

Prueba 2 de laboratorio

Análisis de señales y sistemas en el dominio del tiempo y de la frecuencia

Fernando Guiraud 8-945-692

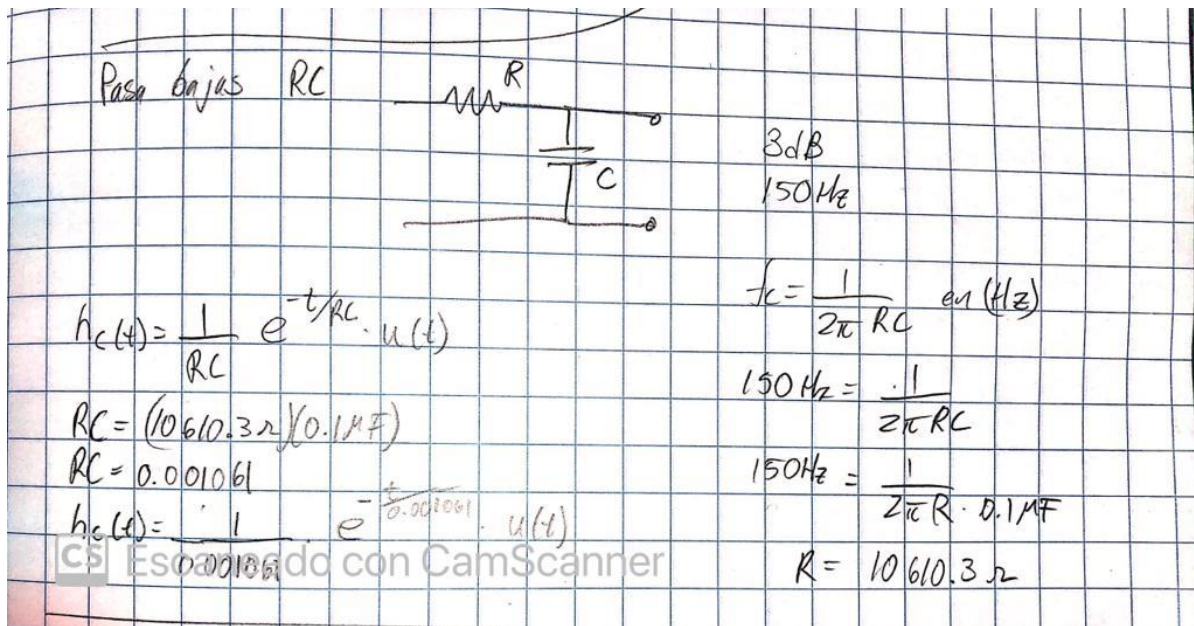
Preguntas

1. Para qué sirve la adición de ceros (*zero padding*) en el análisis espectral de una señal.
2. Se tiene una señal en el tiempo $x(t)$ descrita por un vector x de 2000 muestras y una frecuencia de muestreo de 1 kHz. ¿Cuál es la resolución de frecuencia para cada caso, $\text{fft}(x)$ y $\text{fft}(x,4000)$?
3. ¿Qué es el vector de soporte de una función y por qué o para qué es importante?

1. La adición de ceros sirve para aumentar la cantidad de puntos del vector que se está analizando y así poder ampliar la señal. Sirve para convertir el tamaño de la secuencia de entrada en una secuencia de doble de la potencia.
2. En el caso de la función $\text{fft}(x)$, el número de muestras es $N = 2000$ y $F_s = 1000$ por lo que $df = F_s/N = 0.5$.
En el caso de $\text{fft}(x,4000)$ siguiendo la referencia del comando $\text{fft}(x,N)$, el nuevo número de muestras será $N = 4000$, por lo que $df = F_s/N = 0.25$.
3. Un vector de soporte es el vector encargado de coincidir con los valores del vector con los datos principales a ser analizados. Este vector es generalmente la variable independiente del sistema a graficar, en señales graficadas en el tiempo corresponde al vector de la variable del tiempo en el eje x .

