



ITESO
Universidad Jesuita
de Guadalajara

Sistemas de Comunicaciones Digitales

Práctica 2

Luis Fernando Rodriguez Gutierrez

ie705694

Omar Humberto Longoria Gándara

29/04/2020

Objetivo

El objetivo general de esta práctica se divide en 3 objetivos específicos:

- Fase I

El objetivo de esta práctica es evaluar el canal de comunicación entre dos computadoras, para identificar las bandas de frecuencia donde es posible transmitir sin distorsión. Para evaluar la calidad del canal utilizaremos los diagramas de ojo. Esta práctica es para realizarse en equipos de dos personas.

- Fase II

El objetivo de esta práctica es evaluar el canal de comunicación entre dos computadoras, para identificar las bandas de frecuencia donde es posible transmitir sin distorsión. Para evaluar la calidad del canal utilizaremos los diagramas de ojo. Esta práctica es para realizarse en equipos de dos personas.

- Fase III

Planteamiento del problema

El problema se divide en 3 etapas

- Fase I

La primera parte de la práctica consiste en encontrar la respuesta en frecuencia del canal de comunicación, formado por una tarjeta de sonido para transmitir, un cable, y otra tarjeta de sonido para recibir.

- Fase II

En esta parte de la práctica realizaremos transmisión en banda base. Usaremos los diagramas de ojo para evaluar el funcionamiento del sistema. Recuerde utilizar los niveles de volumen y sensibilidad encontrados en la Parte I.

- Fase III

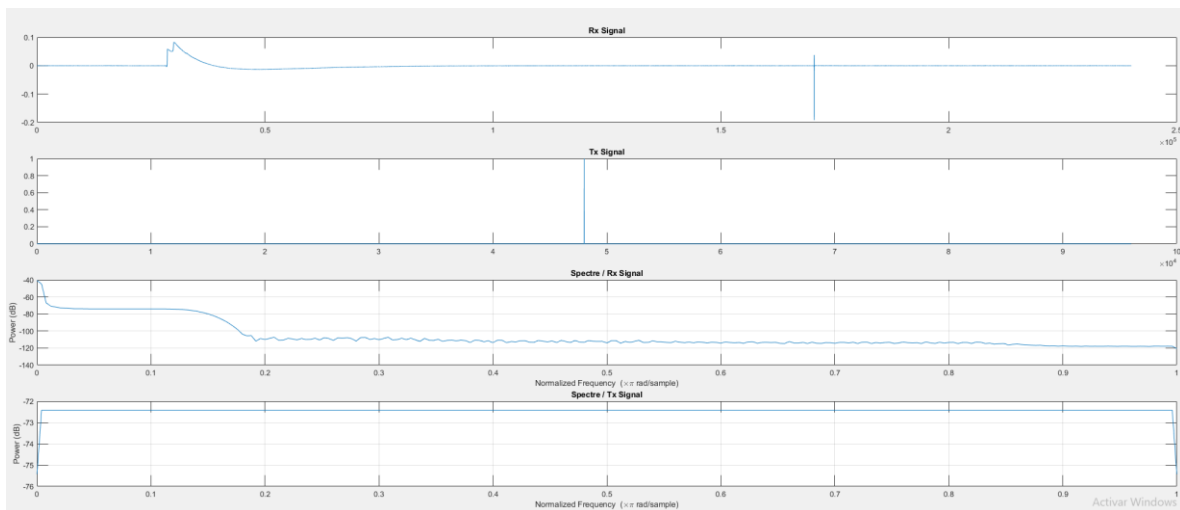
En esta parte de la práctica vamos a transmitir en pasabanda, utilizando modulación en amplitud.

Desarrollo Fase I

- Se conecto un dispositivo de audio a otro dispositivo, de manera que uno fuera el receptor y otro el transmisor.
- Se enviaron múltiples señales en las cuales se recibieron y se analizaron tanto en el dominio del tiempo como en la frecuencia.

Identificar el canal, es decir, obtener su respuesta en frecuencia. Vamos a emplear tres técnicas diferentes.

a) Impulso



En la teoría, deberíamos de visualizar como respuesta en la frecuencia un cuadrado perfecto, a lo que se puede visualizar en la grafica que se muestra. En la señal teórica transmitida si se puede visualizar dicho cuadrado, sin embargo, ya en la recibida se puede notar una distorsión.

CODE;

```
%% impulse
imp = [zeros(1, Fs) 1 zeros(1, Fs)];

stem(imp);

%soundsc(imp);

%% reception of data

dataObj = getaudiodata(recorderObj);

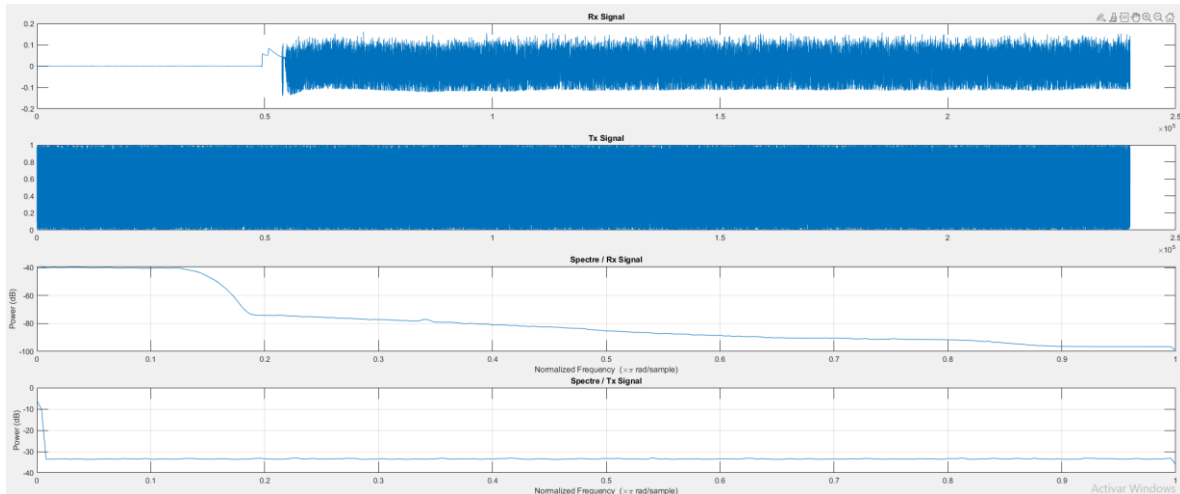
%% reception of impulse signal
subplot(4,1,1); plot(dataObj); title('Rx Signal');

subplot(4,1,2); plot(imp); title ('Tx Signal');
```

```
subplot(4,1,3); pwelch(dataObj,500,300,500,'power'); title('Spectre / Rx Signal');

subplot(4,1,4); pwelch(imp,500,300,500,'power'); title('Spectre / Tx Signal');
```

