

Laboratorio #3 – Modulación de amplitud parte B

Samantha Lucía Triana Toloza - 2212249

Didier Manuel Correa Gómez - 2212254

School of Electrical, Electronic, and Telecommunications Engineering

Universidad Industrial de Santander

Abril 04, 2025

Para el desarrollo de la práctica sobre modulaciones de amplitud se debe evaluar señales aleatorias para dos casos: Caso 1, Señal digital y el caso 2, una señal de audio. Se buscaron medir en el osciloscopio las modulaciones de las diversas señales empleadas. A partir de la ecuación:

$$A_c [1 + K_a A_m] \quad [1]$$

Se puede indicar la altura promedio, la cual aparece en el osciloscopio con una de las funciones, y así mismo estimar el ancho de banda de la señal medida en el analizador de espectros.

PRIMERA SECCIÓN

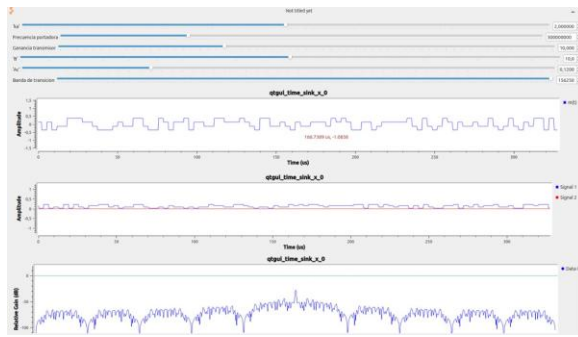
Para la primera sección se generó una señal digital, a esta señal se debe modular el mensaje en amplitud y observar el comportamiento de la señal a través de los analizadores de espectro y osciloscopios disponibles. Así mismo se realizaron mediciones de tiempo de bit teórico y experimental. Para determinar el tiempo de bit se utilizó la siguiente expresión:

$$Tb = \frac{\beta}{\text{samp rate}} \quad [2]$$

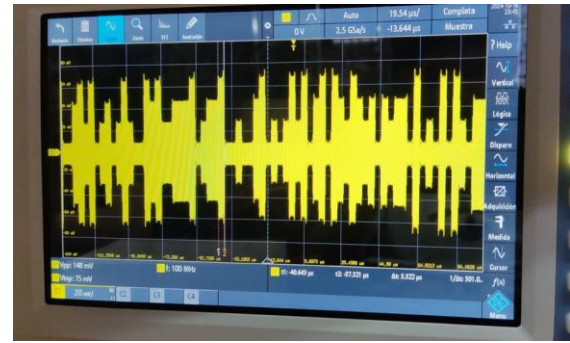
Y mediciones del ancho de banda con el analizador de espectros donde se aplicó la regla de los 20dB, la cual establece que, por debajo del pico de mayor potencia en el espectro, se obtiene gran parte de la señal. Este fue el criterio para seleccionar el ancho de banda de cada caso.

De manera que para el primer caso:

- Señal modulada de 75%
- Frecuencia portadora 300 [MHz]
- Ganancia de TX = 10 [dB]
- 10 muestras por símbolo



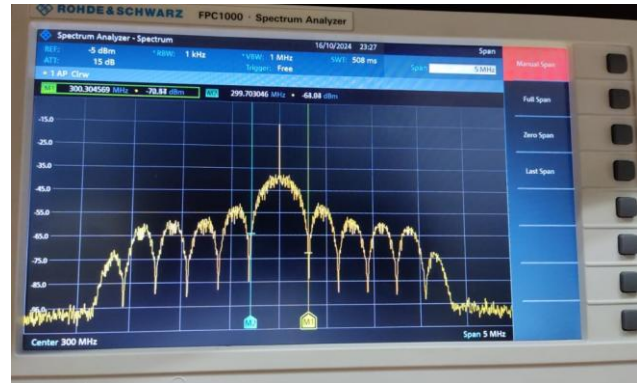
a)



b)



c)



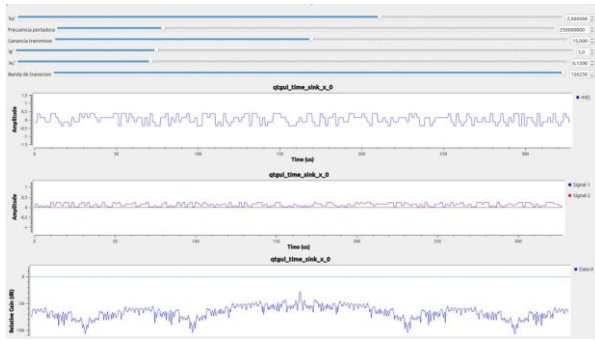
d)

