

Maestría en Ingeniería Eléctrica especialización Telecomunicaciones

Comunicaciones Digitales

**Tarea #3**

***Luis Emilio Tonix Gleason***

***Fernando Alberto Madera Torres***

*13/04/2022*

***Dr. Ramon Michel Parra***

Tabla de contenido

[Ejercicio 1 3](#_Toc100786191)

[Señal modulada ASK 3](#_Toc100786192)

[Demodulacion ASK por envolvente 5](#_Toc100786193)

[Ejercicio 2 10](#_Toc100786194)

[Señal modulada BPSK 10](#_Toc100786195)

[Filtro formador de Coseno Elevado 11](#_Toc100786196)

[Demodulacion BPSK 13](#_Toc100786197)

[Ejercicio 3 15](#_Toc100786198)

[Señal modulada 4QAM 15](#_Toc100786199)

[Filtro formador Coseno Elevado 16](#_Toc100786200)

[Demodulacion Coherente 4QAM 17](#_Toc100786201)

[Ejercicio 4 19](#_Toc100786202)

[Ejercicio 5 19](#_Toc100786203)

# Ejercicio 1

Realice una simulación de una señal modulada en ASK con filtro formador cuadrado. Usted especifique los valores de la frecuencia de los bits y la frecuencia portadora; considere una desmodulación por envolvente (pase la señal por un circuito recortador seguido de un filtro pasa bajas), grafique la señal demodulada.

## Señal modulada ASK

La señal por desplazamiento de amplitud tambien es conocida por cierre y apertura, consiste en activar y desacivar una señal portadora senoidal con una señal binaria unipolar.

Es una modulacion binaria unipolar en una DSB-SC.

La señal ASK esta dada por S(t)



% The number of bits to send - Frame Length

N = 15;

time0 = 0:1:1514;

% Sampling rate - This will define the resoultion

fs = 100;

% Generate a random bit stream

bit\_stream = round(rand(1,N));

% Enter the two Amplitudes

% Amplitude for 0 bit

A1 = 0;

% Amplitude for 1 bit Ac in the diagram is the A2 in the code

A2 = 5; % esta es la amplitud total, por lo cual sera de -2.5v a 2.5v

% Frequency of Modulating Signal

f = 1;

% Time for one bit

% Cual es el tiempo de Signo 0.01 seg

t = 0: 1/fs : 1;

% This time variable is just for plot

time = [];

ASK\_signal = [];

Digital\_signal = [];

% Frecuency of Carry Signal es 100 Hz

carry\_signal = cos(2\*pi\*f\*t);

% Ciclo para rellenar la señal ASK acorde al tamaño del bit stream

for ii = 1: 1: length(bit\_stream)

% The ASK Signal

ASK\_signal = [ASK\_signal (bit\_stream(ii)==0)\*A1/2\*carry\_signal+...

(bit\_stream(ii)==1)\*A2/2\*carry\_signal];

% The Original Digital Signal

Digital\_signal = [Digital\_signal (bit\_stream(ii)==0)\*...

zeros(1,length(t)) + (bit\_stream(ii)==1)\*ones(1,length(t))];

time = [time t];

t = t + 1;

end

%sorry for the incoveniente but time was define in the for loop

%freq axix

time\_res = 100/(length(time)-1);

% Plot the m(t) Digital Signal

plot(time,Digital\_signal);

xlabel('Time (bit period)');

ylabel('Amplitude');

title('m(t) Digital Signal');

axis([0 time(end) -0.5 1.5]);

grid on;

Gráfico, Gráfico de cajas y bigotes

Descripción generada automáticamente

%FALTA LA VENTANA DE INTERFERENCUA SIMBOLICA

La señal ASK tendra un rango de valores de -2.5V a 2.5V

% Plot the ASK Signal

plot(time,ASK\_signal);

xlabel('Time (bit period)');

ylabel('Amplitude');

title('s(t) ASK Signal Out');

axis([0 time(end) -3 3]);

grid on;

hold off;

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

## Demodulacion ASK por envolvente

% Sacar el Valor Absoluto de l señal modulada

ask\_signal\_in = abs (ASK\_signal);

plot(time,ask\_signal\_in);

title('s(t) ASK bit stream');

Gráfico, Gráfico de barras, Histograma

Descripción generada automáticamente

% convertir a frecuencia

freq0 = -fs/2:time\_res:fs/2;

ask\_signal\_freq = real(ttof(ask\_signal\_in));

plot(freq0,ask\_signal\_freq);

title('s(t) Recover ASK ');

% Tiempos en espectro señal ASK recuperada

xlim([-fs/2 fs/2])

ylim([-100 1600])

Gráfico

Descripción generada automáticamente

% para recortar la señal y solo agarrar DBLSC

time\_filter = 0:1:300;

time\_recover\_signal = 0:1:1814;

