

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MODULACIÓN MSK Y GMSK

INFORME 2

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 se van a comparar los resultados obtenidos de una modulación MSK y GMSK, para esto se utilizará herramientas como el diagrama de ojo de pez y la gráfica de la densidad espectral de potencia que permite apreciar de manera mas sencilla los diferentes cambios que ocurren al momento de variar el valor de SNR en ambas modulaciones; todo esto con el fin de determinar como influye el filtro gaussiano a la modulación MSK.

Index Terms—MSK,GMSK,SNR,PDS, ISI

I. INTRODUCCIÓN

MSK es una técnica de modulación digital que se basa en FSK continua, pero con la característica única de que su índice de modulación es 0.5, fue usada para comunicaciones modernas, pero ha medida que pasa el tiempo se buscan mejores maneras para realizar técnicas de modulación. En muchos casos se trata de mejorar las técnicas ya conocidas siempre y cuando sea posible, debido a todo esto surge la modulación GMSK que no es mas que una MSK que pasa por un filtro gaussiano con el fin de reducir el ancho de banda donde se encuentra ruido y mejorar la calidad de la modulación, todo esto para frecuencias altas.

El diagrama de ojo de pez surge a partir del análisis de errores en la sincronización de señales, mientras el diagrama de ojo tenga una forma mas simétrica, menor será la probabilidad de errores, en esto también influye el factor conocido como Jitter, el mismo que muestra que tan sincronizada se encuentran los datos.

Por otro lado, la densidad espectral de potencia permite visualizar con más precisión el ancho de una señal y por tanto es una herramienta útil cuando se compara dos señales, ya que se puede visualizar de una manera fácil que modulación distribuye de mejor manera a la señal en función del espectro de frecuencias.

II. OBJETIVOS

- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de las técnicas de modulación digital MSK y GMSK.

- Comparar las modulaciones MSK y GMSK empleando diagramas del ojo.

III. PREGUNTAS

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

MSK

Las gráficas que se presetan a continuación se obtuvieron en base al script de Matlab que se encuentra al final de la figura 5, el mismo que da como resultado el diagrama de ojo de una modulación MSK.

Para realizar un análisis técnico, se cambio el valor de la relación señal a ruido, obteniendo como resultado, las siguientes figuras.