Figura 1. Señal binaria modulada en 75%

Como se puede visualizar para el primer caso en la figura 1 [figura 1.a) señal modulada de 75% vista desde el software GNU Radio. Figura 1.b) el índice de modulación de 75%. Figura 1.c) Tiempo de bit. Figura 1.d) Ancho de banda de la señal con una modulación de 75%] tiene una modulación con buen desempeño, puesto que muestra una señal clara y estable, además de tener poco ruido. Lo que genera que no pierdan tantos niveles de la señal digital.

Para el segundo caso:

- Señal modulada de 100%
- Frecuencia portadora 250 [MHz]
- Ganancia de TX = 15 [dB]
- 5 muestras por símbolo



a)



b)



c)



d)

Figura 2. Señal binaria modulada en 100%

Como se puede visualizar para el segundo caso en la figura 2 [figura 2.a) señal modulada de 100% vista desde el software GNU Radio. Figura 2.b) el índice de modulación de 100%. Figura 1.c) Tiempo de bit. Figura 1.d) Ancho de banda de la señal con una modulación de 100%] tiene una modulación máxima sin distorsión, puesto que muestra una mejor señal a comparación de la señal modulada con 75%. Produciendo que sus niveles de la señal digital permanezcan casi intactos, es decir, no se pierda tan fácilmente como en el caso de la modulación de 150%.

Para el tercer caso:

- Señal modulada de 150%
- Frecuencia portadora 350 [MHz]
- Ganancia de TX = 20 [dB]
- 2 muestras por símbolo

Finalmente, para determinar el ancho de banda, se debe tener en cuenta que al ser una canción que tiene muchas variaciones en el tiempo, por consiguiente, se emplea una función del analizador de espectros, lo que produce que el espectro de la señal sea más grande, esto con el objetivo de medir con precisión el ancho de banda.

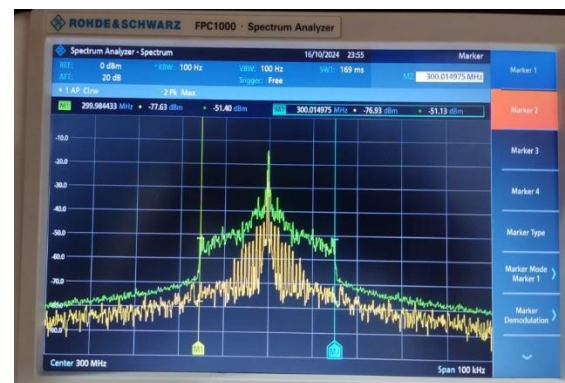
Se observan los siguientes casos de modulación:

- Modulación al 60%:

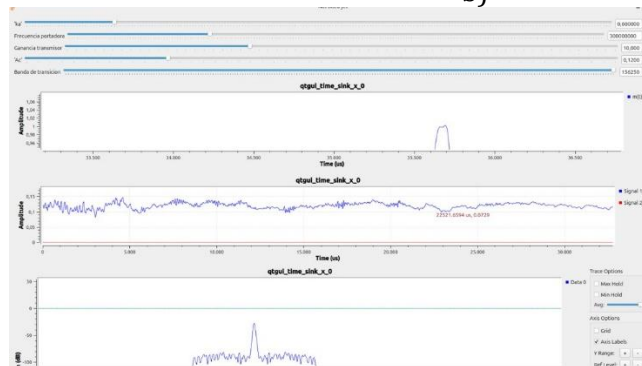
La señal modulada presenta una envolvente claramente visible. El índice de modulación calculado desde la envolvente fue cercano al 0.6, lo que concuerda con la configuración. No se evidencian distorsiones ni recorte de envolvente.



a)



