

Circuitos Mezcladores

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Escuela profesional de Ingeniería Electrónica

Ingeniero Antero Casani

Circuitos Electrónicos III

Yency Manuel Huamanga Chumbes
Estudiante de Ingeniería Electrónica
Cusco, Perú
171864@unsaac.edu.pe

Ruth Juana Espino Puma
Estudiante de Ingeniería Electrónica
Cusco, Perú
184657@unsaac.edu.pe

Davis Bremdow Salazar Roa
Estudiante de Ingeniería Electrónica
Cusco, Perú
200353@unsaac.edu.pe

Abstract—En este trabajo se estudian los mezcladores de frecuencia, su funcionamiento, tipos, circuito de aplicacion y analisis de simulacion.

Index Terms—Mezclador, frecuencia intermedia, RF, suma y diferencia.

I. CIRCUITO MEZCLADOR

Dentro de la clasificación de los circuitos mezcladores, existen diferentes aplicaciones para cada una de ellas, sin embargo dentro del ámbito de las telecomunicaciones las principales se centran en los circuitos RF (Radio Frecuencia) y cuyo análisis es de interés para comprender como es posible la propagación de información en forma de onda electromagnética, en la figura 1 se puede apreciar un circuito receptor superheterodino el cual se encargará de multiplicar una señal de entrada con la generada por un oscilador local para su desplazamiento en frecuencia, logrando de tal forma la recepción de una señal de información.

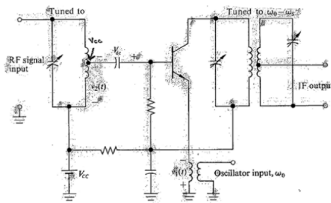


Fig. 1: Circuito Mezclador - Transistor Bipolar

Teniendo en cuenta este circuito se puede modelar un ejemplo para la obtención de sus parámetros el cual se describe a continuación:

Considere un mezclador bipolar del tipo mostrado en la Fig. 7.2-3. Suponiendo que la componente DC de la corriente de emisor es de 1 mA y que el voltaje pico de excitación del oscilador (a través del lado del emisor del transformador de excitación) es de 100 mV, determine G_c y G_m . Asumiendo que la señal de entrada tiene una amplitud pico de 2 mV, evalúe los componentes de corriente en el colector para la frecuencia de la señal de entrada, la frecuencia del oscilador y la frecuencia de diferencia.

Datos del problema

- Corriente DC: $I_E = 1mA$
- Señal del oscilador: $V_1 = 100V$ (Pico)
- Señal de entrada: $V_2 = 2v$ (Pico)

A. Solución

Sabemos que la corriente del emisor es:

$$i_E(t) = I_E e^{v(t)/V_T}, \quad \text{donde } v(t) = V_1 \cos(\omega_0 t) + V_2 \cos(\omega_s t) \quad (1)$$

Definimos:

$$x = \frac{V_1}{V_T} = \frac{0,1}{0,025} = 4, \quad y = \frac{V_2}{V_T} = \frac{0,002}{0,025} = 0,08 \quad (2)$$

Los términos relevantes para la señal de entrada y productos de mezcla son:

$$G_m = \frac{2I_E I_0(x) I_1(y)}{V_2}, \quad G_c = \frac{4I_E I_1(x) I_1(y)}{V_2} \quad (3)$$

Usando:

$$I_0(4) \approx 11,3019, \quad I_1(4) \approx 9,7595, \quad I_1(0,08) \approx 0,04 \quad (4)$$

Para obtener una valor exacto entre las corrientes fue necesario cuantizar los valores en función x, tales valores se obtienen a partir de la tabla que se muestra en [1] y la cual se muestra en la figura 2

Finalmente con estos valores se obtiene, la transconductancia amplificadora, conversión y los componentes de corriente colector, estas relaciones se puede aprec

$$G_m = \frac{2 * 1 * 11.3019 * 0.04}{0.002} = 452.08m \frac{A}{V} \quad (5)$$

$$G_c = \frac{4 * 1 * 9.7595 * 0.04}{0.002} = 1.5615m \frac{A}{V} \quad (6)$$

$$i_C(\omega_s) = G_m V_2 = 452,08 \cdot 0,002 = 0.904mA \quad (7)$$

x	$I_0(x)$	$I_1(x)$
0.0	1.0000	0.0000
0.5	1.0635	0.2579
1.0	1.2661	0.5652
1.5	1.6467	0.9817
2.0	2.2796	1.5906
2.5	3.2410	2.5167
3.0	4.8808	3.9534
3.5	7.7234	6.1686
4.0	11.3019	9.7595
4.5	16.3888	15.5508
5.0	27.2399	24.3356

Fig. 2: Tabla de valores $I_0(x)$, $I_1(x)$

$$i_C = G_c \cdot V_2 = 780,76 \cdot 0,002 = 1.561mA \quad (8)$$

Finalmente de los resultados obtenidos se puede apreciar la capacidad de los mezcladores para la amplificación de los productos cruzados entre las señales de operación lo cual es un punto de vital importancia para el funcionamiento de los sistemas de comunicación.

