

MODELAMIENTO DEL CANAL

INFORME 1

Laboratorio de Comunicaciones Digitales-GR3

1st Melanny Dávila

Ingeniería en Telecomunicaciones

Facultad de Eléctrica y Electrónica

Quito, Ecuador

melanny.davila@epn.edu.ec

2nd Ronaldo Almachi

Ingeniería en Telecomunicaciones

Facultad de Eléctrica y Electrónica

Quito, Ecuador

ronaldo.almachi@epn.edu.ec

Abstract—En este documento vamos a analizar los resultados obtenidos de la práctica, tal y como puede ser el efecto que tiene el ruido Gaussiano (AWGN) en un canal que usa la modulación M-PSK, usando diagramas de constelaciones que nos facilitan la apreciación de como afecta el ruido a nuestra modulación, adicional vamos a ver de que manera relaciona la SNR con respecto al BER usando una gráfica de escala semilogarítmica, todo esto para el caso propuesto en la práctica de una modulación 16-PSK.

Index Terms—M-PSK, diagrama de constelación, SNR, BER, AWGN

I. INTRODUCCIÓN

La modulación M-PSK, es una técnica de modulación digital en la cual varia la fase de una señal, esta variación puede ser desde la mas simple con 2 fases posibles para el 1L y el 0L según corresponda hasta las mas complejas de usar. En base a esto tenemos la opción de incrementar las posibles fases de salida de la señal hasta M niveles y agruparlos en b grupos que lo podemos determinar con $b = \log_2(M)$. Una de las ventajas de esta modulación es que no interesa si la señal es afectada en amplitud, sin embargo posee errores que tienen ver ruido ya sea correlacionado o no correlacionado que puede afectar la salida de la señal, el ruido mas común y fácil de implementar en la practica ya que es aditivo es el AWGN. Para poder interpretar como el ruido afecta a la diferentes fases de salida de la señal vamos a usar diagramas de constelación. Finalmente otro aspecto importante en esta modulación es la relación señal a ruido (SNR), este parámetro se encuentra presente en todas las modulaciones a parte de proporcional información útil, en este caso es de suma importancia ya que gracias a este valor vamos a poder mejorar el BER.

II. OBJETIVOS

- Analizar el comportamiento de un canal AWGN y sus efectos al transmitir la señal con diferentes técnicas de modulación digital.
- Utilizar MATLAB para analizar los efectos de un canal AWGN en el comportamiento de técnicas de modulación digital M-PSK.

III. PREGUNTAS

A. Analizar las gráficas obtenidas y concluir que sucede cuando se aumenta el valor de SNR.

Las gráficas que se presetan a continuación se obtuvieron en base al script de Matlab mostrado al final de las gráficas, para esto se cambio el valor de la relación señal a ruido.

