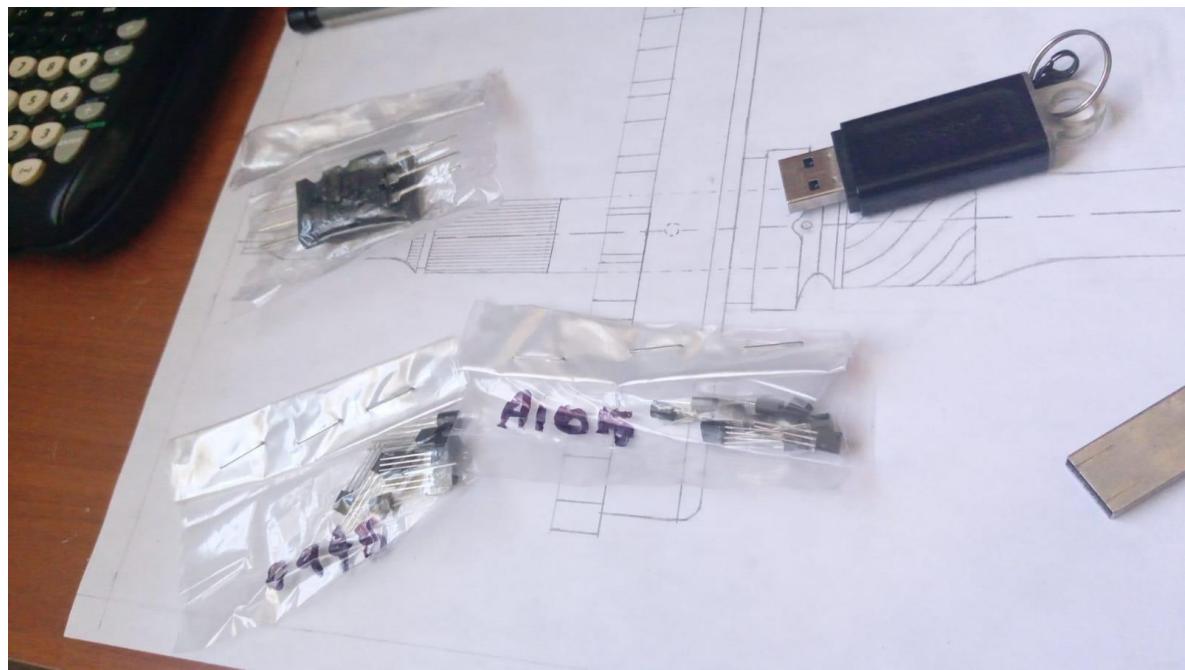


Ilustración 29: Transistores de potencia nuevos para el segundo Amplificador.



Ilustración 30: Prueba del segundo Amplificador de Audio siendo un fracaso.