II. CIRCUITOS MEZCLADORES EN LA MODULACIÓN FM

III. CIRCUITO MODULADOR FM

Una forma de poder implementar físicamente un modulador FM es mediante el empleo de circuito electrónicos, siendo uno de estos el circuito integrado XR2206 el cual es un generador de señales (sinusoidales, cuadradas y triangulares) según la configuración entre sus pines y las salidas a usar, un esquema genera sobre este integrado se puede obtener en su hoja de datos en la cual se detallan ejemplos y especificaciones sobre su funcionamiento.

En la figura 3 se puede apreciar un esquema gráfico con una configuración inicial elegida para su funcionamiento como oscilador o generador de señales.

Sin embargo si se desea tener un mayor control de la frecuencia de la señal generada el diagrama general del CI en la figura 4 muestra la configuración de pines, siendo los de relevancia los pines 5 y 6 (conexión para el capacitor) y 7 y 8 (pines para la resistencia) los cuales definen la frecuencia de oscilación del circuito bajo la ecuación que se define en 9 y utilizando el resto de pines para la polarización y salidas.

Otra configuración a tener en cuenta corresponde a la amplitud de la portadora, la cual se puede configurar según la hoja de datos mediante la conexión entre los pines 13 y 14 para una señal senoidal y como un circuito abierto para el empleo de una señal triangulo, esta configuración a mayor detalle se

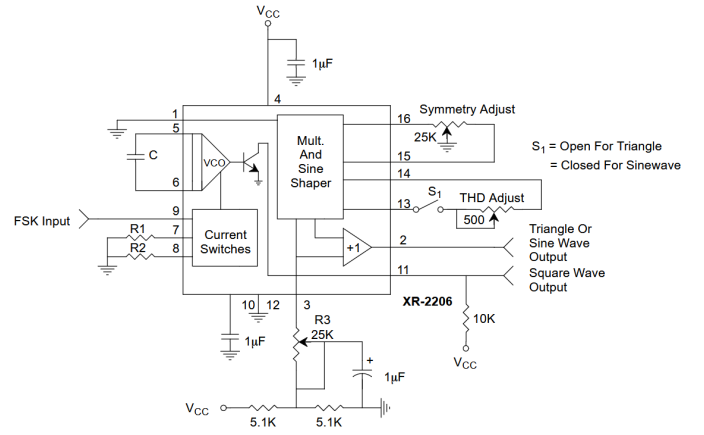


Fig. 3: CI - Generador de señales XR2206

aprecia en la figura 3, siendo necesario para modificar el valor de la resistencia entre ambos pines para modificar la amplitud la cual tiene una correspondencia proporcional entre el voltaje de salida respecto a la amplitud, donde se puede apreciar que se tendrá una salida de $a = \frac{60mV}{K\Omega}$, donde a representa la amplitud de la señal generada por el CI.

$$\omega_o = \frac{1}{CR} \quad (9)$$

Una vez definidos los parámetros para el funcionamiento del CI, es posible tener un ejemplo sobre el funcionamiento del mismo mediante NI Multisim y en el cual este circuito se configurara de forma que sirva como un modulador FM mediante el empleo de una señal moduladora originada por el generador de funciones.

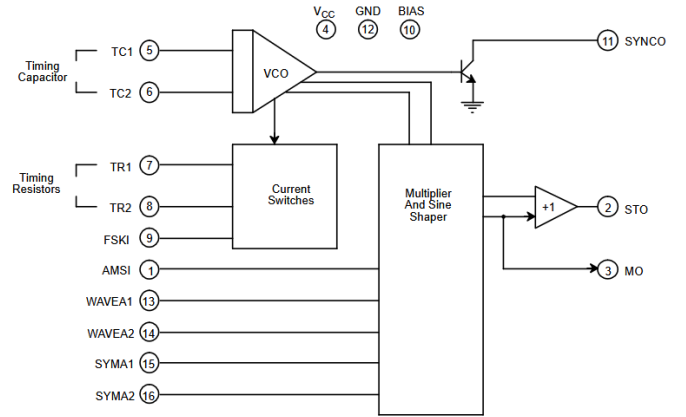


Fig. 4: Diagrama de bloques del CI XR2206

Un ejemplo de esta implementación se puede apreciar en la figura 5 en la cual se muestran los componentes antes mencionados para una frecuencia de la portadora de 1K Hz la cual responde a la inversa del producto de la capacitancia y resistencia según 9.