- $SNR = 3dB$

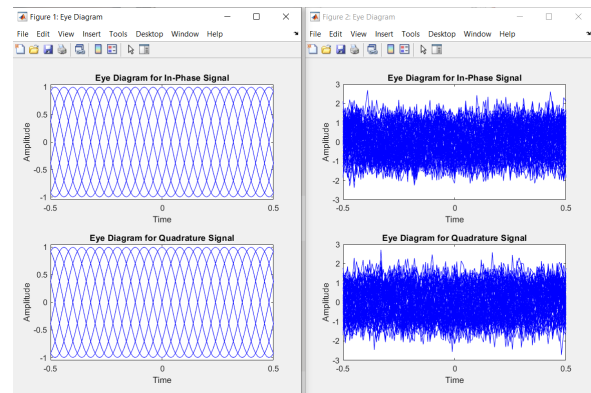


Fig. 1. Diagrama del ojo con $SNR = 3dB$

- $SNR = 10dB$

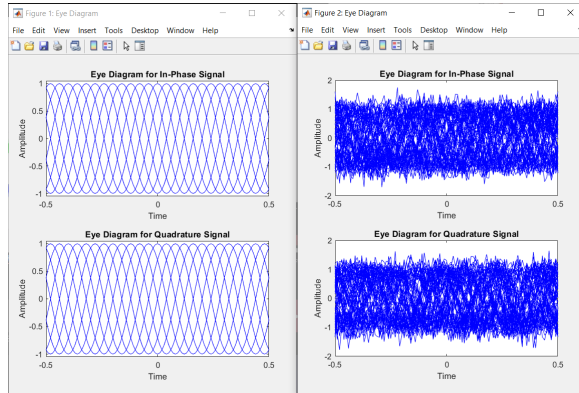


Fig. 2. Diagrama del ojo con $SNR = 10dB$

- $SNR = 40dB$

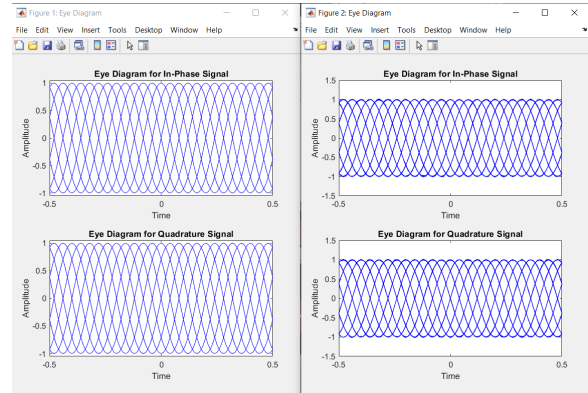


Fig. 5. Diagrama del ojo con $SNR = 40dB$

- $SNR = 20dB$

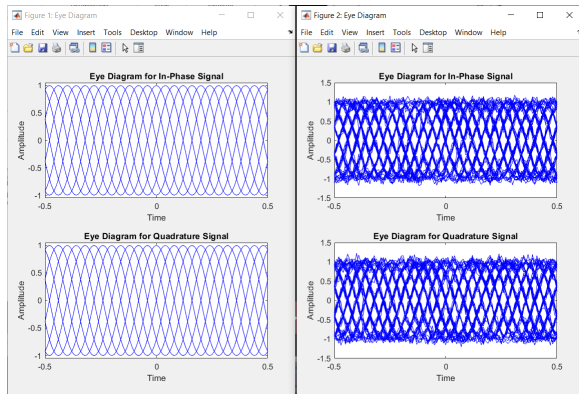


Fig. 3. Diagrama del ojo con $SNR = 20dB$

- $SNR = 30dB$

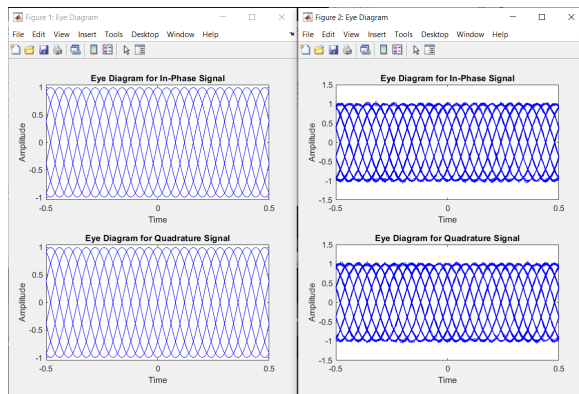


Fig. 4. Diagrama del ojo con $SNR = 30dB$

El siguiente script, realiza dichas gráficas:

```
1 %% MSK
2 clc
3 clear all
4 close all
5 datos=randi([0 1], 1000,1);
6 %vector aleatorio de 1000 datos, entre 1
  y 0
7 msk=comm.MSKModulator('BitInput',true);
8 %creacion del objeto MSKModulator
9 SMSK=msk(datos);
10 %Modulacion de los datos con MSK
11 SAWGN=awgn(SMSK, 40);
12 %Paso de los datos modulados a traves de
  un
13 %canal AWGN, con SNR=15dB
14 eyediagram(SMSK,100);
15 %Diagrama de ojo de los datos modulados
  con GMSK
16 eyediagram(SAWGN,100);
17 %Diagrama de ojo de los datos a traves de
  un canal
18 %AWGN
```

GMSK

Las gráficas que se presentan a continuación se obtuvieron en base al cambio del valor de la relación señal a ruido, mostrando como resultado el diagrama de ojo de una modulación GMSK.