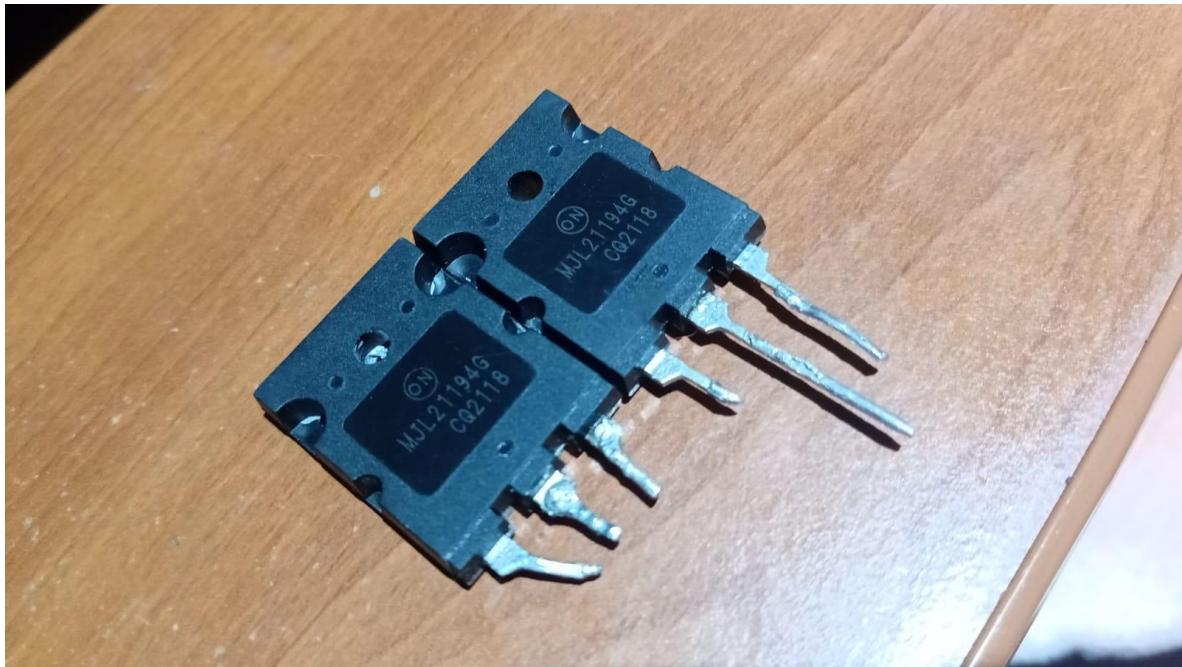


Ilustración 31: Transistores quemados del segundo Amplificador.

Una vez que el segundo amplificador se quemó, ya se contaba con muy poco tiempo para volver a comprar nuevos transistores de potencia, por lo que las posibilidades

de presentar el proyecto para la EXPOTEC 2024 se disminuyeron considerablemente. El tiempo de entrega sobrepasaba la fecha de inicio del evento, por lo que comprar nuevos transistores en línea no era una opción viable.

A consecuencia, se logró contactar con un compañero del salón, el cual tenía dos transistores de potencia nuevos, fue entonces cuando, en una noche se desoldaron absolutamente todos los componentes de la PBC, esto para reemplazar por completo todos los componentes por unos totalmente nuevos, y garantizar el correcto funcionamiento al colocar los nuevos transistores de potencia.

Sin embargo, este proceso, dañó considerablemente las pistas de cobre de la placa, por lo que, al momento de soldar nuevamente los componentes, se realizaron algunos puentes con cables.

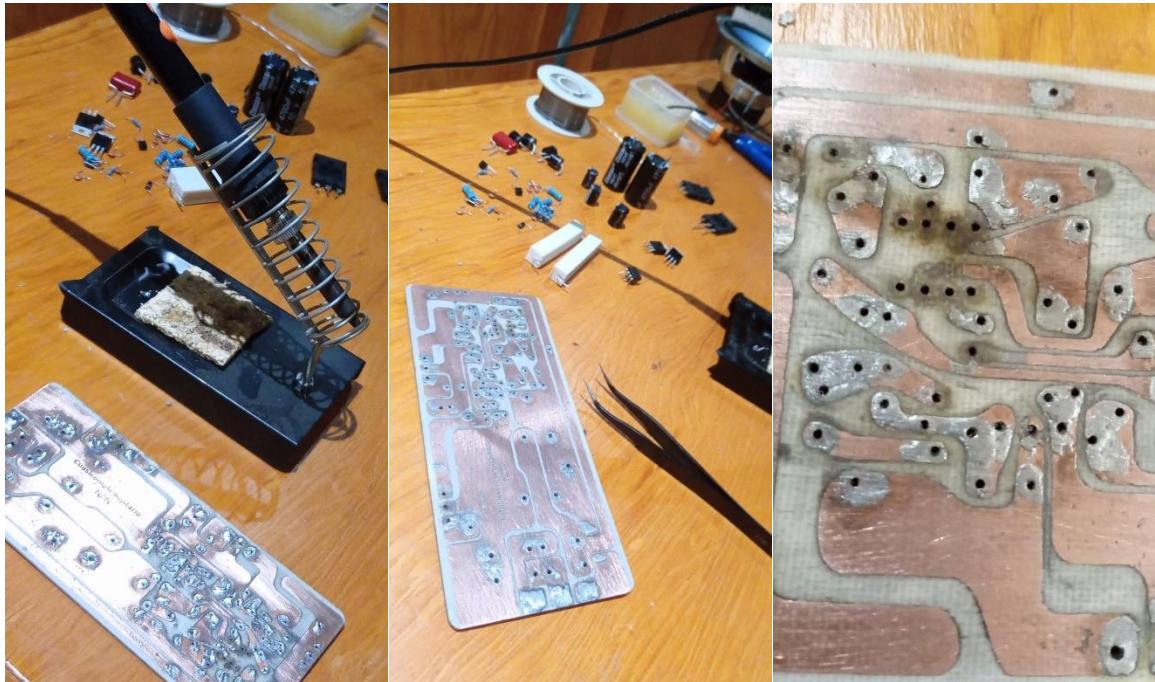


Ilustración 32: Retiro de componentes, e intento de arreglo en las pistas dañadas de la PCB.

Mediante un proceso de lijado, se trató la placa para eliminar en la medida de lo posible, el exceso de estaño que el cautín y el extractor no eran capaces de retirar.

