

Práctica 4: MODULACIONES ANGULARES

Daniel Jose Gutierrez Vargas - 2182351
Juan Manuel Cardona - 2195551

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

10 de febrero de 2023

Resumen

La practica realizada consta de 2 partes siendo la primera la creacion de un un modelo para la envolvente compleja de modulaciones angulares, donde el primer paso es crear un bloque jerarjico llamado envolvente compleja, el cual despues de crearlo lo vamos a usar en el montaje final donde le conectaremos una señal coseno y veremos su comportamiento en el tiempo y en la frecuencia, para dos casos diferentes donde $K_p \cdot A_m < 0.3$, despues de haber analizado los resultados tanto en el osciloscopio como en el analizador de espectro pasamos al caso cuando $k_p \cdot A_m > 1$ donde para este caso se deben calcular los coeficientes de bessel y compararlos con los valores teoricos. En cuanto a la segunda parte de esta practica de laboratorio se realizo un listado de las emisoras recibidas, obteniendo informacion de la señal banda base demodulada.

Palabras clave: Bessel, Demodular, Envolvente.

1. Introducción

- Las modulaciones angulares son 2, modulación de frecuencia (FM) y modulación en fase (PM) las cuales cuentan con sus propias ecuaciones y además tienen ciertas ventajas una de la otra. La modulación FM o modulación en frecuencia en gran parte todas las personas han interactuado con esta modulación, ya que esta es la más común en los radios, así que cuando vamos en nuestro automóvil y queremos cambiar de emisora en la radio estamos interactuando con la modulación en frecuencia pues estamos variando la frecuencia para poder pasar a escuchar una nueva emisora. La ecuación de la modulación FM cuando se introduce una señal sinusoidal es:

$$S_{FM}(t) = A_c \cos \left[2\pi f_c t + \frac{k_f A_m}{f_m} \sin(2\pi f_m t) \right]$$

- Cada una de estas modulaciones tiene su índice de modulación diferente al resto de modulaciones y es lo que permite modular, el índice de modulación FM es:

$$\beta_f = \frac{k_f A_m}{W} = \frac{\Delta f}{W}$$

- En cambio la modulación PM es una modulación exponencial que se caracteriza porque la fase de la onda portadora varía directamente de acuerdo con la señal modulante, resultando una señal de modulación en fase, y la cual tiene una ecuación que la caracteriza:

$$S_{PM}(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + k_\theta m(t)]$$

- y su índice de modulación es:

$$\beta_p = k_\Delta A_m = \Delta\theta$$

- Aunque tenemos dos tipos de modulaciones en la Modulación Angular, la FM y PM, se debe tener en cuenta que tienen diferencias entre ellas, como que, en la modulación de frecuencia, la máxima desviación de frecuencia está en el cambio en la frecuencia de la portadora, ocurre durante los máximos puntos negativos y positivos de la señal

modulante, es decir, la desviación de frecuencia es proporcional a la amplitud de la señal modulante. Y que en la modulación de fase (PM), la máxima desviación de frecuencia ocurre durante los cruces de cero de la señal modulante, es decir, la desviación de frecuencia es proporcional a la pendiente o primera derivada de la señal modulante.

- En el dominio de la frecuencia cuando la medimos en el analizador de espectros en el laboratorio podemos observar que dependiendo del coeficiente de modulación, la potencia está redistribuida a lo largo de todo el espectro, donde observamos que la potencia de la portadora es la suma de la potencia de todos los armónicos. En el dominio del tiempo usamos el osciloscopio donde podemos observar que la potencia total es constante pues la amplitud de la señal modulada es constante y observamos las variaciones en fase que tiene la señal modulada.
- Las consideraciones más importantes que se tienen que observar en las señales moduladas principalmente son el índice de modulación ya que este determina como está distribuida la potencia a lo largo del espectro, otro factor importante es la frecuencia del mensaje pues este determina la separación de los armónicos y determina donde se ubican los coeficientes de Bessel.
- Acerca de la práctica realizada me parece una actividad muy adecuada tanto para afianzar los conocimientos a fines, como para interesar al estudiante en cuanto a la realización de la misma, pues es muy interactiva, pues desde la creación de los bloques en GitHub, hasta cuando tenemos que conectar nuestra señal de radio a la antena más grande que tenemos en el laboratorio, se siente que es algo más real y vemos reflejado lo que es el ámbito de las comunicaciones día a día y algo con lo que podríamos encontrarnos una vez nos graduemos, me parece muy importante introducir este tipo de actividades a los laboratorios, porque además de afianzar los conocimientos teóricos, experimentamos la realidad de las telecomunicaciones en este caso de radio, y sería interesante poder experimentar que otros ámbitos del día a día en las comunicaciones podemos observar y experimentar a través de las prácticas de laboratorio, también creo que es un enfoque diferente y que puede ayudar a sentirse más a gusto y pensar en tomar esta línea como línea para afrontar una tesis de grado o elegir este sector como sector profesional en el futuro, en re-

sumen este tipo de prácticas son muy buenas por que podemos ver los conocimientos teóricos aplicados al día a día en las señales de radio.

