

Práctica 3: MODULACIONES LINEALES

JHONATAN OSWALDO FRANCO GUERRON - 2194673

JHONATAN FELIPE VALEST FLORES - 2184672

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

31 de Mayo de 2023

Resumen

En esta práctica se presentó distintos escenarios de mediciones de AM vistos desde el análisis en frecuencia y en el tiempo, también se presentó un diagrama en GNU Radio que calcula la potencia entregada del mensaje entregado. Se enfatizan los conceptos de envolvente compleja, esto de la mano con los conceptos de sobremodulación que darán a entender que el mensaje transmitido sobremodula debido a su coeficiente de amplitud K_a . El resumen de la práctica no debe contener más de 100 palabras, debe ser conciso y brindar una idea clara sobre el trabajo realizado y sus conclusiones.

Palabras clave: Modulación, AM, Envolvente Compleja, Coeficiente y Sobremodulación.

1. Introducción

- La ventaja de la modulación (AM) es que utiliza un ancho de banda relativamente pequeño en comparación con otras formas de modulación, como la modulación en FM. Esto es indispensable para el uso del espectro de frecuencia que está disponible. También añadimos que en esta forma de modulación debido a que transmitimos en la amplitud de la señal portadora podemos lograr mayor distancia de transmisión usando potencias bajas de transmisión a comparación de otras formas de modulación.
- El significado del índice de modulación es el porcentaje de variación de amplitud de la señal modulada, esto representa el máximo valor de la señal modulada con respecto a la amplitud de la señal portadora. Respecto a lo anterior, un índice de modulación adecuado presenta un ancho de banda limitado que permite recuperar una señal mensaje en el receptor. Ahora bien, si tenemos el índice en sobremodulación presentará una distorsión del

mensaje ya que este índice es mayor a 1 y esto puede ocasionar la pérdida de información de la señal modulada.

- En las señales moduladas linealmente podemos medir múltiples parámetros, ya sean en el dominio del tiempo por ejemplo: amplitud de una señal, la frecuencia de la portadora que normalmente en la práctica la usamos con una frecuencia de 50 MHz, índice de modulación que podemos calcularlas con las amplitudes en el dominio del tiempo con una relación entre A_m (Amplitud de nuestro mensaje) y A_c (Amplitud de la portadora), todo esto lo podemos visualizar en el osciloscopio. También el dominio de la frecuencia podemos obtener por ejemplo: Ancho de banda, frecuencia de las bandas laterales, espectro de la señal modulada, todo esto lo observamos en el analizador de espectros.
- Las consideraciones mínimas para observar señales moduladas lineales son: Tener un aparato de medida bien sea en frecuencia o en el tiempo, presentar una señal mensaje que será enviada y modulada, haber predispuesto los cableados y antenas para dicha transmisión de información, si se encuentra en el dominio de la frecuencia tener en cuenta la frecuencia de la portadora ya que allí es donde estará la señal modulada y en el osciloscopio presentar el adecuado uso del transmisor a cualquier canal que esté habilitado por dicho aparato de medida, adecuar la amplitud de la señal con las perillas de escala vertical y el tiempo con su respectiva perilla en medida horizontal.

2. Procedimiento

- Haber estipulado la señal mensaje a enviar, después de esto configurar el analizador de espectros

con una frecuencia central que será la de la portadora, para el cálculo de modulación se tiene que:

$$N_d B = 20 \log((K_a A_m)/2) \quad (1)$$

Donde los NdB se calculan con los markers que presenta el analizador de espectros, uno de ellos ubicado en la portadora mostrando tu máxima potencia en dBm y el otro marcador en modo diferencial en cualquiera de las bandas laterales para así ilustrar un NdB de diferencia entre la portadora y la potencia del mensaje. $K_a A_m$ será el índice de modulación que presentará la señal modulada, teniendo los NdB es sencillo aplicar el despeje de $K_a A_m$ con propiedades logarítmicas de la siguiente forma:

$$k_a A_m = 2 * 10^{(NB/20)} \quad (2)$$

Mientras que para el análisis del índice de modulación visto desde el dominio del tiempo usamos el Osciloscopio y las consideraciones son las siguientes: Se halla una amplitud de señal de modulación desde el pico más alto hasta el valle bajo de la envolvente, esto es mi diferencial de voltaje. Se sitúa una amplitud de mensaje 0 para así medir la amplitud de voltaje generada por la portadora y usar ese voltaje presentado en todos los casos de modulación debido a que la amplitud de la portadora no será cambiada, mientras que la amplitud del mensaje es lo que va a variar. Se sabe que, para el cálculo del índice de modulación se tiene que dividir entre dos el diferencial de voltaje ya que este contempla 2 veces la amplitud del mensaje, en este orden de ideas, la fórmula para el índice de modulación visto desde el tiempo es:

$$m = (v/z)/A_c \quad (3)$$

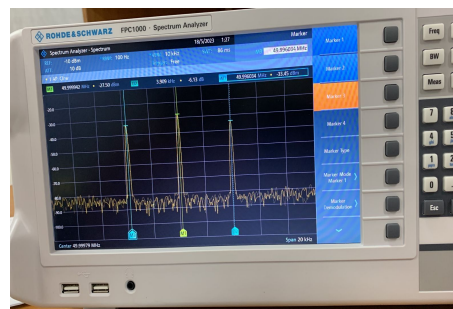
Así se calcularía el índice de modulación en análisis en el tiempo visto desde el osciloscopio. También tener presente que si se tiene un sistema de señales moduladas por banda lateral única se puede realizar el cálculo del índice de modulación, sólo que este varía un poco con respecto al sistema que contenga ambas bandas laterales. Por lo tanto, para medir el índice de modulación en las señales moduladas en banda lateral única, se mide la amplitud máxima de la señal modulante y la amplitud de la banda lateral restante, y se realiza la división correspondiente para obtener el índice de modulación.

- Durante la experiencia del laboratorio se tomaron diferentes parametros de la señal y comenzamos a

variarlos para analizar el comportamiento, cuando se modificó la amplitud del mensaje se concluyó que es directamente proporcional al índice de modulación ($K_a A_m$), entonces al variar alguno de estos dos parametros ya sea K_a o A_m me modifica el índice de modulación, podemos decir que si el índice de modulación aumenta, la amplitud de la señal modulada aumenta e inversamente si se disminuye el índice de modulación la amplitud de la señal modulada disminuye. También se observó como el ancho de banda necesario para la la señal modulada aumenta con respecto al índice de modulación, y por ultimo el índice de modulación me afecta la potencia total de la señal modulada. todo esto se resalta en la siguiente tabla de valores mediante mediciones de practicas.

A_c	k_a	A_m	μ	k_a^2	P_T	P_c	
25,78	0.5	1	0,4413	0.2	$1.55 \mu W$	$1.55 \mu W$	
25,78	1	1	0,8674	1	$2.12 \mu W$	$1.41 \mu W$	
25,78	3	1	2,7953	2	$4.25 \mu W$	$1.41 \mu W$	
A_c	k_a	A_m	μ	k_a^2	η		
25,78	0.5	1	0,4413	0.2	0		
25,78	1	1	0,8674	1	0.33		
25,78	3	1	2,7953	2	0.66		

- Para la implementación de la modulación SSB, se requiere del uso de la transformada de Hilbert de la señal mensaje, la cual representa la parte imaginaria de la envolvente, para así conseguir una de las dos bandas laterales al restársela o sumársela a la componente real combinada con la portadora, una limitación podría ser la necesidad de un módulo que me realice la transformada de Hilbert



- Modulación $K_a A_m = 1..$

Expresión analítica:

$$SAm(t) = A_c(1 + k_a m(t)) \cos c t. \quad (4)$$

$$A_c = 50mV, A_m = 1, k_a = 1, f_c = 50kHz. \quad (5)$$

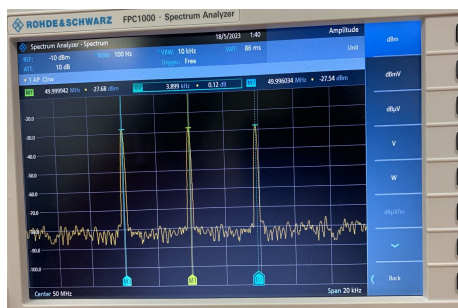


Figura 2.

Modulación KaAm > 1.. Expresión analítica:

$$SA_m(t) = A_c(1 + k_a m(t)) \cos c t \quad (6)$$

$$A_c = 50mV, A_m = 1, k_a = 2, f_c = 50kHz. \quad (7)$$

- Compare desde el punto de vista técnico los dos tipos de modulación explorado en el laboratorio ¿Cuales son sus ventajas y desventajas?

3. Conclusiones

Las modulaciones lineales solo modifican la amplitud de la señal mensaje con respecto al tiempo, pero la fase y la frecuencia de la misma se mantienen constantes, con esto no se quiere decir que la frecuencia de la señal modulada no sea distinta a la del mensaje, ya que se puede

desplazar a una banda de frecuencia deseada, pero la señal modulada $s(t)$ mantiene su frecuencia y fase constante.

La modulación lineal más eficiente es la single sideband (SSB), ya que ocupa la mitad del ancho de banda de la modulación AM convencional.

La modulación AM tiene una eficiencia espectral relativamente baja debido a que transmite tanto la portadora como las bandas laterales. Esto significa que requiere un ancho de banda más amplio que las otras técnicas lineales.

[1].

[2]

Referencias

[1] "Modulacion lineal." [Online]. Available: <https://www.gr.ssr.upm.es>

[2] "Comunicaciones analogicas, modulaciones am y fm." [Online]. Available: https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/Modulo_2_Comunicaciones_Analogicas_modulaciones%20AM%20y%20FM.pdf