

# **UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**

## **INFORME DE LABORATORIO - SDR**

### **LABORATORIO N° 5**

**Estudiantes:**

Montezuma Diego<sup>1</sup>

Narváez Israel<sup>2</sup>

Panama Anthony<sup>3</sup>

**Docente:** Msc. Edgar Maya.

**Técnico de laboratorio:** Msc. Alejandra Pinto Erazo

13 de mayo de 2024

## **1. Titulo de la práctica**

Construcción de transmisor FM.

## **2. Introducción**

En el siguiente informe de laboratorio, se realiza la implementación de un circuito transmisor de radiofrecuencia en FM con potenciómetro regulable, el cual permite transmitir en todo el rango de Frecuencia Modulada, este se lo construye en una protoboard y posteriormente se pasara a baquelita mediante el método de sublimación e impresión de circuitos.

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo Principal**

Realizar la construcción de un circuito que permita transmitir señales de voz en frecuencia modulada.

### 3.2. Objetivos Secundarios

- Realizar el diagrama del circuito de transmisión FM a implementar, o su respectiva simulación en proteus.
- Realizar la implementación del circuito en forma física mediante una protoboard y baquelita.
- Realizar el circuito con la ayuda de un potenciómetro que permita transmitir en diferentes frecuencias.

## 4. Fundamentación teórica

Hemos encontrado algún esquema de configuración para la construcción de un transmisor FM, el cual consta de los siguientes materiales:

- 2 transistores 2N2222
- 1 Microfono
- 2 Condensadores electrolíticos 10uF/25v
- 1 Condensador electrolítico 2.2uF/25v
- 2 Condensadores cerámicos 1uF/50v
- 2 Condensadores cerámicos 2.7pF/50v
- 1 Condensador ajustable 5-60pF
- 2 resistencias de 1k
- 1 resistencia de 15k
- 1 resistencia de 6.8k
- 2 resistencias de 10k
- 2 resistencias de 4.7k
- 1 resistencia de 2.2k
- 1 resistencia de 220 Ohms
- 50 Cm de alambre para puentes de 0.51 mm de diámetro
- 1 conector con soporte para batería
- 5 espaldines
- 1 baquelita
- 1 bateria 9v
- Cautin y soldadura.

También hemos podido obtener un diseño de placa en PBC para poder realizar la respectiva impresión en baquelita, el cual contempla de los anteriores materiales. Estos con su respectivo esquema de conexiones, tal como se ve en las siguientes figuras. ([Get started with Communications Toolbox Support Package for RTL-SDR Radio, s.f.](#))

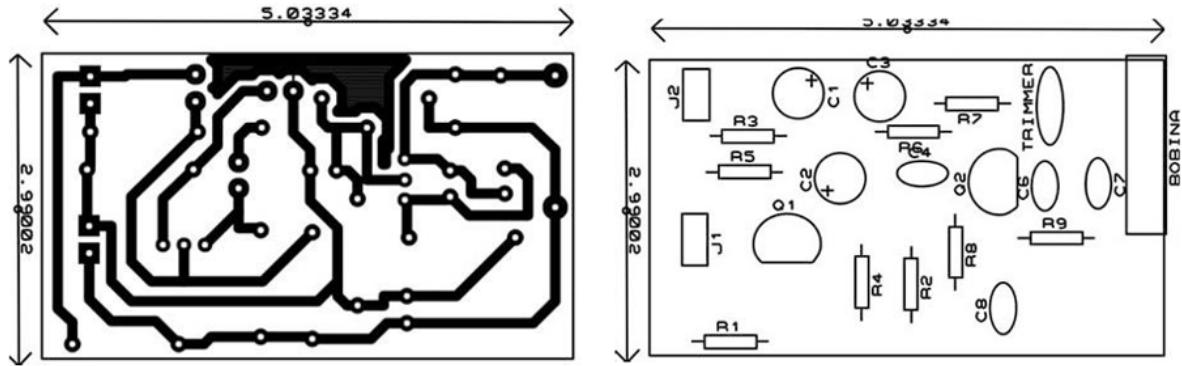


Figura 1: Diseño de transmisor FM

De lo anterior se tiene también una simulación en el software Prouteus, el cual nos permite interactuar con el diseño anterior, este se puede ver en la siguiente figura con un esquema ya construido para el transmisor FM.([Perfil, s.f.](#))

