

# Circuito de radiofrecuencia - modulador AM

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

Escuela profesional de Ingeniería Electrónica

Telecomunicaciones I

Ing. Milton Velasquez Curo

Ingeniero Electrónico

Cusco, Perú

milton.velasquez@unsaac.edu.pe

Davis Bremdow Salazar Roa - 200353

Estudiante de Ingeniería Electrónica

Cusco, Perú

200353@unsaac.edu.pe

**Abstract**—Los circuitos de radiofrecuencia (RF) en modulación en amplitud (AM) son fundamentales en los sistemas de comunicación analógica, ya que permiten la transmisión y recepción de señales de audio mediante ondas electromagnéticas. Su importancia radica en su simplicidad, bajo costo y amplia cobertura, lo que los hace útiles en aplicaciones como la radiodifusión, sistemas de emergencia y transmisiones a larga distancia.

**Index Terms**—modulación en amplitud, frecuencia portadora, demodulación AM, oscilador RF, amplificador de señal, antena transmisora, receptor superheterodino, filtro sintonizado, ancho de banda, comunicación analógica.

## I. AMPLIFICADOR DE RADIOFRECUENCIA

En la figura 1 se puede apreciar un circuito didáctico para la generación de señales de radiofrecuencia en el ámbito de la propagación AM, siendo un amplificador del tipo A debido a la topología del circuito en emisor común y el acoplo inductivo, capacitivo en la salida del mismo y el cual se define en [1].

Siendo además en esta etapa de amplificación (entrada) en la cual se realiza el mezclado de las señales portadora y moduladora.

Estando este circuito compuesto por 2 etapas de amplificación una definida en la etapa de modulación mediante el empleo del transistor  $Q_1$  y la segunda en la etapa de salida (demodulación) mediante el amplificador operacional  $LM324ANG$  configurado como no inversor.

Además de forma general este circuito esta compuesto por el circuito mezclador definido por el transistor  $Q_1$ , el acoplo capacitivo previo a la etapa del detector de envolvente y la amplificación de la señal demodulada que se aprecia en la parte final del circuito mediante el OPAM.

## II. SEÑALES EN EL CIRCUITO DE RADIOFRECUENCIA

En el circuito de radiofrecuencia se definieron 4 puntos de observación ubicados en puntos estratégicos para la observación de las señales entre las cuales destacan:

- 1) Portadora
- 2) Señal de información (Moduladora)
- 3) Señal modulada
- 4) Señal demodulada

Siendo las mismas representadas por los colores celeste, rojo, verde y azul respectivamente como se aprecia en la figura

1

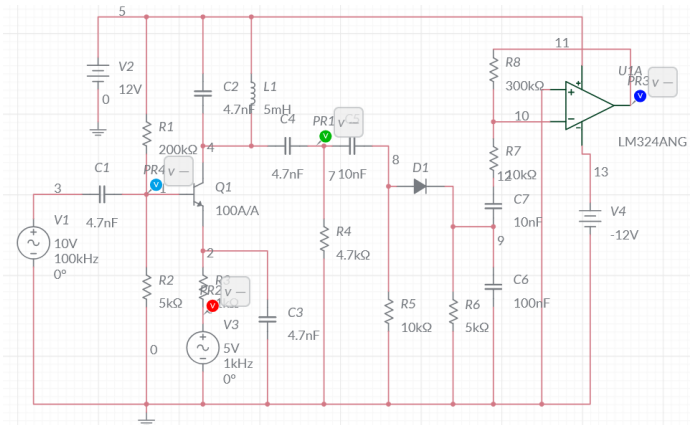


Fig. 1: Circuito modulador y demodulador de Radio Frecuencia

Las señales de salida de forma general se muestran en la figura 2 en las cuales también se guarda la relación de colores descritas anteriormente.

