

Práctica 4: MODULACIONES ANGULARES

SIERRA JEREZ CRISTIAN MANUEL - 2192308

PLATA VERA ABAD - 2191814

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

19 de julio de 2023

Resumen

En esta practica se quiere evidenciar como las emisoras hacen uso de lo estudiado en modulacion FM para hacer posible su transmision de datos. Analizando espectros y comparando componentes teoricos con lo evidenciado en la practica y la realidad comercial. Se evidencia entonces la importancia de esta teoria en algo tan cotidiano como una emisora FM.

Palabras clave: Emisoras, Bessel, Espectro, Potencia.

1. Introducción

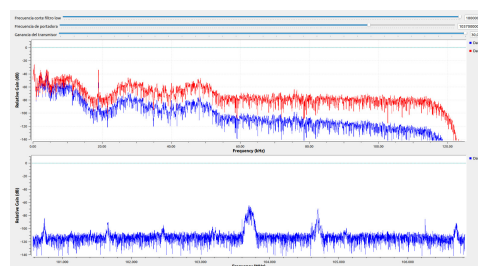
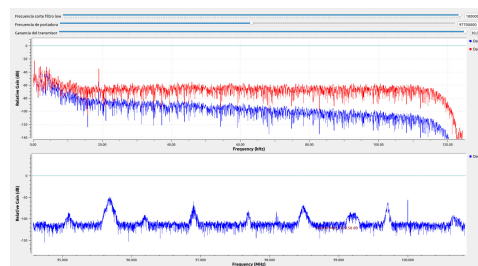
En la teoria de las telecomunicaciones es de vital importancia relacionar lo estudiado con lo cotidiano y mediante esta relacion poder comprender o asimilar de mejor manera la tematica teorica. Para poder llevar a cabo un estudio mas real y cercano con este tipo de conceptos se realizan analisis de emisoras comerciales. Emisoras que por su presupuesto pueden o no llegar a mas personas, esta diferencia de potencia y calidad de transmision se estudia mediante el espectro de la misma captada en el laboratorio. Este tipo de analisis permite una cercania mas enfatica en que se esta estudiando algo totalmente realista y no sintetico como lo es la realizacion de señales en un mismo software.

Se puede evidenciar una ventaja muy favorable en la modulacion angular respecto a la modulacion lineal al analizar la potencia con la que se transmiten las señales o las emisoras en el espectro, dado que en la modulacion angular la potencia no depende del mensaje se hace posible la transmision a largas distancias de manera segura de cualquier informacion.

Para realizar un analisis completo de la señal recibida es necesario tener manejo del analizador de espectro y del osciloscopio ya que cada herramienta brinda una vista en diferente dominio de lo que se recibe. Con el

analizador podemos ver la potencia con la que se recibe y su ancho de banda, mientras que en el osciloscopio se puede de primera vista analizar si esta de alguna manera sobremodulado o si esta perfectamente modulado, ademas de poder conocer amplitudes y valores aproximados de voltaje en la señal recibida.

De esta forma, realizando estas mediciones se afinan las habilidades de manejo de los equipos para poder ubicar el espectro de manera correcta y poder ajustar el osciloscopio con medidores para realizar una comparacion de amplitudes en la envolvente a analizar. Realizar ajustes de tiempo, espaciado y amplitud con la que se visualiza la informacion puede ser clave para sacar conclusiones correctas o equivocadas de lo que podemos visualizar en esa ventana de tiempo y de frecuencias respectivamente.



2. Procedimiento

- Los bloques de variables permiten declarar valores asignados a variables que se usaran en el proceso y que facilitan la asignación del valor en las demás cajas o bloques. Los bloques de rango permiten asignar un número de valores modificables en la ejecución del programa y que tendrán un mínimo y máximo asignado propiamente.

El bloque USRP source nos permite recibir y mostrar en el pc las señales capturadas por el USRP del laboratorio y no como en prácticas anteriores que se generaban las señales desde el computador y se enviaban al USRP.

El bloque de Frecuencia asigna un valor específico a la frecuencia basándose en la portadora asignada en los bloques de rango.

El bloque de Filtro paso bajo también recibe valores ya designados como variables o como rangos y que permite mover el filtrado en ese rango designado según sea la frecuencia que se desea demodular.