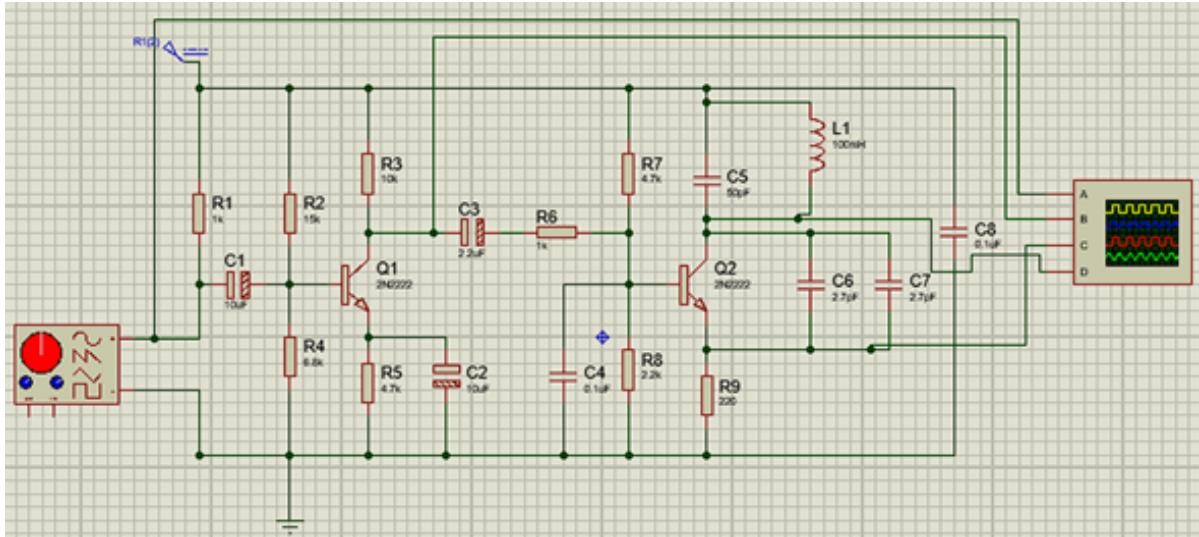


Figura 2: Diseño de transmisor FM en proteus

A parte de este, también hemos podido conseguir otro diseño que viene dado por medio del siguiente video de YouTube [https://youtu.be/WVAKGYv\\_qc0?si=rWSr0Me807EfFuZB](https://youtu.be/WVAKGYv_qc0?si=rWSr0Me807EfFuZB), este esquema lo podemos visualizar en la siguiente figura:

### UN CIRCUITO IMPRESO

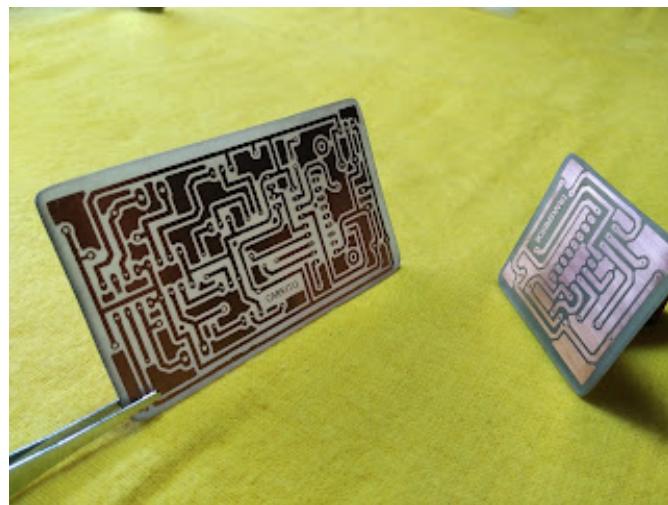


Figura 3: Diseño en Baquelita

- Utiliza un software de diseño de PCB para crear el diseño del circuito que deseas transferir a la placa de baquelita. Asegúrate de que el diseño sea claro y que todas las pistas y conexiones estén correctamente trazadas([SlideShare, s.f.](#)).
- Corta la placa de baquelita al tamaño adecuado para tu circuito. Limpia la superficie de la placa con alcohol isopropílico para eliminar cualquier suciedad o grasa que pueda afectar la transferencia del toner.
- Imprime el diseño del circuito en una hoja de papel glossy utilizando una impresora láser. Asegúrate de imprimir en espejo para que el diseño quede en la orientación correcta después de la transferencia.
- Coloca la hoja impresa con el diseño del circuito sobre la placa de baquelita, con el lado impreso hacia abajo. Aplica calor utilizando una plancha doméstica sobre la hoja durante unos minutos para transferir el toner a la placa.
- Despues de aplicar calor, deja que la placa se enfrie antes de retirar cuidadosamente el papel. Si el papel no se retira fácilmente, puedes remojar la placa en agua tibia para aflojar el papel y luego retirarlo suavemente.
- Una vez que el diseño se haya transferido a la placa, verifica si hay errores o imperfecciones y corrígelos utilizando un marcador de tinta o un lápiz de corrección.
- Utiliza un reactivo químico adecuado, como persulfato de sodio o cloruro férrico, para atacar la placa de baquelita y eliminar el cobre no protegido por el toner. Sigue las instrucciones de seguridad y los tiempos de exposición recomendados para el reactivo químico que estés utilizando. ([SlideShare, s.f.](#)).
- Una vez completado el ataque químico, lava la placa con agua para eliminar cualquier residuo químico. Luego, limpia la placa con alcohol isopropílico y sécala completamente antes de perforar los agujeros y soldar los componentes.