- $SNR = 3dB$

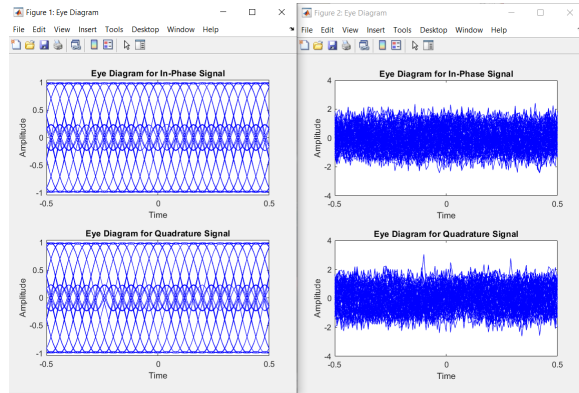


Fig. 6. Diagrama del ojo con $SNR = 3dB$

- $SNR = 30dB$

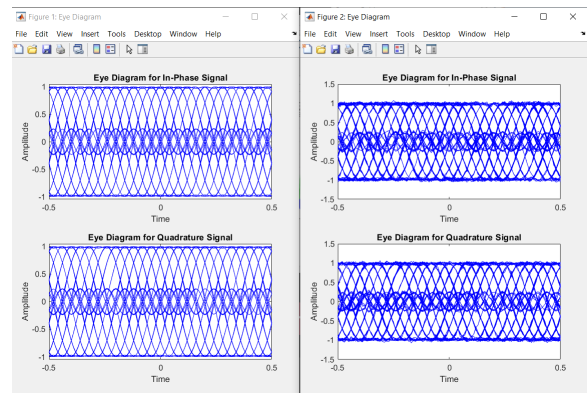


Fig. 9. Diagrama del ojo con $SNR = 30dB$

- $SNR = 10dB$

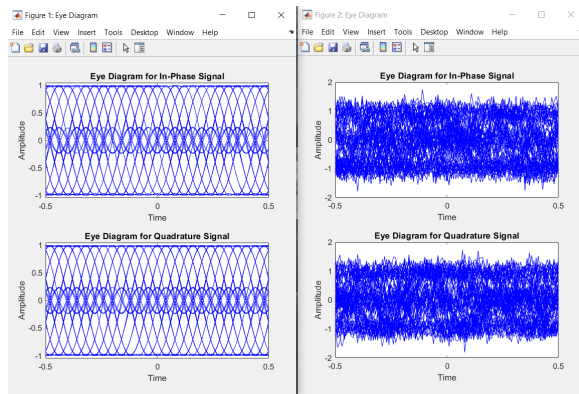


Fig. 7. Diagrama del ojo con $SNR = 10dB$

- $SNR = 40dB$

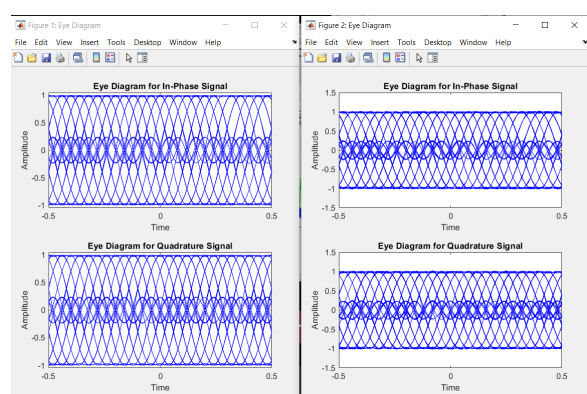


Fig. 10. Diagrama del ojo con $SNR = 40dB$

- $SNR = 20dB$

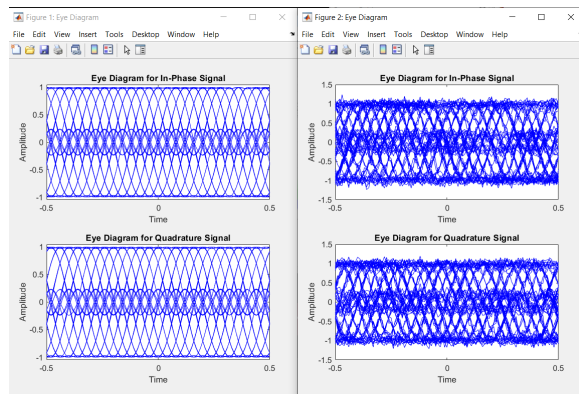


Fig. 8. Diagrama del ojo con $SNR = 20dB$

Código usado para obtener el diagrama de ojo de pez para MSK y GMSK

```
1 %% GMSK
2 clc
3 clear all
4 close all
5 datos=randi([0 1], 1000,1);
6 %vector aleatorio de 1000 datos, entre 1
  y 0
7 gmsk=comm.GMSKModulator('BitInput',true);
8 %creacion del objeto GMSKModulator
9 SGMSK=gmsk(datos);
10 %Modulacion de los datos
11 SAWGN=awgn(SGMSK,40);
12 %Paso de los datos modulados a traves de
  un
13 %canal AWGN, con SNR=15dB
14 eyediagram(SGMSK,100);
15 %Diagrama de ojo de los datos modulados
  con GMSK
16 eyediagram(SAWGN,100);
```

```

17 %Diagrama de ojo de los datos a traves de
    un canal
18 %AWGN

```

Como conclusión general, se podría decir que el diagrama del ojo con un SNR de 40dB se asemeja bastante al diagrama obtenido de la señal modulada antes de ingresar al canal AWGN. Debido a que el valor es bastante alto, el mismo que hace que la probabilidad de error sea 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 40 dB implica que la potencia de la señal es 10000 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.

PDS

En las siguientes figuras, se puede apreciar como varía la densidad espectral de potencia cuando se aumenta el valor de la relación señal a ruido, así como se puede realizar la comparación entre las técnicas de modulación como lo son MSK y GMSK.