b) Ruido



En cuanto a esta señal no hay mucho que analizar, sin embargo. En la teoría, tenemos que un ruido gaussiano es aquel que se encuentra en todas las frecuencias. De manera que en la realidad eso no es posible, dado que lo que hacemos aquí es generar números aleatorios y reproducirlos.

CODE;

```
%% noise
noise = rand(1,5*Fs);

plot(noise);

%soundsc(noise);

%% reception of data

dataObj = getaudiodata(recorderObj);

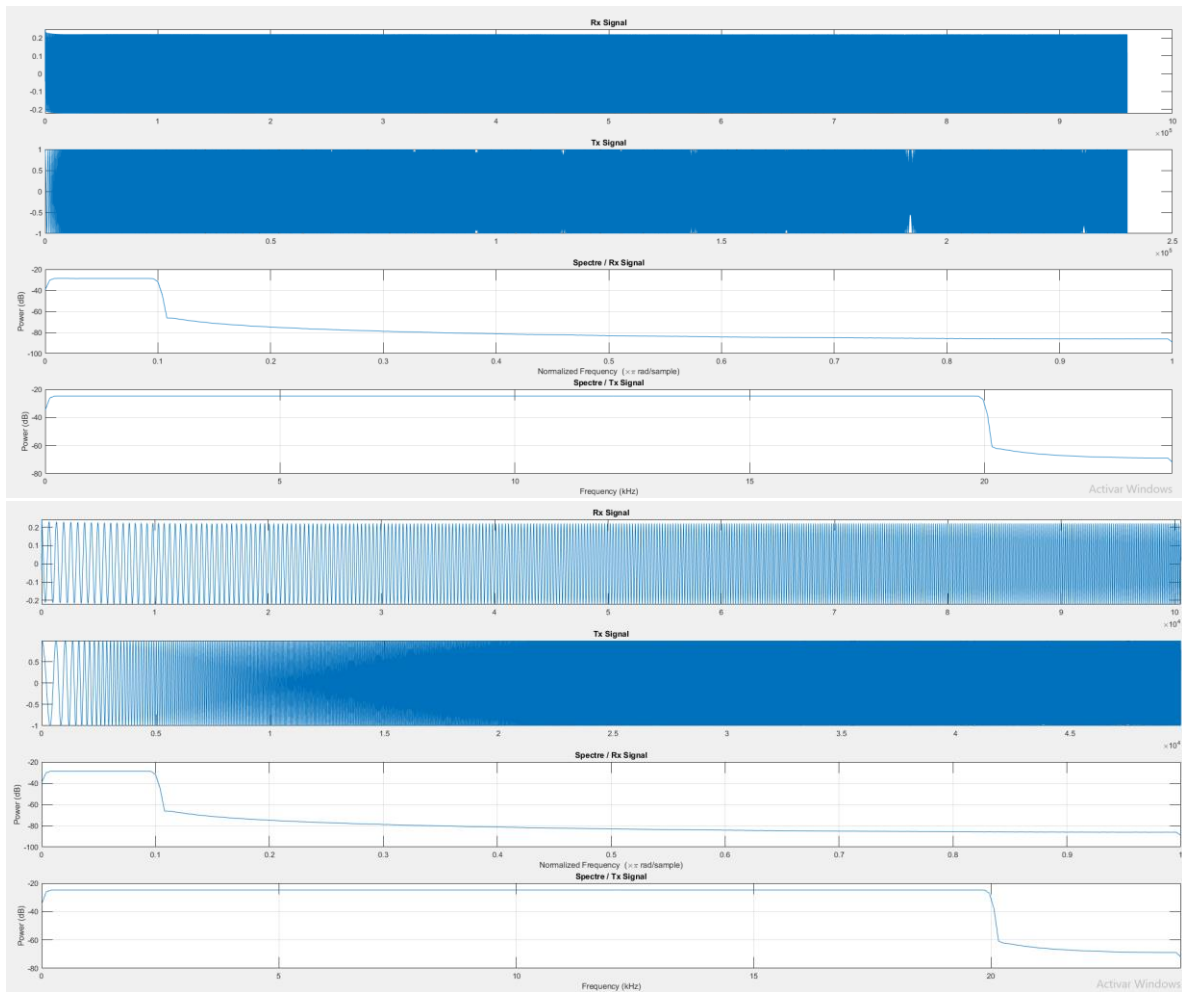
%% reception of gaussian noise signal
subplot(4,1,1); plot(dataObj); title('Rx Signal');

subplot(4,1,2); plot(noise); title ('Tx Signal');

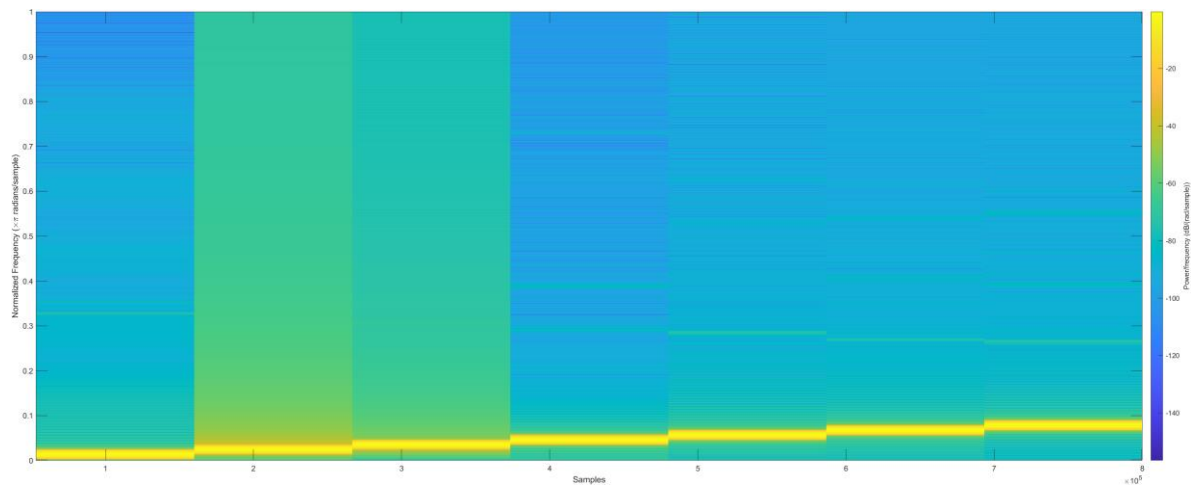
subplot(4,1,3); pwelch(dataObj,500,300,500,'power'); title('Spectre / Rx Signal');

subplot(4,1,4); pwelch(noise,500,300,500,'power'); title('Spectre / Tx Signal');
```

