

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**

Informe de Laboratorio N°2

Convolución y respuesta de sistemas discretos

**Asignatura:** Procesamiento Digital de Señales

**Ingeniería Electrónica**

***Autor:***

*Avila, Juan Agustin – Registro 26076*

**1º Semestre**

**Año 2020**

# Introducción.

En esta práctica se desarrollarán los siguientes contenidos:

* Convolución DT y propiedades
* Respuesta de sistemas LTI a entradas periódicas
* Aplicación a la respuesta de un Filtro Digital

## Convolución DT y propiedades

La respuesta de estado cero, de un sistema relajado DT, descrito por su respuesta al impulso puede encontrarse usando convolución. La rutina de MATLAB conv y la rutina del ADSP convnum calculan la convolución de secuencias de largo finito. Para secuencias DT x e y con (ts = 1), estas obtienen resultados idénticos usando la sintaxis:

y = conv(x,h)

y = convnum(x,h)

Algunas propiedades de la Convolución (estas propiedades pueden ser verificadas usando MATLAB):

1. Orden: el orden de los argumentos no afecta la convolución:

convnum(x,h)= convnum(h,x) o conv(x,h)= conv(h,x)

1. Longitud: la longitud ny de y es igual a nx+nh-1
2. Suma: La suma de muestras en y es igual al producto de sumas de muestras en x y h.
3. Simetría: La convolución de señales simétricas es también simétrica.

## Respuesta de sistemas LTI a entradas periódicas

La respuesta de sistemas LTI a entradas periódicas es también una señal periódica con el mismo periodo que la entrada. Esto nos lleva a concluir que si conocemos la respuesta de un período de la entrada, podemos encontrar la respuesta completa usando superposición. Es importante darse cuenta de que, aunque la respuesta a un período no es periódica, la superposición de sus muchas versiones desplazadas produce una señal periódica.

## Aplicaciones: Filtrado Digital.

Un sistema de procesamiento digital es también llamado filtro digital. Un filtro (MA) moving average obtiene el valor presente de la salida como un promedio pesado de los valores pasados, presentes y futuros de la entrada. Dependiendo del valor de sus coeficientes, el sistema podrá comportarse como un filtro promediador o diferenciador (aproximación discreta de la derivada)

# Actividades.

## Sea , y , Se pide:

### Generar cada señal con los índices dados.

%ejercicio 1

F=.1; %se utiliza la freq digital como variable

nx=-6:F:6;

x=4\*tri((nx-2)/3)-4\*tri((nx+2)/3);

nh=-4:F:4;

h=-5\*urect(nh/7);

%punto a: graficar ambas señales

figure('Name','Grafica de x[n]');

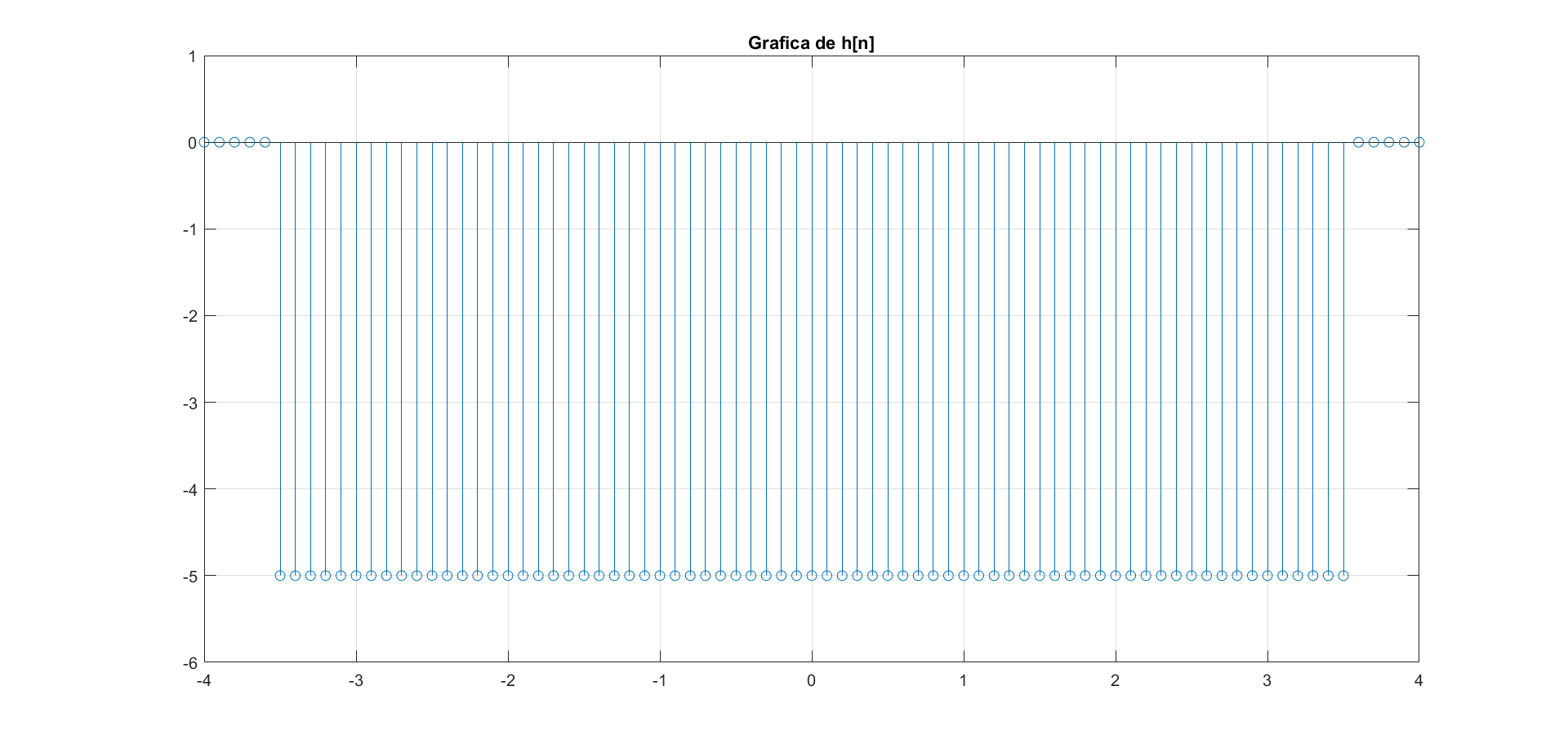
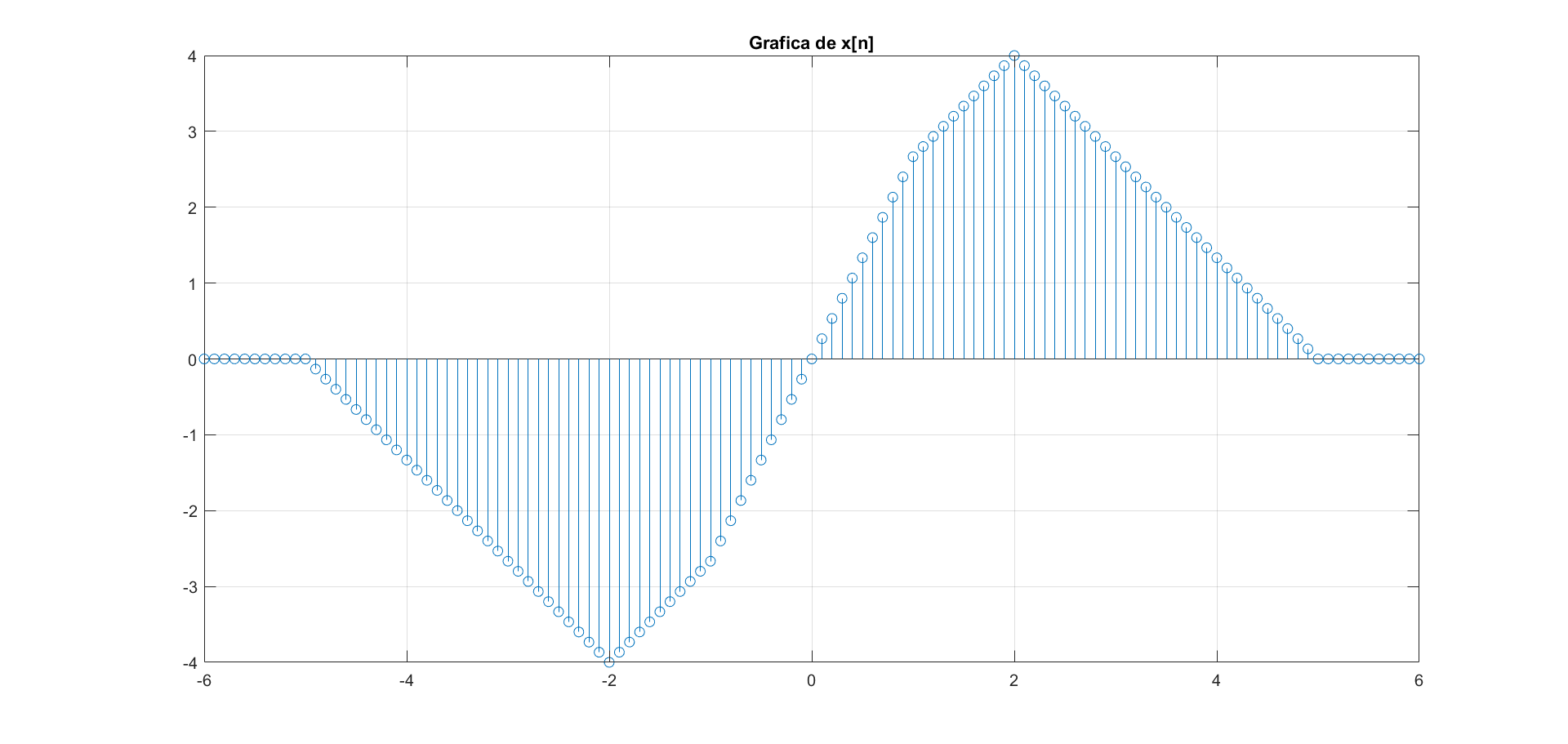
stem(nx,x);