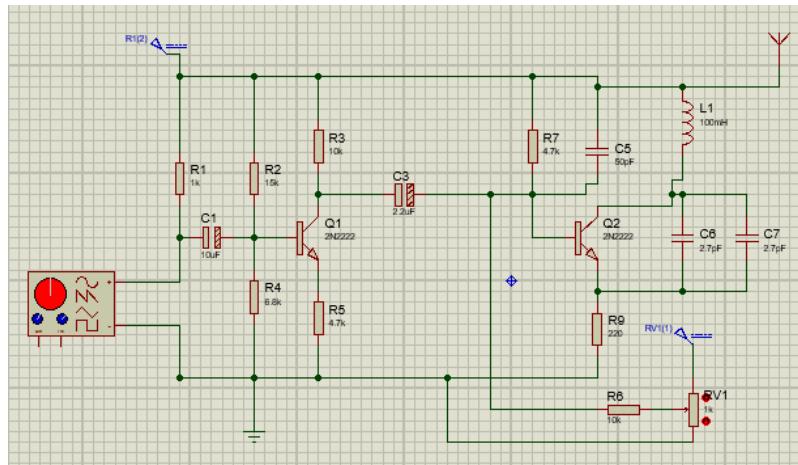


Figura 4: Diseño de transmisor FM en proteus

## 5. Desarrollo

Dentro del proceso realizado para lograr implementar un transmisor FM, es necesario realizar un diseño de todos los elementos que contienen el transmisor FM, es por eso que se utilizo la herramienta proteus para agregar todos los elementos que serán utilizados dentro del prototipo transmisor. Hay que tomar en cuenta que dentro de proteus no es posible realizar la simulación para lograr capturar señales FM, pero si se puede ingresar señales con valores aleatorios de frecuencia y visualizar dichas señales dentro de un osciloscopio. Se puede observar la implementación física de los elementos que conforman el transmisor FM, se debe tomar en cuenta que, al realizar la implementación dentro del protoboard las señales de audio contendrán mucho ruido ya que todos los elementos utilizados no están soldados directamente dentro de una placa.

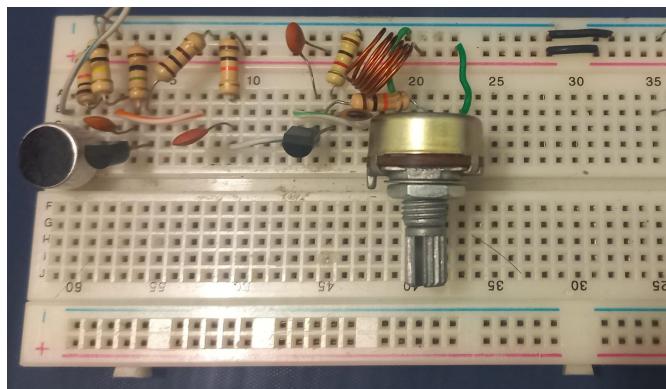


Figura 5: Armado de transmisor FM

Todos los elementos utilizados cumplen diferentes funciones, por ejemplo, la bobina implementada acumula energía en un campo magnético cuando la corriente se incrementa, por otro lado, el potenciómetro se encarga de colocar la frecuencia en donde va a salir la señal de audio. Por otro lado, el rango de frecuencias que surge dentro del transmisor FM va desde los 82 MHz hasta los 107 MHz.