Sistemas LTI

4. Una señal de un solo tono $s(t) = 2\sin(200\pi t)$ se transmite a un amplificador de audio y bocina para producir una señal de advertencia. Se utiliza un filtro pasa-bajas RC con frecuencia de 3dB de 150 Hz para reducir la interferencia aditiva y el ruido en la señal recibida.
Suponga que la interferencia aditiva corresponde a la señal $I(t) = [\sin(500\pi t) - 2\cos(700\pi t)]$ y que el canal tiene ruido AWGN con $\text{SNR} = 20$ dB. La señal recibida $r(t) = (s(t) + N(t)) + I(t)$ se aplica al filtro para obtener la señal de salida $y(t)$.
 - a. Analíticamente, determine la respuesta en frecuencia y la respuesta al impulso del filtro RC.
 - b. Desarrolle un *script* para simular el sistema descrito. Esto es, genere la señal transmitida, la interferencia, la señal de ruido y la señal recibida, y determine la señal de salida del filtro.
 - c. Determine el espectro de magnitud de las señales transmitida, recibida y de salida.
 - d. En una misma figura (en un arreglo 4×2) grafique lo siguiente: en la primera columna, la respuesta al impulso del filtro, y las señales $s(t)$, $r(t)$ y $y(t)$; y en la segunda columna, solo para frecuencias positivas, la respuesta en frecuencia del filtro, y los espectros de magnitud de las señales indicadas.



Código de octave:

```
Fs=10000;
N=200;
dt=1/Fs;
df=Fs/N;
r=10610.3
c=0.1*10^-6
t=(0:N-1)*dt;
s=2*sin(200*pi*t);
it=sin(500*pi*t)-2*cos(700*pi*t);
h=(1/(r*c))*exp(-t/(r*c));
sn=awgn(s,20);
subplot(4,2,1);
plot(t,h);
xlabel ("h");
ylabel ("t");
title ("Señal del filtro h(t)");
axis([0 0.01 0 1000]);
```

```
subplot(4,2,3);
```

```
plot(t,s)
```

```
xlabel ("s");
```

```
ylabel ("t");
```

```
title ("Señal de entrada s(t)");
```

```
axis([0 0.02 -2.5 2.5]);
```

```
r=sn+it;
```

```
#y=conv(x,h)
```

```
#t1=t(1)+t(1):0.0001:t(end)+t(end);
```

```
subplot(4,2,5);
```

```
plot(t,r);
```

```
xlabel ("r(t)");
```

```
ylabel ("t");
```

```
title ("Señal recibida  $r(t)=(s(t)+n(t))+i(t)$ ");
```

```
y=conv(r,h)
```

```
t1=t(1)+t(1):0.0001:t(end)+t(end);
```

```
subplot(4,2,7);
```

```
plot(t1,y);
```

```
xlabel ("y");
```

```
ylabel ("t");
```

```
title ("Señal de salida al impulso y(t)");
```

```
axis([0 0.02 -30000 35000]);
```

```
subplot(4,2,2);
```

```
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(h));
```

```

h=fft(h)/(length(h));
stem(f,fftshift(abs(h)));
#axis([-2000 2000 0 50]); #espectro completo
axis([0 2000 0 50]);
xlabel ("h");
ylabel ("f");
title ("Espectro de la señal del filtro h(f)");

```

```

subplot(4,2,4);
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(s));
s=fft(s)/(length(s));
stem(f,fftshift(abs(s)));
#axis([-200 200 0 1]); #espectro completo
axis([0 200 0 1])
xlabel ("s");
ylabel ("f");
title ("Espectro de la señal de entrada s(f)");