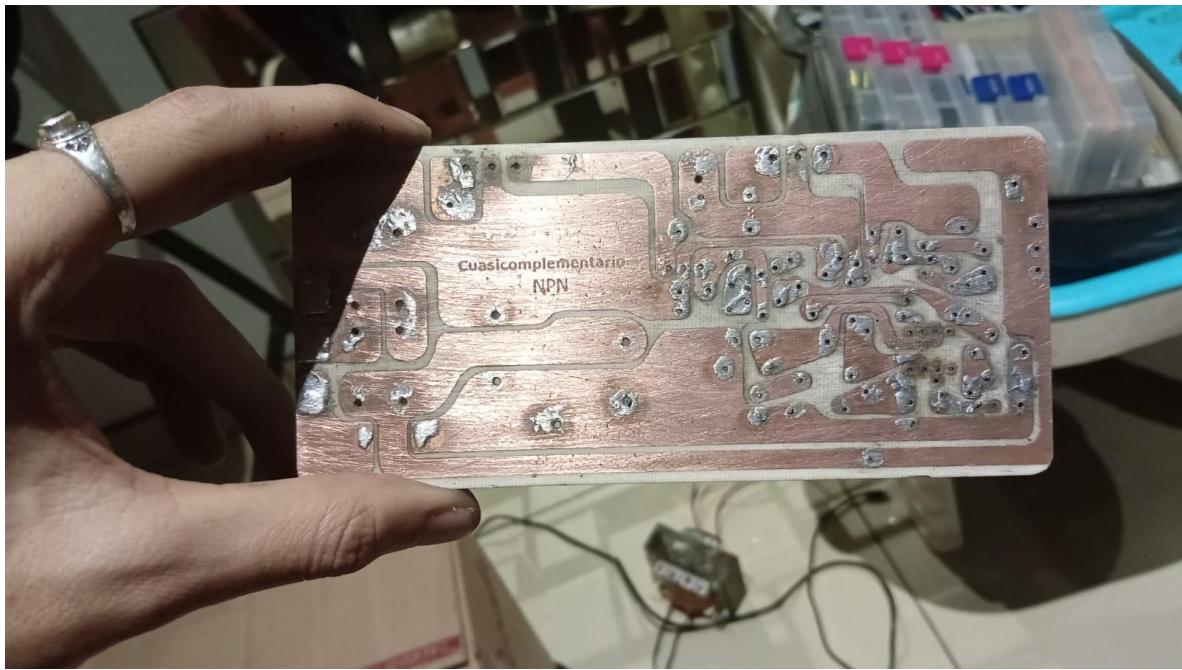


Ilustración 33: Placa lijada, pero con un severo daño por los dos amplificadores anteriores previamente quemados.

Una vez que la placa estaba totalmente despejada de componentes electrónicos, fue momento de añadir los nuevos.

