

Practica 2

Modulacion AM

La Modulacion de Amplitud, tiene el efecto de la traslacion en frecuencia de la señal mensaje, desde la banda base, centrandola a la frecuencia de la portadora, obteniendose un espectro de Doble Banda Lateral sin portadora (DSB-SC)

$$S(t)_{DSB-SC} = f(t)\cos(\omega_c t) \quad (1)$$

Siendo $f(t)$ el mensaje y $\cos(\omega_c t)$ la portadora. En los orígenes de la tecnología de radio se requería de una señal patrón para matener los sintonizadores sobre una frecuencia específica, y evitar las derivas de los sintonizadores. Dicha señal era la portadora limpia, que se suma a la DSB-SC, para formar así DSB con portadora (DSB+C) conocida como AM comercial

$$S_{AM}(t) = A_c \cos(\omega_c t) + S(t)_{DSB-SC} = A_c \cos(\omega_c t) + f(t)\cos(\omega_c t) = [A_c + f(t)] \cos(\omega_c t) \quad (2)$$

Por Definición el Índice de Modulacion es la relación entre la amplitud pico de la Señal DSB-SC (doble banda lateral sin Portadora), y la amplitud pico de la portadora

$$m = \frac{A_{DSB-SC}}{A_c} \quad (3)$$

Por lo que podemos escribir la señal AM como sigue

$$S_{AM}(t) = A_c \cos(\omega_c t) + S(t)_{DSB-SC} = A_c \cos(\omega_c t) + mA_c \hat{f}(t) \cos(\omega_c t) = A_c \left[1 + m\hat{f}(t) \right] \cos(\omega_c t) \quad (4)$$

Donde $\hat{f}(t)$ es el mensaje con amplitud normalizada a 1, ya que mA_c es la amplitud de la señal DSB-SC. Es decir el índice de modulacion es un control de intensidad entre la amplitud del mensaje y la amplitud de la portadora. Para mostrar esto supongamos un mensaje de la forma $f(t) = A_m \cos(\omega_m t)$, la señal AM tendrá la siguiente forma

$$S_{AM}(t) = [A_c + f(t)] \cos(\omega_c t) = [A_c + A_m \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t) = A_c \left[1 + \frac{A_m}{A_c} \cos(\omega_m t) \right] \cos(\omega_c t) \quad (5)$$

Por lo que en este caso, el índice de modulacion es la relación entre la amplitud del mensaje y la amplitud de la portadora.

$$m = \frac{A_m}{A_c}$$

Potencia en Funcion del Índice de Modulacion

La potencia por definición es el promedio cuadrático de la señal en el tiempo, expresado como

$$P_T = \frac{1}{T} \int_T (S(t)_{AM})^2 dt = \overline{S_{AM}^2(t)}$$

La Potencia Total de la señal AM, es la suma de la Potencia de las dos componentes, Potencia de Portadora y potencia de la Señal DSB-SC

$$P_T = A_c^2 \overline{\cos^2(\omega_c t)} + 2A_c \overline{f(t)\cos^2(\omega_c t)} + \overline{f^2(t)\cos^2(\omega_c t)}$$

Podemos asumir que $f(t)$ varía muy lentamente con respecto a $\cos(\omega_c t)$, También podemos asumir que $\overline{f(t)} = 0$, usual en la mayoría de los casos, eliminando así el término central de la ecuación anterior. Quedando la potencia de esta manera $\overline{f^2(t)\cos^2(\omega_c t)}$

$$P_T = A_c^2 \overline{\cos(\omega_c t)} + \overline{f^2(t)} \overline{\cos^2(\omega_c t)} = \frac{A_c^2}{2} + \frac{\overline{f^2(t)}}{2} = P_c + P_m \quad (6)$$

