# **PRÁCTICA 2. SEÑALES OFDM**

**Objetivos.**

* Demostrar que las muestras de una señal OFDM se pueden generar mediante el uso de la IFFT.
* Analizar las características de una señal OFDM, tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia.

# **Actividades.**

# **PARTE 1. CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑAL OFDM.**

* 1. Genere 8 bits aleatorios, 𝑏𝑘(𝑡), y represéntelos con pulsos rectangulares de duración 𝑇𝑢 y cuyas magnitudes pueden ser +1 y -1. A cada uno de estos símbolos multiplíquelo por una portadora de la forma 𝑠𝑘(𝑡) = 𝑒𝑗∙2𝜋∙𝑘∙Δf∙t, 𝑘 ∈ [0,1, . .7].

***Figura Numero 1.-***

Nota: Cada bit representa 1 símbolo, generamos 8 bits aleatorios y para graficar los símbolos calculamos “Número de muestras por símbolo N” N = Tu/Ts en el caso proporcionado por el profesor tenemos (1/1600)/(1/16000) = 10

Por lo tanto, son 10 Muestras por símbolo, La duración de cada símbolo está dada por Tu = 1/1600 s, por lo que si multiplicamos Tu \* 8 símbolos = 5 x 10^-3 s

***Figura Numero 2.-***

* 1. Grafique la magnitud de las 8 señales moduladas 𝑏𝑘(𝑡) ∙ 𝑠𝑘(𝑡).

***Figura Numero 3.-***

En esta figura podemos observar la modulación en el dominio del tiempo de cada 1 de los 8 símbolos.

***Figura Numero 4.-***

En esta figura podemos observar la magnitud de nuestras 8 señales moduladas, prácticamente la magnitud nos da la amplitud de nuestras señales en el dominio del tiempo.

* 1. Además, obtenga el espectro (mediante la transformada de Fourier) de cada una de las señales anteriores y grafique la magnitud de dicha transformada. Asegúrese de escalar correctamente el eje horizontal, de modo que sus valores correspondan a frecuencias reales en Hz (esto lo puede verificar, asegurándose que las portadoras están ubicadas en múltiplos enteros de Δf = 1600 Hz).

***Figura Numero 5.-***

En la figura numero 5 podemos observar el cálculo realizado de la transformada rápida de Fourier (FFT) para calcular el espectro de nuestras 8 señales portadoras, en donde se puede observar la separación entre portadoras Δf lo cual hace que las señales sean ortogonales y no interfieran del todo entre ellas.

***Figura Numero 6.-***

Se observa todo el ancho de banda utilizado por nuestra señal OFDM con 8 sub-portadoras, también a la hora de estudiar OFDM leí algo llamado flat fading y se puede observar aquí, la ortogonalidad también se puede observar gracias a la separación entre sub-portadoras Δf.

\* Diagrama 1. Organice en una tabla de 8 filas y 2 columnas las gráficas obtenidas en los incisos a. y b. de esta actividad. Además, agregue una descripción verbal del significado de estas gráficas.

***Figura Numero 7.-***

1. Obtenga la señal multiplexada 𝑠(𝑡) = ∑7 𝑏𝑘(𝑡) ∙ 𝑠𝑘(𝑡) y grafique su magnitud.

𝑘=0

Además, obtenga el espectro de esta señal, al que se le denominará S(f), y grafique la magnitud de éste.

\* Diagrama 2. Señal multiplexada en los dominios del tiempo y frecuencia. Agregue una descripción verbal del significado de estas gráficas.

***Figura Numero 8.-***



En esta figura numero 8 podemos observar la señal OFDM multiplexada y graficada tanto en tiempo llamada S(t) como en frecuencia llamada S(f), Esta señal no es más que todas las sub-portadoras en una única señal en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, Estas graficas de la figura numero 8 utilizaron separación entre portadoras de 1600 HZ por lo que el ancho de banda total es menor comparado con las de más separación entre portadoras.

1. Repita las actividades 1 y 2 para Δf=2,000 y 3,200 Hz.

\* Diagrama 3. En una misma gráfica muestre la magnitud de X(f) para Δf = 1,600, 2000 y 3,200 Hz. Incluya una interpretación des estas gráficas, incluyendo una explicación sobre la tasa de transmisión de todo el sistema que se tiene en cada caso.

***Figura Numero 9.-***

En esta figura numero 9 podemos observar la diferencia de ancho de banda total de nuestras señales OFDM con diferente separación entre portadoras y lo mas evidente de ver a mi parecer es el ancho de banda total, debido a que entre mas separación entre portadoras mas ancho de banda se utiliza, sin embargo, también es importante ver que entre mas separación menos interferencia entre esas portadoras y las subportadoras se distinguen prácticamente sin distorsiones ni nada.

# **PARTE 2. IMPLEMENTACIÓN DIGITAL DE LA SEÑAL OFDM.**

1. En una sola gráfica muestre las magnitudes de s(t) y de sn.

***Figura Numero 10.-***

Podemos observar en esta figura numero 10 la señal S(t) la de Δf = 1600 muestreada con un N = 16 que es el numero con el que se muestreara la señal S(t).

***Figura Numero 11.-***



En esta figura numero 11 podemos ver la señal S(t) la de Δf = 1600 muestreada con un N = 6, 8, 16 y 32 y de primera mano podemos observar como entre mas muestreada este nuestra señal mayor resolución tenemos de ella lo que nos da mas información de nuestra señal original la de N = 32 nos da mas información para recuperar la señal original que la de N = 6