



Maestría en Ingeniería Eléctrica especialización Telecomunicaciones

Comunicaciones Digitales

Tarea #4

Luis Emilio Tonix Gleason

Fernando Alberto Madera Torres

19/04/2022

Dr. Ramon Michel Parra

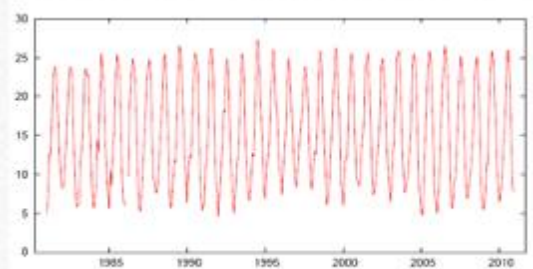
Tabla de contenido

Ejercicio 1	3
Estacionariedad	3
Correlación	3
Densidad espectral de potencia (DEP)	4
Relación DEP con correlación	4
Ergodicidad	5
Ejercicio 2	6
Señal portadora de 20HZ	6
Generacion de bits aleatorios	6
Codigo de linea NRZ unipolar	7
Codigo de linea Manchester	7
Moduacion ASK	8
DEP con pulso formador rised cosine	10

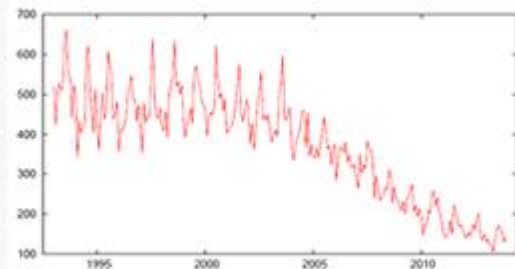
Ejercicio 1

Estacionariedad

Al desarrollar modelos de series de tiempos se necesita saber si se puede suponer que el proceso estocástico lo genero es invariante en el tiempo. Estos procesos son Estocásticos estacionarios. Un proceso estacionario es un proceso estocástico cuya distribución de probabilidad en un instante de tiempo o una posición fija es la misma para todos los instantes de tiempo o posiciones, los parámetros tales como la media y la varianza, no varían a lo largo del tiempo o posición. Para que sea un proceso estacionario no debe cambiar ni la amplitud ni la frecuencia, ni la tendencia de la serie con el pulso del tiempo. Estacionariedad se le puede asociar la estabilidad, si es estable es estacionario.



Estacionaria



NO Estacionaria

Estacionariedad sentido estricto si las características no se ven afectadas por cambios en el tiempo.

$$f(x_1, \dots, x_n; t_1, \dots, t_n) = f(x_1, \dots, x_n; t_1 + \tau, \dots, t_n + \tau) \quad \forall \tau$$

Estacionario en sentido amplio si la esperanza es constante y la correlación de t_1 con t_2 se mantiene

$$E\{x(t)\} = \eta = \text{constante}$$

$$R(t_1, t_2) = R(\tau) \quad \text{con } t_2 - t_1 = \tau$$

Correlación

Las funciones de correlación y covarianza cuantifican el grado de relación lineal entre un mismo proceso aleatorio en distintos tiempos (auto) y entre dos procesos distintos (cruzada), sus propiedades tienen interpretaciones importantes en el procesamiento de señales.

$X(t)$	$E[X_1 X_2]$	Proceso Aleatorio
$X_1 = X(t_1)$	$X_2 = X(t_2)$	Dos Variables Aleatorias
$t_1 = t$	$t_2 = t_1 + \tau$	Definidas en tiempo $t_1 : t_2$
$R_{xx}(t_1, t_2) = E[X(t_1)X(t_2)]$		Correlación dos Variables Aleatorias
$R_{xx}(t, t + \tau) = E[X(t)X(t + \tau)]$		En tiempo $t_1 + \tau$
$\tau = t_2 - t_1$		
$R_{xx}(\tau) = E[X(t)X(t + \tau)]$		