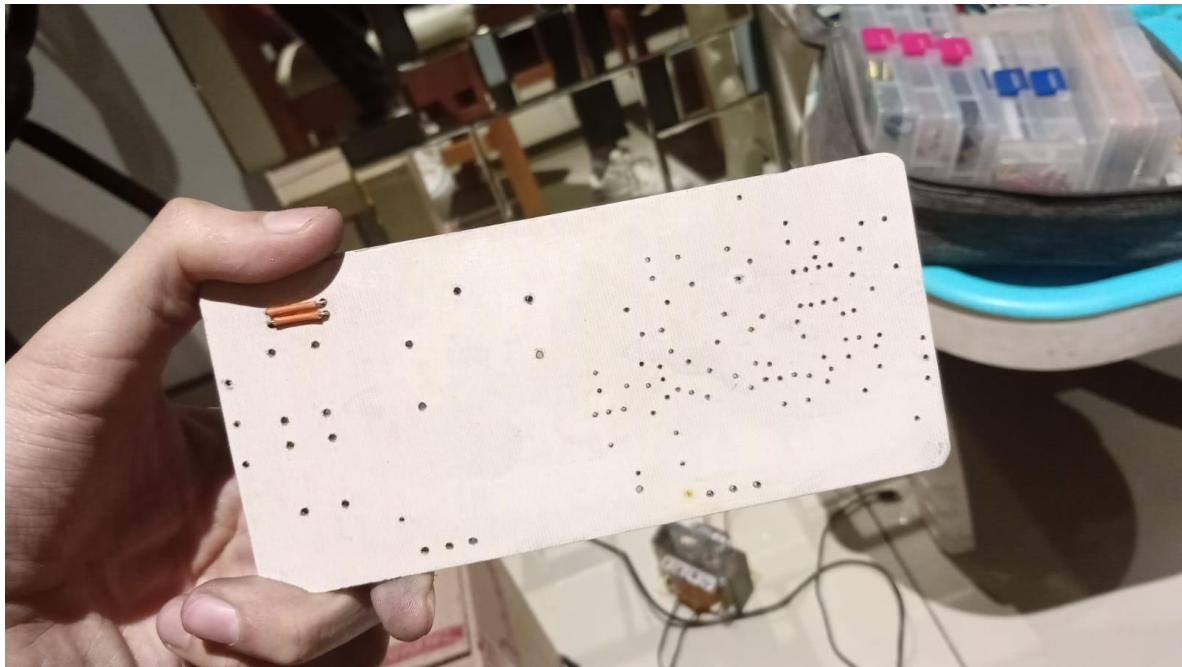


Ilustración 34: Placa sin componentes después de dos amplificadores quemados.



Ilustración 35: Placa con nuevos componentes soldados, logrando apreciar el daño severo en la misma.

Un claro ejemplo de que la placa sufrió muchos daños debido a los dos amplificadores que habían pasado sobre ella, se puede observar en la parte del circuito integrado. Ya que las pistas alrededor de este, se desicieron completamente, otra pista que se arruino, fue la de la entrada de audio por medio del cable auxiliar.

De igual manera, las pistas de los transistores de potencia, ya sufrian un daño severo luego de haber colocado y retirado dos pares de ellos.



Ilustración 36: Placa dañada con vista cercana.

Esto resultó en un grave error del cual no se era consciente, debido a la falta de asesoramiento en ese aspecto por parte del docente. Por lo que una vez soldado todo, ya estaba listo para agregar los transistores de potencia al siguiente día.

El tercer amplificador finalmente se terminó haciendo la respectiva prueba, funcionando correctamente, esto justo en el primer día de la EXPOTEC 2024, trabajando en el amplificador y exponiendo al mismo tiempo en la parte de electroneumática, la parte de programación, así como recibiendo alumnos por parte de los cuatro miembros del equipo.

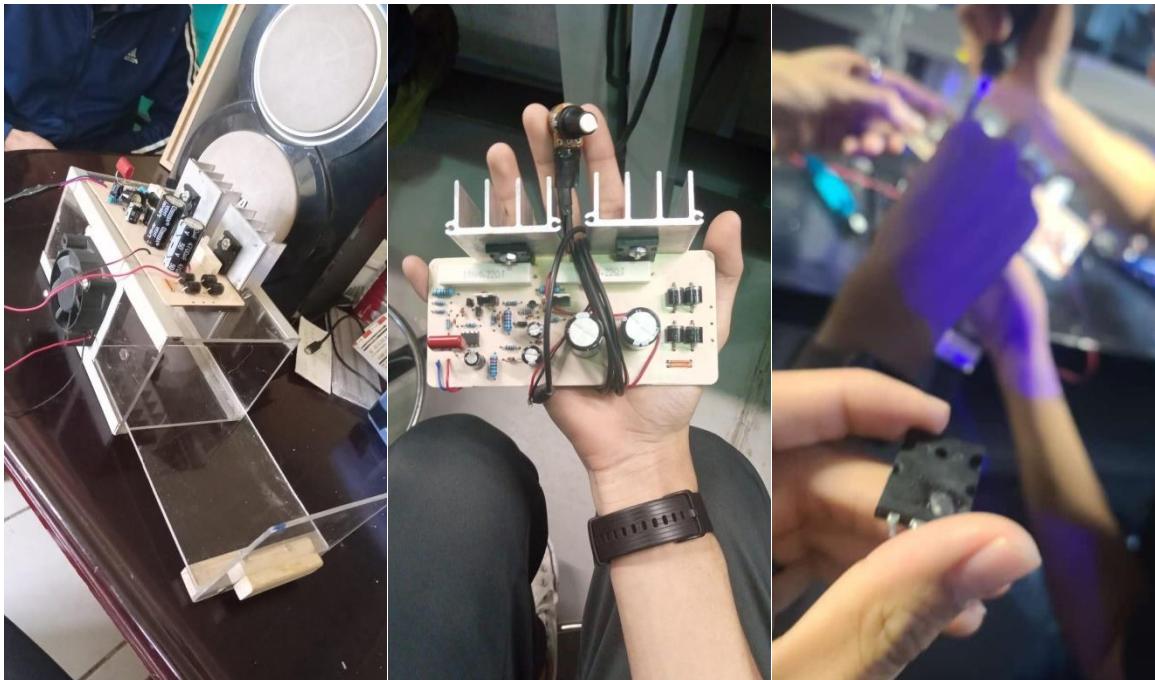


Ilustración 37: Preparación del circuito junto a su caja protectora y bocinas. Reemplazo de los transistores por unos nuevos, funcionando correctamente. Transistores quemados luego de que el circuito se incendiara repentinamente al concluir el primer día de la EXPOTEC 2024.