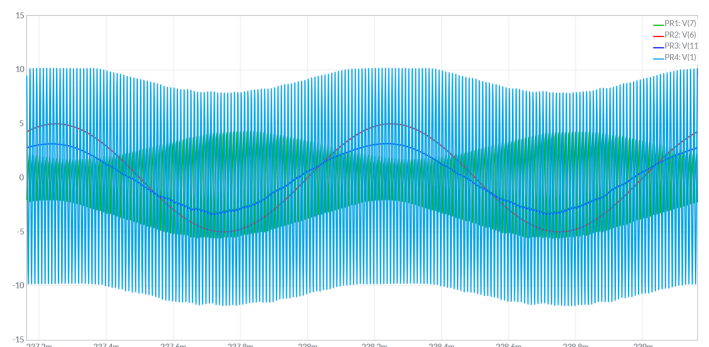


Fig. 2: Panorama general de las señales de salida

No obstante de forma individual cada forma de onda también se puede usar para establecer o identificar el tipo de señal en función a su frecuencias y características de las mismas, por ejemplo en la señal de la figura 3 se puede apreciar una onda de baja frecuencia a simple vista lo cual se puede comprobar mediante el cálculo del periodo o frecuencia.

$$T_2 = 238.25ms$$

$$T_1 = 237.25ms$$

$$P = T_2 - T_1$$

$$P = 1ms$$

$$F = 1000Hz$$

La frecuencia resultante equivalente a  $1000Hz$  aunque no despreciable cataloga esta señal como una de baja frecuencia en comparación a la señal portadora de  $100KHz$ .

$$T_2 = 277.21ms$$

$$T_1 = 277.20ms$$

$$P = T_2 - T_1$$

$$P = 1\mu s$$

$$F = 100kHz$$

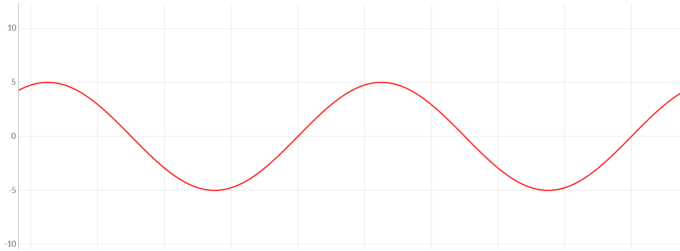


Fig. 3: Señal moduladora

### III. TIPO DE MODULACIÓN

Para la determinación del tipo de modulación se analizó en primera instancia la forma de onda de la señal modulada mostrada en la figura 4 en la cual se puede observar un offset la cual eleva la señal hasta  $4.256 [V]$  lo cual indica la influencia de la portadora en la señal modulada resultante.

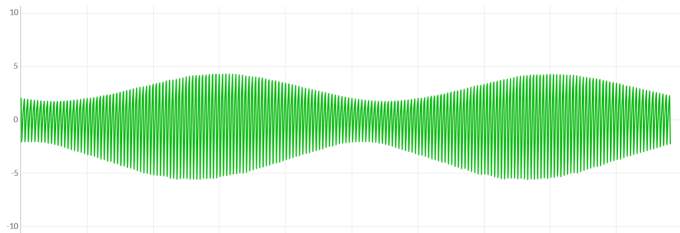


Fig. 4: Señal modulada DSB - LC

En adición también se pudo apreciar en la etapa de demodulación el empleo de un diodo y una red paralelo de un resistor y capacitor que se muestra en la figura 5, las cuales son empleadas comúnmente para la recuperación de información en la modulación AM o *DSB - LC* a causa de su facilidad como se define en [2]

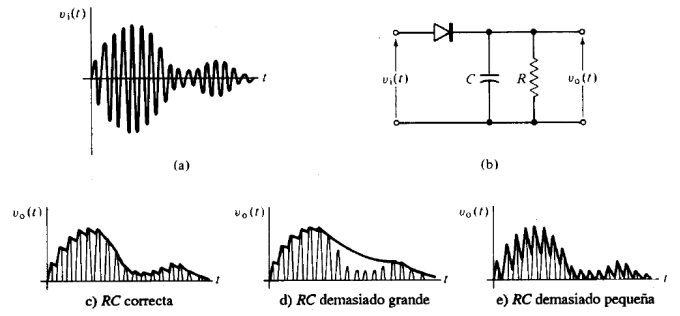


Fig. 5: Circuito detector de envolvente

### IV. OBSERVACIONES

Finalmente en el circuito de la figura 1 la señal portadora es generada mediante el empleo de una fuente de voltaje de  $10V$  a una frecuencia de  $100Hz$ , empero este tipo de señales generalmente es generada mediante el empleo de circuitos osciladores Colpitts o Harley como se define en [3], siendo su esquema circuital el que se muestra en la figura 6