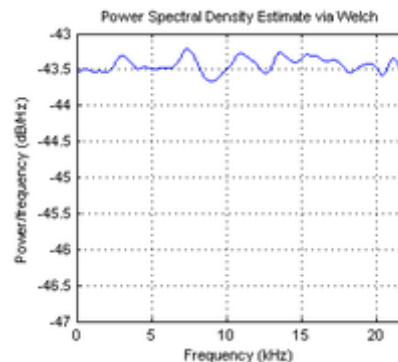
Propiedades Correlación

1.	$ R_{xx}(\tau) \leq R_{xx}(0)$	Valor máximo en el origen
2.	$R_{xx}(-\tau) = R_{xx}(\tau)$	Simetría Par
3.	$R_{xx}(0) = E[X^2(t)]$	Potencia del Proceso (Valor Cuadrático Medio)

4.	$\lim_{ \tau \rightarrow \infty } R_{xx}(\tau) = X^{-2}(t)$ $\lim_{ \tau \rightarrow \infty } R_{xx}(\tau) = 0$	<p>Si $X(t)$ es ergódico sin componentes periódicos, y además $E[X(t)] = \bar{X} \neq 0$</p> <p>Si $X(t)$ es ergódico sin componentes periódicos, con media cero.</p>
5.		<p>Si $X(t)$ tiene un componente periódico, entonces $R_{xx}(\tau)$ tendrá un componente periódico en el mismo periodo.</p>

Densidad espectral de potencia (DEP)

Es una función matemática que no sin forma como está distribuida la potencia o energía de una señal sobre distintas frecuencias.



$x(t)$ $0 < E_x < \infty$ $S_{xx}(f) = X(f) ^2$ $E = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(f) df$ $S_{xx}(f) = TF\{R_{xx}(\tau)\} = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) e^{-2\pi i f \tau} d\tau$ $P = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(f) df$ $S_{xy}(f) = TF\{R_{xy}(\tau)\}$	<p>Señal definida de energía media mínima</p> <p>Densidad espectral de potencia en [J/Hz] energía total de la señal $x(t)$</p> <p>Relación DEP con TF de la función autocorrelación</p> <p>Potencia total de la señal $x(t)$</p> <p>Correlación Cruzada/ Densidad espectral Cruzada</p>
--	---

Relación DEP con correlación

$x(t)$ $0 < E_x < \infty$ $S_{xx}(f) = X(f) ^2$ $E = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(f) df$ $S_{xx}(f) = TF\{R_{xx}(\tau)\} = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) e^{-2\pi i f \tau} d\tau$ $P = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xx}(f) df$	<p>Señal definida de energía media mínima</p> <p>Densidad espectral de potencia en [J/Hz] energía total de la señal $x(t)$</p> <p>Relación DEP con TF de la función autocorrelación</p> <p>Potencia total de la señal $x(t)$</p>
---	--

$$S_{xy}(f) = TF \{R_{xy}(\tau)\}$$

Correlación Cruzada/ Densidad espectral Cruzada

Ergodicidad

La Ergodicidad establece la igualdad entre el promedio estadístico y el promedio temporal de un proceso aleatorio.

Los promedios temporales de \bar{x} y $\mathcal{R}_{xx}(\tau)$ son lo mismo a los promedios estadísticos.

Un proceso que es lo mismo al promedio temporal es un proceso ergódico.

Es una forma restrictiva de estacionariedad, y es difícil probar que es un proceso de este tipo, sin embargo, un proceso ergódico sirve para simplificar problemas.

$\bar{x} = A[x(t)]$	Promedio temporal de una función muestra
$= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t) dt$	
$\mathcal{R}_{xx}(\tau) = A[x(t)x(t+\tau)]$	Función de autocorrelación temporal
$= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t)x(t+\tau) dt$	
$E[\bar{x}] = \bar{X}$	Es un proceso estacionario
$E[\mathcal{R}_{xx}(\tau)] = R_{xx}(\tau)$	
$E[\bar{x}] = \bar{x} = \bar{X}$	
$E[\mathcal{R}_{xx}(\tau)] = \mathcal{R}_{xx}(\tau) = R_{xx}(\tau)$	
$\mathcal{R}_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t)y(t+\tau) dt$	Función de correlación Cruzada
$= R_{xy}(\tau)$	

en pocas palabras un proceso ergodico es estacionario si las pdf tiene la misma media en el transcurso del tiempo.