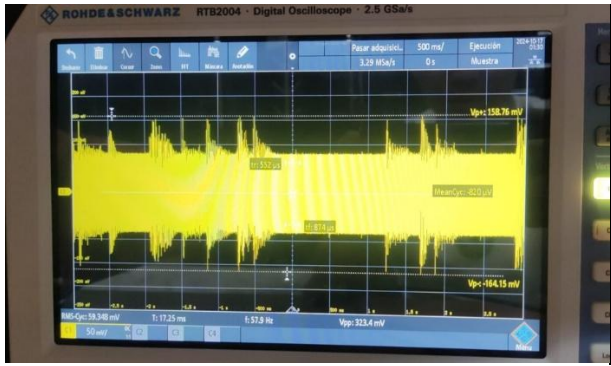
b)



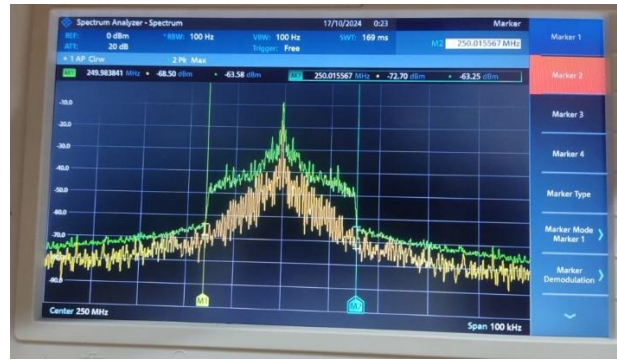
c)

- Modulación al 100%:

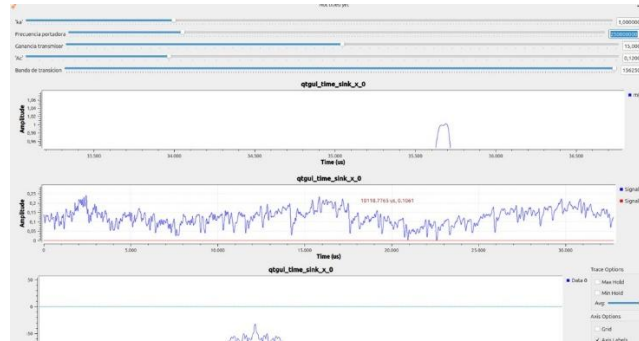
La señal muestra un índice de modulación de 1, con la envolvente tocando el eje cero. Este caso representa la modulación crítica, donde la señal portadora se anula en los mínimos. La calidad de la señal sigue siendo buena.



a)



b)



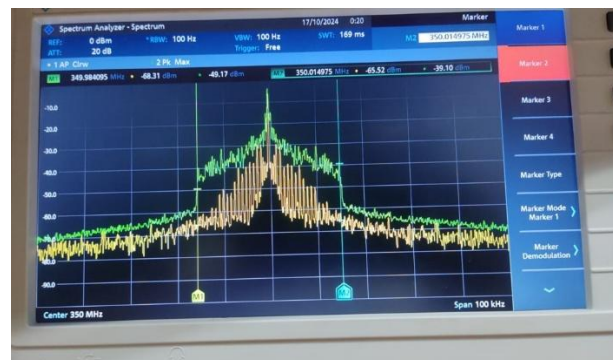
c)

- Modulación al 120%:

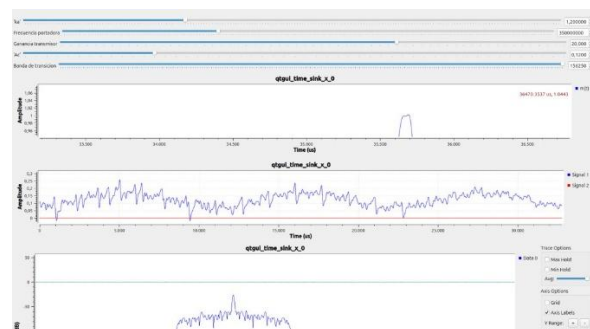
Se observa sobre-modulación, lo que genera inversión de fase en los puntos mínimos de la señal modulada. El índice medido es mayor a 1. Esta condición introduce distorsión, como se evidencia en la envolvente irregular.



a)



b)



c)

Como se es explicado en la anterior sección las pequeñas variaciones con lo esperado son por temas de ruido y la sensibilidad del osciloscopio.

Am	Ka	Frecuencia de la portadora [MHz]	GTX	Indice de Modulación	BW[kHz]
1	0,6	300	10	0,561	30,542
1	1	250	15	1,001	30,88
1	1,2	350	20	1,205	31,726

Tabla 2. Datos Obtenidos de la señal de audio.