

Práctica 4: MODULACIONES ANGULARES

Andrés Suarez - 2194560
Daniel Fernández - 2192284

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

10 de febrero de 2023

Resumen

En la práctica de modulaciones angulares se llevaron a cabo procesos de modulación de banda estrecha y banda ancha, como también cálculos de potencia usando los coeficientes de Bessel teóricos y experimentales, también se llevó a cabo el proceso de demodulación de emisoras FM y se caracterizaron cada una de las señales banda-base recibidas de acuerdo a los servicios que prestaban y su ubicación, la cual podía ser de la ciudad de Bucaramanga o sus pueblos aledaños.

Palabras clave: Modulación-De modulación-coeficientes de Bessel

1. Introducción

- Las modulaciones angulares FM y PM son muy parecidas en sus representaciones en el tiempo y sus espectros en frecuencia, sus amplitudes no son moduladas por lo tanto tienen la misma forma de la portadora y su potencia es igual y constante para ambos casos, otra similitud entre ellas es que varían su frecuencia y fase instantánea con la amplitud de la señal mensaje. La principal diferencia entre ellas dos es que la modulación FM utiliza la integral del mensaje como señal modulante y la PM utiliza la señal mensaje original, además la desviación en frecuencia de la modulación FM no depende de la frecuencia del mensaje, caso contrario para la PM donde sí depende linealmente de la frecuencia del mensaje.[1]
- El índice de modulación indica prácticamente que tan dispersas están las componentes espectrales más significantes de la frecuencia de portadora, lo cual nos da una relación de como debe ser el ancho de banda gracias a la regla de Carlson.
- La información que puede obtenerse de las señales moduladas son en cuanto a el dominio del tiempo

se pueden visualizar sus "deltas." "variaciones" de frecuencia y fase instantánea. En el dominio de la frecuencia se puede obtener su ancho de banda y el índice de modulación.

- A la hora de observar las señales moduladas angularmente tanto en el analizador de espectros como en el osciloscopio se deben tener unas consideraciones; en el analizador de espectros es importante ubicar la frecuencia central a la misma frecuencia de portadora y ajustar el RBW de tal manera que sea menor que la frecuencia del mensaje para poder observar bien cada componente espectral. Para el osciloscopio la consideración a tener en cuenta es tener ubicada la opción de adquirir pico para poder visualizar la señal modulada.
- La importancia de realizar las mediciones de las emisoras FM sintonizadas desde el laboratorio radica en que nos da el conocimiento y habilidad de modular y demodular una señal en frecuencia, esto es importante porque son estas modulaciones en frecuencia la que presenta una mejor relación señal a ruido y esta es una característica que se busca en un sistema de transmisión y recepción, ya que permite una mayor seguridad en las mismas, Además también presentan mayor resistencia al efecto del desvanecimiento y a la interferencia que son tan comunes en AM. Saber esto nos permite tener una experiencia en campos de las telecomunicaciones como lo son la radiodifusión de la música, el habla y de audio en televisión analógica.

2. Procedimiento

- Para medir el índice de modulación experimentalmente tenemos que para las modulaciones de banda estrecha FM el índice de modulación es mucho menor que 1, se puede detallar que es de banda

estrecha porque sus componentes no son abundantes y están cercanas a la frecuencia de portadora por lo cual se aproxima a una modulación lineal AM. Para el caso de las modulaciones de banda ancha las componentes espectrales significantes están más dispersas pero se puede utilizar la regla de carlson y el criterio de los 20 dB para estimar el índice. El índice de modulación se le puede medir tanto a la PM como a la FM incluso aplicando directamente sus formulas conociendo previamente la información.

- Los parámetros que afectan el índice de modulación PM son los que componen la máxima variación de frecuencia, la amplitud del mensaje y el coeficiente de sensibilidad del modulador, estos dos parámetros son directamente proporcionales al índice de modulación.
- Al agregar un offset en el caso de la modulación Fm se estaría desplazando la frecuencia de portadora y en el caso de la PM estaría agregando un desplazamiento en fase.
- Es importante controlar la amplitud y ancho de banda de los mensajes en las modulaciones angulares porque de ellos depende el índice de modulación, también para ser más específico estas modulaciones dependen fuertemente de esos dos factores los cuales son los que directamente modulan la frecuencia y fase instantánea.
- Para obtener una señal modulada FM a partir de un modulador PM se debe agregar un bloque integrador en la entrada del modulador, es imposible generar FM a partir de un modulador PM sin realizarle ninguna modificación. Una limitación importante es que al realizar esta modificación la señal mensaje luego de ser derivada tendría un factor de escalamiento debido a la derivada interna de la función senoidal, lo cual habría que considerar ya que afecta directamente la amplitud del mensaje con la cual se está modulando la frecuencia de la portadora.[2]

A partir de las mediciones de las emisoras FM sintonizadas desde el laboratorio:

- Procedimiento usado para estimar el ancho de banda de las emisoras.