El bloque WBFM demodula señales FM recibiendo las a una tasa de muestreo y convirtiendo esta información a un tipo de dato aceptable para luego visualizar la demodulación en pantalla.

El bloque audio sink permite escuchar lo que en espectro se está viendo y con esto cuadrar el filtro y saber si se está obteniendo correctamente la señal que deseamos demodular.

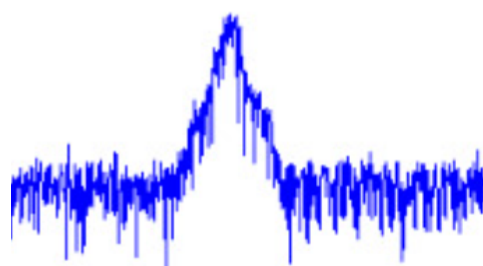
El bloque rational resampler ajusta la tasa de muestreo y la ajusta a un valor específico que el periférico del computador pueda procesar y mostrar como sonido en vivo.

El filtro preénfasis es un filtrado que compensa el espectro demodulado dándole las características que se pierden en el bloque WBFM receive.

Finalmente el bloque Frequency sink permite ver el espectro de lo que vamos ajustando y muestra como se puede variar el filtrado, la frecuencia central y demás procesos en tiempo real a medida que se va oyendo el resultado.

Cada bloque realiza una función clave en el proceso de demodulación, los bloques que se podrían omitir serían los encargados de oír la demodulación si se tiene clara la frecuencia que se quiere y las características de las señales, pero en resumen la ejecución de cada bloque es importante y más cuando es una práctica didáctica y que sirve para entender experimentalmente.

- Se eligió para ejemplificar el procedimiento la emisora que responde al nombre Tropicana:



En la imagen podemos observar un trozo del espectro a la emisora que responde al nombre Tropicana, para obtener el ancho de banda de cada emisora se usó el método de los 20 dB donde con la ayuda del cursor, se determinó la potencia del pico central y con base a ese valor se restaron 20 dB y se ubicaron los cortes con el espectro, se obtuvo la frecuencia de “corte” superior e inferior y para el ancho de banda se utilizaría la siguiente fórmula.

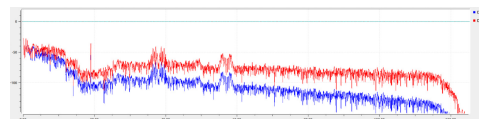
$$Bw = F_{sup} - F_{inf} \quad (1)$$

Para el caso de la emisora Tropicana los resultados fueron los siguientes.

$$(95,83 - 95,57) MHz = 260 KHz \quad (2)$$

Usamos este método porque consideramos que es el más práctico se tenían que realizar varias medidas entonces se optó por este método que es rápido.

- Nuevamente elegimos Tropicana



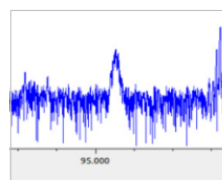
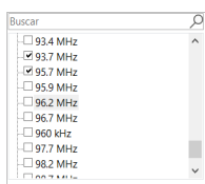
Una transmisión en mono (Modulación de un solo canal de audio) no brinda la misma experiencia o sensación que una transmisión en dos canales. El rango que se usa en transmisiones de carácter mono está en el rango de los 18 KHz.

Por otra parte la diferencia que tienen las señales estéreo que se transmiten, la información enviada se separa en dos canales de audio diferentes, lo que permite reproducir partes del mensaje en dos dispositivos diferentes sincronizadamente, este tipo de transmisión se comprende entre los 19 KHz y 50 KHz.[1]

Poder obtener una transmisión de este estilo permite que el sonido sea envolvente y de mayor calidad para el oído, al adaptarse individualmente el mensaje a cada canal de audio. De elementos así nacen las experiencias inmersivas de videojuegos o música.