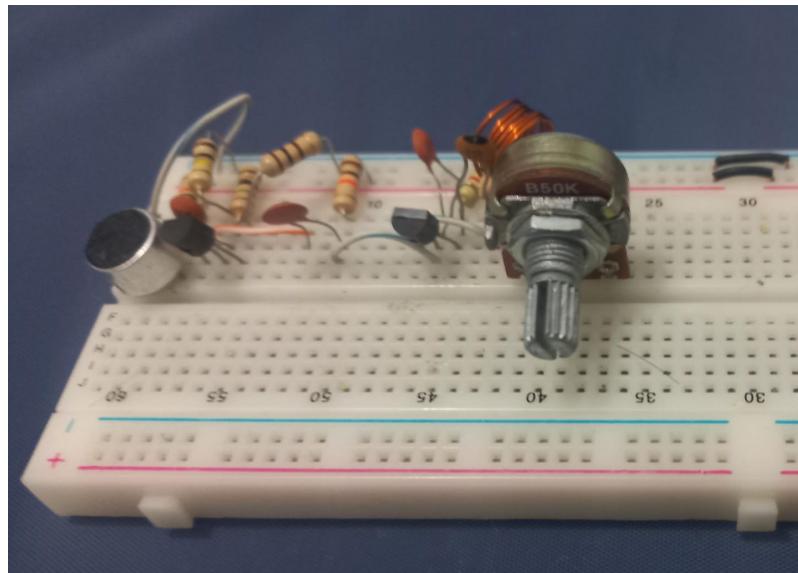


Figura 6: Visualización de transmisor FM

Como se puede visualizar al tener el armado del transmisor FM, es necesario utilizar el RTL-SDR y el software SDRSharp, al utilizar estas herramientas se logrará capturar la señal del transmisor FM mediante el RTL-SDR y se realiza la búsqueda de la frecuencia con la que se está transmitiendo.

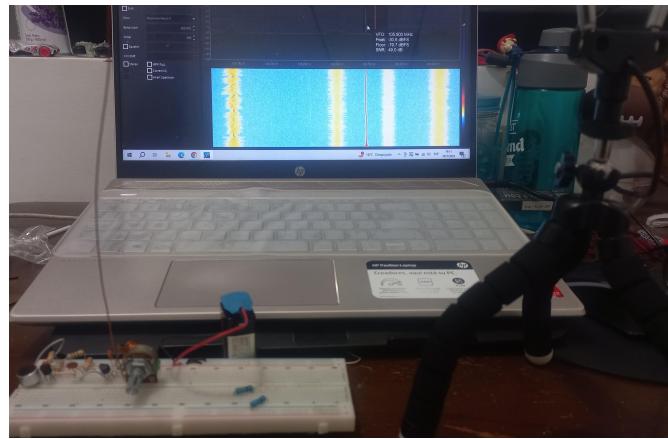


Figura 7: Conexión de Transmisor FM y RTL-SDR

Al lograr capturar la frecuencia, se puede regular con el potenciómetro cualquier frecuencia con la que se va a emitir la señal y de igual manera dentro del software SDRSharp se puede cambiar los valores para no tener mucho ruido y mayor calidad de audio.

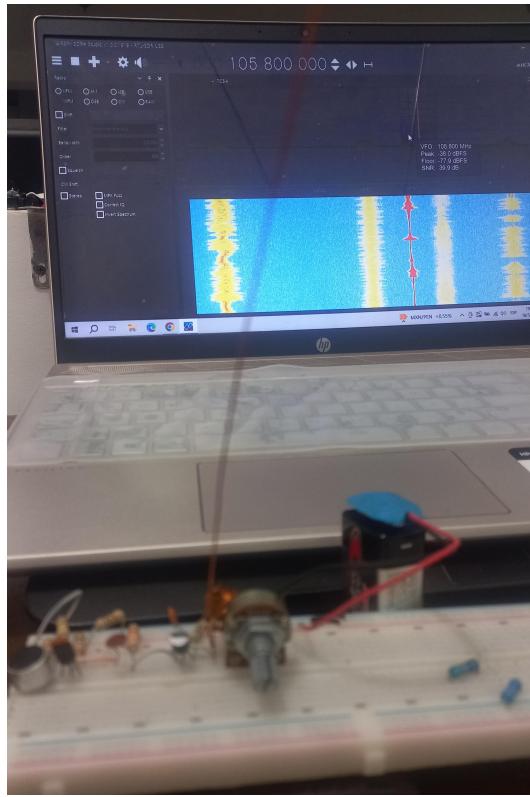


Figura 8: Visualización de la señal transmitida

#### 5.0.1. Construcción en Baquelita.

Para realizar la construcción del circuito en baquelita, hemos utilizado la pagina easyeda.com, esta no ayuda a realizar el modelado de circuito y posterior construcción de los archivos para una PCB o impresión de un circuito armado en PDF, se asemeja a EAGLE, nos proporciona una interfaz de construcción de circuitos, los cuales se pueden visualizar tanto en 2D como en 3D.

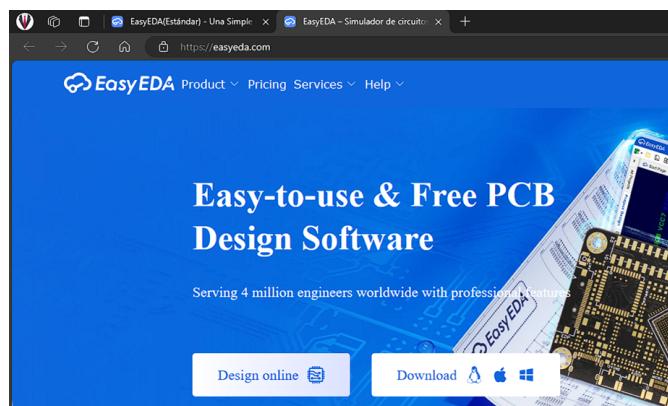


Figura 9: Pagina para diseño de PCB EasyEDA.