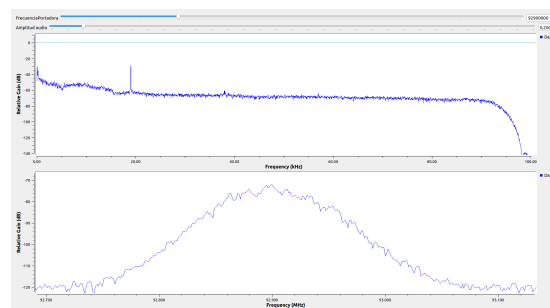


Fig. 1: Emisora Colombia Estéreo

Para estimar el ancho de banda de las emisoras se utilizó el criterio de los 20 db, el cual se tiene en cuenta un rango de frecuencias tomado debajo de los 20 db del pico más alto del espectro de la señal. Como ejemplo está el espectro de la emisora "Colombia Estéreo", podemos ver que el pico más alto está alrededor de los -72 [db], contamos 20 [db] más hacia abajo, en -92 [db] y trazamos una cota y todo lo que esté por encima de esa cota es el espectro de interés para medir el ancho de banda, por lo tanto ponemos un cursor en donde corta con esa cota, en la práctica lo tomamos justo en la frecuencia 92.825 [MHz] y tomamos otra medida en la frecuencia 92.981 [MHz], luego restamos estos dos valores de frecuencia para obtener un ancho de banda de 156 [MHz] y esto mismo hicimos para estimar el ancho de banda de cada emisora ya que es el método más exacto para determinar el ancho de banda de una señal.

- A continuación se muestra una de las señales de base que contiene todos los servicios prestados por las emisoras FM y se describirá para que se usa cada uno y en qué banda de frecuencia podemos encontrar dicho servicio.

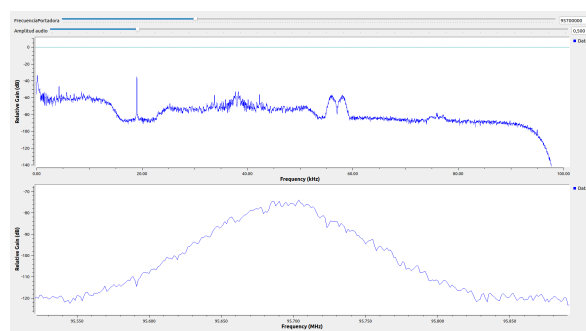


Fig. 2: Emisora Tropicana

Como podemos ver en la figura dos, la emisora "Tropicana" presenta todos los servicios prestados por las emisoras FM, como lo son la señal piloto (A una frecuencia de 19 [Khz]), el stereo (A una frecuencia de 38 [Khz]), el RBDS (A una frecuencia de 57 [Khz]) y las sub-portadoras (A una frecuencia de 67.65 a 92 [Khz]).

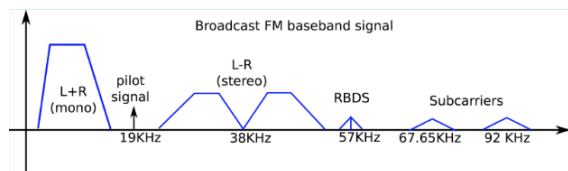


Fig. 3: representación esquemática señal de radiodifusión FM de banda base

Como podemos ver en la Fig.3, en este proceso de transmisión de señales FM, se utilizan la suma de los canales izquierdo y derecho (L+R)(los cuales ocupan la banda de 30 Hz a 15 kHz) para modular la frecuencia de la portadora, y montada a la portadora, está una sub-portadora separada a 38 kHz (el stereo) la cual se modula luego con la señal diferencia (L-R) (ocupa la banda situada entre 23 kHz y 53 kHz), permitiendo que luego la señal transmitida pueda separarse en los canales izquierdo y derecho de la reproducción estérea. También se transmite una señal piloto con una frecuencia de la mitad de la portadora, esto se usa en el decodificador y facilita la de-modulación síncrona del canal secundario. El RDS es un canal digital de muy baja velocidad de transmisión que se incorpora en la señal con una portadora de 57 kHz (el tercer armónico del piloto de 19 kHz) y se utiliza principalmente para la transmisión de texto (nombre de la emisora o frecuencias alternativas).[3]

- En la practica, por fuera de Bucaramanga detectamos tres emisoras que son: "La Mega estero"(frecuencia de operación de 99.2 [MHz]), Emisora de interés publico en Ocaña"(frecuencia de operación de 103.7 [MHz]) y -adionica"(frecuencia de operación de 92.3 [MHz])

y dentro de las emisoras registradas en Bucaramanga en banda FM, detectamos una sola emisora que no cumplía con el PTNRS puesto que no presentaba los servicios prestados por las emisoras FM, esta fue la emisora "SANTO TOMAS ESTÉREO"

3. Conclusiones

- El principal aporte a resaltar de este trabajo es la realización practica de los procesos de modulación y demodulación FM y PM, lo cual aporta mucha experiencia además de conocimiento al estudiante.
- Uno de los puntos relevantes de la practica es poder comprobar los conocimientos teóricos con la practica, los coeficientes de Bessel y la de modulación FM de las distintas emisoras son experiencias practicas que comprueban la teoría y aportan mucho conocimiento.
- Como conclusión final, las modulaciones angulares tienen muchas cosas en común y aportan la capacidad de transmitir señales con una relación señal a ruido mucho menor que para el caso de las modulaciones lineales y su potencia se limita simplemente a la potencia de la portadora respectiva.

Referencias

- [1] M. S. J. Proakis, *Fundamentals of communication systems(2ed)*, Chapter 4. Pearson Education Limited, 2014.
- [2] M. Mohammad A, "Communication systems for electrical electrical engineers," *Springer*, p. 60, 2018.
- [3] "Rey, f., francesc, m., ruiz, t. (s/f). comunicaciones analógicas: modulaciones am y fm, una perspectiva histórica. uoc.edu. recuperado el 8 de febrero de 2023, de:." [Online]. Available: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/69406/5/Sistemas%20de%20comunicaci%C3%B3n%20I_M%C3%B3dulo%20Comunicaciones%20anal%C3%B3gicas%2C%20modulaciones%20AM%20y%20FM.pdf