2. Procedimiento

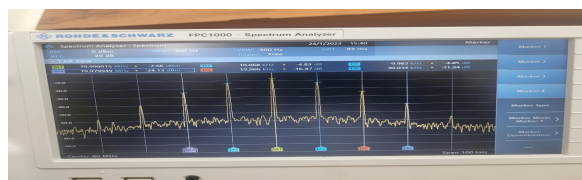
- Existen diferentes métodos para medir el índice de modulación experimentalmente en este caso hablaremos de 2 en específico. Primero tenemos el índice de modulación que se realiza por medio de la regla de ancho de banda de Carson, esta se usa para señales banda ancha:

$$B_T = 2f_m(\beta + 1)$$

- Donde el índice de modulación está dado por:

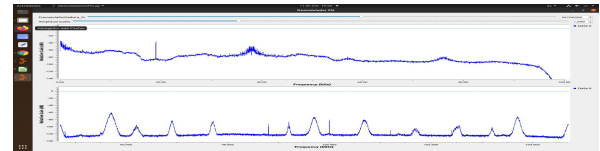
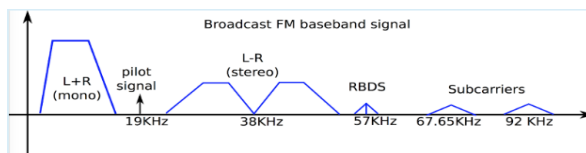
$$\beta = \frac{B_T}{2f_m} - 1$$

- Tomamos como ejemplo una señal banda ancha tomada en el laboratorio:



- El ancho de banda de esta señal es $B_T = 32000\text{Hz}$ y la frecuencia del mensaje es de 4000Hz .
- Al realizar la introducción de una componente continua en el mensaje ya sea de una señal PM o una señal FM, se da paso a un efecto en el ancho de banda de la señal modulada, debido a que este presenta un incremento, por ende esta es una práctica no recomendable ya que provocaría un desfase en el rango de ancho de banda definido previamente. Es por ello por lo que se considera de gran importancia el control de la amplitud y ancho de banda de los mensajes para de esta manera evitar la superposición a otras bandas o canales generando así interferencias.

- El proceso para estimar el ancho de banda de las emisoras fue identificar la frecuencia central el espectro generado por el bloque QTguifrequency de GNURadio, la cual corresponde a la emisora sintonizada, posteriormente se utilizó el criterio de los 20 [dB] para estimar el ancho de banda con respecto a las frecuencias de corte inferior y superior. Este método establece que cuando la potencia decae por debajo de los 20 [dB] con respecto al pico máximo de la frecuencia central, la potencia restante puede ser despreciada debido a que la mayor parte de la potencia es redistribuida dentro de este ancho de banda.
- Se hace uso de la señal banda base de una emisora sintonizada en el laboratorio se puede observar los diferentes servicios prestados por esta. En la banda de 30 a 15000 [Hz] se presta el servicio en mono (L+R), en los 19K [Hz] se puede apreciar la señal piloto utilizada para demodular los demás servicios, tratándose de la frecuencia del oscilador el cual es utilizado para la transmisión de dichos servicios. Como se ha venido mencionando, las señales estarán ubicadas en múltiplos de la señal piloto, por este motivo el servicio de audio en estéreo (L-R) se ubicará en los 38K [Hz], el cual permite escuchar las señales de audio por ambos canales (izquierdo y derecho). El sistema de radio difusión de datos se ubica en los 57K [Hz] y es utilizado para enviar cantidades pequeñas de datos digitales los cuales por lo general son publicidad. También se tiene lo que es el servicio de las señales subportadoras de audio satelital ubicadas en los 64.65 y 93 K [Hz] las cuales se utilizan para transmitir señales analógicas satelitalmente.



- En esta práctica de laboratorio no fue posible el hallazgo de emisoras FM no registradas, todas las encontradas se encontraron registradas en la página de emisoras registradas de Santander, por el contrario, para varias de las emisoras pertenecientes a este listado no fue posible realizar su sintonización.

3. Conclusiones

Al realizar el laboratorio nos damos cuenta de la importancia de controlar el mensaje a modular en las modulaciones angulares, pues este puede invadir otras bandas si no se hace un buen control del mismo.

Las modulaciones angulares son muy importantes pues aunque no lo notemos, son las modulaciones con las que interactuamos todos los días.

Son muy importantes tanto conocer las modulaciones angulares como saber como usarlas pues hoy en día se utilizan para un gran número de actividades como radiofusión, televisión y servicios de transmisión de datos.

4. Referencias

[1] "Wikipedia contributors. (s/f). modulación en banda lateral vestigial.

[2] Metodología de análisis por medio de simulación de la modulación M-QAM sobre un canal afectado por desvanecimiento y efecto Doppler / <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4991539.pdf>

[3] Amplitud modulada ,wikipedia /https://es.wikipedia.org/wiki/Amplitud_modulada