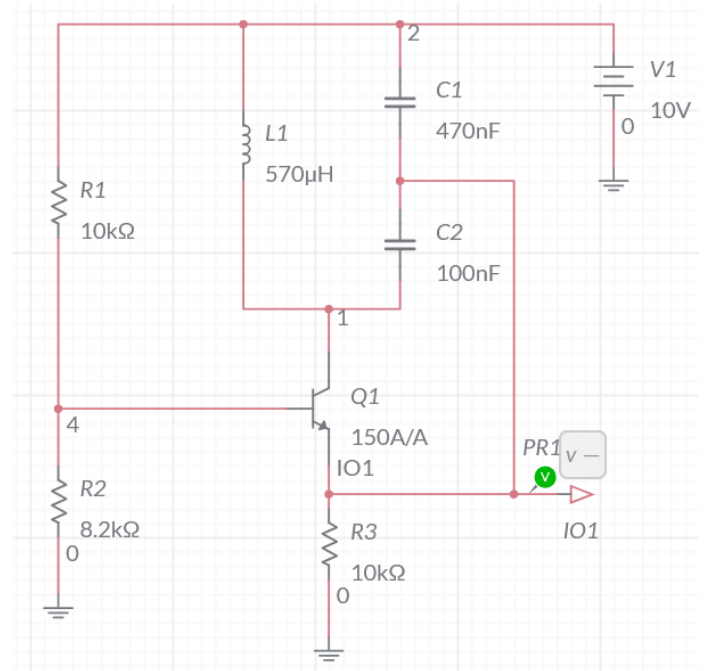


Fig. 6: Circuito oscilador Colpitts

Por otro lado para la etapa de mezclado se hace uso de la no linealidad del amplificador transistorizado al aplicar la señal moduladora en el emisor variando la ganancia del amplificador en función a la envolvente de esta señal, obteniendo como salida la señal de la figura 4 o señal modulada.

Un circuito referencia para este proceso se define en [3] y se muestra en la figura 7.

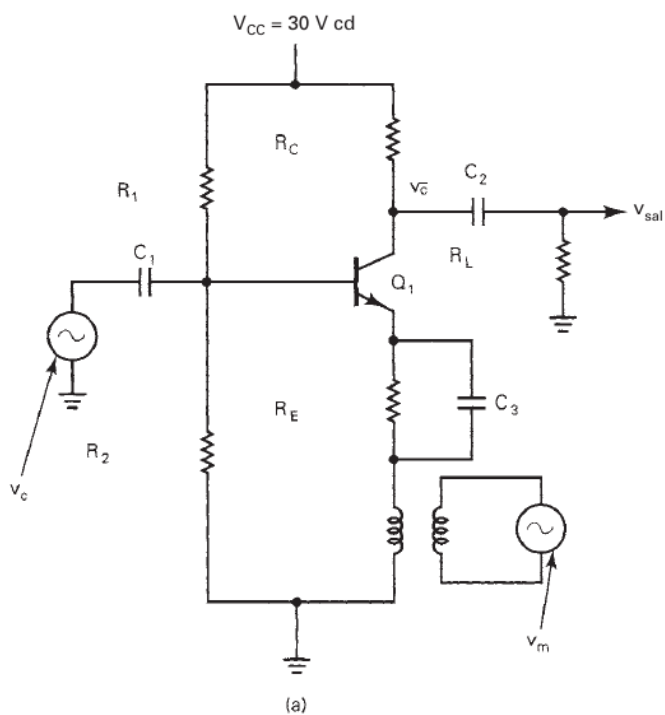


Fig. 7: Circuito de modulación AM con acoplo de emisor

#### REFERENCES

- [1] R. L. Boylestad and L. Nashelsky, *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*, décima edición ed. Pearson Educación, 2010.
- [2] F. Stremler, *Introducción a los Sistemas de Comunicación*, edición especial ed. Prentice Hall, 2006.
- [3] W. Tomasi, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, 4th ed. México: Pearson Educación, 2003.