

Transmisor de frecuencia modulada

Analisis y Diseño

Gustavo Rivas , Andrea Torres , Fabian Chacon

Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Abstract

El proyecto está basado en la construcción y diseño de un transmisor de frecuencia modulada de baja potencia, que consta de dos etapas, una la cual amplifica la señal que es una señal de audio sinusoidal por medio de una entrada Jack 3.5 que va directamente a un dispositivo electrónico ya sea un reproductor mp3 o también un celular o computador, y la segunda etapa se encarga de modular la señal y transmitirla, el circuito tiene una como fuente una pila de 9v y su diseño está basado en una forma en la que pueda ser portable y de fácil uso en general, utilizando los conocimientos vistos en todas las clases en especial la que tenían enfoque en transmisión de frecuencia modulada y también el comportamiento de los dispositivos electrónicos básicos en alta frecuencia, basados en esta teoría pudimos construir el transmisor.

Introduction

Elementos en altas frecuencias

Cuando se trabaja en bajas frecuencias, es decir frecuencias menores a 1 MHz, es posible considerar los elementos con los que se trabajará como elementos ideales. Lamentablemente, al aumentar la frecuencia de trabajo ya no es adecuado seguir utilizando esta simplificación, y como resultado se producen extraños efectos en el comportamiento de los circuitos diseñados. Por ejemplo, al aumentar la frecuencia, los condensadores comienzan a comportarse como inductores, mientras estos últimos se vuelven condensadores. Hasta los simples cables se comportan de formas extrañas. Para entender estos problemas y tratar de evitarlos durante el proceso de diseño es necesario comprender el origen físico de ellos y de esa forma poder modelar adecuadamente los elementos a utilizar.

Circuitos osciladores

En Sistemas de Comunicación es muy importante el comprender el circuito tanque LC ya que la mayoría de los circuitos sintonizados utilizan esta combinación para producir oscilaciones. Para comprender el funcionamiento de este oscilador primero diremos que el condensador almacena energía en forma de campo eléctrico y una bobina almacena energía en forma de campo magnético, entonces en el circuito tanque LC ocurre un intercambio de energía del campo eléctrico del condensador al campo magnético del inductor y del campo magnético del inductor al campo magnético del condensador, esto intercambio se hace en una forma incesante teóricamente, ya que, esta energía en la práctica se disipa en forma de calor o es irradiada al espacio por los cables que unen al circuito.

Modulación de Frecuencia. Se refiere a la forma de transmitir Información a través de una Onda portadora variando su frecuencia. En este tipo de modulación la variación se produce en los saltos de frecuencias.

Las características principales de la frecuencia modulada son: Su modulación y su propagación por ondas directas como consecuencia de su ubicación en la banda de frecuencia de VHF, en ella se crean bandas laterales cuya extensión dependerá de la amplitud de la onda moduladora, estas bandas laterales hacen que el ancho de banda que se utiliza en esta modulación es más grande que el tradicional de la onda media.

Ventajas de la Modulación de Frecuencia sobre la de Amplitud

- Mayor calidad de reproducción como resultado de su casi inmunidad hacia las interferencias eléctrica. En consecuencia, es un sistema adecuado para la emisión de programas (música) de alta fidelidad.
- Necesitan una potencia de modulación mucho menor que las de amplitud.
- Las señales moduladas en frecuencia son mucho menos afectadas por los ruidos y señales externas.
- Aumento en el ancho de banda de las señales moduladas en frecuencia.

Desventajas de la modulación FM

Esta técnica de modulación (FM) presenta algunas desventajas importantes, entre las cuales se destacan:

- Requieren un ancho de banda extendido.
- Requieren circuitos transmisores complejos.
- Requieren circuitos receptores complejos.