Preparación para la EXPOTEC 2024

Luego de este suceso, toda esperanza de presentar proyecto se había terminado totalmente. Ya que solo quedaban dos días de EXPOTEC, y no había forma de conseguir nuevos transistores, añadiendo que al siguiente día le tocaba al presente equipo exponer.

Sin embargo, en la caseta del laboratorio de mecatrónica, se tenía la existencia de dos transistores 2SC3858, por lo que prácticamente, se presentaba la última oportunidad, la que decidiría el éxito o el fracaso del proyecto que en un principio parecía ir de manera perfecta debido al tiempo de antelación con el que se comenzó a trabajar.

Inmediatamente se decidió utilizar una placa PCB totalmente nueva, así como componentes electrónicos igualmente nuevos.



Ilustración 38: Cuarto amplificador en proceso de elaboración un día antes de la exposición del equipo.

Luego de soldar correctamente todo, se realizó un testeo exhaustivo entre todos los componentes del circuito. Midiendo así resistencias, capacitancias, voltajes de ruptura en diodos, continuidad entre las pistas y falta de continuidad en lugares donde no debería de existir.



Ilustración 39: Una de las tantas mediciones realizadas antes de conectar el transformador.

Luego de cerciorarse perfectamente de todos los parámetros a tomar en cuenta, y luego del aprendizaje con los tres amplificadores anteriores, se llegó a la conclusión de que el cuarto amplificador funcionaría correctamente.

No obstante, no se iba a cometer el mismo error que con el primer amplificador funcional, por lo que antes de probar su funcionamiento, se comenzó a trabajar en la caja protectora de acrílico, realizando modificaciones que permitieran la interacción segura con el amplificador, evitando cortos circuitos, falsos contactos, y un asentamiento totalmente firme y seguro.

Luego de arduas horas de trabajo, y con una falta de herramientas prácticas, el amplificador se encontraba 100% seguro dentro de la caja, contando con modificaciones clave en algunas conexiones en caso de alguna emergencia.

Por lo que a las 5 de la mañana del día de la exposición del presente equipo, se decidió por fin probarlo. Por lo tanto, al momento de conectar el circuito y suministrarlo de energía, este funcionó correctamente.

Estando así, 100% preparados para presentarlo en la EXPOTEC 2024 justo dentro de 3 horas.