- $SNR = 10dB$

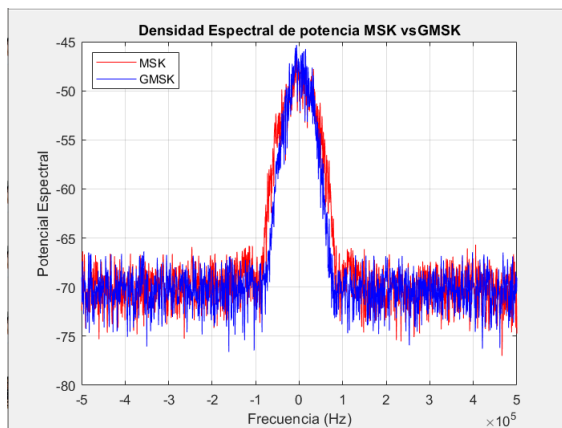


Fig. 11. PDS con $SNR = 10dB$

- $SNR = 20dB$

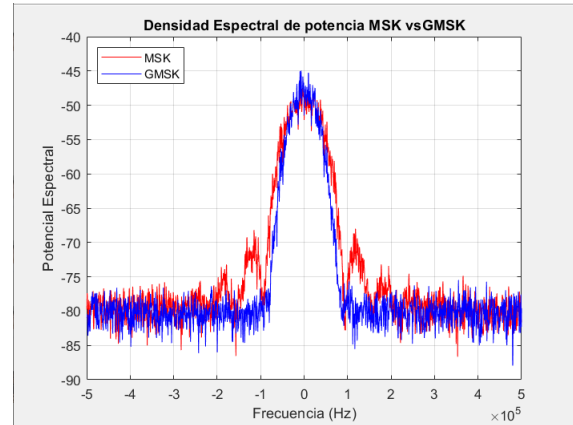


Fig. 12. PDS con $SNR = 20dB$

- $SNR = 30dB$

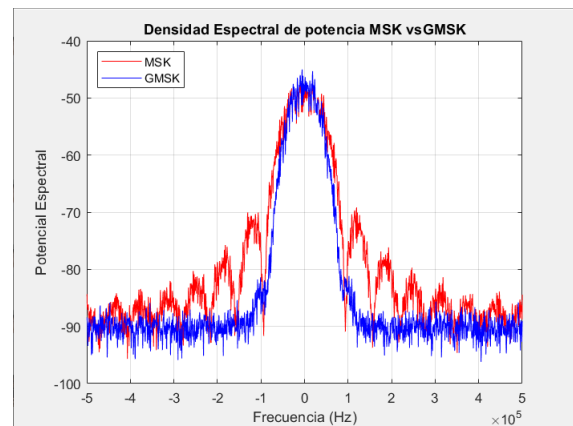


Fig. 13. PDS con $SNR = 30dB$

- $SNR = 40dB$

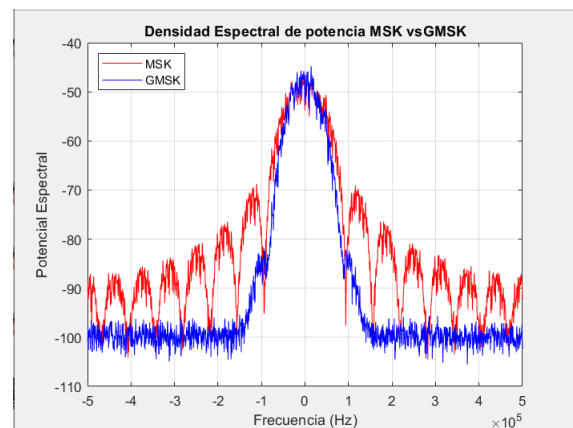


Fig. 14. PDS con $SNR = 40dB$

- $SNR = 50dB$

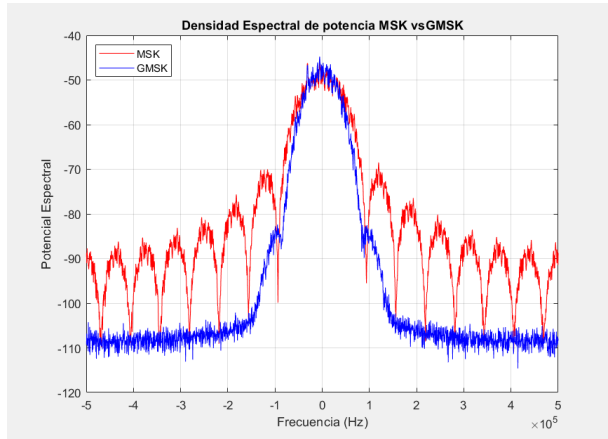


Fig. 15. PDS con $SNR = 50dB$

Tal y como se puede en la gráficas de la modulación MSK a medida que se incrementa que se incrementa la SNR se tiene mucho menos distorsión, sin embargo no es razón suficiente para eliminar el ruido que existe, y por tanto errores se pueden producir, pero en contraste tal y como se puede ver en GMSK el filtro gaussiano cumple la función de eliminar las frecuencias que pueden producir error, partiendo del echo que son las mismas técnicas de modulación; si bien se reduce el ancho de banda, mejora sus características en cuanto a errores se refiere, esto algo que difícilmente se puede notar en la modulación como tal, pero a pesar de que sigue existiendo un ruido en la modulación es mínimo comparado con MSK.