```

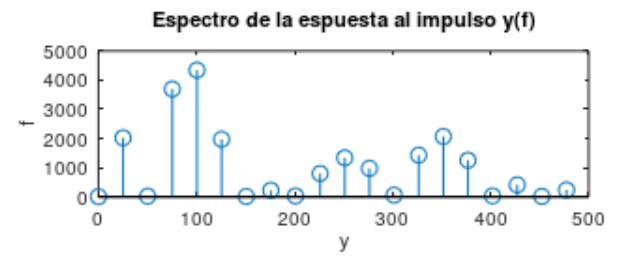
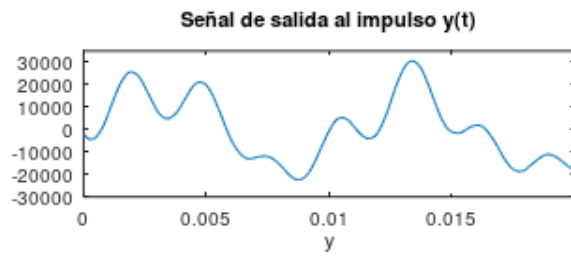
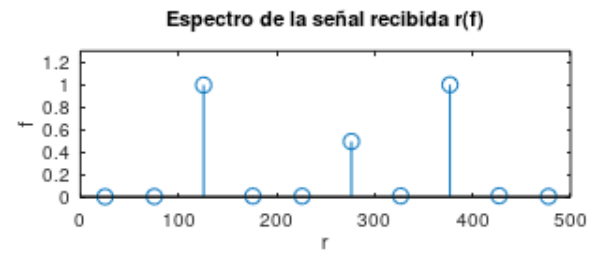
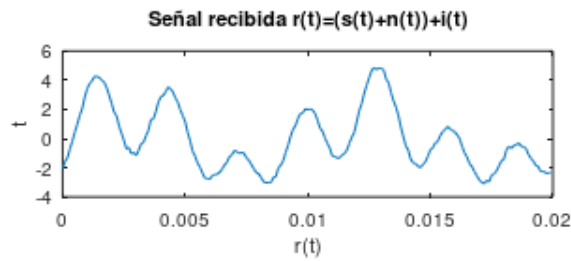
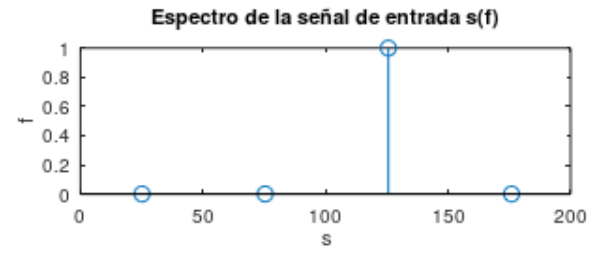
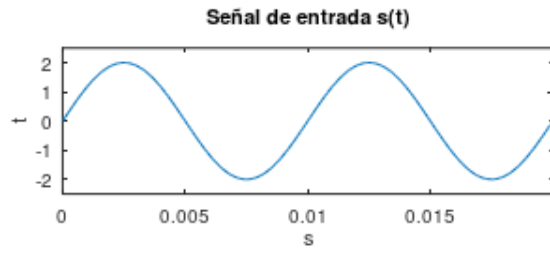
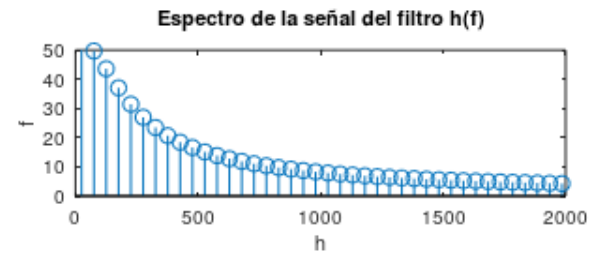
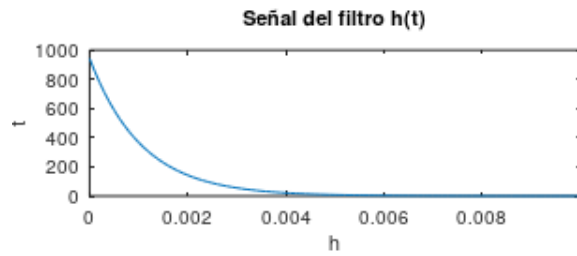
```

subplot(4,2,6);
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(r));
r=fft(r)/(length(r));
stem(f,fftshift(abs(r)));
#axis([-500 500 0 1.3]); #espectro completo
axis([0 500 0 1.3]);
xlabel ("r");
ylabel ("f");
title ("Espectro de la señal recibida r(f)");

```

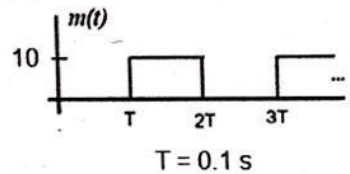
```
subplot(4,2,8);  
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(y));  
y=fft(y)/(length(y));  
stem(f,fftshift(abs(y)));  
#axis([-500 500 0 5000]); #espectro completo  
axis([0 500 0 5000]);  
xlabel ("y");  
ylabel ("f");  
title ("Espectro de la espuesta al impulso y(f)");
```

Graficas de salida del código generado:



Modulación de amplitud

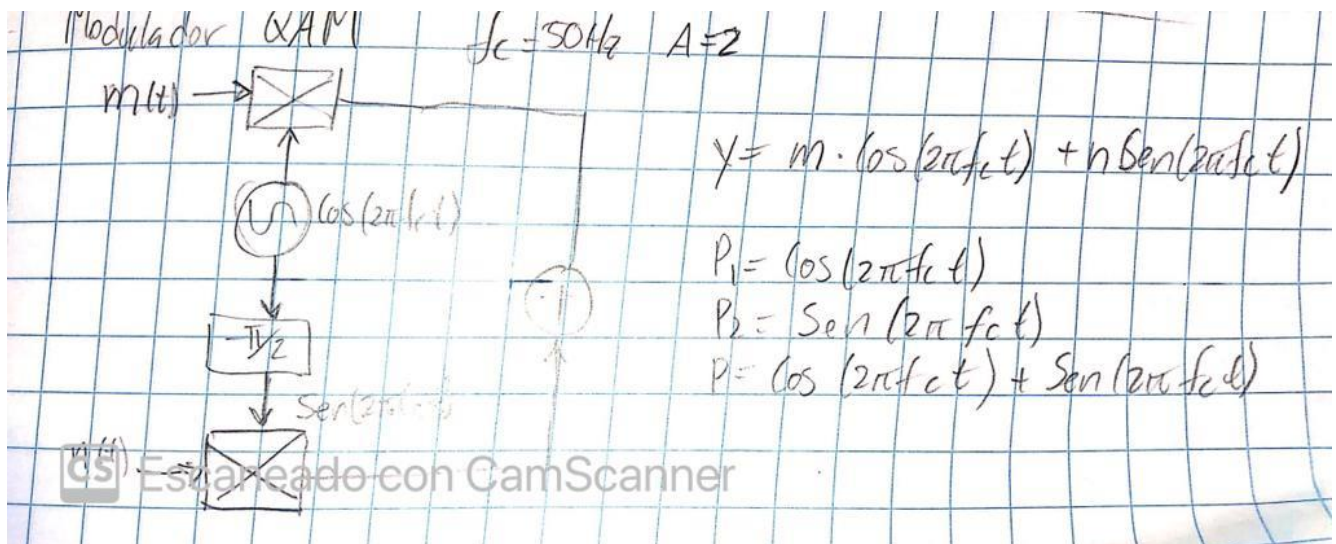
Considere las señales moduladora $n(t)$ y $m(t)$, donde $n(t) = 5 \sin(2\pi 10t) + 10 \cos(2\pi 15t)$ y



Estas dos señales, se transmitirán usando un sistema QAM con portadoras de 50 Hz y amplitud 2. Para la simulación utilice un $dt = 1 \text{ ms}$.

Desarrolle un *script* para realizar lo siguiente:

- Implementar un modulador QAM
- Determinar el contenido de potencia de las señales moduladoras, portadoras y la señal modulada y lo muestre en pantalla.
- Determinar el espectro de amplitud de las señales moduladoras, portadoras y modulada.
- En la columna izquierda de una figura (4x2), graficar las señales: $m(t)$, $n(t)$, las portadoras (juntas) y la señal modulada. Para las gráficas de las señales moduladoras y modulada, use un intervalo de $[0, 0.5] \text{ s}$, y para las portadoras, use un intervalo de $[0, 0.2] \text{ s}$
- En la columna derecha de la figura (4x2), graficar los espectros de magnitud de doble lado correspondientes a las señales indicadas en el punto anterior. Utilice un intervalo de $[-80, 80] \text{ Hz}$.



Código de Octave:

$T=0.1;$

$N=1000;$

$dt=1*10^{-3};$

$F_s=1/dt;$

```

t=(0:N-1)*dt;
p1=2*cos(2*pi*50*t);
p2=2*sin(2*pi*50*t);

n=5*sin(1*pi*10*t)+10*cos(2*pi*15*t);

T = 0.2;
m = -5*square(2*pi*5*t)+5;
pm=2500;
disp("El contenido de potencia de la señal m(t)=")
disp(pm)
pn=1;
disp("El contenido de potencia de la señal n(t)=")
disp(pn)
pp=4;
disp("El contenido de potencia de las señales moduladoras es=")
disp(pp)

subplot(4,2,1);
plot(t,m);
axis([0 0.5 -2 12]);
xlabel ("m");
ylabel ("t");
title ("Señal m(t)");

subplot(4,2,3);
plot(t,n);
axis([0 0.5 -15 15]);