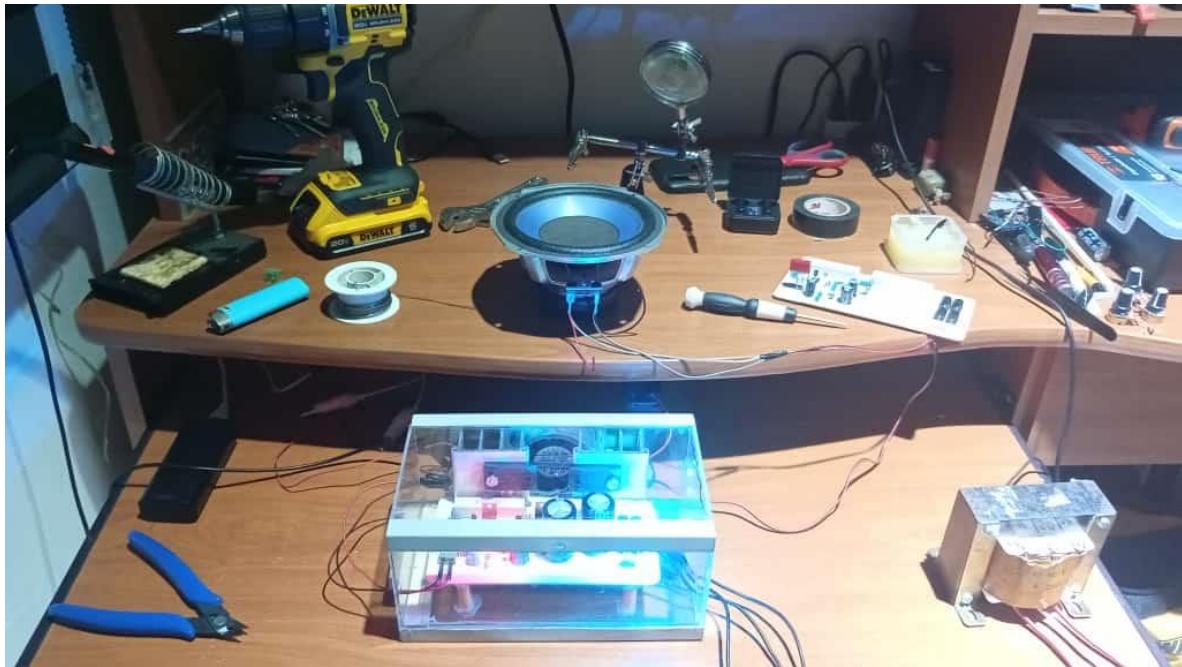


Ilustración 40: Cuarto y último amplificador siendo probado por primera vez, comprobando su correcto funcionamiento.

Presentación en la EXPOTEC 2024

Se llegó el momento de la presentación del amplificador de audio, por lo que ese mismo día, a partir de las 8 de la mañana se estableció todo lo necesario en la estación correspondiente dentro del laboratorio de mecatrónica, haciendo unas pequeñas pruebas antes de que llegara el primer grupo de jóvenes visitantes.

Se colocó en la estación, se realizaron las debidas conexiones, tanto de las bocinas, como del auxiliar, el ventilador, luces leds y finalmente el transformador.

Logrando una vista atractiva gracias a la sencillez de la caja, y el efecto de los leds RGB en interacción con el acrílico y la obscuridad del laboratorio.



Ilustración 41: Montaje del amplificador de audio en la EXPOTEC 2024.