title('Grafica de x[n]');grid on;

figure('Name','Grafica de h[n]');

stem(nh,h);

title('Grafica de h[n]');grid on;ylim([-6 1]);



### Encontrar: y1=x[n]\*h[n], y2=h[n]\*x[n], y3=x[n]\*x[n], y4=h[n]\*h[n]

Para cada caso también debe especificarse los índices. Usar el comando dtplot o stem con idénticos límites para el eje x.

%punto 1.2:

y1=convnum(x,h);

l1=length(y1);

ny1=-((l1-1)\*F/2):F:(l1-1)\*F/2;

y2=convnum(h,x);

l2=length(y2);

ny2=-((l2-1)\*F/2):F:(l2-1)\*F/2;

y3=convnum(x,x);

l3=length(y3);

ny3=-((l3-1)\*F/2):F:(l3-1)\*F/2;

y4=convnum(h,h);

l4=length(y4);

ny4=-((l4-1)\*F/2):F:(l4-1)\*F/2;

%graficacion

figure('Name','Grafica de x[n]\*h[n]');

stem(ny1,y1);

title('Grafica de x[n]\*h[n]');grid on;

figure('Name','Grafica de h[n]\*x[n]');

stem(ny2,y2);

title('Grafica de h[n]\*x[n]');grid on;

figure('Name','Grafica de x[n]\*x[n]');