Código usado para obtener la densidad espectral de potencia de MSK y GMSK:

```
1 clc;
2 clear all;
3 close all;
4 fs = 1000000;
5 %frecuencia de muestreo
6 SNR=40;
7 datos = randi([0 1],1000,1);
8 %datos de la se al
9
10 %PDS de MSK
11 modMSK = comm.MSKModulator('BitInput',
    true, 'SamplesPerSymbol', 8);
12 %creacion del objeto MSKModulator
13 txsig = step(modMSK, datos);
14 %Modulacion MSK
15 rxsig = awgn(txsig, SNR, 'measured');
16 %ruido gaussiano
17 [pxx, f] = pwelch(rxsig, [], [], [], fs, '
    centered');
18 %calculo de la PDS
19
20 %PDS de GMSK
```

```
21 modGMSK = comm.GMSKModulator('BitInput',
    true, 'PulseLength', 3, 'SamplesPerSymbol', 8);
22 txsig2 = step(modGMSK, datos);
23 %Modulacion GMSK
24 rxsig2 = awgn(txsig2, SNR, 'measured');
25 %ruido gaussiano
26 [pyy, f] = pwelch(rxsig2, [], [], [], fs, '
    centered');
27 %calculo de la PDS
28
29 figure(1)
30 plot(f, pow2db(pxx), 'r')
31 %transforma a dB
32 hold on;
33 grid on;
34 figure(1)
35 plot(f, pow2db(pyy), 'b')
36 %transforma a dB
37 title('Densidad Espectral de potencia MSK
    vsGMSK');
38 xlabel('Frecuencia (Hz)');
39 ylabel('Potencial Espectral')
40 legend({'MSK', 'GMSK'}, 'Location', '
    northwest')
```