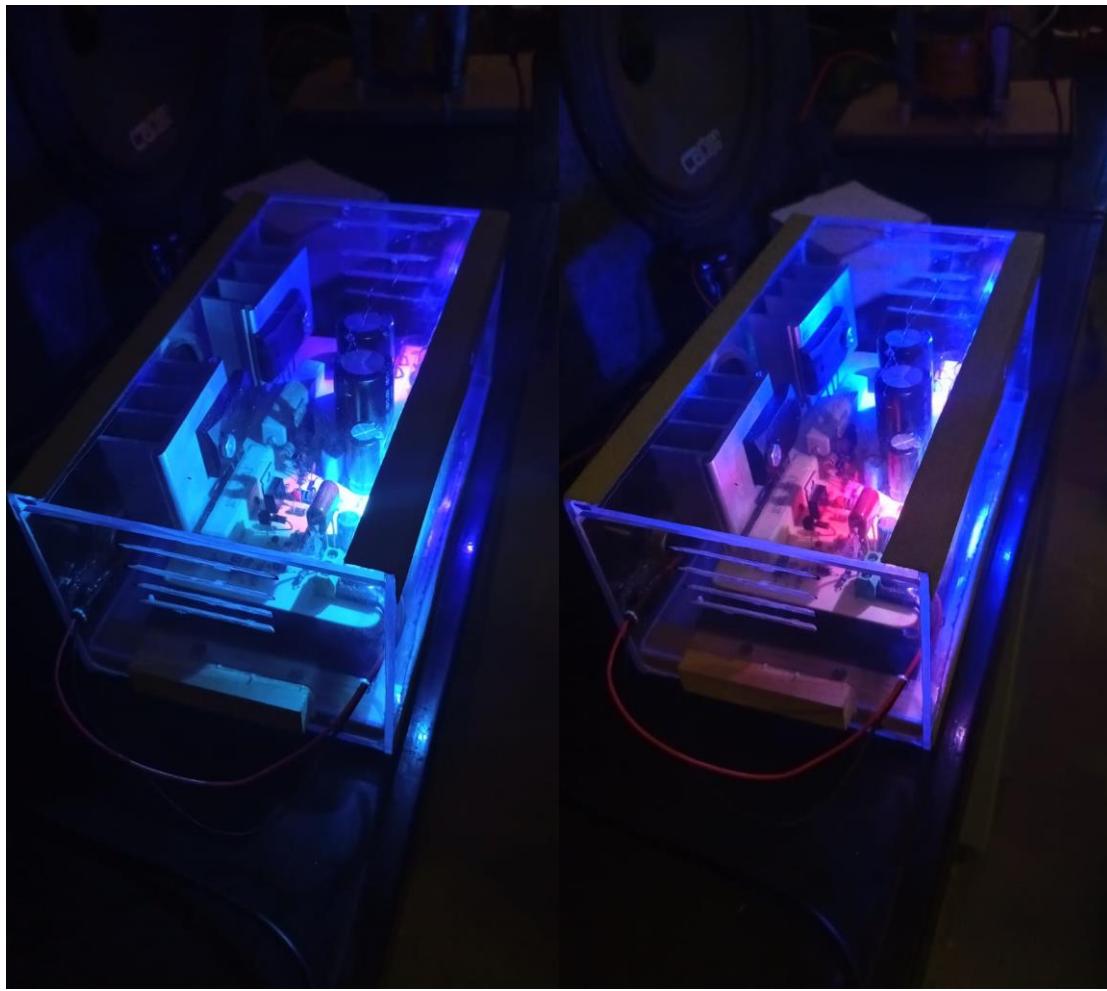


Ilustración 42: Efecto llamativo del amplificador mediante leds RGB y el acrílico.

Una vez comenzadas las exposiciones, se les proporcionó una gran cantidad de información de manera entendible debido a la complejidad que pudiera resultar el utilizar terminología de electrónica y de ingeniería en general con los alumnos de preparatoria.

Por lo que, mediante una explicación sencilla pero completa, los distintos alumnos lograron comprender que es un amplificador, como funciona, y lo mejor de todo, se llevaron la experiencia de poder ver y escuchar un amplificador totalmente funcional y elaborado 100% por alumnos de ingeniería mecatrónica del 6to semestre.

A continuación, se anexan evidencias de las presentaciones en la EXPOTEC 2024 a alumnos de preparatoria, esperando obtener su atención e interés por la carrera:



Ilustración 43: Presentación del Amplificador de Audio en la EXPOTEC 2024.



Ilustración 44: Presentación del Amplificador de Audio en la EXPOTEC 2024.



Ilustración 45: Presentación del Amplificador de Audio en la EXPOTEC 2024.

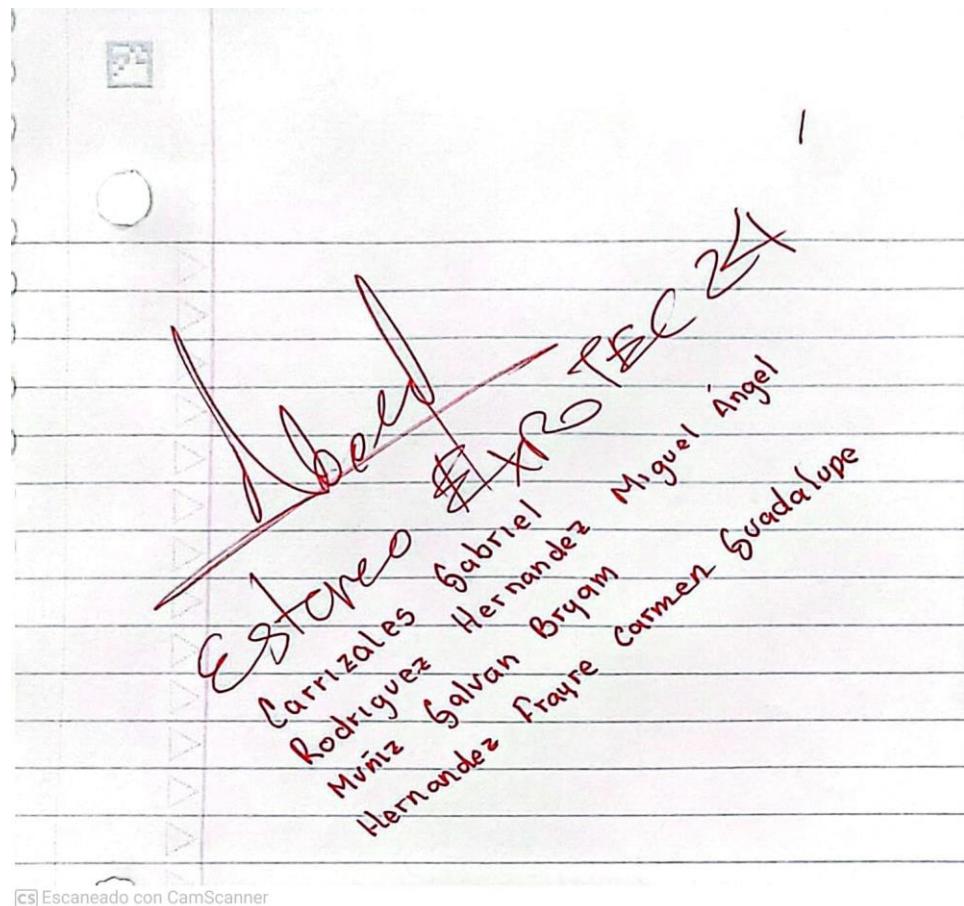


Ilustración 46: Firma del docente que valida la exitosa participación en la EXPOTEC 2024 con el Amplificador de Audio.