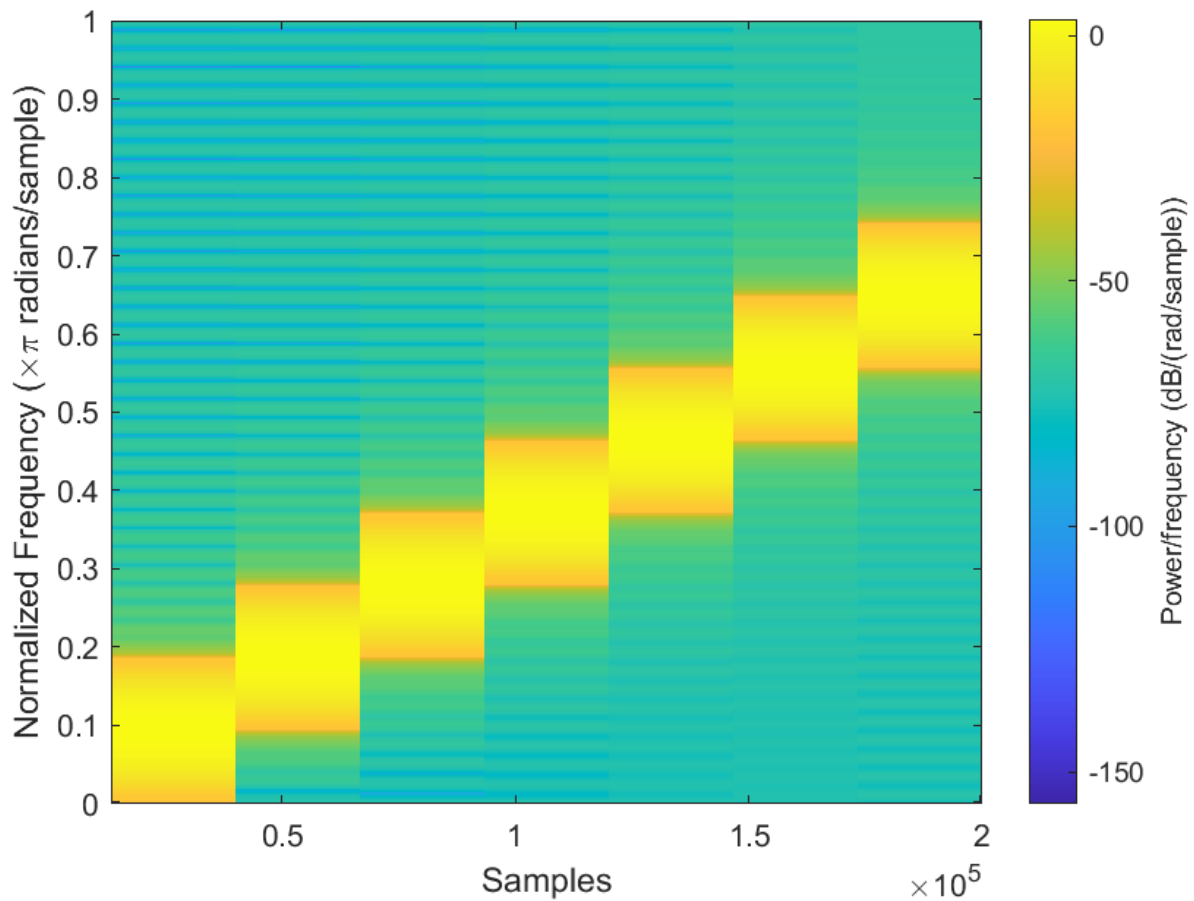
c) Chirp



Chirp Rx



Chirp Tx



CODE;

```
%% chirp
start_t = 0;
end_t = 5;
t = start_t : 1/Fs : end_t;

fo = 50;
f1 = 20e3;
chirp_data = chirp(t,fo,end_t,f1,'linear');
figure;
pwelch(chirp_data,500,300,500,'one-side','power',Fs);

%% reception of data

dataObj = getaudiodata(recorderObj);

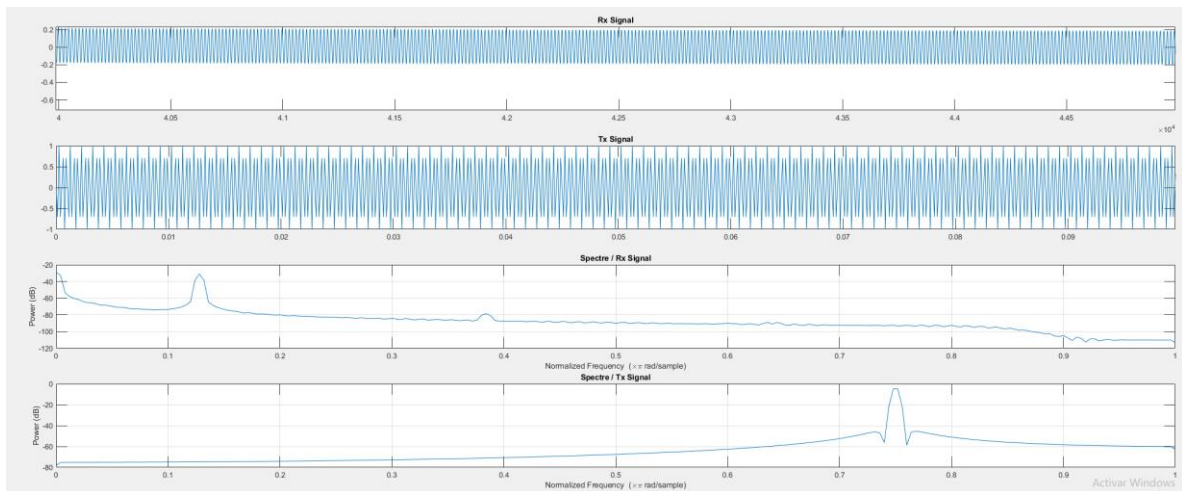
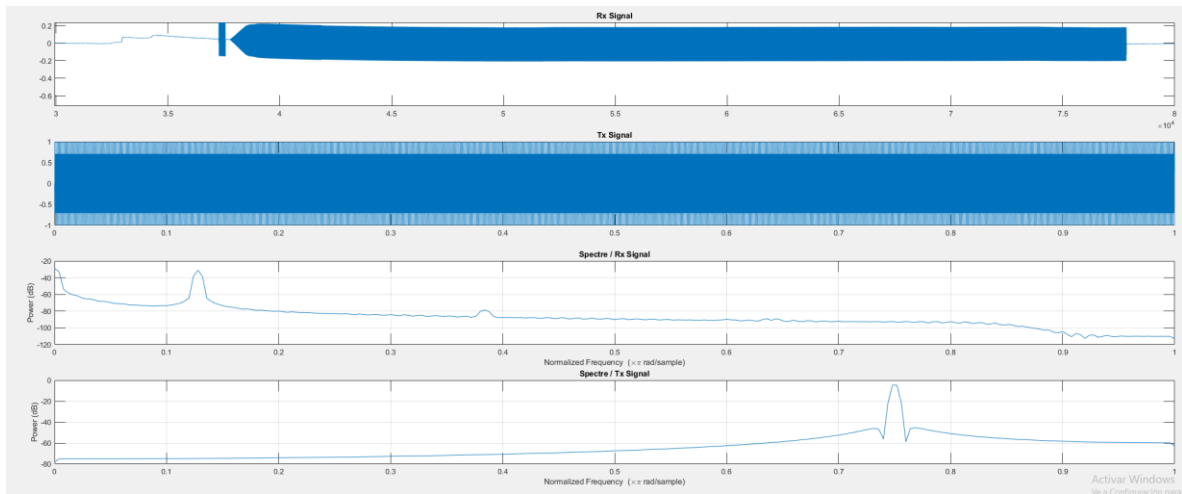
%% reception of chirp signal
subplot(4,1,1); plot(dataObj); title('Rx Signal');

subplot(4,1,2); plot(chirp_data); title ('Tx Signal');
```

```
subplot(4,1,3); pwelch(dataObj,500,300,500,'power'); title('Spectre / Rx Signal');

subplot(4,1,4); pwelch(chirp_data,500,300,500,'one-side','power',Fs);
title('Spectre / Tx Signal');
```

d) Senoidal



CODE;

```
% sine
amp = 1.0;
phase = 0;
Fs_sin = 5e3;
Ts_sin = 1/(8e3);
dt = Ts_sin;

t_s = 1.0; %time in seconds

t_sin = (0 : dt : t_s - dt)';
```

```

sine = amp*sin(2*pi*Fs_sin*t_sin + phase);

figure(1); plot(t_sin,sine); xlabel ('t (segundos)'); title ('Señal');
grid on;

%soundsc(sine);

%% reception of data

dataObj = getaudiodata(recorderObj);

%% reception of sine signal
subplot(4,1,1); plot(dataObj); title('Rx Signal');

subplot(4,1,2); plot(t_sin,sine); title ('Tx Signal');

subplot(4,1,3); pwelch(dataObj,500,300,500,'power'); title('Spectre / Rx
Signal');

subplot(4,1,4); pwelch(sine,500,300,500,'power'); title('Spectre / Tx
Signal');