% ask\_rescaled = rescale(ask\_signal\_freq,-10,1);

% plot(freq0,ask\_signal\_freq);

% title('s(t) Recover ASK rescaled ');

% DEFINICION CIRCUITO RECORTADOR KAISER

%frec = -15:1/50:15;

frec = -fs/2:time\_res:fs/2;

lenf = length(frec);

x = zeros(1,lenf);

x(201:1301) = 1;

plot(frec,x);

title('Ventana Recortadora ');

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

% FILTRO KAISER CONVOLUCION

y = real(ftot(x));

x2=zeros(1,lenf);

x2=y;

ventanakaiser = zeros(1,lenf);

%ventanakaiser (301:400) = kaiser(100,8.85); %ventana kaiser 100 coeficioentes

ventanakaiser (401:800) = kaiser(400,1); %ventana kaiser 100 coeficioentes

filtrokaiser = x2.\*ventanakaiser;

plot(frec,real(ttof(filtrokaiser)),'c');

title('Filtro Kaiser ');

Gráfico

Descripción generada automáticamente

% convolucion con Filtro

ask\_signal\_filtered = filtrokaiser .\* ask\_signal\_freq;

plot(frec,ask\_signal\_filtered,'r');

title('ASK Recortada con KAISER ');

Gráfico, Forma

Descripción generada automáticamente con confianza media

ask\_rescaled = find(ask\_signal\_filtered ~= 0);

time\_X = -200:1:199;

plot(frec,ask\_signal\_filtered,'b');

title('ASK Recortada ');

xlim([-1 1])

xticks([-pi -pi\*3/4 -pi/2 -pi/4 0 pi/4 pi/2 pi\*3/4 pi])

xticklabels({'-10','10'})

xlabel('Freq')

Gráfico

Descripción generada automáticamente

# Ejercicio 2

Dada una señal modulada en BPSK a 1 símbolo por segundo con filtro cuadrado, multiplíquela por una portadora de 25Hz para tener una señal modulada de amplitud.

a. Realice el mismo procedimiento considerando un filtro formador de Coseno elevado con facto de banda de exceso=.5.

b. Hacer demodulación coherente por multiplicación y filtrado.

c. Hacer demodulación coherente considerando que la portadora tiene:

i. un corrimiento de fase de pi/4, pi/2, 3pi/4 y pi

ii. Una desviación en frecuencia de .1Hz. Comente sus observaciones.

## Señal modulada BPSK

transmision por desplazamiento de fase binaria, consiste endesplazar la fase de una portadora senoidal de 0 a 180° con una señal binaria unipolar, es una señalizacion PM con una forma de onda digital.

es una Señal DSB-SC con una forma de onda digital polar.

La señal BPSK esta dada por S(t)



% The number of bits to send - Frame Length

N = 10;

time0 = 1:1:1000;

% Sampling rate - This will define the resoultion

fs = 90;

% Generate a random bit stream

bit\_stream = round(rand(1,N));

bpsk\_signal = BPSK(bit\_stream,2);

Gráfico, Gráfico de cajas y bigotes

Descripción generada automáticamente

Gráfico

Descripción generada automáticamente

figure()

plot(time0, bpsk\_signal);

title(['BPSK Signal']);

Gráfico, Gráfico de barras, Histograma

Descripción generada automáticamente

## Filtro formador de Coseno Elevado

% para recortar la señal y solo agarrar DBLSC

time\_filter = 0:1:500;

time\_filter\_2 = 0:1:300;

filtro\_rsine = rcosine(1,50);

Warning: rcosine will be removed in a future release. Use rcosdesign instead.

Warning: rcosfir will be removed in a future release. Use rcosdesign instead.

%VENTANA FILTRO

plot(time\_filter\_2, filtro\_rsine);

title('Ventana Filtro Cos^2');

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

% CONVOLUTION WITH THE WINDOW

time\_recover\_signal = 1:1:1300;

res = conv(bpsk\_signal,filtro\_rsine);

plot(time\_recover\_signal, res);

title('Señal Convolucionada con Filtro Cos^2');

Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma

Descripción generada automáticamente

% graficado en frecuencia

freq = -649 : 1 : 650;

bpsk\_recover\_sig = abs(real(ttof(res)));

plot(freq, bpsk\_recover\_sig);

title('Espectro BPSK');

Gráfico

Descripción generada automáticamente

% freq to time

bpsk\_signal\_time = abs(real(ftot(bpsk\_recover\_sig)));

plot(freq, bpsk\_signal\_time);

title('BPSK en tiempo');

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

## Demodulacion BPSK

time\_recover\_signal\_0 = -649:1:650;

stem(time\_recover\_signal\_0, abs(real(ttof(bpsk\_signal\_time))));

title('Señal BPSK recuperada');