```



```
xlabel ("n");  
ylabel ("t");  
title ("Señal n(t)");
```

```
subplot(4,2,5);  
plot(t,p1);  
hold on  
plot(t,p2);  
axis([0 0.2 -2 2]);  
xlabel ("p1 y p2");  
ylabel ("t");  
title ("Señales portadoras QAM (cos y sin)");
```

```
y=m.*p1+n.*p2;  
subplot(4,2,7);  
plot(t,y);  
xlabel ("y");  
ylabel ("t");  
title ("Señal y(t)");
```

```
subplot(4,2,2);  
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(m));  
m=fft(m)/(length(m));  
stem(f,fftshift(abs(m)));  
axis([-80 80 0 5]); #espectro completo  
xlabel ("m");  
ylabel ("f");  
title ("Espectro de la señal m");
```

```

subplot(4,2,4);
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(n));
n=fft(n)/(length(n));
stem(f,fftshift(abs(n)));
axis([-80 80 0 5]); #espectro completo
xlabel ("n");
ylabel ("f");
title ("Espectro de la señal n");

```

```

p=p1+p2;
subplot(4,2,6);
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(p1+p2));
p=fft(p)/(length(p));
stem(f,fftshift(abs(p)));
axis([-80 80 0 2]); #espectro completo
xlabel ("p1+p2");
ylabel ("f");
title ("Espectro de las portadoras p");

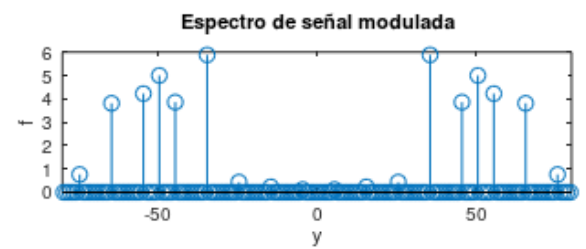
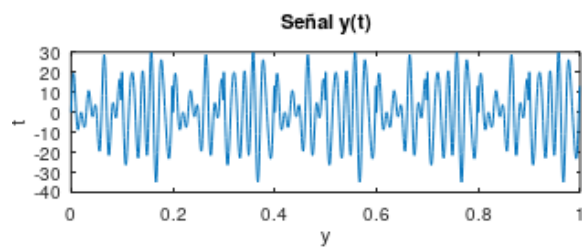
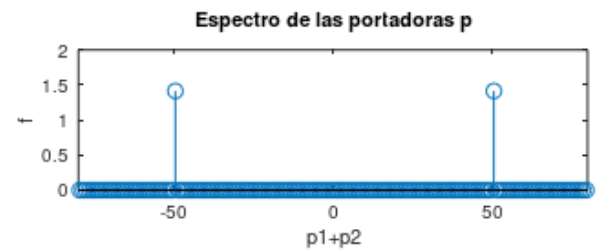
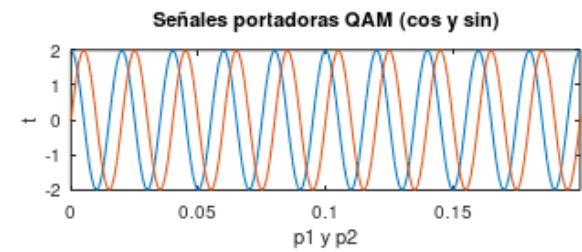
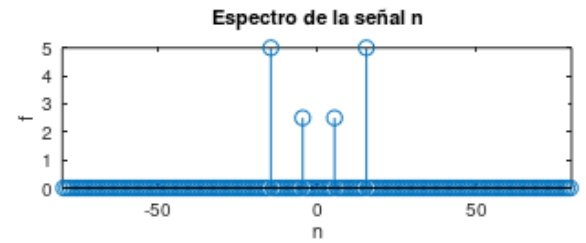
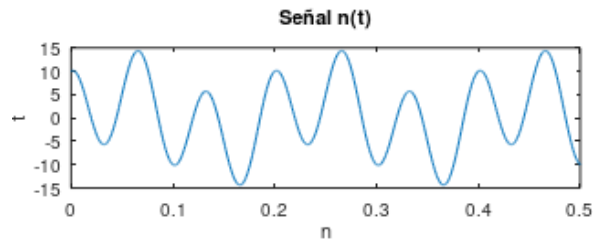
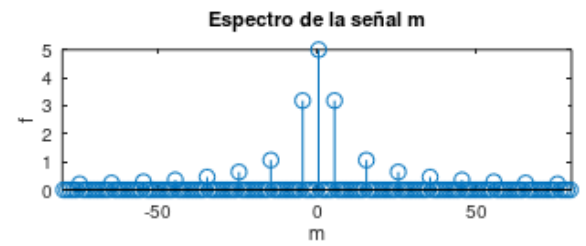
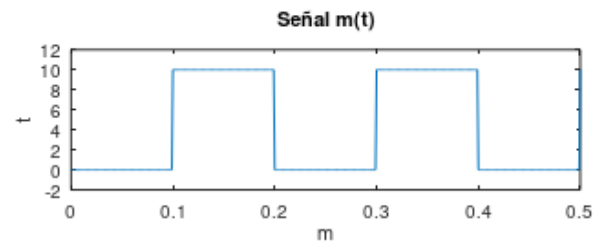
```

```

subplot(4,2,8);
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(y));
y=fft(y)/(length(y));
stem(f,fftshift(abs(y)));
axis([-80 80 0 6]); #espectro completo
xlabel ("y");
ylabel ("f");
title ("Espectro de señal modulada");