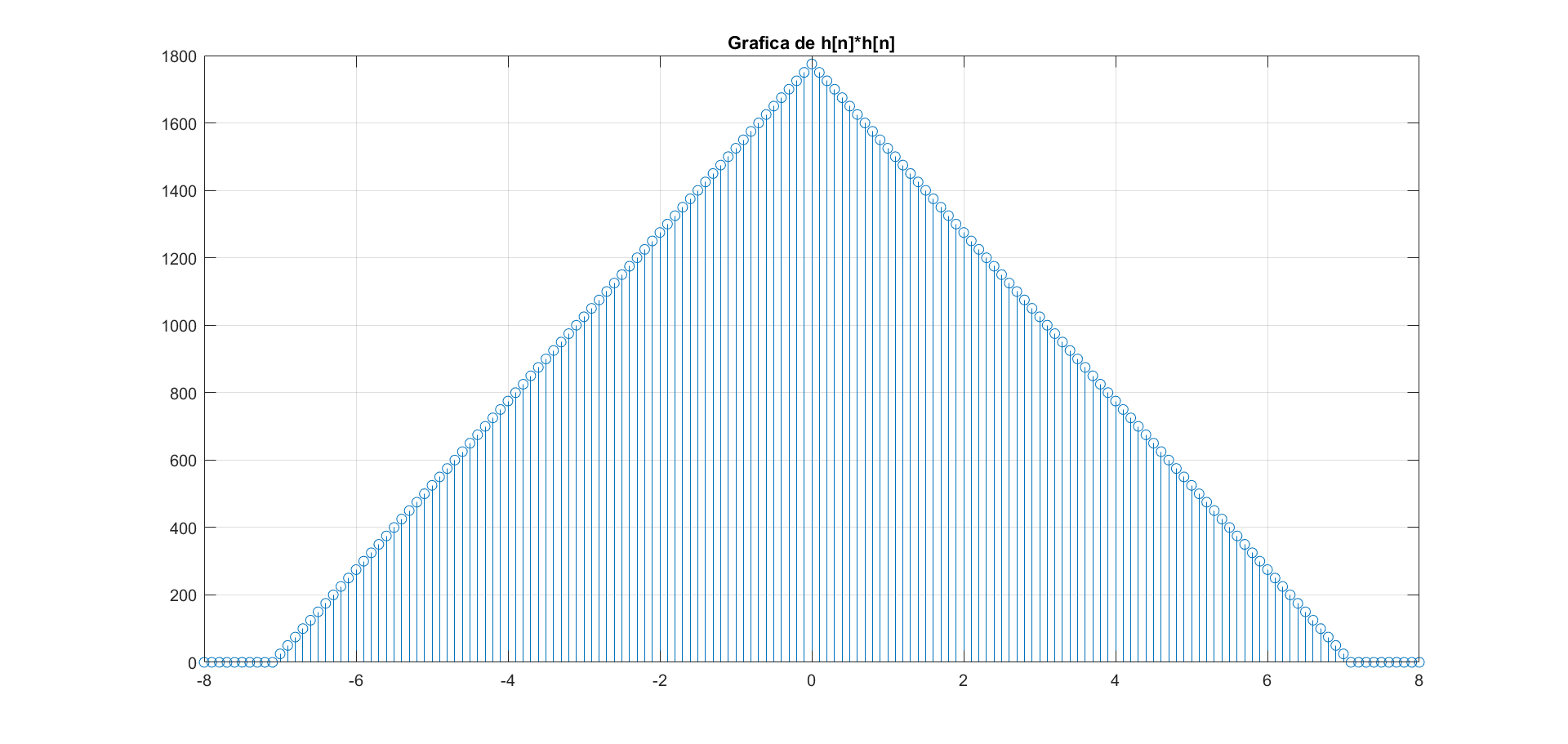
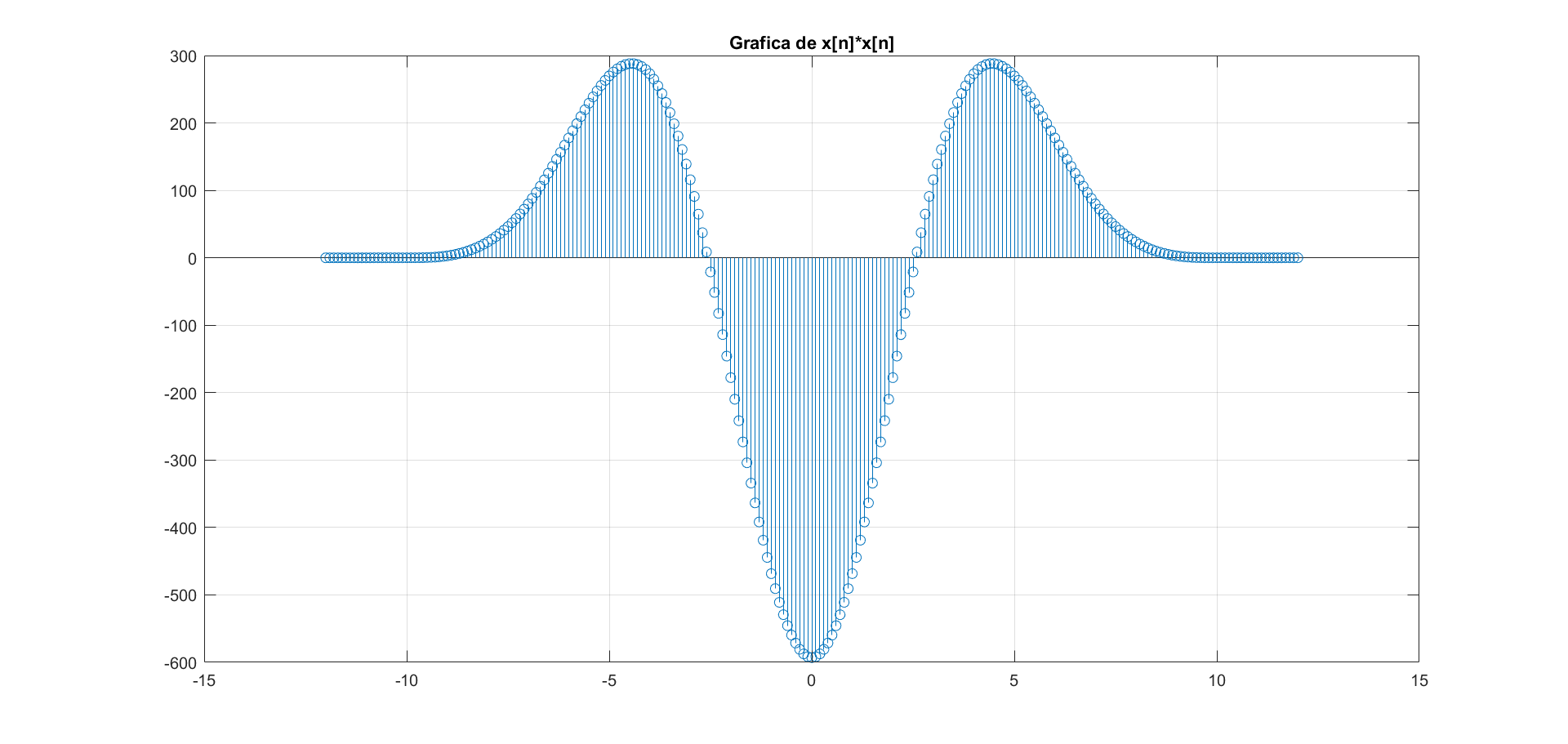