Para el uso de esta página es necesario la creación de una cuenta, una vez que tengamos creada esta cuenta vamos a dirigirnos al apartado de “Centro de Usuario”, nos aparecerá una pagina como la siguiente, aquí daremos en proyecto e iniciaremos uno nuevo.

## Redes Móviles

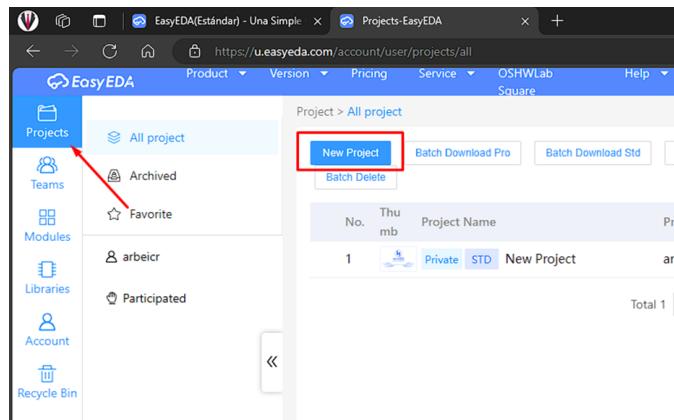


Figura 10: Creación de nuevo proyecto.

Como se observa en la siguiente figura, ya se ha creado un nuevo proyecto, aquí podremos ingresar para empezar a configurar nuestro circuito, tal como se observa en la siguiente figura.

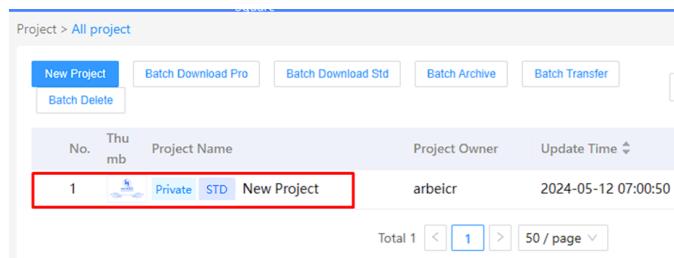


Figura 11: Nuevo proyecto creado.

En la ventana lateral izquierda podremos seleccionar los diferentes diseños de circuitos para poder armar el nuestro, tal como se observa en la siguiente figura.

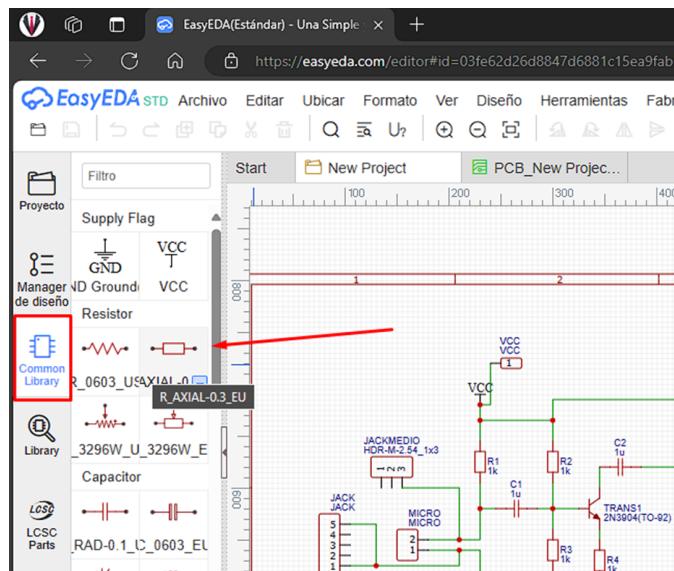


Figura 12: Librerías de dispositivos para usar en circuito.

## Redes Móviles

Una vez familiarizados con el software arrastraremos los diferentes ítems para armar el circuito con el que vamos a trabajar, como se observa en la siguiente figura.

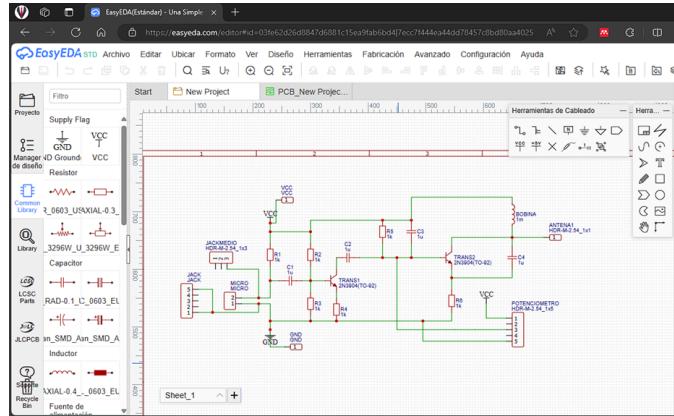


Figura 13: Interfaz de modelado de circuito.