```

Graficas generadas:



El contenido de potencia de la señal $m(t)$ =
2500

El contenido de potencia de la señal $n(t)$ =
1

El contenido de potencia de las señales moduladoras es =
4

Problema adicional de laboratorio #2

Señales y sistemas

Una señal de un solo tono $s = \sin(400\pi t)$ se transmite a un amplificador de audio y bocina para producir una señal de advertencia. Un filtro con respuesta al impulso $h = 200 e^{-100t} \cos(400\pi t) u(t)$ se ha diseñado para reducir la interferencia aditiva en la señal recibida.

- Determine la señal de salida del filtro, y , cuando se recibe la señal de entrada $x = [\cos(100\pi t) + \sin(400\pi t) - \cos(800\pi t)] u(t)$.
- Determine el espectro de magnitud de las señales de entrada y salida, y la magnitud de la respuesta en frecuencia del filtro.
- En una misma figura (en un arreglo 3x2) grafique las señales del tiempo h , x y y (en la primera columna) y sus espectros de magnitud correspondientes en la segunda columna.

Código de Octave:

```
Fs=10000;
N=200;
dt=1/Fs;
df=Fs/N;

t=(0:N-1)*dt;
x=cos(100*pi*t)+sin(400*pi*t)-cos(800*pi*t);
h=200*exp(-100*t).*cos(400*pi*t);

subplot(3,2,1);
plot(t,h);
xlabel ("h");
ylabel ("t");
title ("Señal del filtro h(t)");

subplot(3,2,3);
plot(t,x);
xlabel ("x");
ylabel ("t");
```

```
title ("Señal de entrada x(t)");
```

```
y=conv(x,h)
```

```
t1=t(1)+t(1):0.0001:t(end)+t(end);
```

```
subplot(3,2,5);
```

```
plot(t1,y);
```

```
xlabel ("y");
```

```
ylabel ("t");
```

```
title ("Respuesta al impulso");
```

```
subplot(3,2,2);
```

```
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(h));
```

```
h=fft(h)/(length(h));
```

```
stem(f,fftshift(abs(h)));
```

```
axis([-750 750 0 60]);
```

```
xlabel ("h");
```

```
ylabel ("f");
```

```
title ("Espectro de la señal del filtro h(f)");
```

```
subplot(3,2,4);
```

```
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(x));
```

```
x=fft(x)/(length(x));
```

```
stem(f,fftshift(abs(x)));
```

```
axis([-600 600 0 0.7]);
```

```
xlabel ("x");
```

```
ylabel ("f");
```

```
title ("Espectro de la señal de entrada x(f)");
```

```

subplot(3,2,6);
f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(y));
y=fft(y)/(length(y));
stem(f,fftshift(abs(y)));
axis([-500 500 0 2500]);
xlabel ("x");
ylabel ("f");
title ("Espectro de la espuesta al impulso y(f)");

```

Graficas generadas:

