

# Modulación y demodulación

Sueldo Enrique  
62508

Sosa Javier  
65337

Ponce Nicolás  
64725

Schamun Lucas  
62378

Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Córdoba

## I. INTRODUCCIÓN

La modulación y demodulación son técnicas utilizadas para transferir información desde un origen a un destino.

En el siguiente informe se plasmará lo realizado en el quinto trabajo práctico de la cátedra. En este se analizaron, diseñaron, simularon y, en algunos casos, implementaron distintos tipos de moduladores y demoduladores.

## II. ENUNCIADO

- Diseñar, calcular, simular e implementar un modulador de FM discreto con las siguientes características:
  - $BW = 88 - 108 \text{ [MHz]}$
  - $V_{CC} = 12 \text{ [V]}$
  - $P_{out} = 1 - 5 \text{ [mW]}$
  - $R_1 = 50 \text{ [\Omega]}$
- Diseñar, calcular, simular e implementar un modulador de AM.
- Diseñar, calcular y simular dos moduladores digitales a elección con sus respectivos demoduladores.

## III. MODULADOR FM

Para la realización de este modulador discreto se utilizó el oscilador Clapp, que se hizo para el práctico número 3.

Este posee una frecuencia de oscilación de 100 MHz, la cual es suficiente para ser utilizada como portadora.

Para poder modular la señal se utilizó un diodo varicap BB405, el cual al ser polarizado inversamente posee una capacidad variable directamente con el cambio en la tensión de polarización.

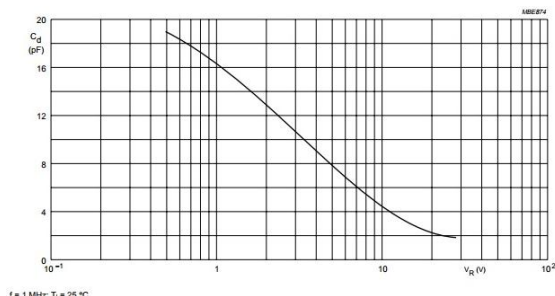


FIG. 1. CAPACIDAD EN FUNCIÓN DE LA TENSIÓN INVERSA

Este diodo fue colocado en paralelo con el capacitor del circuito tanque del Clapp, donde se posee una tensión continua de aproximadamente 4V la cual es suficiente para posicionarnos en un punto medio de la curva vista en la Fig 1.

Para lograr la variación de capacidad se conectó en los extremos del diodo varicap una nueva señal con una frecuencia menor a la de portadora con una tensión suficiente para que produzca dicho cambio.

Este cambio en la capacidad del circuito tanque modulará en frecuencia a la portadora original del oscilador Clapp.

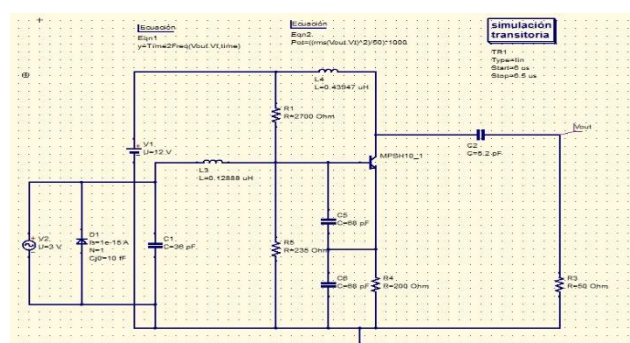


FIG. 2. ESQUEMÁTICO CLAPP ADAPTADO A FM

Se obtuvieron las señales esperadas, las cuales se observan mejor en el análisis de frecuencias del osciloscopio.

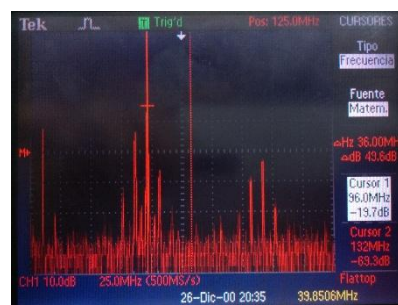


FIG. 3. ESPECTRO EN FRECUENCIAS SALIDA FM

En la (fig. 3) podemos ver que la frecuencia marcada con el cursor tiene un valor de 96 MHz que es la portadora.