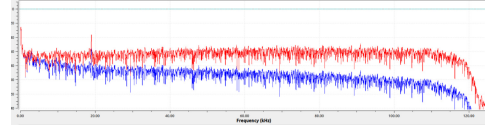
La señal piloto empleada es un tono de 19 KHz que permite informar al receptor de la emisión de la señal estéreo procedente de la emisora de radio y también es una parte importante en el proceso de demodulación cuando se desea regenerar las subportadoras de las señales RDS y RBDS, señales subportadoras que llevan información que no puede ser transmitidas por otros medios y que son necesarias en el proceso para que se demodule el mensaje de manera completa y correcta.

- Esta práctica la hicimos de manera en que empezamos con las emisoras FM de menor frecuencia y a partir de ellas nos fuimos desplazando por las frecuencias que presentaban un pico, a pesar de que se podían ver muchos picos, la mayoría de ellos simplemente no sintonizaban nada en absoluto y solo en 2 casos pudimos escuchar una "Emisora" uno de los casos fue en la frecuencia 95.1 MHz, donde si nos dirigimos al Excel no aparece ninguna emisora registrada a esta frecuencia.



Si nos centramos en el Plan técnico de radiodifusión sonora podemos solo observar una

señal mono(L+R) muy débil y una señal piloto también muy débil, no cuenta con señal estéreo(L-R) ni con RBDS.[2]



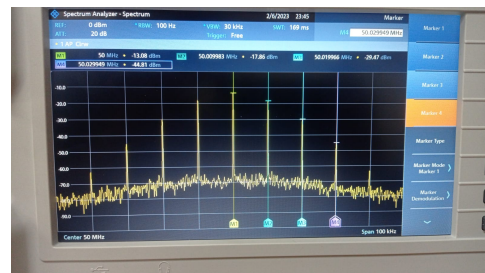
A partir de las mediciones del modulador PM en el laboratorio:

- La envolvente compleja realizada en GNUradio sigue estrictamente la estructura de la ecuación que describe la envolvente compleja para modulaciones en fase PM. De esta manera se crea una envolvente con bloques multiplicadores y bloques que transforman los datos de un tipo a otro para poder interpretarlos. Como tal los bloques son lo más cercano a la ecuación y por ende realizar una envolvente de otra manera podría hasta este punto ser difícil o poco probable, a no ser de que se pueda realizar con otras técnicas o métodos distintos a seguir la ecuación matemática.

$$\theta = K_p * m(t) \quad (3)$$

En caso de querer una envolvente para FM sería necesario un bloque que integre el mensaje y posteriormente se multiplique normalmente con los bloques ya usados, pero en la práctica se realizó modulación PM por lo que este bloque no se considera necesario.

- El caso que se planteó para calcular el índice de modulación haciendo uso del analizador de espectros fue mediante el análisis del espectro buscando calcular el delta de frecuencia que se relaciona con la expresión $K_f * A_m$ y posteriormente analizando el espaciado entre cada componente espectral calcular la frecuencia del mensaje que debe coincidir con la puesta en el GNUradio.



Entonces analizando la distancia entre el componente en el marcador M2 respecto al componente igual a la izquierda del componente central a la izquierda del marcador M1, se puede saber el delta de frecuencia necesario para el calculo del indice de modulacion, posteriormente la distancia entre cualquier marcador a otro enseguida, me dara la frecuencia del mensaje.

Con esta informacion y aplicando la formula del indice de modulacion podemos calcularlo de manera practica:

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} \quad (4)$$

Otro metodo por el cual se podria calcular o comprobar el indice de modulacion es mediante la potencia del componente central y relacionar esta potencia con la del coeficiente cero de bessel, analizando la forma del espectro podre saber si se trata de banda ancha o banda estrecha. Sumando las potencias de los componentes que puedo visualizar puedo analizar respecto a la potencia total de la portadora que tantos componentes son significantes y darme una idea de la cantidad de coeficientes de bessel que manejo.

Posteriormente sabiendo la potencia del coeficiente central y el aproximado de la suma de los demas componentes podre calcular un coeficiente de bessel con un beta adecuado que se acerque a este valor de potencia y cantidad de componentes o pulsos que se pueden visualizar.

De la imagen propuesta se puede entonces medir la potencia del componente espectral en el marcador M1 y sumando las demas potencias de los demas marcadores puedo comparar esa potencia con la total de la portadora y asi poder saber la cantidad de coeficientes que manejo.