El modelo de circuito que se ha realizado es el que se ve en la siguiente figura, el cual nos da la posibilidad de imprimir el modelo de circuito realizado en protoboard y pasarlo a baquelita.

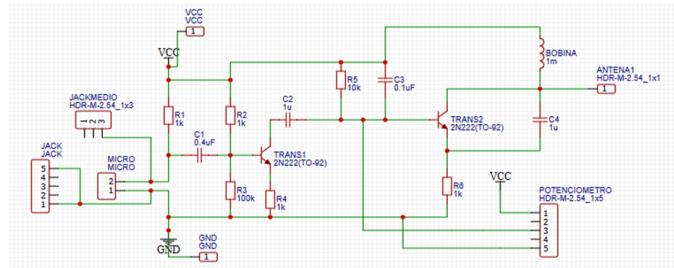


Figura 14: Circuito diseñado en EasyEDA.

Para realizar la conversión hacia una PCB, damos clic en diseño y posteriormente a la opción de realizar la conversión hacia PCB, luego de esto nos aparecerán los componentes que debemos ordenar de la forma que creamos conveniente para realizar la impresión final.

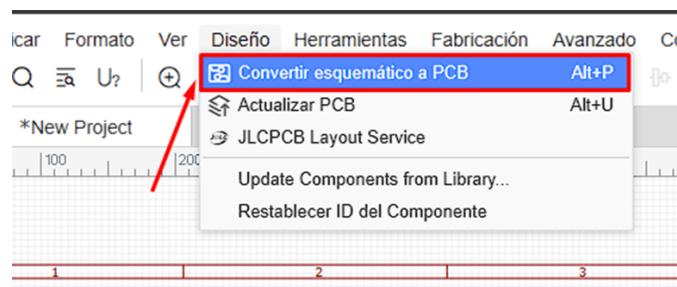


Figura 15: Conversión a PCB desde circuito.

De tal forma que luego de organizar nuestra PCB tendremos el siguiente resultado, el cual será nuestro modelo final para la impresión en la baquelita.

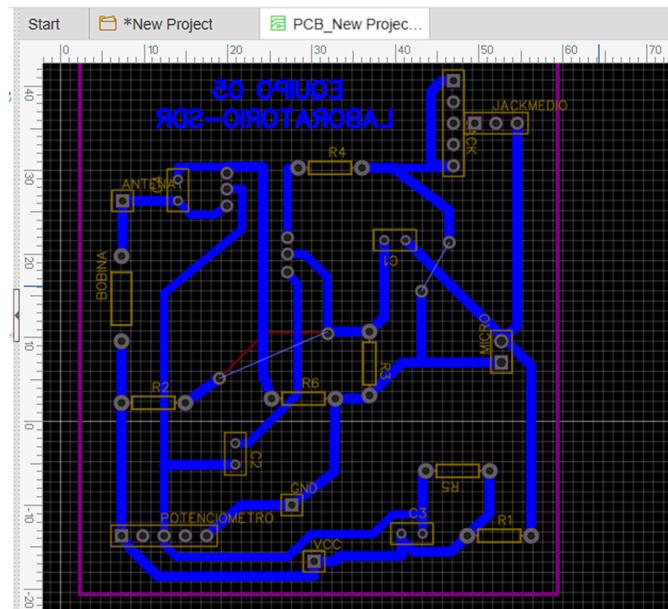


Figura 16: PCB final, modelado a partir de circuito.

El software también nos da la posibilidad de visualizar nuestro diseño en 3D, como se aprecia en la siguiente figura, lo que nos da la idea de como quedara nuestro circuito final.

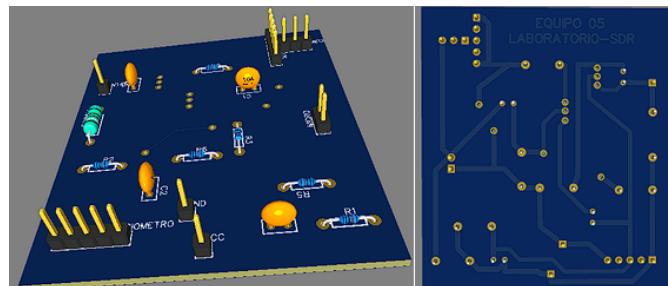


Figura 17: Visualización de PCB en 3D

## 6. Interpretación de Resultados / Discusión

Finalizado el proceso y cuando ya tenemos listo nuestro diseño, vamos a la pestaña de archivo y en exportar, podremos exportarlo como PDF.