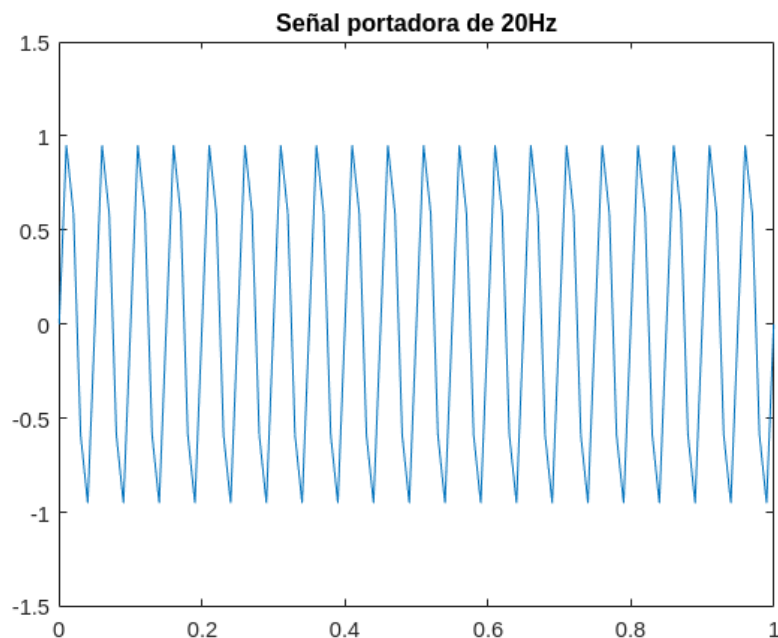
Ejercicio 2

Considere una señal portadora de 20Hz con una señal moduladora de 1 bit por segundo con modulación ASK por código de línea unipolar NRZ y otro que usted seleccione. Obtenga la señal modulada cuando el pulso del filtro formador es un pulso rectangular y cuando es un coseno alzado con ancho de banda de exceso de .5

- Teórica, considerando que la fuente es binaria, estacionaria y uniforme ($p(0) = p(1) = .5$)
- Por simulación considere las estadísticas similares de la fuente según el inciso anterior; asuma Ergodicidad y obtenga el estimado de la DEP mediante la fórmula de la función de correlación o la DEP. graficar señal en tiempo de retardo y frecuencia sobre la grafica de los resultados teóricos esperados; los ejes deben ajustarse y explicarse en el reporte las normalizaciones utilizadas en la gráfica por la aproximación de la TF mediante la TDF.

Señal portadora de 20HZ

```
clear all; close all;
fs = 100;
time = 0:1/fs:8-1/fs;
fport = 20; % 20 Hz
portadora = sin(2*pi*time*fport);
plot(time,portadora);
axis([0 1 -1.5 1.5]);
title('Señal portadora de 20Hz');
```



Generacion de bits aleatorios

```
N = 8; % number of bits to be transmitted
Tb = 1; % tiempo de bit en segundos
```

```

bits = round(rand(1,N))% input bit stream
bits = 1×8
    0    0    1    1    0    1    1    1
digit = [];
for n = 1:1:N
    if bits(n) == 1
        sig = ones(1,fs);
    else bits(n) == 0
        sig = zeros(1,fs);
    end
    digit = [digit sig];
end

t1 = Tb/fs:Tb/fs:fs*N*(Tb/fs); % Time period for bits
figure('Name','Line Coding Schemes','NumberTitle','off');
subplot(3,1,1);
plot(t1,digit,'LineWidth',2.5);
grid on;
axis([0 Tb*N -0.5 1.5]);
xlabel('Time(Sec)');
ylabel('Amplitude(Volts)');
title('Digital Input Signal');