Para un indice mucho mayor como un $B > 30$ se tendran entonces muchos mas componentes espectrales que se deben tener en cuenta pero de alguna manera es posible analizar ya sea la potencia de la portadora con lo que puedo visualizar o analizar el delta de frecuencia y mirar si cumple la relacion de componentes en relacion al B.

- En el osciloscopio es posible medir la amplitud de la señal modulada y siendo muy precisos seria posible realizar un acercamiento al valor de la desviacion de fase y poder visualizar tenuemente como varia la forma de la señal modulada. A mayor indice de modulacion mas notoria seria la variacion de la forma en el osciloscopio y con esto podria realizarse el calculo de la desviacion de fase.

- Variando de manera controlada los parametros del sistema se puede relacionar con el indice de modulacion:

La frecuencia del mensaje se relaciona de manera inversa al indice dado que si aumentamos la frecuencia del mensaje el indice disminuira.

En cambio modificar la amplitud del mensaje se relaciona de manera directa al indice de modulacion dado que si aumentamos la amplitud del mensaje el indice empieza a aumentar relacionadamente.

El coeficiente de sensibilidad se relaciona directamente con el delta de frecuencia que se compone del indice de sensibilidad y la amplitud del mensaje, realizando entonces una variacion directamente proporcional al indice de modulacion.

En cambio modificar la amplitud de la portadora no significa ningun cambio en el indice de modulacion sino por el contrario se relaciona directamente con la potencia del sistema en general.

- Introducir valores de continua en la estructura o el mensaje como tal puede causar un cambio de la frecuencia de portadora, moviendola de una manera no esperada, lo que puede hacer que ubicar la señal modulada en el analizador de espectros no se de en la frecuencia que nosotros esperamos y por tanto se pierda la ubicacion o el control en el espectro de esta modulacion. Es algo no deseado y aunque no modifique el indice de modulacion causa ese desplazamiento en frecuencia que no es deseable.

- La importancia de tener controlada la modulacion es para no afectar transmisiones cercanas en frecuencia o que no se generen transmisiones sin control de potencia o que incumplan las normativas, en el caso del ancho de banda es necesario saberla y controlarla para no afectar otras transmisiones y posiblemente ser multado por infringir o violar espacio en el espectro. El control del valor DC se realiza para ubicar directamente la portadora y poder saber la posicion del espectro y no tener ideas

erroneas sobre lo que se esta modulando y transmitiendo.

- El tener que integrar el mensaje constantemente puede generar mas gasto de recursos para el pc con el uso del GNUradio y por ende una modulacion en frecuencia se podria realizar modificando los bloques y realizando un proceso mas complejo para llegar a una modulacion de tonos puros por lo menos de manera correcta.

3. Conclusiones

1. Se puede concluir entonces que la modulacion en fase se hace mas segura para transmisiones a larga distancia sin hacer uso de altas potencias que causen daños a las personas que esten cerca.
2. La tansmision de informacion como la radio comercial se rige de normativas y descripciones que se estudian teoricamente en pro de evitar interferencias.
3. la modulacion en fase permite transmitir con un ancho de banda controlado para asi poder ajustarse al espacio asignado en el espectro transmitiendo igualmente la informacion.
4. La potencia y el ancho de banda asignado por emisora es diferente, a medida que mas conocida sea

la emisora quiere decir que cubre mas espacio y por tanto debe tener mas espacio espectral asignado.

5. Analizar las modulaciones en fase con los coeficientes de Bessel permite visualizar componentes importantes ignorando los infinitos que aportan insignificante potencia a la total.
6. Generar transmisiones de caracter estereo permite que la informacion este transmitida en dos canales que permiten el uso de los audifonos en la cotidianidad.
7. Modular en dos canales ayuda a una profundizacion del mensaje en el receptor, dado que si debe haber mas informacion en un canal que en otro se puede lograr y transmitir de manera correcta la informacion como en videojuegos.

Referencias

- [1] Señal mono vs estereo <https://magroove.com/blog/es-mx/diferencia-entre-mono-y-estereo/>
- [2] Lectura a Radio difusion sonora <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Atencion-y-Servicio-a-la-Ciudadania/Preguntas-frecuentes/5238:Servicios-de-Radiodifusion-Sonora>