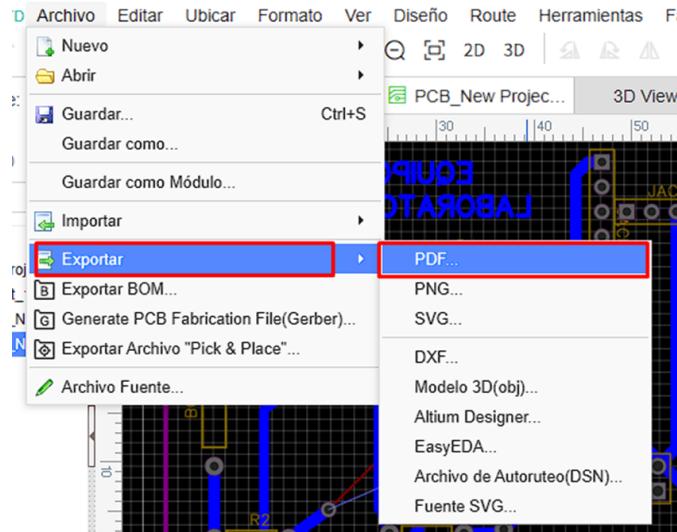


Figura 18: Guardado de diseño para impresión.

El resultado es el que se puede observar en la siguiente figura, este lo podremos imprimir en impresora láser para posteriormente realizar el proceso de sublimación en baquelita.

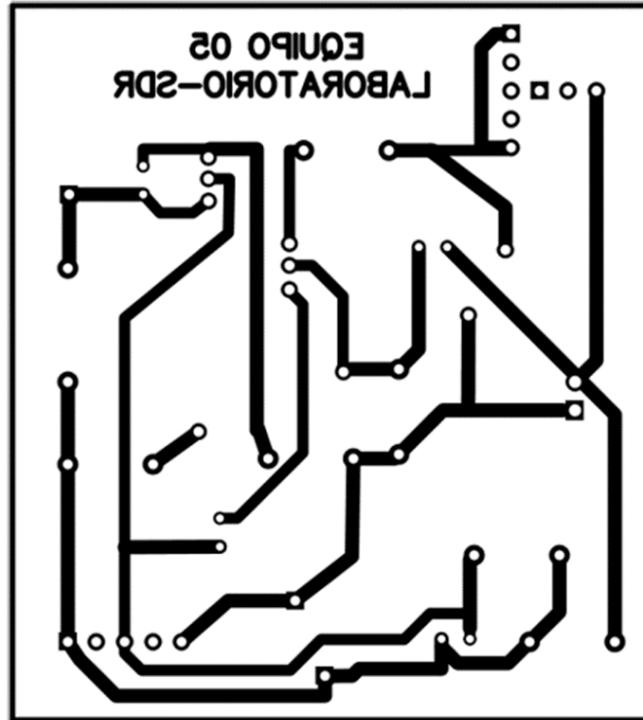


Figura 19: Diseño de circuito para impresión en baquelita.

## Redes Móviles

Este lo imprimiremos en una baquelita y luego del proceso de sublimación y posterior quemado del circuito en el PCB, tendremos el siguiente resultado. Aquí será necesario realizar todo el proceso de apertura de orificios en la baquelita correspondiente con los del circuito.

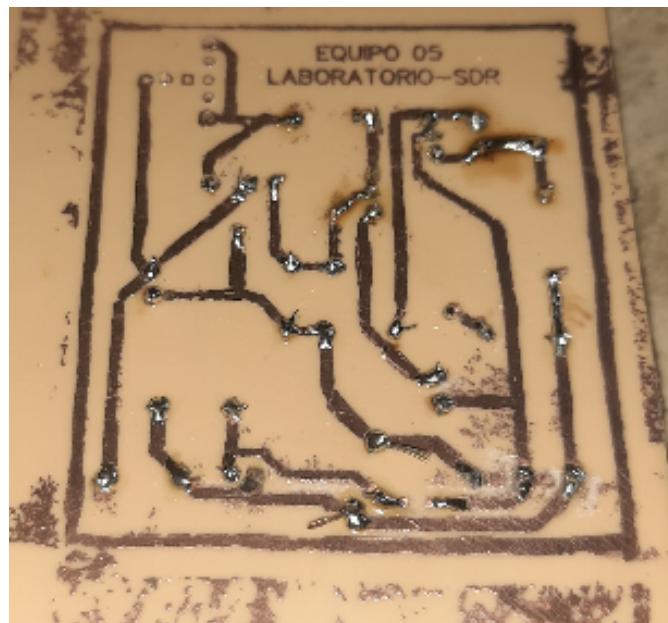


Figura 20: Circuito impreso en Baquelita.

Una vez que tengamos todo preparado es hora de montar todos los componentes en nuestra baquelita, tal como se observa en la siguiente figura.