FIG. 4. ESPECTRO EN FRECUENCIAS SALIDA FM

En la (Fig. 4) podemos ver el cursor marcando la señal de 86 MHz, esto se debe a que la señal moduladora fue de 10MHz.

La potencia en la carga se obtuvo mediante la ecuación (1)

$$P_L = \frac{V_p^2}{2 \cdot R_L} = \frac{0,68^2}{2 \cdot R_L} 4 [mW] \quad (1)$$

Se consiguieron los mismos resultados en la simulación del circuito en Qucs.

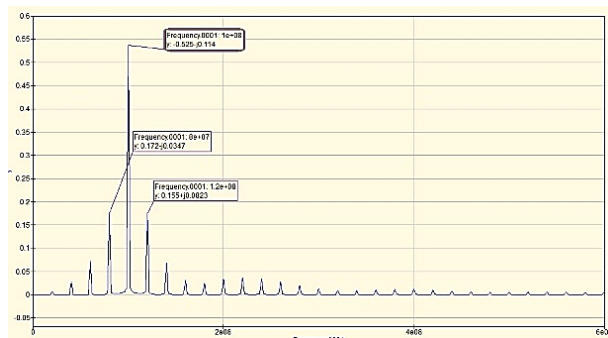


FIG. 5. SIMULACIÓN FM

#### IV. MODULADOR AM.

Como su nombre lo indica, la modulación se produce en la amplitud. Para lograrlo utilizamos el integrado donde el fabricante proporciona un circuito típico para su funcionamiento.

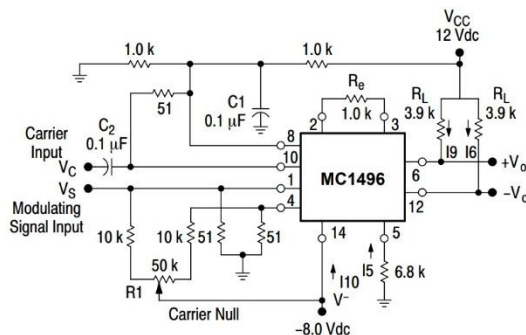


FIG. 6. ESQUEMÁTICO AM

Se procedió al armado de este circuito con el cual se obtuvieron los resultados esperados.

- $f_c = 100 [kHz]$
- $f_m = 10 [kHz]$
- $BW = 20 [kHz]$
- $V_{cc} = +12V \leftrightarrow -8V$
- $R_L = 50[\Omega]$

Se utilizó un valor de portadora de 500mVpp, y la amplitud de la frecuencia modulante se varió con el fin de obtener distintos resultados en la modulación.



FIG. 7.

Se puede observar en la (fig. 7) la modulación teniendo un valor de amplitud de  $f_c$  y  $f_m$  muy cercanos.

En la (fig. 8) podemos observar intermodulación ocasionada por superar en amplitud de moduladora a la señal de portadora.

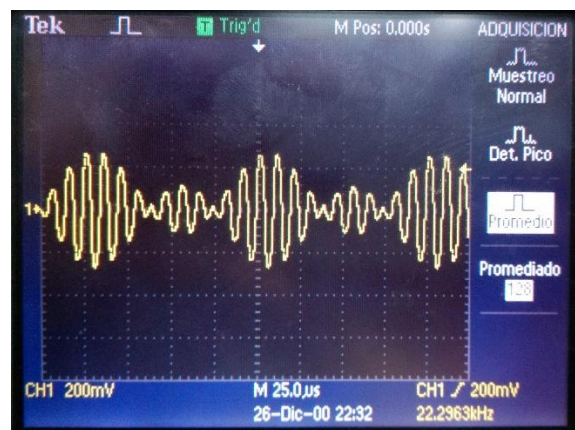


FIG. 8.

#### IV. MODULADORES DIGITALES

Este tipo de modulación es un proceso mediante el cual se transforman los símbolos digitales en forma de onda adecuadas para la transmisión sobre un canal de comunicación.

Estas tienen las ventajas de ser más inmunes al ruido, fácil de multiplicar, codificación y encriptado entre otras cosas.