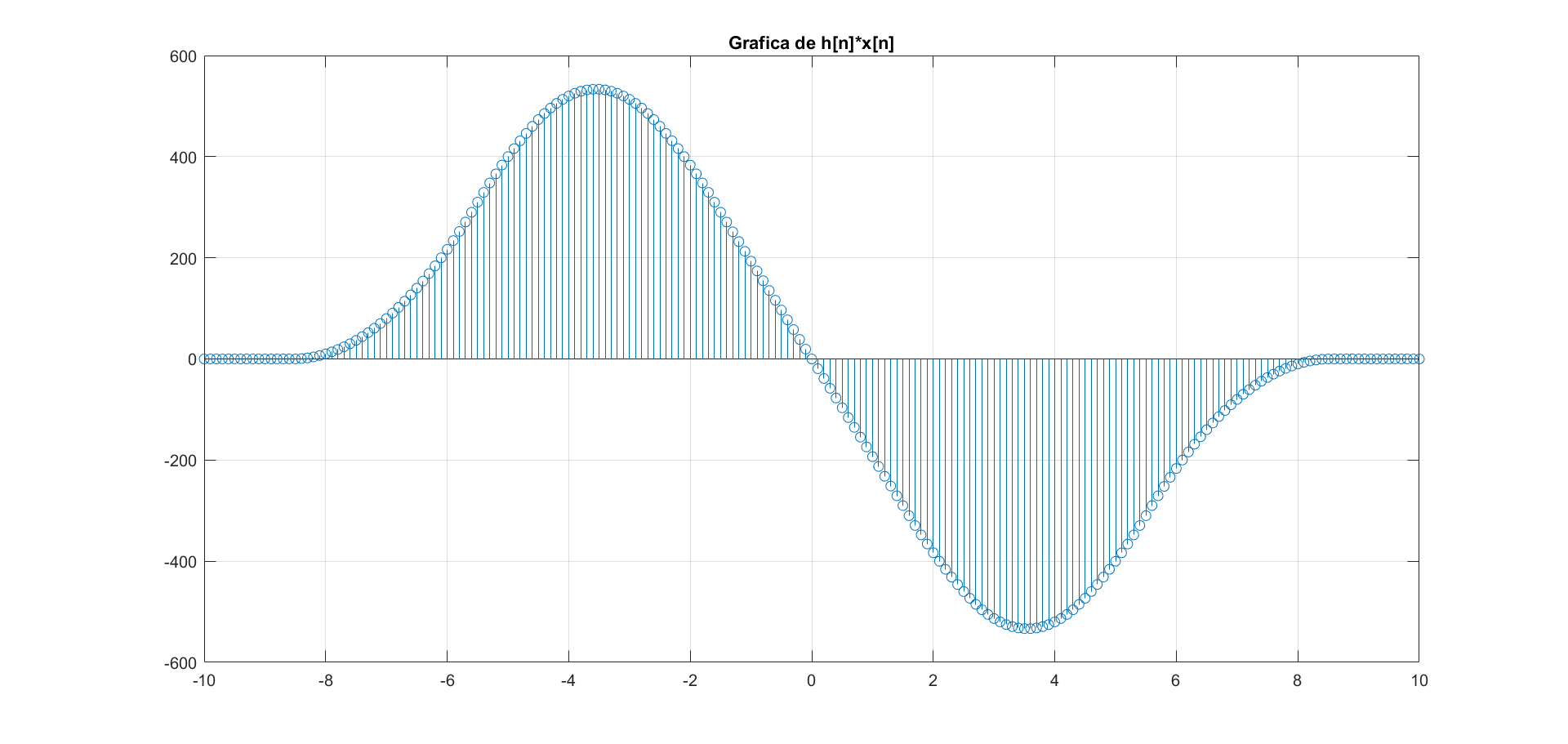
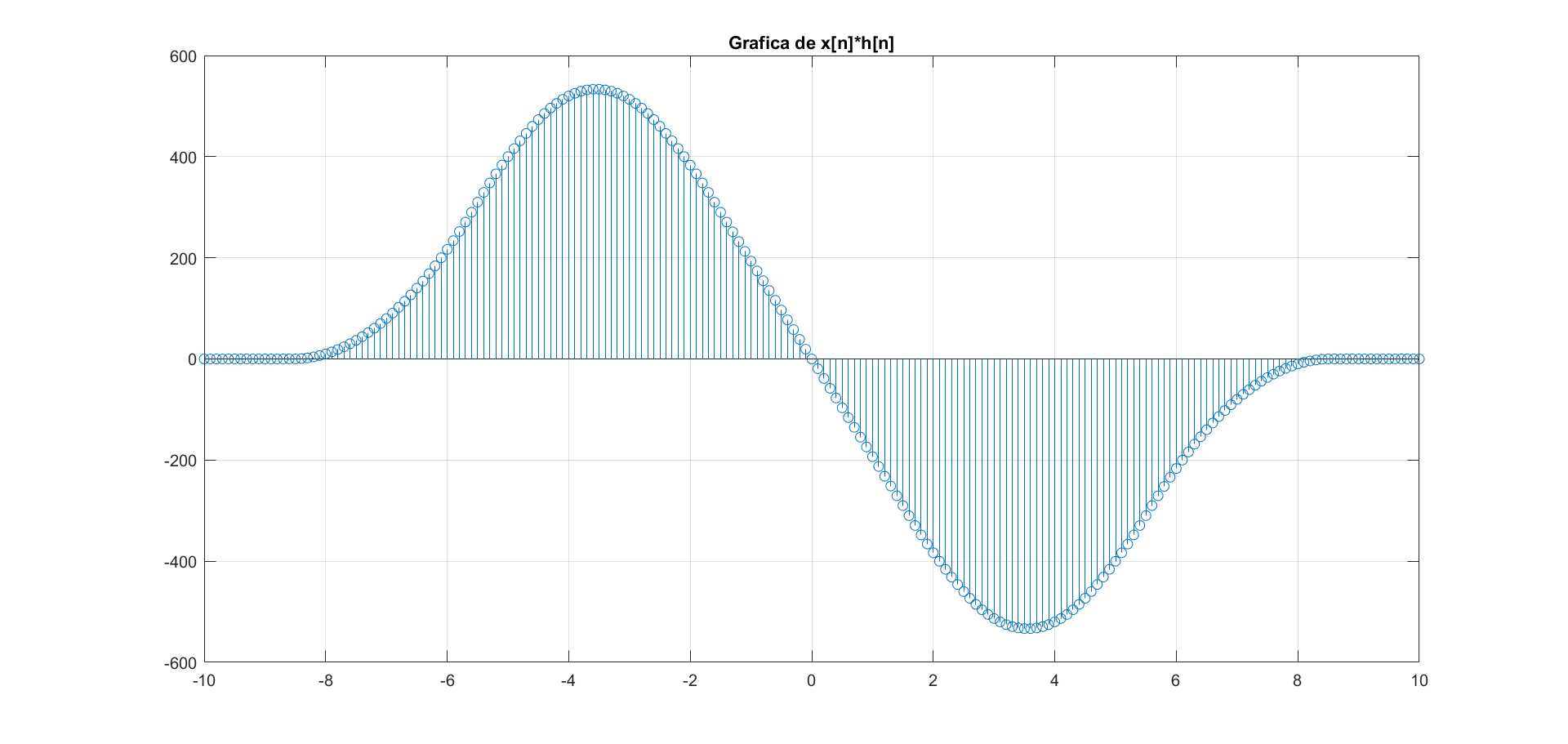
stem(ny3,y3);