Siendo P_c la potencia de la portadora y P_m , potencia de las bandas laterales. Si $f(t) = A_m \cos(\omega_m t)$, tenemos que

$$P_m = \frac{A_m^2}{4} = \frac{m^2 A_c^2}{4} \quad (7)$$

Tal que

$$P_T = P_c \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) \quad (8)$$

Se define la fraccion del total de potencia que contiene las bandas laterales como μ

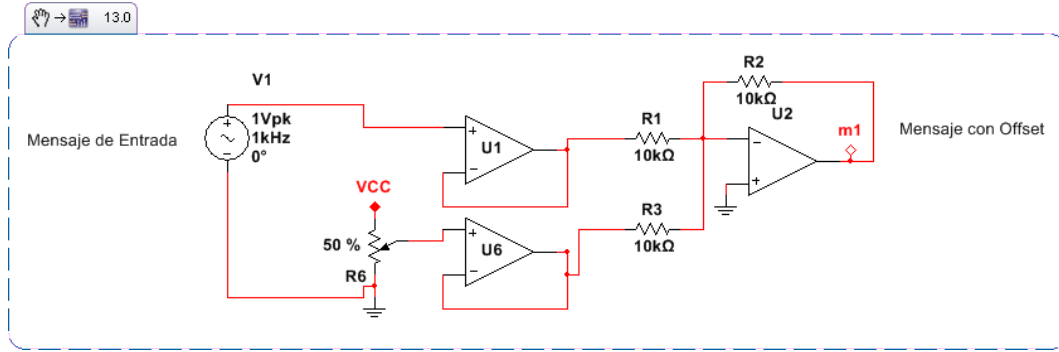
$$\mu = \frac{P_m}{P_T} = \frac{m^2}{2 + m^2} \quad (9)$$

Pre-laboratorio

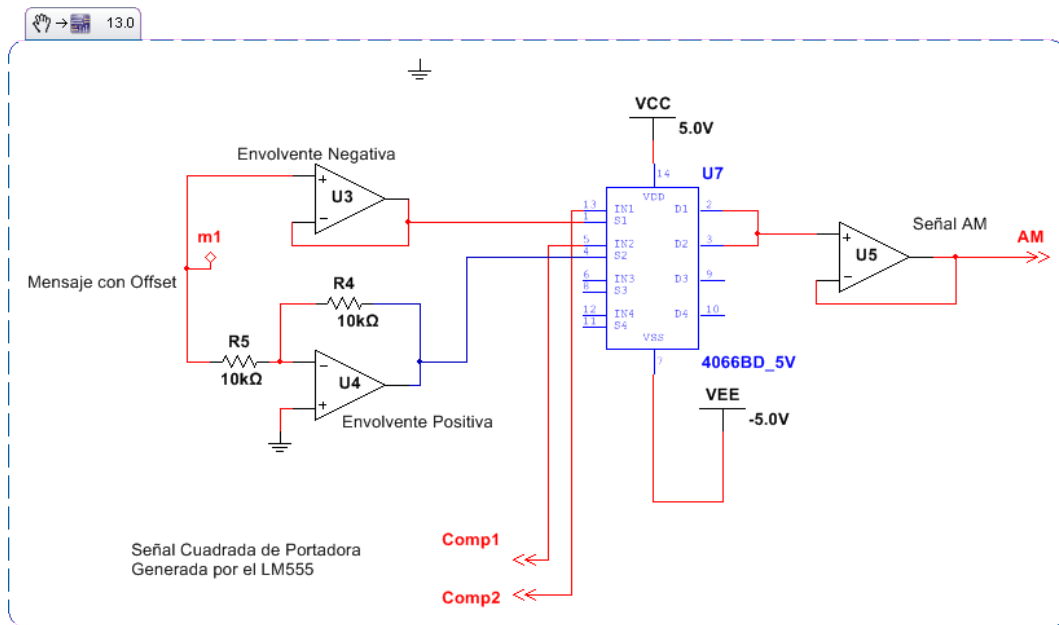
A partir de una señal de mensaje de amplitud 1Vpico, calcule los valores de la amplitud de la portadora, para obtener, indices de modulacion de 15, 25, 50, 75, 100. Y tambien el valor de potencia esperado de la portadora y de las bandas laterales del mensaje.

PRACTICA DE LABORATORIO

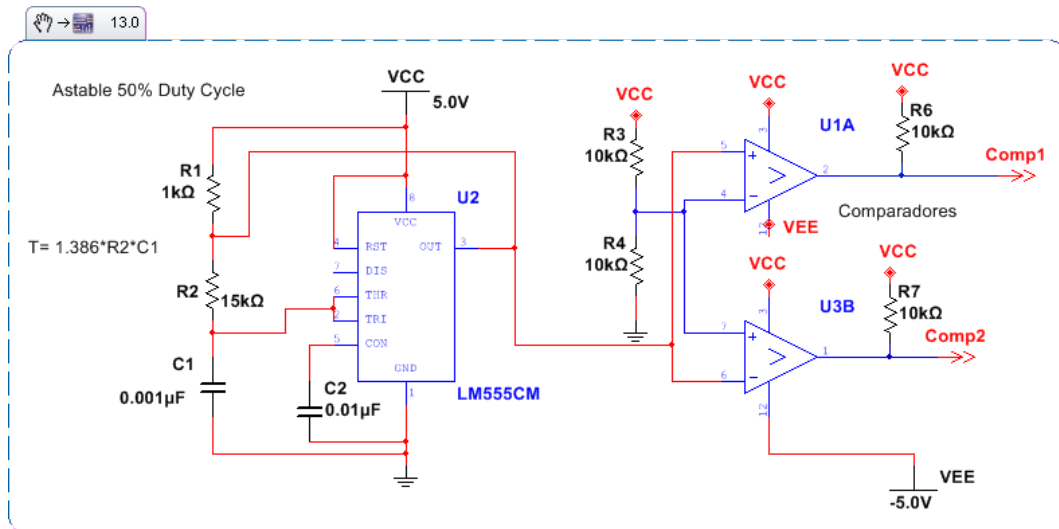
El circuito presentado conforma una modulador AM DSB, por conmutacion. La primera etapa busca generar la envolvente de la señal DSB, es decir toma el mensaje original le sube el nivel DC positivo, pero como el circuito implementa un sumador en configuracion de inversor, la salida es la envolvente negativa. Se deben sugerir valores para R1, R2 y R3 y del potenciometro R6 que regula el valor del DC. La alimentacion de los OPAM, debe estar entre ± 5 Voltios.



Para obtener la envolvente positiva, debemos invertir la conseguida anteriormente, y para evitar los efectos de carga, colocamos un buffer a la negativa. Estas entran a un switch analógico, 4066, que va permitir obtener una salida que conmute entre ambas envolventes, a la frecuencia de portadora. La salida se toma de la union de dos salidas (pines 2 y 3), esto es posible debido a que los switches deben operar en forma inversar, es decir, cuando uno esta cerrado el otro esta abierto. Esto es controlado por las señales que provienen del LM555.



Las señales de control deben conmutar entre ± 5 Voltios, a la frecuencia de la portadora, una forma de obtenerla, es a través de un LM 555 como astable de 50% Duty Cycle, como se muestra en la figura. Luego para obtener las dos versiones se debe invertir una de ellas, una forma es utilizar comparadores LM339 para generar ambas señales.



En este caso, por la estructura del Modulador, verifique que el control de Offset del DC, va a coincidir con el valor de amplitud de la portadora A_c , esto es sencillo de ver cuando la señal de mensaje se convierte en un DC constante. Tome las mediciones a las salida del Modulador AM, y mida el índice de modulación

Indice %	A_c	A_m	μ Medido	μ Teorico
15				
25				
50				
75				
100				

Mida para diferentes valores de índice de Modulación la potencias de portadora y de las bandas laterales, y presente la información en la siguiente tabla

Indice %	P_c	P_m	μ Medido	μ Teorico
15				
25				
50				
75				
100				