

Práctica 3: MODULACIONES LINEALES

Ronald Fernando Páez Sarmiento - 2192551
Leidy Diana Escobar Serna - 2174571

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Universidad Industrial de Santander

7 de noviembre de 2023

Resumen

En esta práctica de laboratorio se abordarán uno de los temas claves en la historia de las comunicaciones tal como la modulación en amplitud AM, esta tiene un papel fundamental en el nacimiento de la radio. Estudiaremos el uso del amplificador de señal y el osciloscopio para analizar las formas de onda de las señales, también se estudia los parámetros que se pueden medir de una señal modulada linealmente en el dominio del tiempo. Esta tercera práctica de laboratorio quiere fomentar y adquirir habilidades en el uso del osciloscopio donde se comprenden el comportamiento temporal y las características de las señales, por otro lado, en el analizador de espectros se fortalece el análisis en el espectro de la frecuencia.

Palabras clave: Modulación en amplitud AM, modulaciones lineales, sistemas de comunicaciones.

1. Introducción

- La modulación en amplitud AM es una técnica de modulación que ha sido de gran importancia histórica en el desarrollo de las comunicaciones. A lo largo de la historia, ha habido varias razones clave que explican por qué la modulación en amplitud fue importante desde el punto de vista histórico. Por ejemplo, la invención de la radio: La modulación en amplitud compatible tiene un papel fundamental en el nacimiento de la radio. Fue utilizado por pioneros de la radio como Guglielmo Marconi y Reginald Fessenden en los primeros experimentos de transmisión de señales de radio a principios del siglo XX. La AM permitió la transmisión de voz y música a través del aire, lo que revolucionó las comunicaciones y el entretenimiento.
- Una de las ventajas fundamentales es la visualización de la forma de onda tal que esta permite observar directamente la forma de onda de la señal a lo largo del tiempo, lo que puede proporcionar información sobre la modulación y la portadora, también

como se podrá observar un diagnóstico de problemas y distorsiones en el dominio del tiempo. Como habilidad adquirida con el uso del osciloscopio es comprender el comportamiento temporal y las características de la señal debido que un osciloscopio proporciona una representación gráfica de la señal en el dominio del tiempo.

- Los parámetros que podremos medir de una señal modulada linealmente en el dominio del tiempo serán los siguientes: Amplitud pico: Es el valor máximo instantáneo de la señal modulada en un periodo de tiempo. Índice de modulación: Son la amplitud del mensaje y la amplitud de la portadora. Frecuencia modulante: En FM, la frecuencia modulante es la señal que modula la frecuencia de la portadora. Relación señal a ruido: una medida de la fuerza de una señal en relación con la cantidad de ruido de fondo. Es un factor importante para determinar la calidad de las comunicaciones por satélite. Cuanto mayor sea la SNR, mejor será la calidad de la señal y mayor será la capacidad de transmisión de datos. Por otro lado, los parámetros en el dominio de la frecuencia serán los siguientes: Espectro de frecuencia: El espectro de frecuencia de una señal modulada muestra cómo se distribuyen los componentes de frecuencia en la señal. Potencia espectral: Es aquella que nos permite conocer la distribución de la potencia de dicha señal sobre las distintas frecuencias en donde esta formada.
- Las habilidades adquiridas por el del analizador de espectros son varias, primero que todo el analizador de espectros es una herramienta que permite visualizar y analizar el espectro de frecuencia de una señal por ende se tiene la habilidad de una mayor comprensión del dominio de la frecuencia. Permite comprender como se distribuyen los componentes de la señal que estamos analizando. Se podrá tener un mejor estudio en el análisis de la frecuencia ya que los analizadores de espectros son valiosos

para diagnosticar problemas en señales electrónicas y sistemas de comunicaciones. También adquirimos la habilidad de hacer un análisis en la calidad de la señal donde identificamos la interferencias para con esto tener una optimización de sistemas de comunicación eficaces.

- Para observar señales moduladas linealmente en un analizador de espectro, existen algunas consideraciones mínimas que se tienen en cuenta para obtener resultados precisos. Frecuencia de muestreo: En esta parte nos aseguramos que la frecuencia de muestreo del analizador de espectro sea lo suficientemente alta como para capturar los componentes de frecuencia relevantes de la señal. Rango de frecuencia: El rango de frecuencia de un sistema es el rango sobre el cual se considera que proporciona un rendimiento satisfactorio, como un nivel útil de señal con características de distorsión aceptables. Ancho de banda: el ancho de banda se refiere a la cantidad de datos que se pueden transmitir en un período de tiempo fijo. Tiempo de captura: El tiempo de captura o el tiempo de barrido debe ser suficiente para obtener una representación completa de la señal. Selección de modo de demodulación: Si deseas analizar las señales moduladas en detalle, elige el modo de demodulación correspondiente, ya sea AM, FM o PM, según la modulación de la señal.

En esta práctica del laboratorio tendremos que considerar una buena configuración y verificar que sea la adecuada en el analizador de espectros ya que esto garantizará que podamos analizar de manera efectiva las características de la señal que estemos analizando.

2. Procedimiento

- Para medir el índice de modulación experimentalmente en el analizador de espectros se debe obtener el valor de la potencia de una de las bandas lateral superior o inferior que se nos muestra, esto haciendo uso de los marcadores los cuales nos arrojan dicho valor en dB, seguidamente se hace uso de la siguiente ecuación:

$$N_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{m}{2} \right) \quad (1)$$

donde N_{dB} es la potencia dada en el analizador de espectro. Finalmente se despeja la m obteniendo así el índice de modulación.