```

Codigo de linea NRZ unipolar

```

clc;
for i = 0:N-1
    if bits(i+1) == 1
        UNRZ(i*fs+1:(i+1)*fs) = 1;
    else
        UNRZ(i*fs+1:(i+1)*fs) = 0;
    end
end

subplot(3,1,2)
plot(t1,UNRZ,'LineWidth',2.5); grid on;
axis([0 Tb*N -0.5 1.5]);
xlabel('Time(Sec)');
ylabel('Amplitude(Volts)');
title(['Unipolar NRZ']);

```

Codigo de linea Manchester

```

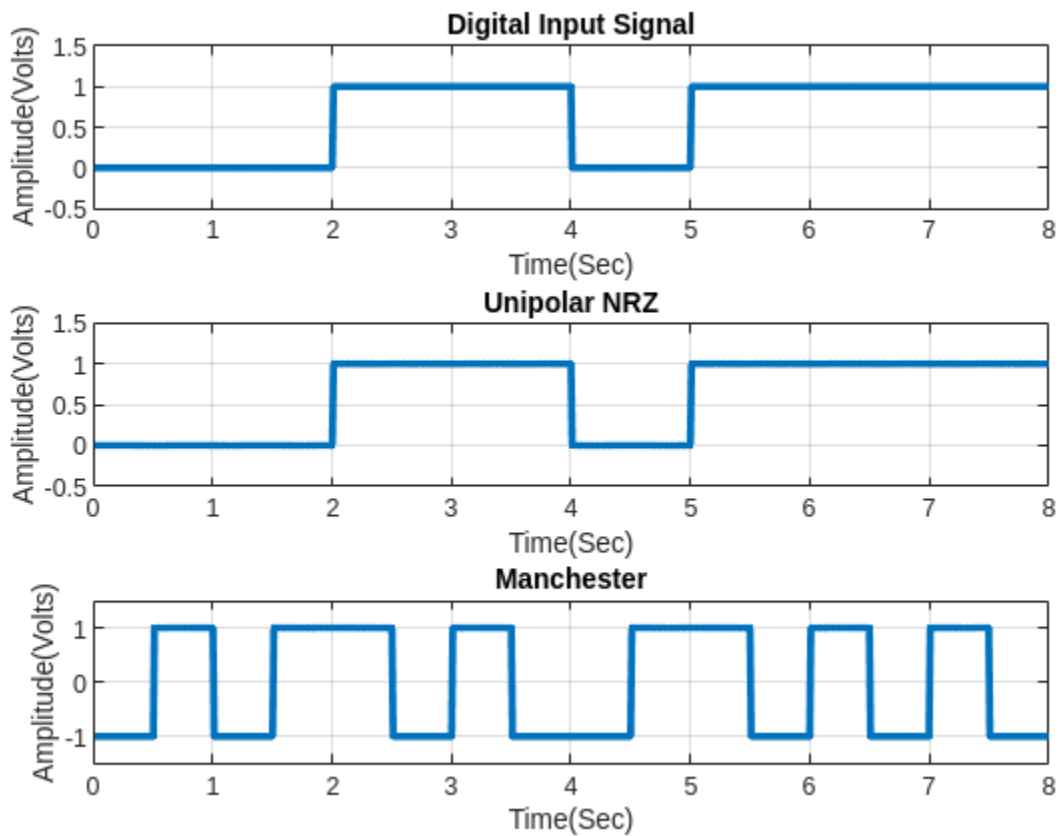
for i = 0:N-1
    if bits(i+1) == 1
        Manchester(i*fs+1:(i+0.5)*fs) = 1;
        Manchester((i+0.5)*fs+1:(i+1)*fs) = -1;clc;
    end
end