C. Conclusiones

- Ronaldo Almachi:

- 1) A simple vista la modulación MSK y GMSK no presentan ninguna diferencia con respecto a su interpretación gráfica, sin embargo esta se puede apreciar mucho mejor con frecuencias altas para que nos ayuden a evitar un cambio brusco en las frecuencias que están siendo usadas para la modulación.
- 2) El diagrama de ojo de pez se muestra con rasgos mas definidos siempre y cuando se tenga una SNR alta, por el contrario si esta es baja es difícil distinguir el diagrama de ojo pez, lo que significa que la probabilidad de error aumenta, este diagrama es mas simétrico en GMSK que MSK.
- 3) El gráfico de la densidad espectral de potencia nos muestra la diferencia entre el ancho de banda que se deja pasar de MSK y GMSK, como se puede ver en GMSK el ancho de banda es menor pero esto es una ventaja ya que en este caso las frecuencias eliminadas son posiblemente las que tienen ruido, es decir sin la necesidad de aumentar el SNR la probabilidad de error de la modulación disminuye.

- Melanny Dávila:

- 1) Aunque la técnica de modulación GMSK introduce el factor de ISI en la señal, la eficiencia espectral es bastante buena es por esto que GMSK se emplea en la tecnología GSM.

- 2) Esta práctica de laboratorio facilitó el análisis de un canal AWGN y la velocidad de transmisión de los datos; todo esto se lo realizó a través del diagrama del ojo, el mismo que presenta claramente el efecto de Jitter, el cual es un indicador de desviación o retardo.
- 3) En base a la simulaciones realizadas, se puede concluir que el espectro MSK o GMSK se ve menos afectado por el ruido en comparación a otras modulaciones como BPSK. Por lo tanto, esto ayuda a lograr una comunicación muy estable.

D. Recomendaciones

- Ronaldo Almachi:
 - 1) Para realizar la modulación GMSK usar las fórmulas propuestas en clase, pues otros tipos de algoritmo tienen errores
 - 2) En el caso del diagrama de ojo de pez usar en MATLAB un argumento de muestras de 16 ya que con este valor se puede apreciar con mas detalle el diagrama.
 - 3) La densidad espectral de potencia se puede preciar de mejor manera con la menos 1000 muestras, ya que si se lo hace con la señal dada es posible que no pueda diferenciar mucho entre los ancho de banda de MSK y GMSK.
- Melanny Dávila:
 - 1) Antes de realizar la práctica de laboratorio se debe poseer el conocimiento de los principales factores que se van a analizar en las simulaciones; como lo son SNR, E_b/N_o , Jitter y PDS, con el fin de poder llegar a conclusiones mucho más específicas.
 - 2) Se debe comentar cada una de las líneas que conforman los scripts ya que esto será de gran ayuda al momento de realizar los cambios solicitados por el instructor de laboratorio.
 - 3) Es importante conocer que argumentos son necesarios para el uso de las funciones de Matlab, con el fin de evitar inconvenientes en el desarrollo de los scripts.

REFERENCES

- [1] K. Iwashita y T. Matsumoto, "Modulation and detection characteristics of optical continuous phase FSK transmission system", *Journal of Lightwave Technology*, vol. 5, n.º 4, pp. 452-460, abr. 1987, doi: 10.1109/JLT.1987.1075546.