Mientras que el tono de información se configuro con una frecuencia de 100 Hz con un amplitud $V_{pp} = 20V$, la cual se acoplo al circuito integrado mediante un divisor de tensión al pin 7.

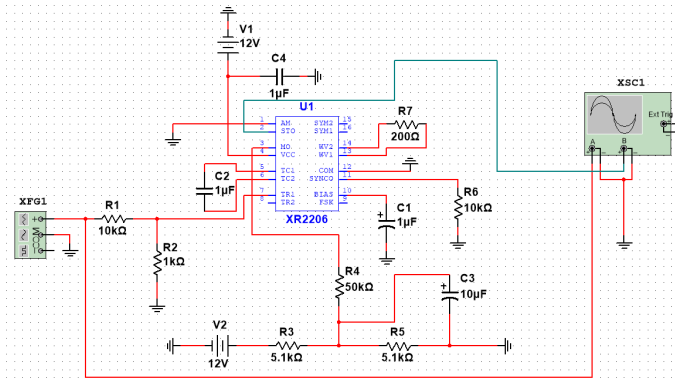


Fig. 5: Circuito Modulador FM - NI Multisim

Finalmente para la visualización de las señales se hizo uso de un osciloscopio de 2 entradas y en la cual se aprecia en su primer terminal la señal de información y en el segundo la señal FM generada a partir del CI XR2206 y mediante la cual se pudo apreciar las variaciones de frecuencia.

IV. SEÑAL FM GENERADA

Mediante el empleo del osciloscopio se puede apreciar la forma de onda de salida del circuito integrado la cual al compararla con la señal sinusoidal de entrada se puede apreciar los cambios de frecuencia para la excursión positiva de la señal como se muestra en la figura 6.

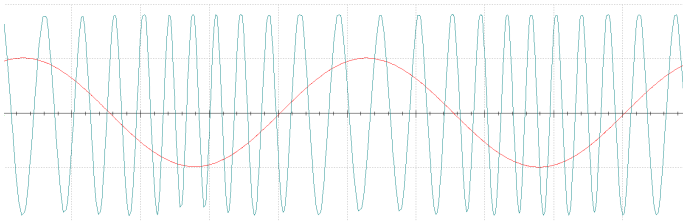


Fig. 6: Modulación FM - Circuito Integrado XR2206

Por otro lado si se considera una mayor frecuencia (400 [Hz]) en la moduladora, la señal de salida presenta cambios menos significativos en la señal, ello debido a que las variaciones de frecuencia son muy próximas a la frecuencia de la portadora, este efecto puede limitar la modulación debido a que se tendría una mezcla de señales muy parecida, este efecto se muestra en la figura 7

El comportamiento previamente explicado se puede justificar mediante la expresión general de una señal FM definida en 10, la cual se menciona en [2]

$$\phi_{FM}(t) = A \sin(\omega_c t + \int_0^t k_f f(\tau) d\tau + \theta_0) \quad (10)$$

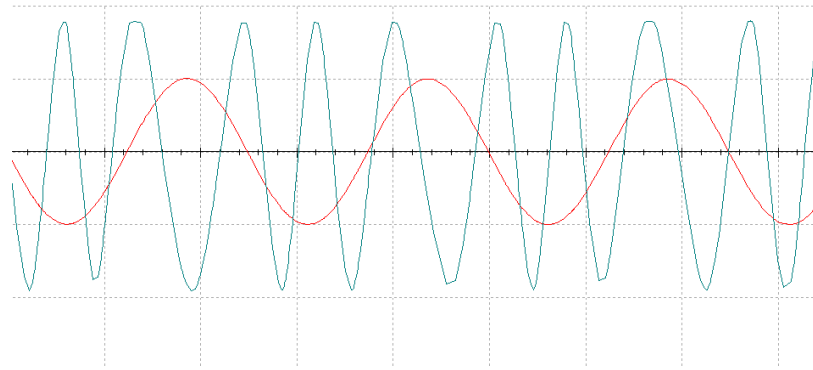


Fig. 7: Modulación FM de un tono - Circuito Integrado XR2206

Y mediante la cual se aprecia que si la señal de la moduladora es próxima a la frecuencia de la señal portadora, estas se aproximan entre si generando pequeños cambios que dependerán completamente del índice de modulación.

REFERENCES

- [1] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, ch. 13, pp. 722–776.
- [2] F. G. Stremler, *Introducción a los Sistemas de Comunicación*, especial ed., 2006, edición Especial 2006.