Objetivos

1. implementar un circuito modulador FM con el que sea posible estudiar los conceptos de modulación FM.
2. Determinar experimentalmente diferentes parámetros de una señal de FM.
3. Diseñar y construir un circuito transmisor FM que opere en la banda comercial.
4. Estudiar las propiedades y el comportamiento de diversos circuitos moduladores.
5. Adquirir el conocimiento del proceso de desarrollo de un dispositivo electrónico.
6. Manejar el concepto del modo de funcionamiento de un transmisor de FM.
7. Conocer el proceso de fabricación y montaje de un circuito en PCB.
8. Realizar un circuito en laboratorio capaz de emitir ondas de radio para un ancho de banda en modulación de frecuencia.
9. Diseñar el circuito tanque de la portadora del circuito de emisión para una frecuencia de 89,4 MHz.
10. Diseñar la bobina necesaria para el circuito tanque calculado.
11. Calcular las distancias máximas de emisión a la que una radio común puede recibir las señales emitidas.

Materiales y Procedimiento

Materiales

- Pedazo de PCB
- Alambre calibre num 18
- Micrófono Eléctrico
- Tornillo de media Pulgada
- 2 transistores 2N3904 NPN
- Capacitor variable de 0 a 70 pF
- Un capacitor de 100 nF capacitores
- Un capacitor de 10 nF

- Resistencia de 1M Ohm
- Resistencia de 100K Ohm
- Resistencia (3x) 10K Ohm
- Resistencia de 1k Ohm
- Resistencia de 100 ohmios
- Un par de alicates
- Soldador
- Pistola de silicona

Procedimiento

Empezamos con el diseño del circuito en una programa especializado para imprimir en pcb, después de esto nos encontramos con varias opciones para quemar la vácueta el circuito planeado, el usado por nosotros fue calcando y haciendo las líneas con marcador permanente, después de hacer esto insertamos la vácueta en percluro clórico y revolvemos por un tiempo determinado hasta obtener un resultado deseado, se limpia con thinner o alcohol el marcador permanente para dejar visibles las líneas de cobre, después de esto procedemos a la soldadura de cada uno de los elementos cuidadosamente ya que aplicar demasiado calor a ciertos elementos los puede quemar, y también se debe tener en cuenta que la soldadura no se oxide tanto para que pueda tener buena conexión, revisamos que los condensadores conectados estén soldados en su polaridad correcta, y también debemos tener cuidado con el micrófono o el Jack 3.5 ya que estos tienen una polaridad definida y confundirnos con esto puede ser una causa para que el transmisor no funcione, por ultimo después de haber soldado todos los elementos, procedemos a conectar la pila y hacer la mediciones de voltajes en cada uno de los puntos para comprobar la polarización del transistor, ya con esto podemos empezar a efectuar pruebas practicas

Seccion Matematica

Debido a que nuestro modelo no usa una etapa preamplificadora, solamente usamos tres resistencias de polarizacion para que el transistor este funcionando en su region activa, este es el unico calculo necesario en nuestro transistor, las resistencias de polarizacion son las siguientes $R_{b1} = 27k$ $R_{b2} = 10k$ $R_e = 470$

Ahora procedemos a hacer los calculos de la bobina para el circuito tanque utilizado Usamos la siguiente formula para calcular el valor de la bobina utilizada en el circuito

$$L = \frac{D \times n^2}{\frac{n \times d}{D} + 0,44}$$

Donde "n" es el número de espiras, "D" el diámetro de la bobina y el diámetro del alambre "d" y "L" la estimada inductancia

$$L = \frac{10mm \times 5^2}{\frac{5 \times 0,8mm}{10mm} + 0,44}$$

$$L = 297.619048nH$$

Ahora de la siguiente formula despejamos el valor de nuestro condensador teniendo ya el valor de una frecuencia fija y el valor de nuestra bobina

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Donde nuestra frecuencia es 89,4MHz Entonces despejando tenemos