```

```

else
    Manchester(i*fs+1:(i+0.5)*fs) = -1;
    Manchester((i+0.5)*fs+1:(i+1)*fs) = 1;
end
end
subplot(3,1,3)
plot(t1,Manchester,'LineWidth',2.5); grid on;
axis([0 Tb*N -1.5 1.5]);
xlabel('Time(Sec)');
ylabel('Amplitude(Volts)');
title(['Manchester']);

```



Moduacion ASK

```

clc;
ASK_UNRZ = portadora.*UNRZ;
ASK_Manchester = portadora.*Manchester;

```

DEP Filtro formador es un pulso rectangular

Graficas modulación ASK

```

figure(3);
subplot(2,1,1,'LineWidth',2.5);grid on;
plot(t1,ASK_UNRZ)

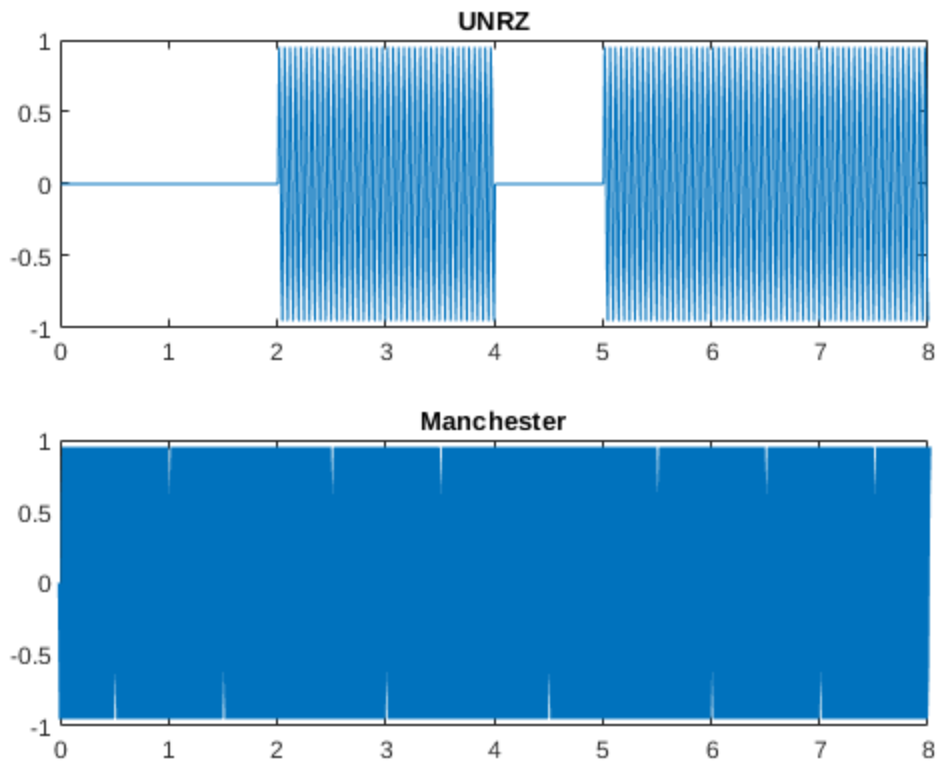
```



```

title(['UNRZ']);
subplot(2,1,2)
plot(t1,ASK_Manchester,'LineWidth',2.5);grid on;
title(['Manchester']);