title('Grafica de x[n]\*x[n]');grid on;

figure('Name','Grafica de h[n]\*h[n]');

stem(ny4,y4);

title('Grafica de h[n]\*h[n]');grid on;



### Use y1[n] - y2[n] para verificar la propiedad del orden.

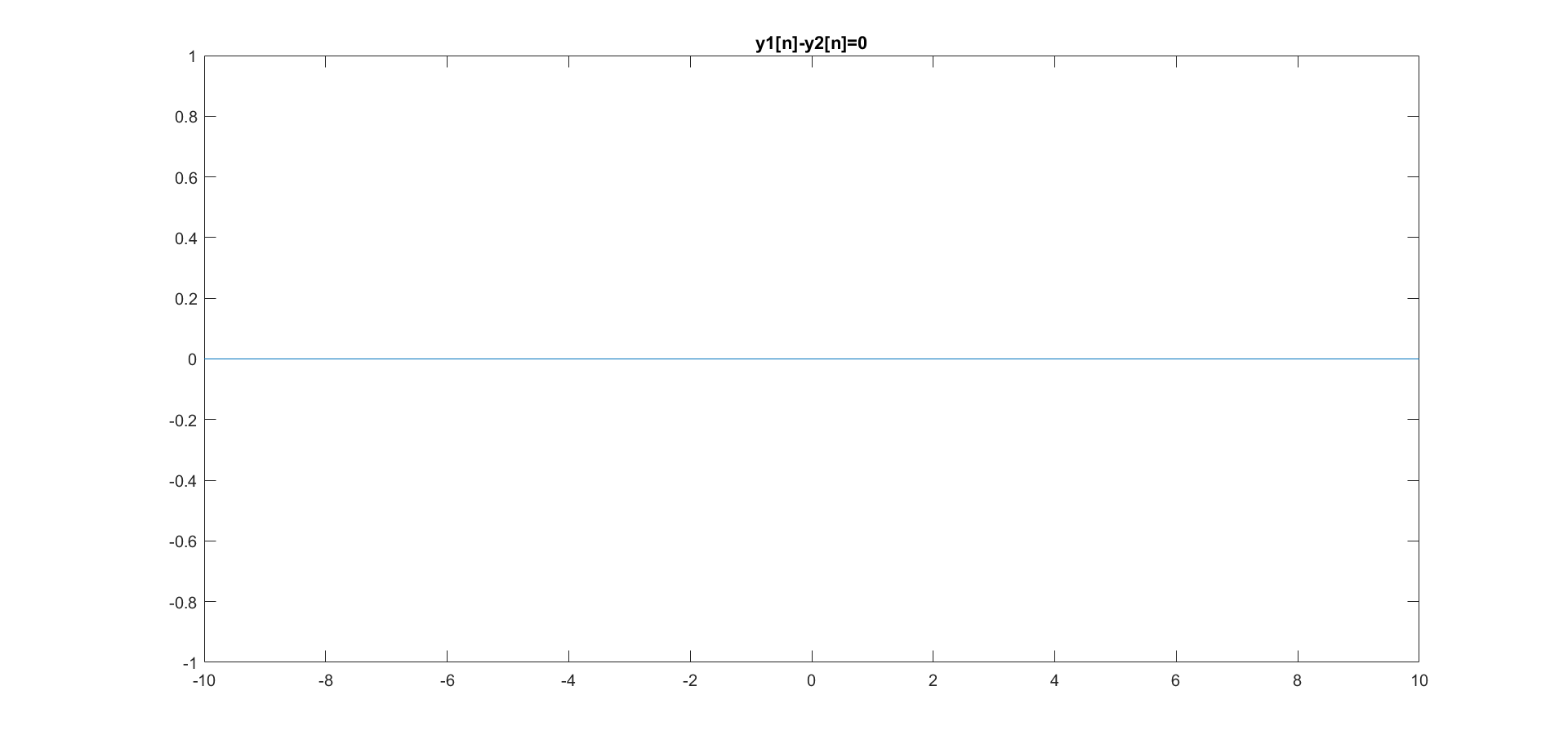
%punto 1.3

%Se grafica y1-y2, se comprueba que son iguales

%Ya que la resta da 0 para todos los valores

figure('Name','y1[n]-y2[n]=0');

plot(ny1,y1-y2);title('y1[n]-y2[n]=0');



### Use y1[n] para verificar la propiedad longitud.

%punto 1.4

% Para verificar esto se comprueba que la longitud de la convolucion

% es igual a la longitud de x+h-1.

Dif=length(nx)+length(nh)-1-l1

%Se comprueba que el resultado es 0

Dif = 0

### Use y4[n] para verificar la propiedad suma.

%punto 1.5: verificar propiedad suma

sy4=sum(y4); %la suma de todos los valores de y4

shh=sum(h)^2; %la suma de todos los valores de x al cuadrado

Dif=sy4-shh

Se observa que el resultado de salida es 0:

Dif = 0

### Determinar qué tipo de simetría está presente en la convolución si las señales convolucionadas son:

1. ambas con simetría par.

El resultado de la convolucion tiene simetría par (caso de h[n]\*h[n])

1. ambas con simetría impar.

El resultado de la convolucion tiene simetría par (caso de x[n]\*x[n])

1. con simetría impar y otra con simetría par.

El resultado de la convolucion tiene simetría impar (caso de h[n]\*x[n] o x[n]\*h[n])

¿Qué resultado se obtuvo en cada clase?