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

Si reemplazamos nuestros valores tenemos

$$C = \frac{1}{4\pi^2 89,4MHz^2 297nH}$$

$$C = 10,54pF$$

Calculos para la antena Según el tipo de antena usada, ésta debe cumplir con la condición de que su longitud debe ser de al menos la cuarta parte del tamaño de la longitud de onda de la señal que transmitida. La longitud de onda de la señal se calcula con la formula

$$\lambda = v/f$$

Pero para calcular el valor de la antena minima por lo visto anteriormente usamos lo siguiente

$$\frac{\lambda}{4} = v/f$$

Sabiendo que $v = \text{velocidad de la luz}$ y $f = \text{frecuencia deseada}$

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{89.4MHz}$$

Longitud de la antena es = 0.8389cm

Estos son todos los calculos matematicos necesarios para la contruccion de nuestro transmisor

Resultados

Realizamos las mediciones necesarias de la frecuencia a la cual opera el transmisor También realizamos la medición de alcance que puede tener estos datos los expresamos en la siguiente tabla

| Prueba | Distancia | Frecuencia |
|----------|------------|------------|
| Prueba 1 | 2 metros | 84.4 Mhz |
| Prueba 2 | 3.4 metros | 84.4 Mhz |
| Prueba 3 | 5 metros | 84.3 Mhz |

Table 1: Tabla Datos

La construcción y elaboración del transistor totalmente funcional no fue nada fácil a lo planteado en lo teórico en el proceso se hicieron varios cambios de diseño e implementación, usando modelos más eficientes en cuanto al método de soldadura A continuación, se puede apreciar una imagen con los intentos tanto fallidos como el que fue utilizado para las pruebas