- $SNR = 10dB$

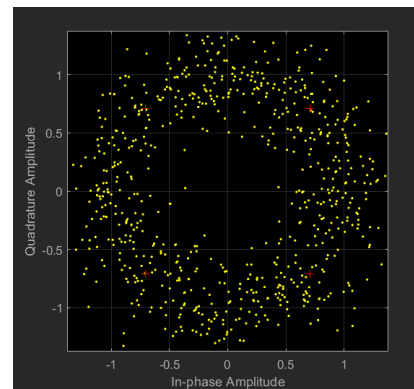


Fig. 1. Diagrama de constelación

- $SNR = 15dB$

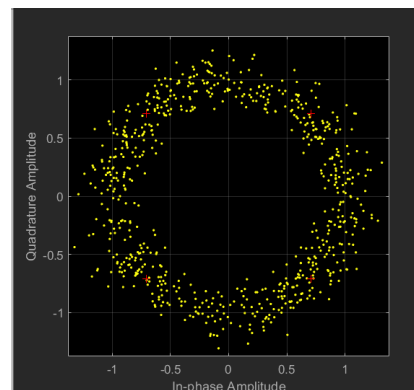


Fig. 2. Diagrama de constelación

- $SNR = 20dB$

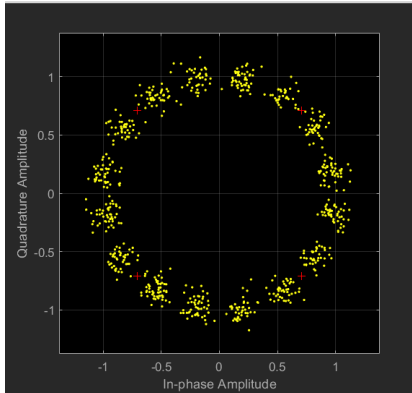


Fig. 3. Diagrama de constelación

- $SNR = 25dB$

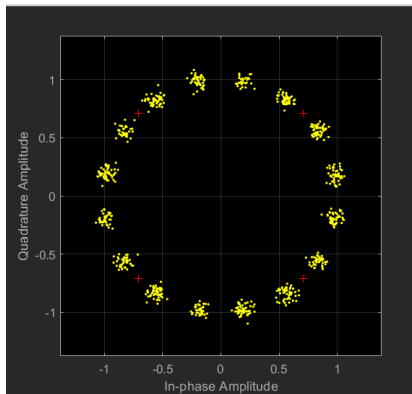


Fig. 4. Diagrama de constelación

- $SNR = 30dB$

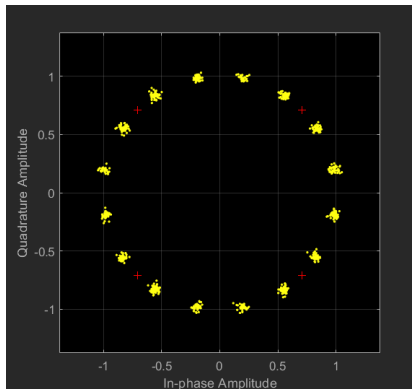


Fig. 5. Diagrama de constelación

```

1 clear all
2 close all
3 clc
4 constDiagram= comm.ConstellationDiagram;
   %creacion del objeto
5 constDiagram1= comm.ConstellationDiagram;
   %creacion del objeto
6 M=16; %Numero de fases
7 K=700; %Numero simbolos a modular
8 b= log2(M); %numero de bits para cada
   simbolo
9 datosIn =randi([0 M-1],K,1); %vector
   aleatorio de K simbolos entre 0 y 15
10 be=0; %numero de bit erraros inicialmente
   es cero
11
12 SeIn=de2bi(datosIn,b); %transformacion
   datos transmitidos a binario
13
14 SeTx = pskmod(datosIn,M,pi/M); %Simbolos
   modulados con 16psk
15
16 constDiagram(SeTx); %Diagrama de
   constelacion ideal
17
18 SeRx = awgn(SeTx,4); %Paso a traves de
   una canal AWGN
19
20 constDiagram1(SeRx); %Diagrama de
   constelacion se al en canal con ruido
21
22 SeDem= pskdemod(SeRx,M); %Se al
   demodulada
23
24 SeOut= de2bi(SeDem,b); %Se al de salida
   , transformacion de la se al
   demodulada en binario
25
26 be=biterr(SeIn,SeOut); %Numero de bit
   errados
27 nb=K*b; %numero total de bits
   transmitidos
28 ber=be/nb %BER

```

Como conclusion, se podría decir que el diagrama de constelación con un SNR de 30dB se asemeja bastante a un diagrama ideal. Debido a que los símbolos se encuentran bastante concentrados es decir la probabilidad de error es mínima. Sin embargo, se debe tener en cuenta que un nivel alto de SNR implica el uso de equipos más robustos para que soporten dicha potencia ya que 30 dB implica que la potencia de la señal es 1000 veces más grande que la potencia del ruido.

B. Presentar los resultados obtenidos en la práctica, los códigos de los programas debidamente comentados, así como Conclusiones y Recomendaciones.

Para obtener el gráfico mostrado en la figura 6, se creó un lazo for con el fin de variar el valor de SNR, el mismo que empezaba en 0 dB y termina en 40 dB a pasos de 1dB. El valor obtenido de BER se lo registra en un vector para graficar cada uno de estos valores con su respectivo valor de SNR.