Las simetrías se observan claramente en las gráficas del punto 2.1.2

## Considere la entrada x[n] =cos(0.4 π n) aplicada a un sistema LTI con h[n] ={1,2,3,4,5,6,7,8}.

### Generar la entrada x[n] sobre 0 ≤ n ≤ 50.

% punto 2.1:

F=1;

n=0:F:50;

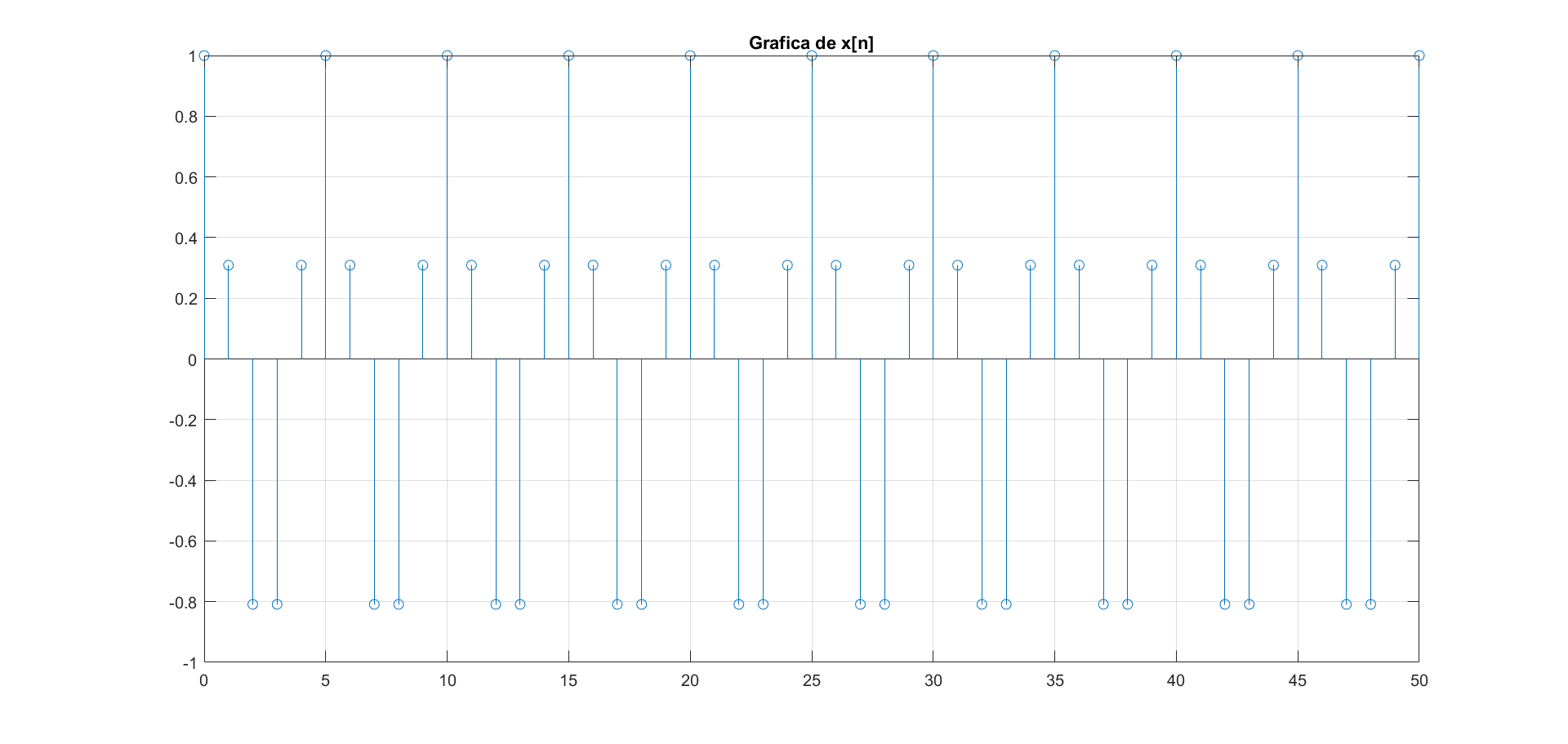
x=cos(0.4\*pi\*n);

figure('Name','Grafica de x[n]');

stem(n,x);

title('Grafica de x[n]');grid on;

h=[1 2 3 4 5 6 7 8];



### Generar la respuesta y[n] y su índice usando conv o convnum.

%punto 2.2:

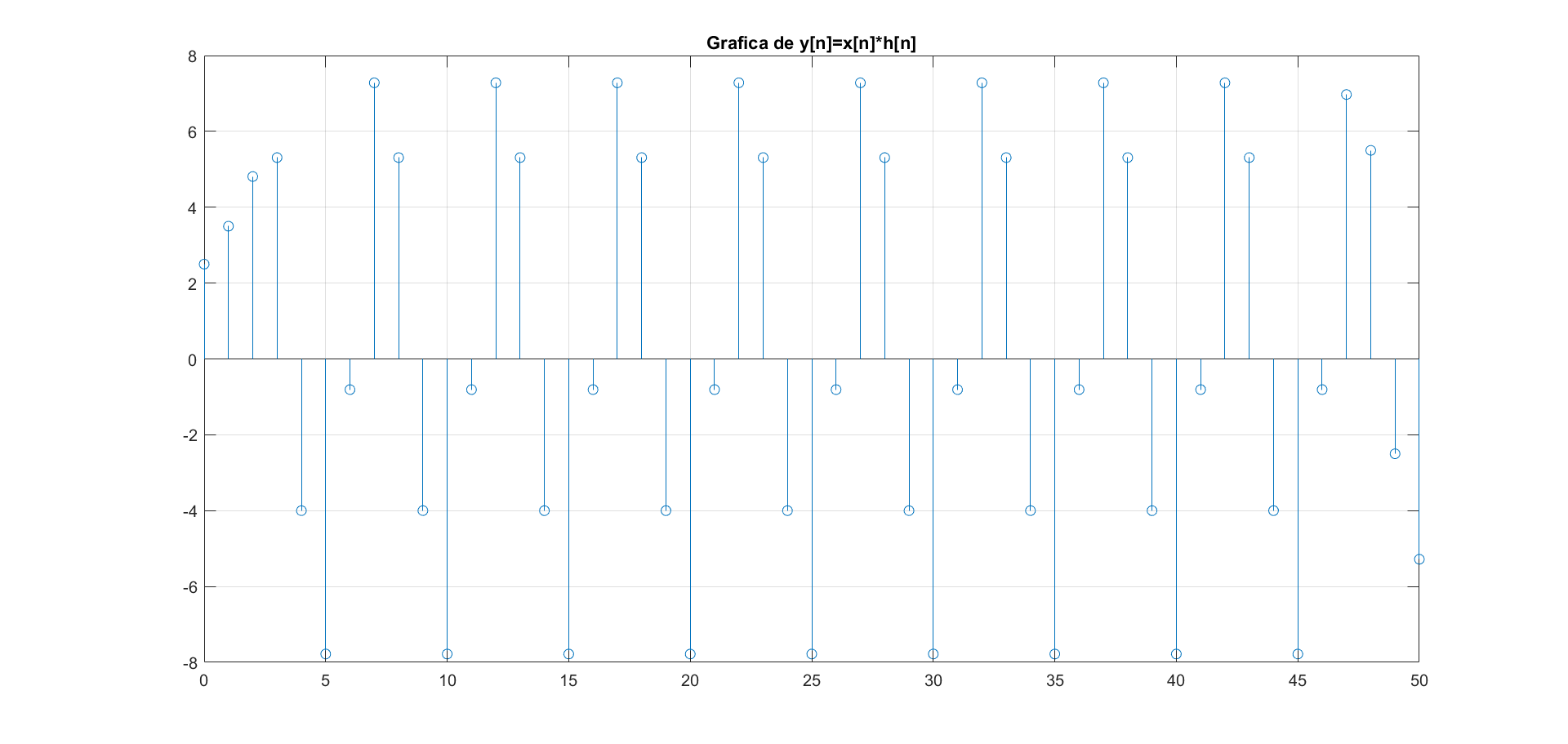
y=conv(x,h,'same');