```

Desarrollo Fase II

- Obtenga el vector de bits a partir de la imagen de Lena recortada o la señal de audio de la Práctica 1. A estos bits los llamaremos payload_bits

```

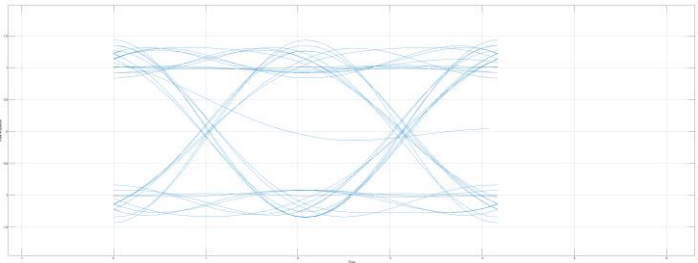
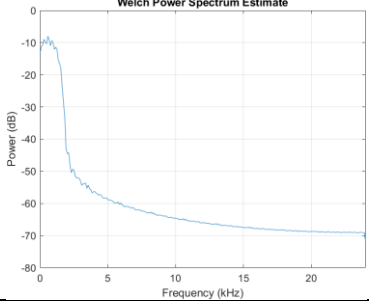
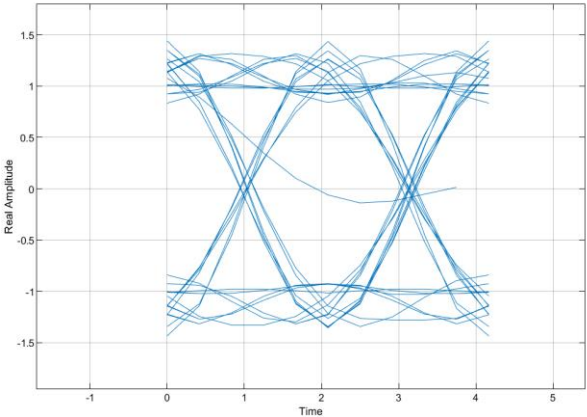
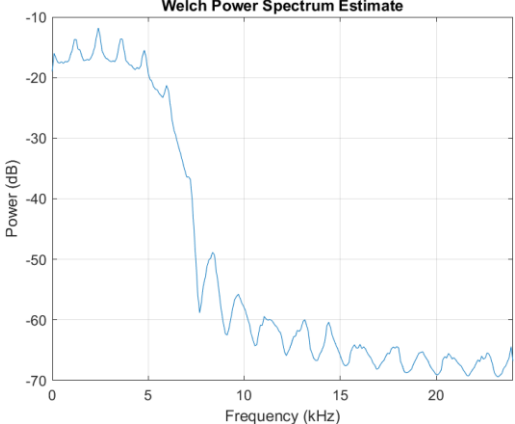
preamble_bits = [1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
1 0 1 1]';
load lena512.mat
img = uint8(lena512);