Una de estas es la modulación PSK. Consiste en un procedimiento de la onda portadora en función de un bit de dato (0,1). Se caracteriza porque la fase de la señal portadora representa cada símbolo de información de la señal moduladora, con un valor angular que el modulador elige entre un conjunto discreto de "n" valores posibles. Un modulador PSK representa directamente la información mediante el valor absoluto de la fase de la señal modulada, valor que el demodulador obtiene al comparar la fase de esta con la fase de la portadora sin modular.

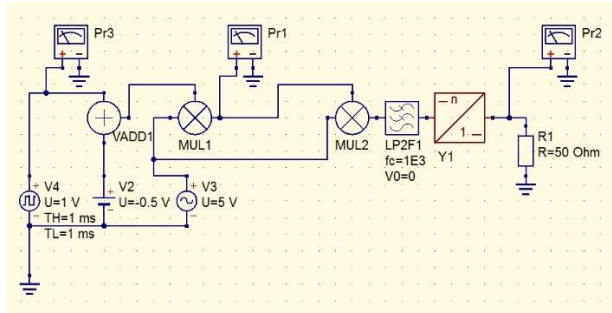


FIG. 9. ESQUEMA MODULADOR Y DEMODULADOR PSK

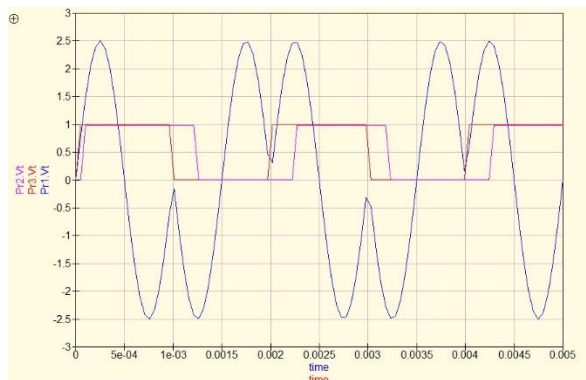


FIG. 10. SIMULACIÓN PSK

La modulación ASK es un proceso en la cual se representan los datos digitales como variaciones de amplitud de la onda portadora en función de los datos a enviar.

La amplitud de una señal portadora analógica varía conforme a la corriente de bit (modulando la señal), manteniendo la frecuencia y la fase constante.

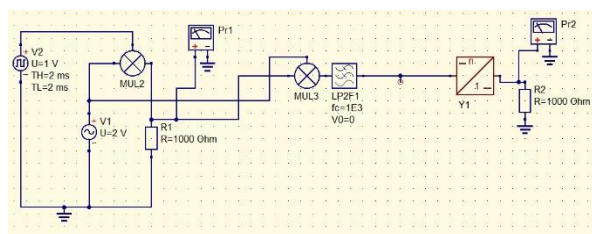


FIG. 11. ESQUEMA MODULADOR Y DEMODULADOR ASK.

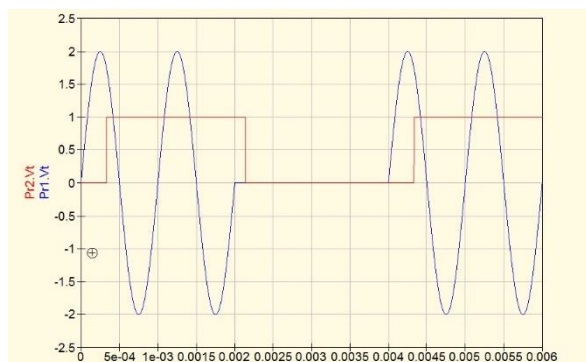


FIG. 12. SIMULACIÓN ASK

## V. CONCLUSIÓN.

Mediante el desarrollo de este trabajo se pudo ver el funcionamiento de distintos tipos de moduladores, mediante el diseño, simulación e implementación de los mismos, afirmando aún más conceptos aprendidos a lo largo de la carrera.

Para el FM se pudo adaptar un circuito oscilador para modularlo en frecuencia y obtener así lo pedido en este trabajo. En el caso del modulador de AM, se logró implementar un modulador balanceado con un circuito integrado comercial, pudiéndose observar distintos índices de modulación, amplitudes, e interferencias producidas por el desbalance de las etapas de entrada y sobre modulación.

Concluimos con la observación del funcionamiento de dos moduladores y demoduladores digitales (PSK y ASK) mediante un software de simulación.