l=length(y);

figure('Name','Grafica de y[n]');

stem(n,y);

title('Grafica de y[n]=x[n]\*h[n]');grid on;



### Use dtplot o stem para graficar la entrada y la respuesta, en dos subplot con idénticos ejes x (de 0 a 50).

%punto 2.3:

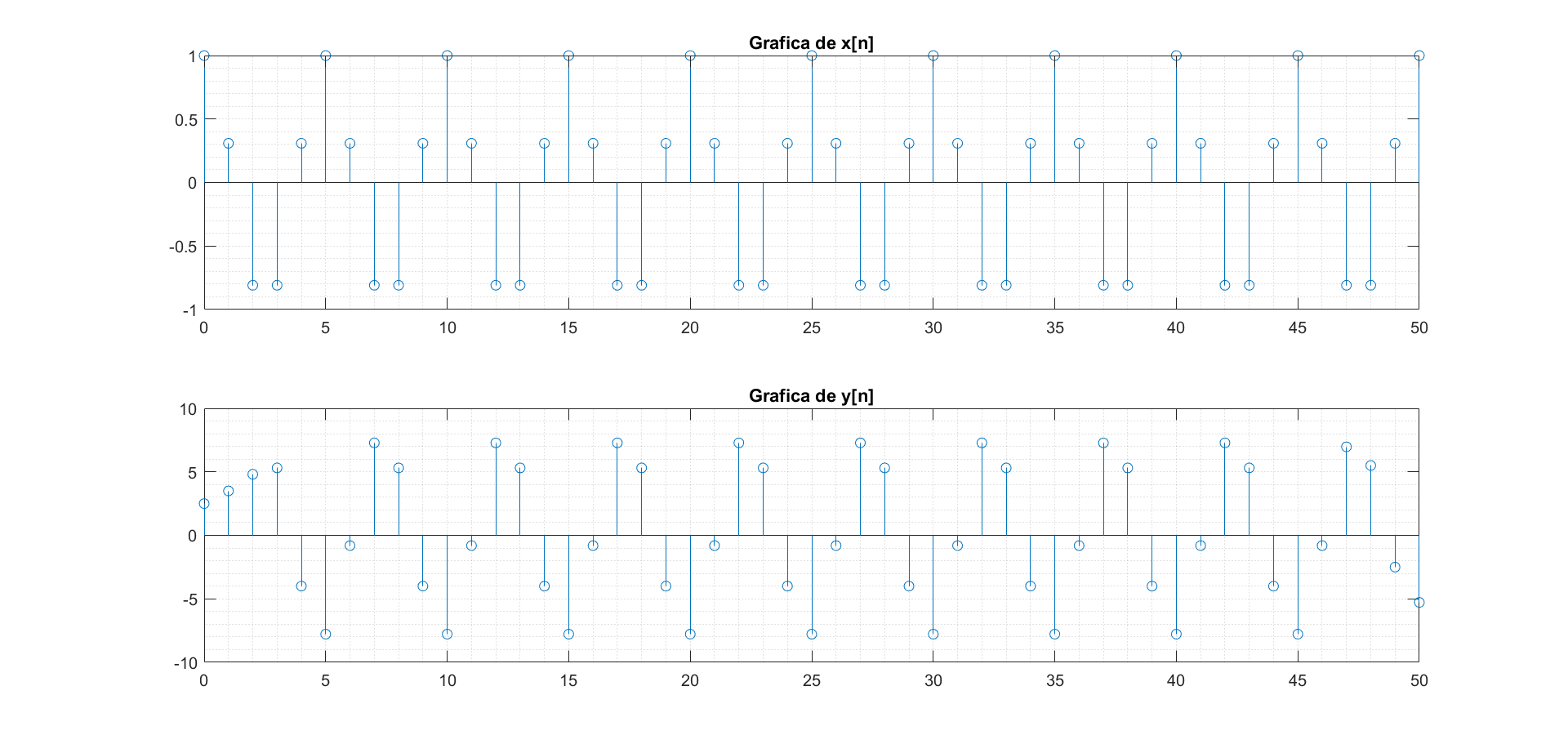
figure('Name','Señales individuales');

subplot(2,1,1);

stem(n,x);title('Grafica de x[n]');grid minor;

subplot(2,1,2);

stem(n,y);title('Grafica de y[n]');grid minor;



### De las gráficas, determine el periodo de x[n] y el de y[n] , comente los resultados. Corrobore obteniendo analíticamente el período de la señal de entrada.

Se puede observar que el periodo de la señal x[n] y de y[n] es igual a 5.

### Confirme que la respuesta es periódica excepto por los efectos iniciales

Se observa que la función es periódica entre 4 y 48, ya que en la entrada y salida, se observa un decrecimiento de los valores hacia los extremos, por lo tanto la señal no es periódica.