img = img(248:247+33,245:244+45,1); % Lena eye 33x45 pixels

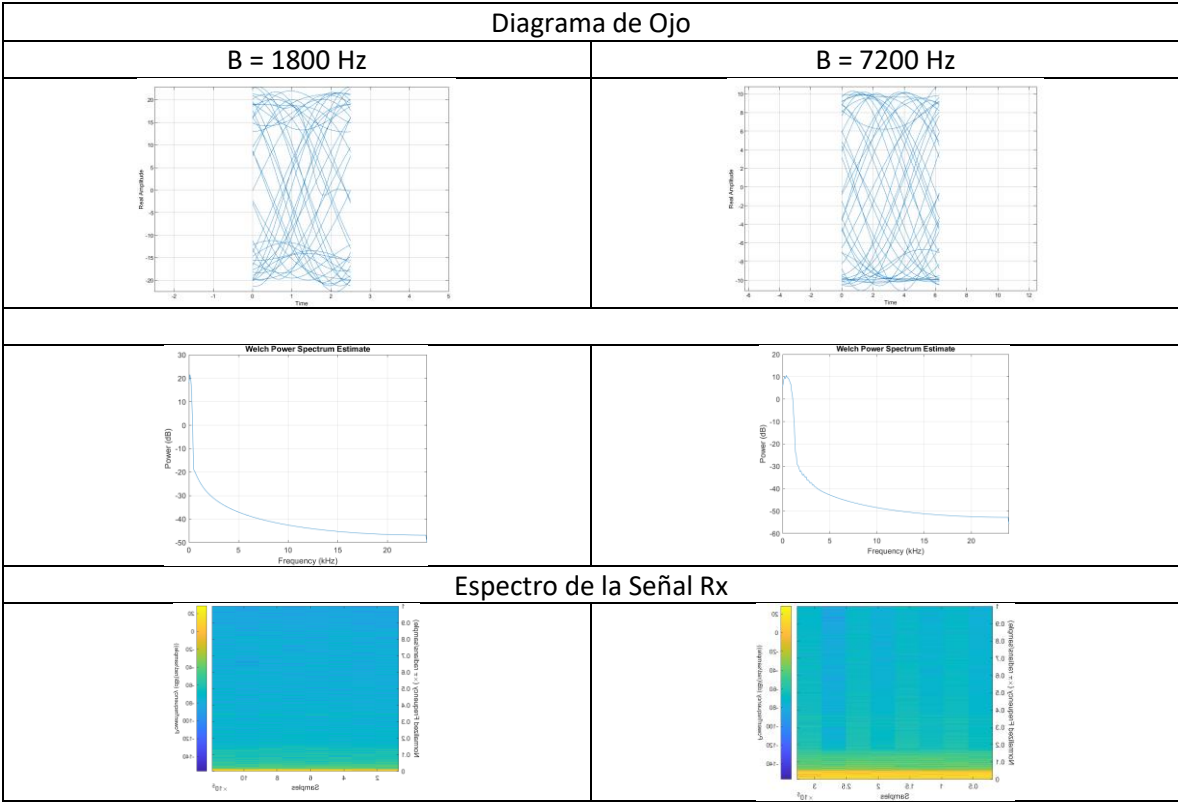
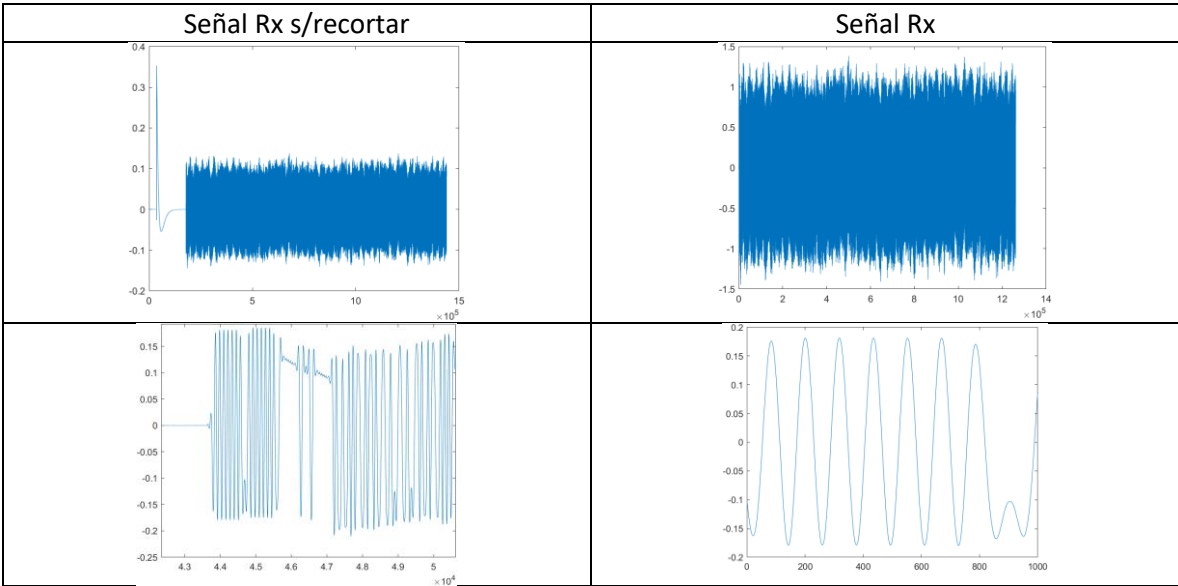
%imshow(img);

size_img = de2bi(size(img),16,'left-msb');
header_bits= [size_img(1,:) size_img(2,:)]';

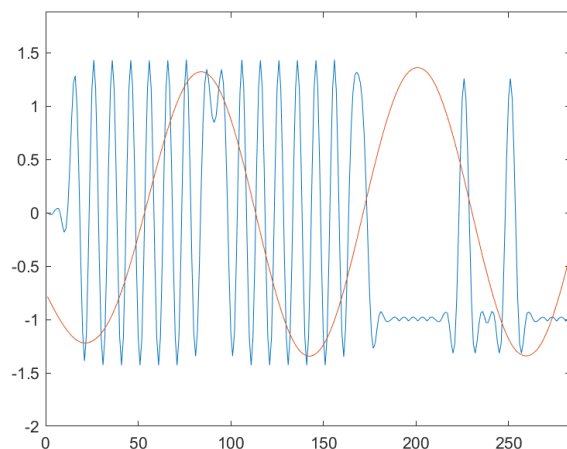
payload_bits = de2bi(img,8,'left-msb'); %usar esta de preferencia
payload_bits = payload_bits';
payload_bits = payload_bits(:);
bits2Tx = [preamble_bits; header_bits; payload_bits];