Equipo de trabajo al finalizar el segundo día de la EXPOTEC 2024.



Ilustración 47: Equipo de trabajo con el proyecto totalmente funcional, luego de 8 horas de funcionamiento.

Conclusiones

En conclusión, el viaje hacia la creación y presentación del amplificador de audio en la EXPOTEC 2024 fue una montaña rusa de emociones, desafíos y aprendizajes invaluables. Desde el momento en que nos sumergimos en el análisis del diagrama electrónico hasta la emoción de presentar nuestro trabajo ante el público, cada paso del camino estuvo lleno de momentos memorables y, a veces, desafiantes.

La aventura comenzó con la emoción palpable en el aire mientras desentrañábamos el diagrama electrónico proporcionado para el amplificador. Fue fascinante ver cómo los conceptos teóricos cobraban vida ante nuestros ojos mientras trazábamos el camino hacia la construcción de un dispositivo funcional y estéticamente atractivo.

La planificación cuidadosa y la ejecución meticulosa del diseño del circuito impreso (PCB) fueron los pilares iniciales de nuestro proyecto, y cada detalle, desde la perforación de la placa hasta la recolección de componentes, se convirtió en un paso crucial en nuestro viaje hacia la presentación final.

Sin embargo, como suele suceder en la vida real, nuestro camino no estuvo exento de obstáculos. El desafío de hacer frente a un cortocircuito que resultó en la quema de nuestro primer circuito totalmente funcional al primer intento, fue una lección temprana pero valiosa sobre la importancia de la precaución y la atención meticulosa a los detalles en el proceso de construcción. A medida que avanzábamos, también nos enfrentamos a la realidad de los errores humanos, como reemplazar componentes sin identificar la raíz del problema subyacente. Cada error fue una oportunidad para aprender y crecer, y aunque el proceso a veces fue desafiante, también fue increíblemente gratificante.

El estrés se convirtió en nuestro compañero constante cuando nos dimos cuenta de que el tiempo se nos escapaba y aún teníamos mucho por hacer antes de la exposición. La presión de terminar el amplificador en un tiempo limitado nos obligó a trabajar a contrarreloj, a menudo hasta altas horas de la noche. Destacando las largas horas de trabajo en equipo en el laboratorio, así como el trabajo individual en nuestros propios hogares, saliendo a relucir la determinación implacable de ver nuestro proyecto terminado y listo para su presentación.

El punto más bajo llegó cuando nos dimos cuenta de que nuestra placa dañada no podía ser salvada y existía la ausencia del componente más importante del proyecto, por lo que nos enfrentamos a la posibilidad de no tener un amplificador funcional para la exposición. Fue un momento desgarrador después de tanto esfuerzo y dinero invertido, pero como equipo, nos negamos a rendirnos. Con una última ráfaga de energía, determinación y un último rayo de esperanza, se encontraron dos transistores de potencia en la caja del laboratorio de mecatrónica, , nos lanzamos a la tarea de construir un nuevo amplificador desde cero, incluso a pocas horas de la exposición, viéndonos obligados a utilizar una placa PCB nueva, componentes electrónicos nuevos, los últimos transistores de

potencia a nuestra disposición, y a un testeo extremadamente exhaustivo antes de conectar el transformador. Fue un desafío monumental, pero la satisfacción de ver nuestro cuarto y último amplificador cobrar vida, y funcionar perfectamente, hizo que cada obstáculo y cada momento de estrés valieran la pena.

Finalmente, cuando presentamos nuestro trabajo ante el público en la EXPOTEC 2024, sentimos una mezcla indescriptible de emoción y orgullo. Cada luz parpadeando y cada nota de música resonando en el amplificador representaba no solo el fruto de nuestro arduo trabajo, sino también un testimonio de nuestra dedicación, perseverancia y pasión por la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Y aunque nuestro viaje no estuvo exento de desafíos, errores y momentos de incertidumbre, cada obstáculo superado nos hizo más fuertes y nos recordó el poder transformador de la determinación y el trabajo en equipo.

En última instancia, la experiencia de crear y presentar el amplificador de audio en la EXPOTEC 2024 fue mucho más que un proyecto académico; fue una prueba de nuestro compromiso con la excelencia, la creatividad y la innovación en el campo de la Ingeniería Mecatrónica. Y mientras mirábamos hacia el futuro, sabíamos que las lecciones aprendidas y las experiencias compartidas nos acompañarían en cada paso del camino, inspirándonos a seguir persiguiendo nuestros sueños con fervor y determinación.