```

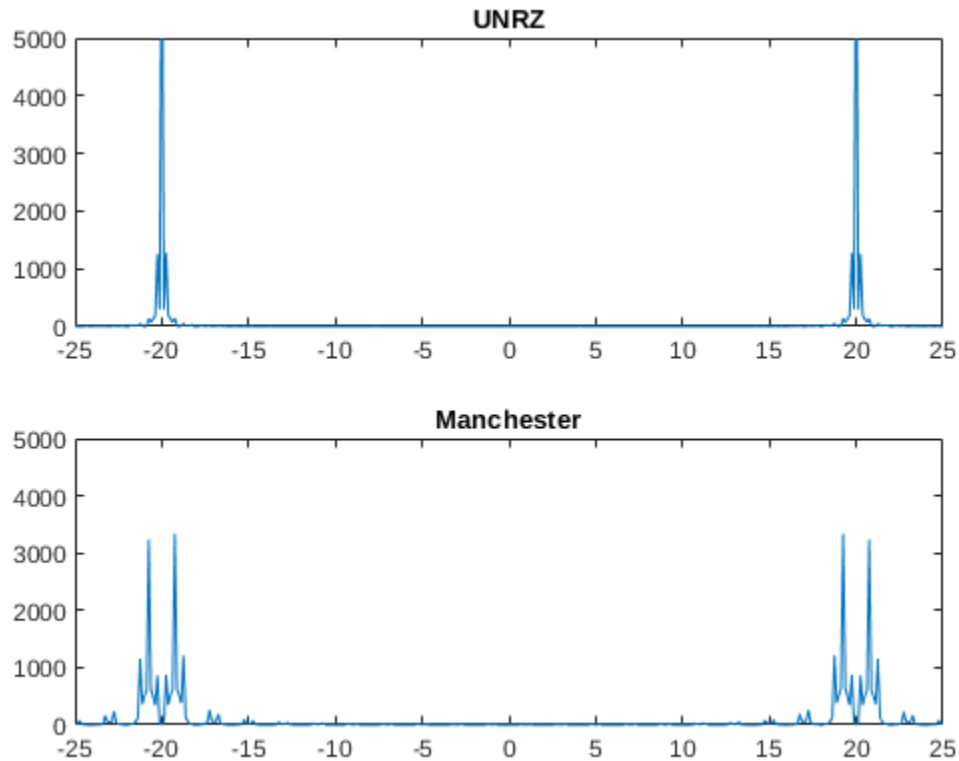


DEP con pulso formador rectangular

```

ASK_UNRZ_DEP = abs(ttof(ASK_UNRZ)).^2/N;
ASK_Manchester_DEP = abs(ttof(ASK_Manchester)).^2/N;
freq = -fs/2:1/8:fs/2-1/8;
figure(4)
subplot(2,1,1)
plot(freq,ASK_UNRZ_DEP)
axis([-25 25 0 5000]);
title(['UNRZ']);
subplot(2,1,2)
plot(freq,ASK_Manchester_DEP)
axis([-25 25 0 5000]);
title(['Manchester']);