```

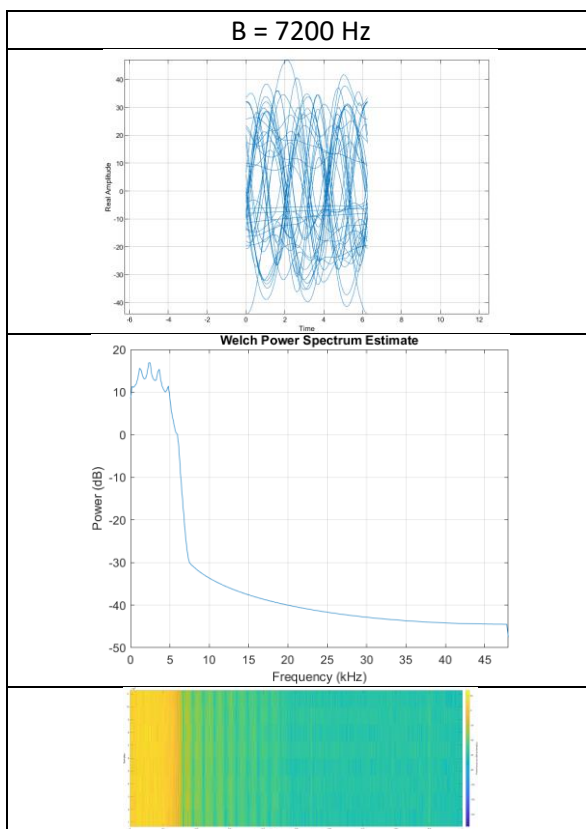

B = 1800 Hz	Diagrama de Ojo
	
	Power Spectrum
	
B = 7200 Hz	Diagrama de Ojo
	
	Power Spectrum
	



Uno de los mayores problemas que me encontré en esta práctica, y en los cuales por lo mismo se me complicó en gran medida recuperar la señal era por el siguiente que se mostrara en la siguiente imagen.



Después de múltiples intentos, me percate que el problema como tal era el transmisor, por lo que se optó por guardar la señal a transmitir en un archivo .wav para esta usarla en la computadora receptora. De manera en que una vez hechas modificaciones pertinentes se obtuvieron los siguientes resultados.



De misma manera se corrigió el código para recuperar la lena. De manera en este caso ya se podía censar la información de manera más adecuada en ciertos puntos para obtener información valida. De manera consiguiente se logro recuperar la lena con solo un pequeño BER.