Figura 21: Transmisor FM armado

Realizaremos las soldaduras correspondientes del proceso que permiten la interacción entre los componentes y el resultado de la baquelita terminada con el circuito es el siguiente:

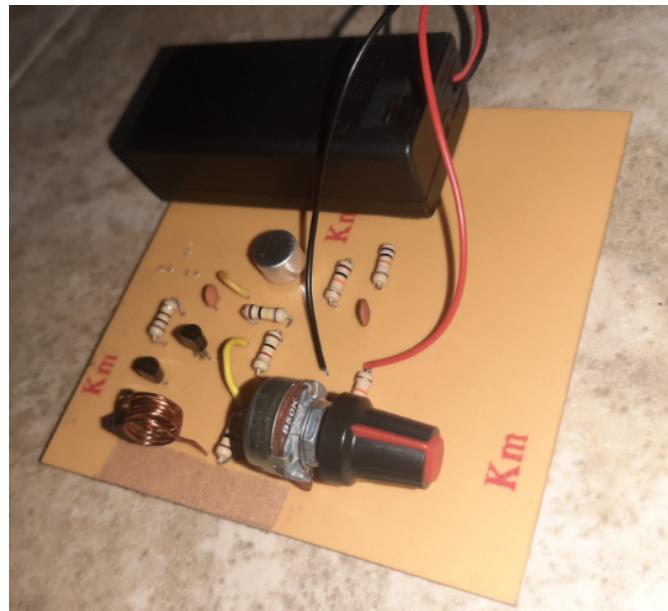


Figura 22: Circuito de transmisor FM terminado.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1. Conclusiones

- El uso de reactivos químicos para atacar la placa de baquelita requiere precaución y precisión. Es importante seguir las instrucciones de seguridad y los tiempos de exposición recomendados para evitar daños en la placa o lesiones personales.
- La correcta preparación de la placa de baquelita, así como la impresión y transferencia precisa del diseño del circuito, son críticas para el éxito del método de planchado. Incluso pequeños errores pueden afectar significativamente la calidad del circuito final.
- Por otro lado, al realizar e implementar este tipo de transmisor FM, se logró analizar que dentro del protoboard se genera más ruido al transmitir una señal de voz dentro de una frecuencia tomada, en cambio, dentro de una baquelita el transmisor FM genera menor ruido ya que los elementos utilizados están teniendo contacto directo.
- En conclusión, los diferentes materiales utilizados son de bajo costo con el fin de obtener un pequeño prototipo de transmisor FM, de igual manera, los materiales utilizados se pueden mejorar y el transmisor FM puede obtener un mayor alcance, mejor señal de audio y extendería el rango de frecuencias.
- El proceso de planchado requiere un control cuidadoso de la temperatura y la presión aplicada. Una temperatura demasiado alta puede dañar el toner o la placa, mientras que una presión insuficiente puede resultar en una transferencia incompleta del diseño.

## 7.2. Recomendaciones

- Mantén el área de trabajo limpia y ordenada en todo momento, especialmente durante el proceso de transferencia y ataque químico. La contaminación o la interferencia pueden afectar negativamente el resultado final del circuito.
- Antes de realizar un proyecto importante, es recomendable practicar el método de planchado en baquelita con placas de prueba y diseños simples. Esto te permitirá familiarizarte con el proceso y perfeccionar tus habilidades antes de trabajar en un proyecto real.
- Se recomienda utilizar otro tipo de materiales dentro del prototipo transmisor FM ya que existen otros materiales de mejor calidad, esto sirve para mejorar la calidad de la señal transmitida y tener un mayor alcance del transmisor.
- Se recomienda realizar correctamente el diseño y la implementación de cada material dentro de la baquelita, de igual manera, realizar la prueba de alcance que brinda el transmisor dentro de la baquelita y verificar cuanto disminuye el ruido.
- Asegúrate de utilizar herramientas de alta calidad y adecuadas para cada etapa del proceso, desde la impresión del diseño hasta el ataque químico de la placa. Esto garantizará resultados más consistentes y de mayor calidad.

## 8. Referencias bibliográficas

### Referencias

- Get started with communications toolbox support package for RTL-SDR radio. (s.f.).  
<https://la.mathworks.com/help/comm/getting-started-with-communications-system-toolbox-support-package-for-rtl-sdr-radio.html>. (Accessed: 2024-5-1)
- Perfil, V. (s.f.). Como hacer circuitos impresos con el método de planchado. Descargado de <http://www.electronicaivanespinoza.com/2017/09/como-hacer-circuitos-impresos-con-el.html>
- SlideShare. (s.f.). Circuito de un receptor de fm muy sencillo. Descargado de <https://es.slideshare.net/pedroluiscastro/circuito-de-un-receptor-de-fm-muy-sencillo>