Gráfico

Descripción generada automáticamente

# Ejercicio 3

Genere una señal 4QAM con filtros formadores de coseno elevado con las condiciones señaladas en la pregunta 2 (Usted elija la constelación que prefiera, pero justifique su elección). Envíe al menos 100 símbolos.

a. Presente el diagrama esquemático del modulador y del demodulador.

b. Presente las formas de onda obtenidas en puntos relevantes del sistema descrito.

c. Realice demodulación coherente y después del muestreo y normalización de los símbolos recibidos (muestreados a los instantes óptimos), grafique el diagrama de constelación de la señal recibida (todos los puntos sobrepuestos mediante scatterplot.m) y compárela con la constelación de la señal transmitida (multiplique la señal en cuadratura por j y súmela a la señal en fase antes de usar scatterplot.m).

## Señal modulada 4QAM

%% Manejo de Bits (Q & I)

figure(1)

S = 100;

BpS = 2;

Bits = 2\*(round(rand(1, BpS\*S)) - 0.5);

stem(Bits)

title('Bits');

I = zeros(1, S);

Q = zeros(1, S);

j = 1;

for i = 1 : S\*BpS

if(mod(i,2))

I(j) = Bits(i);

else

Q(j) = Bits(i);

j = j + 1;

end

end

f = 10;

tc = -5 : 1/(2\*f) : 5;

Idis = zeros(1, length(tc));

Qdis = zeros(1, length(tc));

cero = find(tc == 0);

Idis(cero - 10\*f + 1 : 2 : cero + 10\*f - 1) = I;

Qdis(cero - 10\*f + 1 : 2 : cero + 10\*f - 1) = Q;

stem(tc, Idis)

title('I');

stem(tc, Qdis)

title('Q');

Gráfico

Descripción generada automáticamente

## Filtro formador Coseno Elevado

% 1 simbolo por segundo

% Multiplicacion señal modulada amplitud

% portadora 25 Hz

%% Filtro Formador

figure(2)

filfor = rcosine(1,5);

Warning: rcosine will be removed in a future release. Use rcosdesign instead.

Warning: rcosfir will be removed in a future release. Use rcosdesign instead.

plot(filfor);

title('Filtro Formador');

Ifilfor = conv(I, filfor);

Qfilfor = conv(Q, filfor);

plot(Ifilfor);

title('I \* Filtro Formador');

plot(Qfilfor);

title('Q \* Filtro Formador');

Gráfico

Descripción generada automáticamente

%% Modulación

figure(3)

tr = (length(Qfilfor)/2)/f;

t = -tr : 1/f : tr - 1/f;

A = 1;

portI = A\*cos(2\*pi\*f\*t);

portQ = A\*-cos(2\*pi\*f\*t);

Imod = Ifilfor.\*portI;

Qmod = Qfilfor.\*portQ;

plot(t, Imod);

title('Portadora X I\*F');

plot(t, Qmod);

title('Portadora X Q\*F');

mod4QAM = Imod + Qmod;

plot(t, mod4QAM);

title('4QAM');

## Demodulacion Coherente 4QAM

% multiplicacion y filtrado

% corrimiento de pase portadora pi/4, pi/2, 3pi/4 y pi

% desviacion frecuencia .1Hz

% observaciones

%% Demodulación

filpb = zeros(1, length(mod4QAM));

filpb(find(filpb <= f) : find(filpb >= -f)) = 1;

Ires = mod4QAM.\*portI;

Qres = mod4QAM.\*portQ;

Iresf = ifftshift(Ires);

Iresf = fft(Iresf);

Iresf = fftshift(Iresf);

Ifilpbf = Iresf.\*filpb;

Ifilpb = ifftshift(Ifilpbf);

Ifilpb = fft(Ifilpb);

Ifilpb = fftshift(Ifilpb);

Qresf = ifftshift(Qres);

Qresf = fft(Qresf);

Qresf = fftshift(Qresf);

Qfilpbf = Qresf.\*filpb;

Qfilpb = ifftshift(Qfilpbf);

Qfilpb = fft(Qfilpb);

Qfilpb = fftshift(Qfilpb);

# Ejercicio 4

Considere para la señal QAM generada en la pregunta anterior e introduzca:

a. Corrimientos de fase (error de sincronización de fase de portadora) de 0, 45, 90, 135 y 180 grados.

b. Corrimientos de frecuencia de portadora de .01Hz, .1Hz, 1Hz.

c. Para cada uno de los casos anteriores grafique el diagrama de constelación de la señal recibida (todos los puntos sobrepuestos) y compárela con la constelación de la señal transmitida.

# Ejercicio 5

Considere para la señal QAM generada en la pregunta 3 y repítala agregando ruido con al menos dos diferentes relaciones señal a ruido (SNR) dentro de 0<SNR<10dB. Grafique las formas de onda obtenida y comente los resultados.