- El índice de modulación experimentalmente se puede medir en el osciloscopio usando los cursores, con estos se obtienen los valores de amplitud de la señal portadora y la amplitud de la envolvente, seguidamente se usa la siguiente ecuación:

$$m = \frac{\Delta V}{2A_c} \quad (2)$$

Donde ΔV es la amplitud de la envolvente y A_c es la amplitud de la señal portadora. Obteniendo así el índice de modulación m .

- Los principales parámetros que afectan el índice de modulación son A_c , k_a y A_m . El parámetro A_c lo afecta de manera inversamente proporcional, ya que si este aumenta, el índice de modulación disminuye. Por otro lado los parámetros k_a y A_m lo afectan de manera proporcional, puesto que un aumento en alguno de estos significarán un aumento en m .

A_c	k_a	A_m	Offset	μ	$P_T[u]$	$P_c[u]$	η [%]
3.5	0.5	4	0	2	7.1	6.3	11.6
3.4	1	2	0	2	9.1	5.9	35.1
3.5	1.5	1.3	0	2	13.4	6.2	54
3.6	2	1	0	2	20	6.6	67.1

Tab. 1: Parámetros de la señal AM

- La modulación SSB tiene ciertas limitaciones en comparación con la transmisión convencional de doble banda lateral con portadora completa, pues requieren receptores más complejos ya que la señal transmitida incluye una portadora suprimida, lo que hace adicionarle a dichos receptores un circuito sintonizador y recuperador de la portadora.

Por otro lado la mayor ventaja es que puede transmitir la misma información que la modulación AM pero con aproximadamente la mitad del ancho de banda.[1]

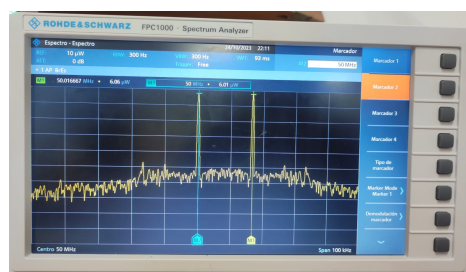


Fig. 1: Coseno modulación SSB

■ **Modulación lineal:**

$$s_{AM}(t) = A_c(1 + k_a m(t)) \cos \omega_c t,$$

$$A_c = 0,25, A_m =, k_a = 20, f_c = 500 \text{ [MHz]}.$$

Para hallar el índice de modulación se debe multiplicar el coeficiente de sensibilidad K_a por la amplitud máxima del mensaje A_m , esto nos da como resultado m .

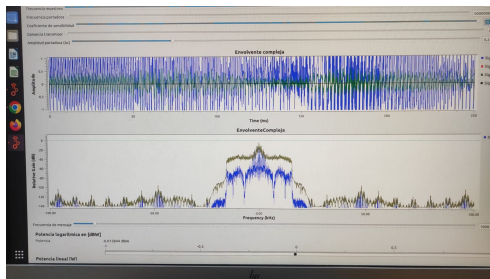


Fig. 2: Mensaje de audio

- En el analizador de espectros se puede apreciar que al variar el k_a las bandas laterales de la señal aumenta. El cálculo del índice de modulación sigue siendo de la misma forma.

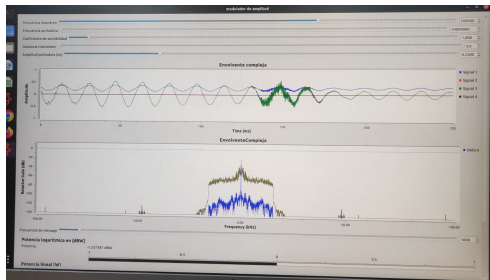


Fig. 3: Mensaje de audio

- En las modulaciones lineales es de gran importancia transmitir la señal portadora ya que se utiliza para transportar la señal del mensaje, proporcionando una frecuencia de referencia constante para la señal modulada, facilitando así la decodificación en el receptor.[2]
- Al comparar las modulaciones AM y SSB, se pueden obtener ciertas características que las hacen únicas a cada una de ellas. Puesto que la AM es una modulación con más eficiencia en alcance de la señal y una implementación más económica. Por otro lado

la modulación SSB es mucho más eficiente en términos de ancho de banda, permitiendo transportar varias señales con el mismo ancho de banda. Finalmente se puede considerar dependiendo el tipo de aplicación cual modulación sea la de una elección más adecuada.

3. Conclusiones

- A partir de lo desarrollado en el informe y en las pruebas que se realizaron previamente en la práctica del laboratorio, se logra fomentar el aprendizaje y funcionamiento de los elementos utilizados en el laboratorio de comunicaciones como también un mayor reconocimiento del software GNURadio.
- En la actividad se evidencia que es importante comprender la relación entre la señal la señal modulada y la onda portadora, así como los aspectos técnicos de implementación y demodulación.
- Las simulaciones son herramientas valiosas para comprender el comportamiento de las modulaciones lineales en diferentes escenarios. El aprendizaje práctico a través de la simulación ayuda a comprender mejor los efectos de interferencias, la atenuación.
- Dependiendo el tipo de aplicación se puede considerar usar la modulación más adecuada y que se adapte a nuestras necesidades.

Referencias

- [1] "Universidad tecnológica nacional." [Online]. Available: <https://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/electronicaaplicadaiii/aplicada/cap05ssb.pdf>
- [2] "Polaridad.es." [Online]. Available: <https://polaridad.es/que-es-la-portadora-en-la-modulacion-de-senales-explicacion-co#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20la%20portadora%20de%20una%20se%C3%B1al%20modulada,-En%20la%20modulaci%C3%B3n&text=La%20portadora%20es%20esencial%20en,transmitir%20diferentes%20tipos%20de%20informaci%C3%B3n.>