Desarrollo Fase III

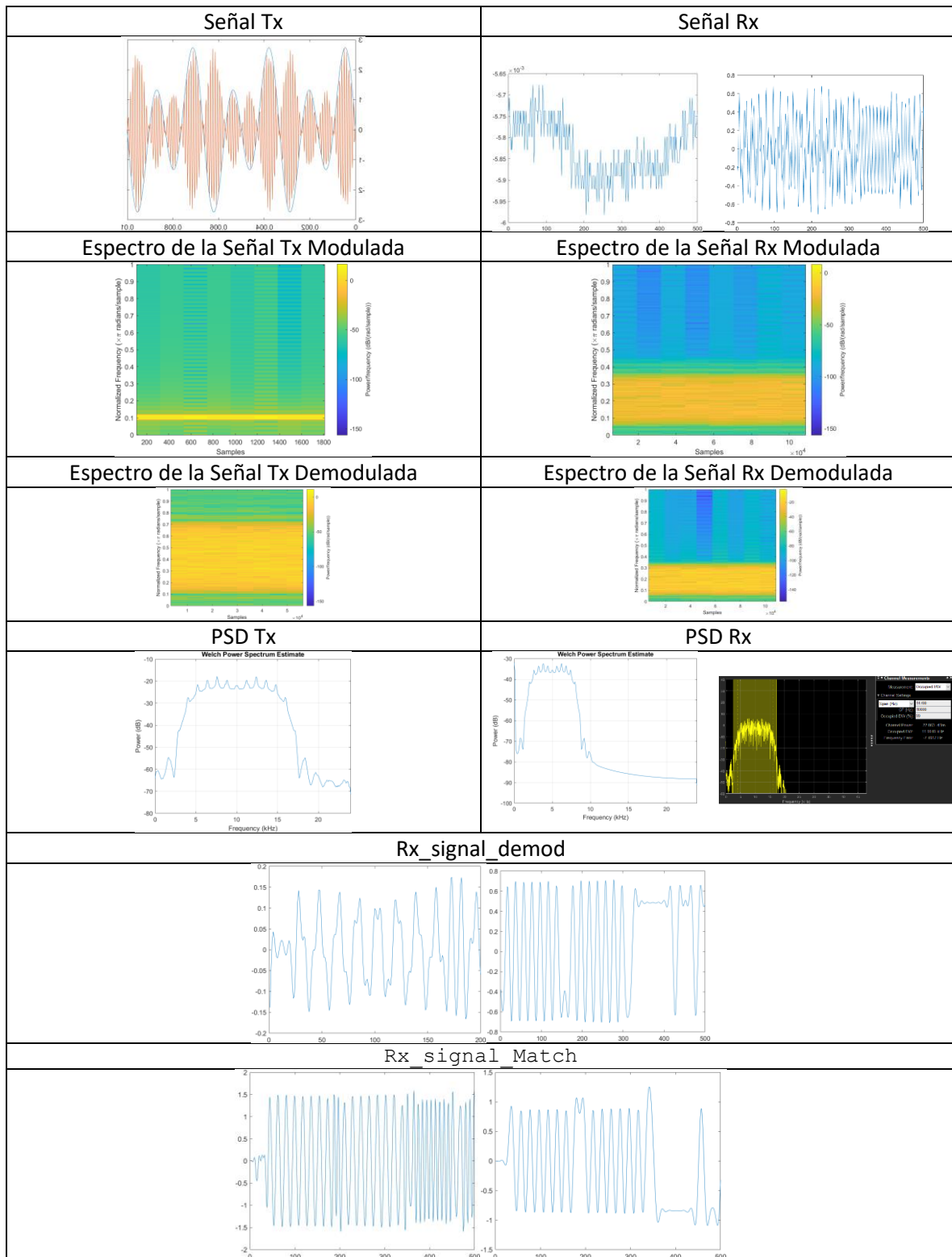
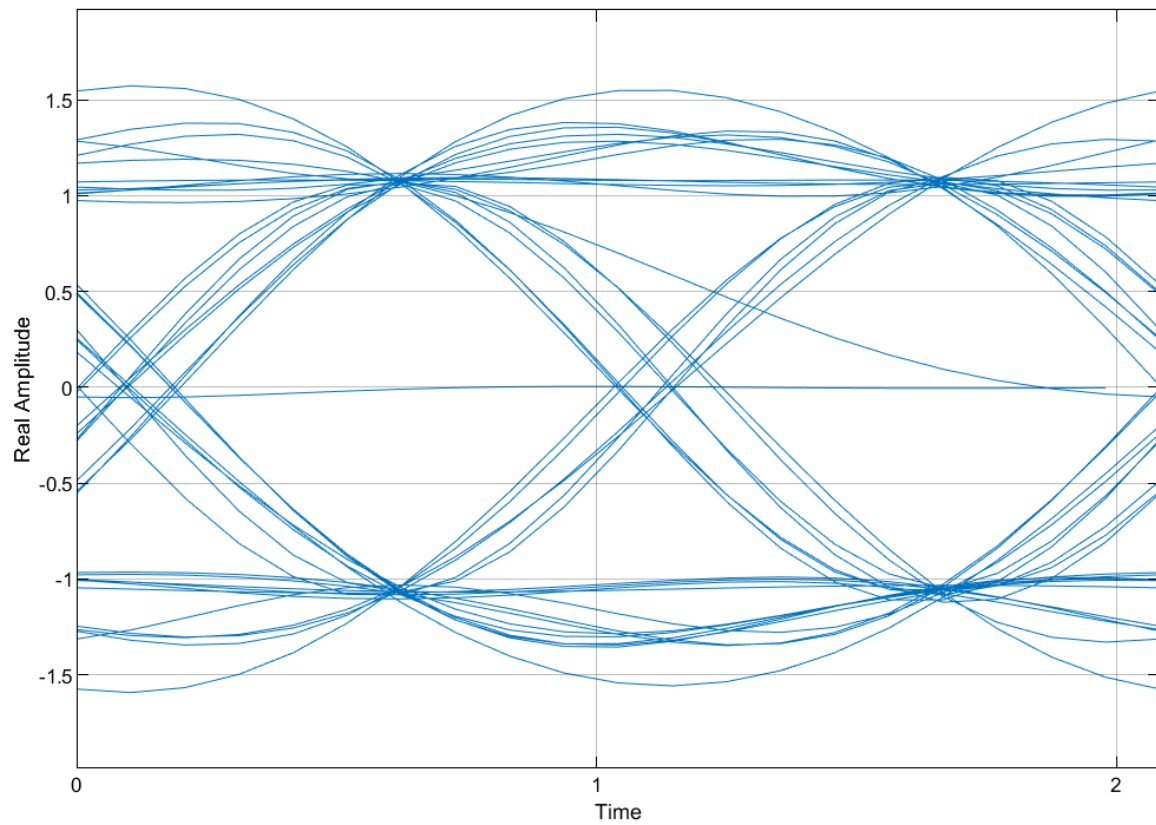
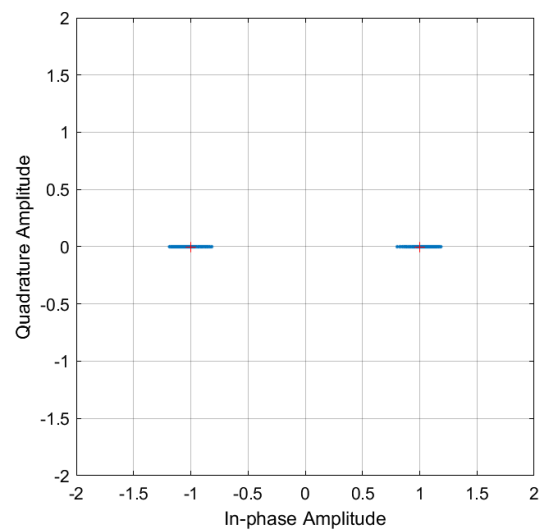
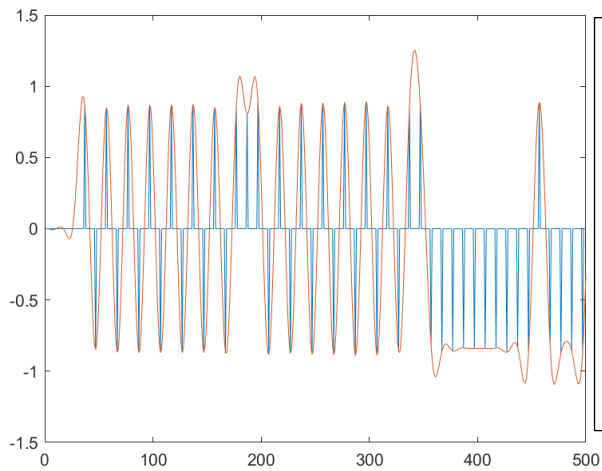


Diagrama de Ojo Rx_signal_Match

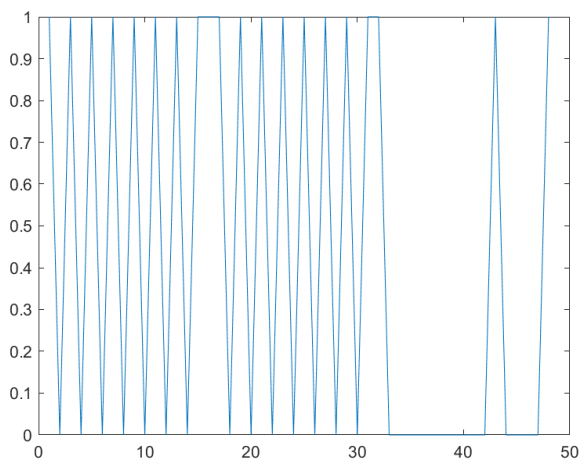


Constellation Diagram





La imagen se utilizó para corroborar un punto de muestreo adecuado, para que no sucediera lo de problemas anteriores que se tuvieron, que no se llegó a recuperar la información adecuadamente.



La imagen muestra la recuperación a bits de la señal después del match_filter

Lena Recuperada.



La lena recuperada se llegó a lograr, sin embargo, existe un error, en el cual, la última columna de bits no se logra recuperar, ya que a lo que parece ser un error en el medio se reciben ceros. Se llegó a re-enviar múltiples veces y aumentando el tiempo de muestreo.

PREGUNTAS.

- Fase I

¿Qué conclusiones pueden obtenerse?

Que las señales pueden ser ideales para probar el sistema de comunicaciones que se emplea.

¿Cuál es la banda más plana y ancha que es posible encontrar en este canal?

Hasta los 40-42 kHz en mi caso.

- Fase II

¿Observa alguna diferencia al realizar el punto 8 con las dos transmisiones? Argumente sus conclusiones correspondientes a esta etapa de la práctica 2.

En el caso de modificar lo que es B entre 1800 y 7200 Hz. Tenemos en el segundo caso, al menos con mi hardware que el diagrama de ojo se lograba visualizar mejor, más limpio por así decirse. Por lo que la recuperación de la información fue adecuada.

- Fase III

¿Cuáles son las características de la señal recibida que pueden ser evaluadas con el diagrama de ojo?

Una de ellas puede ser el ruido que puede haber en la señal.

De misma manera la calidad del medio de transmisión, ya que con ese se puede saber que tan bueno o malo es este mismo.

A partir de los diagramas de ojo obtenidos, ¿es posible transmitir en este canal utilizando una señal pasa bajas (sin modular)? En caso negativo, ¿cuál es la razón?

Es posible.

A partir de los diagramas de ojo obtenidos, ¿es posible transmitir en este canal en pasabanda, con un ancho de banda de 10 kHz? En caso negativo, ¿cuál(es) es la razón?

Es posible.

A partir de los diagramas de ojo obtenidos, ¿es posible transmitir en este canal en pasabanda, con un ancho de banda de 500 Hz? En caso negativo, ¿cuál es la razón?

Es posible. Dado que tendrá un ancho de banda menor.

CODIGOS;

Fase I

P02_PI_705694_tx

P02_PI_705694_rx

Fase II

P02_PII_705694_tx

P02_PII_705694_rx

Fase III

P02_PIII_705694_tx

P02_PIII_705694_rx