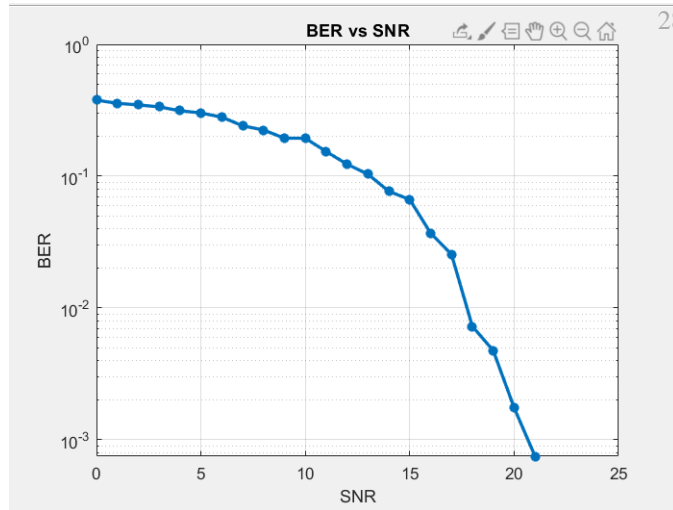


Fig. 6. Gráfica semilogarítmica

```

1 %% clear all
2 close all
3 clc
4 M=16; %Numero de fases
5 K=1000; %Numero simbolos
6 b= log2(M); %numero de bits para cada
   simbolo
7 datosIn =randi([0 M-1],K,1); %vector
   aleatorio de K simbolos entre 0 y 15
8 be=0; %numero de bit erraros inicialmente
   es cero
9
10 SeTx = pskmod(datosIn,M,pi/M); %Bits
   modulados con 16psk
11
12 ber=be/nb %BER
13
14 ber_ob=[]; %creacion del vector de BER
15
16 for snr=0:1:40 %lazo for para variar el
   valor de SNR
17     rxber = awgn(SeTx,snr); %Paso por un
   canal AWNG
18     sigdem = pskdemod(rxber,M,pi/M); %
   Demodulacion de la se al
19     [noe,ber1] = biterr(datosIn,sigdem);
   %obtencion de BER

```

```

ber_ob = [ber_ob ber1]; %asignacion
   valores de BER al vector
end
snr1 = 0:1:40;
semilogy(snr1,ber_ob','*-','linewidth',2)
; %Grafica semilogaritmica
grid on %cuadrícula
title('BER vs SNR') %Titulo
xlabel('SNR') %Nombre del eje x
ylabel('BER') %Nombre del eje y

```

C. Conclusiones

- Ronaldo Almachi:

- 1) A medida que se incrementan los niveles en una modulación M-PSK, se puede tener errores mayores ya que como se vio en diagrama de constelaciones la distancia entre las fases de la señal es menor y por tanto podemos obtener un valor incorrecto, debido a este inconveniente seria recomendable no usar niveles no muy grandes.
- 2) Si bien esta M-PSK es propensa a sufrir errores en la lectura de fase, se puede mejorar este defecto incrementando la SNR, pero la desventaja seria que en muchos casos necesitamos incrementar muchas veces este valor.
- 3) Finalmente el parámetro que da una relación directa respecto a la SNR, es el BER, en decir que a medida que nosotros incrementamos la SNR el BER disminuye, en conclusión tenemos menos errores en nuestra modulación, y como recordaremos seria uno de los objetivos principales al modelar un canal.

- Melanny Dávila:

- 1) Mediante esta práctica de laboratorio se pudo analizar el comportamiento de la modulación 16-PSK mientras el valor de SNR cambiaba, debido a que cuando se tiene un valor alto de SNR la tasa de bits errados disminuirá pero los equipos a utilizar deben ser más robustos, lo que implica mayor gasto de recursos.
- 2) Al tener 16 fases diferentes, la probabilidad de transmitir bits errados es mayor ya que la distancia entre fases no es tan grande, como en BPSK que solamente existen dos fases. Esto generará aún más confusión ya que un canal AWGN afecta a todos los componentes de frecuencia de la señal a transmitir.
- 3) Es claro que a mayor número de fases, como es el caso de 16-PSK, mayor información puede ser transmitida en un mismo ancho de banda pero la sensibilidad frente a ruido o interferencia también es mayor.

D. Recomendaciones

- Ronaldo Almachi:
 - 1) De ser necesario se puede modificar las características de los objetos antes de ser creados, sin embargo esto se lo debe hacer si es necesario.
 - 2) Si se quiere obtener resultados mas cercanos a lo que seria bits, se puede realizar un tratamiento a los datos para obtenerlos, pero si no es muy necesario se puede omitir este paso.
 - 3) Para obtener de manera adecuada la gráfica de SNR vs BER es recomendable usar un bucle de repetición para guardar valores de SNR.
- Melanny Dávila:
 - 1) Es importante conocer los argumentos de cada función disponible en Matlab con el fin de evitar inconvenientes en el desarrollo de la práctica y poder realizar los cambios solicitados por el instructor.
 - 2) Al momento de utilizar la función biterr es de vital importancia comparar las señales correctas, caso contrario esto generará malos resultados los mismos que afectarán a todo el desarrollo de la práctica,
 - 3) Es recomendable comentar cada una de las líneas código debido a que esto nos facilitará a solventar problemas en caso que existan errores de compilación y a su vez el entendimiento del mismo.

REFERENCES

- [1] R. Sotelo y D. Durán, Modulación digital, Memoria Investigaciones en Ingeniería, n.º 6, pp. 42-63, oct. 2008.
- [2] Display constellation diagram for input signals - MATLAB - MathWorks América Latina. <https://la.mathworks.com/help/comm/ref/comm.constellationdiagram-system-object.html#d120e118124> (accedido jun. 13, 2020).
- [3] Number of bit errors and bit error rate (BER) - MATLAB biterr - MathWorks América Latina. <https://la.mathworks.com/help/comm/ref/biterr.html> (accedido jun. 13, 2020).