```



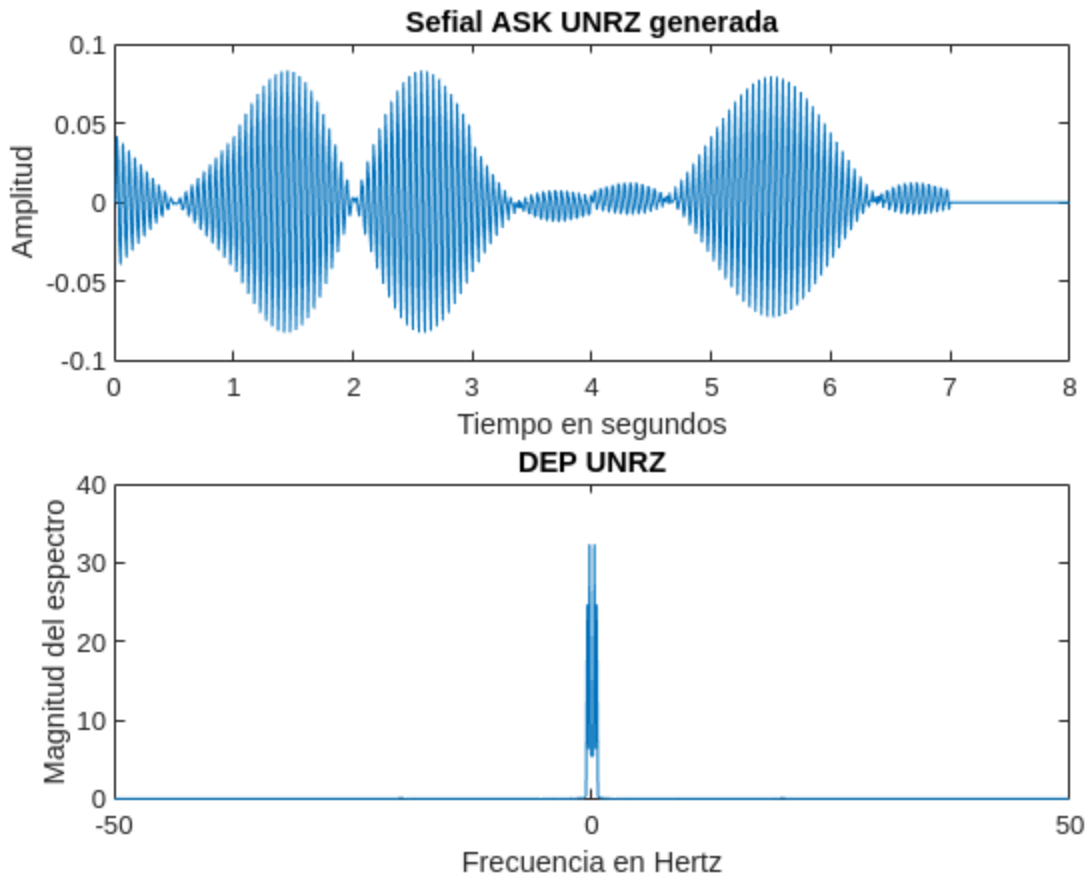
DEP con pulso formador rised cosine

```
% -Se definen los valores de los pulsos
frcosine=zeros(1,length(t1));
temp = rcosdesign(0.5,3,fs);
frcosine(1:300) = temp(1:end-1);
%— Rcosine conv -----
ASK_rcos=convrec(ASK_UNRZ,frcosine);
Warning: Integer operands are required for colon operator when used as index.
ASK_UNRZ_smooth = ASK_rcos.* portadora;
figure(8);
subplot(2,1,1), plot(t1,ASK_UNRZ_smooth);
xlabel('Tiempo en segundos');
ylabel('Amplitud');
title('Señal ASK UNRZ generada');
ASK_UNRZ_smooth_f=abs(ttof(ASK_UNRZ_smooth)).*0.01;
subplot(2,1,2), plot(freq,ASK_UNRZ_smooth_f);
xlabel('Frecuencia en Hertz');
ylabel('Magnitud del espectro');
plot(t1,ASK_rcos);
xlabel('Tiempo en segundos');
```

```

title('Serial moduladora a un segundo por bit');
ylabel('Amplitud');
modenfrec=abs(ttof(ASK_rcos)).^2/N;
subplot(2,1,2), plot(freq,modenfrec);
title('DEP UNRZ');
xlabel('Frecuencia en Hertz');
ylabel('Magnitud del espectro');

```



With manchester

```

Manchester_rcos=convrec(Manchester,frcosine);
Warning: Integer operands are required for colon operator when used as index.
Manchester_smooth = Manchester_rcos.* portadora;
figure(9);

subplot(2,1,1), plot(t1,Manchester_smooth);
xlabel('Tiempo en segundos');
ylabel('Amplitud');
title('Sefial ASK Manchester generada');
Manchester_smooth_f=abs(ttof(Manchester_smooth)).*0.01;
subplot(2,1,2), plot(freq,Manchester_smooth_f);
xlabel('Frecuencia en Hertz');
ylabel('Magnitud del espectro');
plot(t1,ASK_rcos);

```

```
xlabel('Tiempo en segundos');  
title('Serial moduladora a un segundo por bit');  
ylabel('Amplitud');  
modenfrec=abs(ttof(ASK_rcos)).^2/N;  
subplot(2,1,2), plot(freq,modenfrec);  
title('DEP Manchester');  
xlabel('Frecuencia en Hertz');  
ylabel('Magnitud del espectro');
```