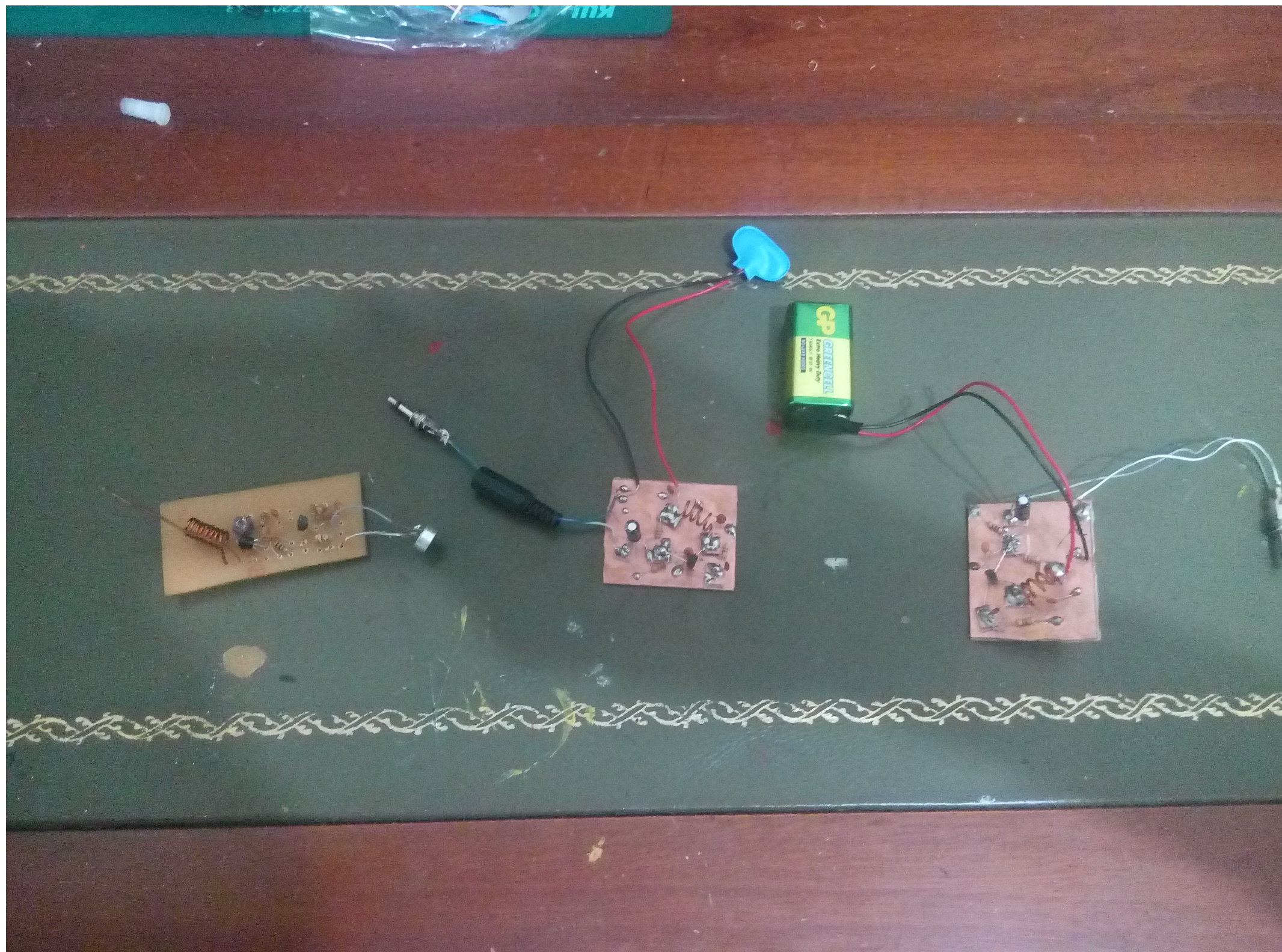


Figure 1: Transmisores Diseñados

Conclusions

- Se implementó un circuito modulador el cual nos ayudó a ejemplificar totalmente los conceptos de modulación FM

- Determinamos que para los circuitos pasivos es muy importante tener en cuenta a la frecuencia la cual trabajan, en muchos casos la prueba experimental de un objeto puede ser útil ya que con sus cálculos teóricos puede tener una gran diferencia
- Se diseñó un transmisor el cual pudo trabajar en la banca comercial de FM la cual abarca entre los 88 MHz y 108 MHz,
- Adquirimos conocimiento sobre cómo funcionan los circuitos de frecuencia modulada y también el funcionamiento de otros circuitos moduladores como el de AM y también el de PM
- Se obtuvo bases sobre cómo se diseñan los circuitos microelectrónicas y como son sus fundamentos para la elaboración de piezas electrónicas
- El concepto de el funcionamiento de un transmisor FM fue totalmente adquirido, sabiendo las etapas que son necesarias para su funcionamiento, ya se de tipo radioaficionado hasta los de tipo comercial que trabajan con grandes potencias
- Se manejó un nuevo concepto que es el PCB es cual es de gran ayuda para el ingeniero electrónico, ya que facilita de gran manera la conexión de los circuitos y también permite la optimización del espacio utilizado para un dispositivo
- Gracias a que pudimos dejar un condensador fijo en el circuito tanque pudimos dejar la frecuencia exacta a la cual deseábamos llegar la cual era 89.4 MHz
- Diseñar la bobina necesaria para el circuito tanque calculado. Diseñamos una bobina de aire con una forma estética, gracias a los cálculos hechos y bajo métodos experimentales, los cuales nos la opción de hacer una bobina de aire con un valor muy aproximado al calculado y también de forma estética
- El transmisor fue de muy corto alcance al esperado, pero esto se dio debido a la baja potencia que maneja este y también por la interferencia de otras señales cercanas a esta frecuencia

Investigacion Futura

Para realizar una investigación futura se debe tener en cuenta con más precisión el comportamiento de los elementos pasivos a alta frecuencia así poder lograr tener más precisión y mayor calidad del sonido y de la información enviada, también se puede bajo unos principios muy parecidos crear un receptor de frecuencia modulada el cual nos puede servir en muchos casos para varias aplicaciones de la comunicación analógica

References

- [1] Bruce A. Carlson. *Sistemas de Comunicacion*. Mc Graw Hill, 4th edition, 2004.
- [2] Leon . W Coch. *Sistemas de comunicaciones digitales y analogicos*. Pearson, 7th edition, 2012.
- [3] Ricardo Jimenez Martinez. *Comunicaciones Analogicas y Dighitales Basicas*. universidad De alcalá de Henares, 1ra edition, 2001.