## Considere el filtro MA dado por:

Genere una señal de entrada en el intervalo

### Use conv para encontrar la respuesta si

%punto 3.1

F3=1;

n=-10:F3:10;

x=5\*tri(.2\*(n+5))-5\*tri(.2\*(n-5));

h1=[.5 .5];

y1=conv(x,h1,'same');

### Use conv para encontrar la respuesta si

h2=[1 -1];

y2=conv(x,h2,'same');

### Use dtplot o stem para graficar la entrada y la respuesta en cuatro subplot con idénticos eje x.

%punto 3.3

figure();

subplot(4,1,1);

stem(n,x);grid minor;

title('Entrada 1');

subplot(4,1,2);

stem(n,y1);grid minor;

title('Salida con a0=a1=0.5');

subplot(4,1,3);

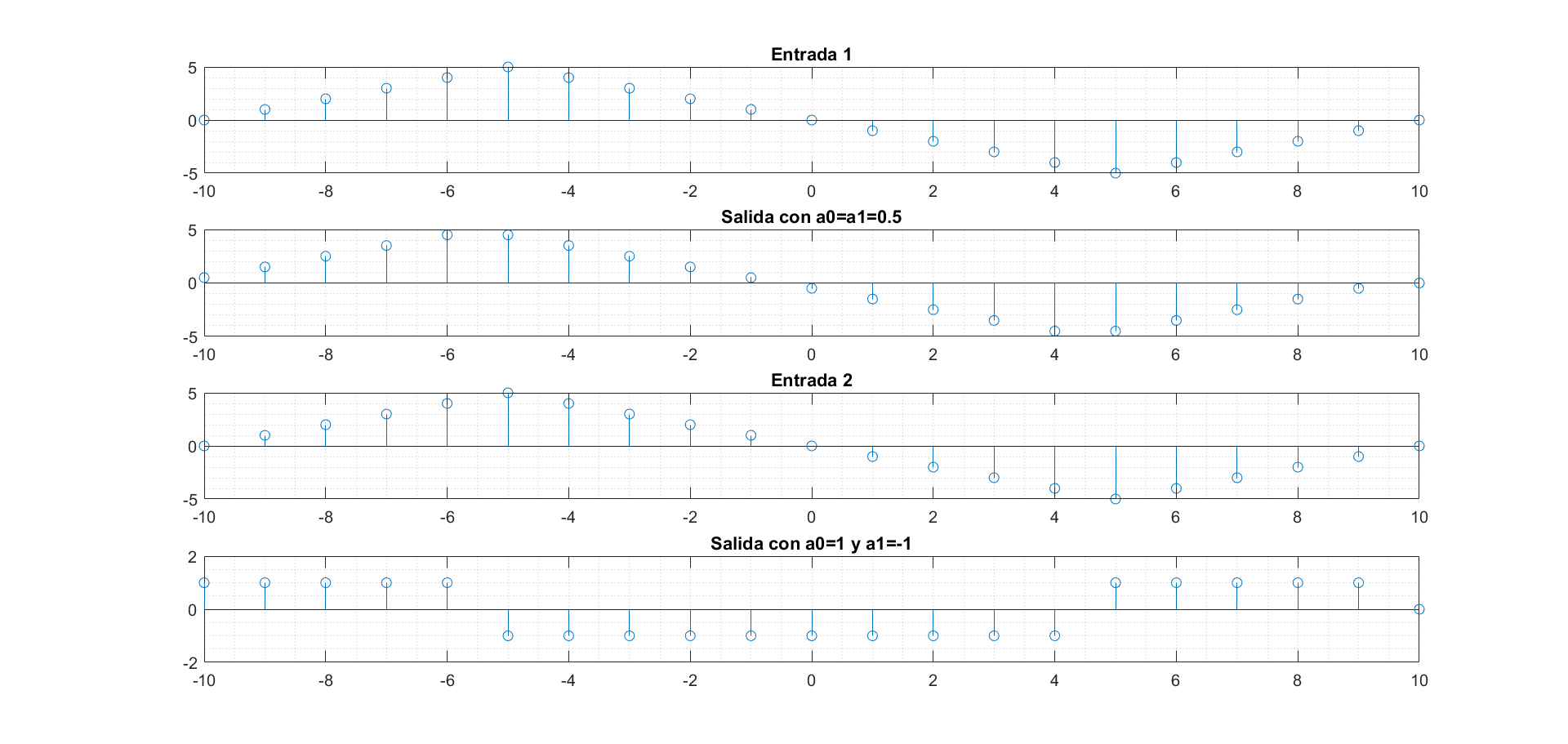
stem(n,x);grid minor;

title('Entrada 2');

subplot(4,1,4);

stem(n,y2);grid minor;

title('Salida con a0=1 y a1=-1');



### Describa la función de cada filtro en a y b.

Se observa que el filtro en a promedia la amplitud de los dos valores (filtro promediador). El filtro b da como salida la diferencia entre los dos valores (filtro diferenciador)

### Trabajando con los datos contenidos en el archivo ecg\_data.rar, disponible en la página web de la materia en la sección “Otros Recursos”, realice lo siguiente:

1. Luego de descomprimir el archivo RAR, y empleando el comando load, cargue el archivo de datos
2. Considerando que la primer columna de datos contiene la información temporal, extráigala para generar la base de tiempo.
3. De las columnas restantes seleccione dos de ellas y asigne cada una a una variable (por ej. Signal\_1 y signal\_2)
4. Diseñe dos filtros promediadores: uno de 10 puntos y otro de 100 puntos.
5. Filtre la señal con cada uno de los filtros diseñados, empleando la herramienta de convolución.
6. En una misma pantalla muestre, empleando subplots, la señal original, la señal filtrada con el promediador de 10 puntos y la filtrada con el promediador de 100 puntos. Analice y compare resultados. Si lo considera necesario incremente el orden del filtro para obtener una mejor limpieza de la señal.

s=load('ecg\_data1.txt');

t=s(:,1);

signal1=s(:,3);

n1=10;

h1=(1/n1)\*ones(1,n1); %promediador de 10 muestras

y10=conv(signal1,h1,'same');

signal2=s(:,3);

n2=100;

h2=(1/n2)\*ones(1,n2); %promediador de 100 muestras

y100=conv(signal2,h2,'same');

%graficacion

limx=[50 100]; %esta variable define los limites para graficar

figure();

subplot(2,2,1);

plot(t,signal1);

title('señal original 1');

xlim(limx);grid on;

subplot(2,2,2);

plot(t,signal2);

title('señal original 2');

xlim(limx);grid on;

subplot(2,2,3);

plot(t,y10);

title("señal 1 con promediador "+n1+" muestras")

xlim(limx);grid on;

subplot(2,2,4);

plot(t,y100);

title("señal 1 con promediador de "+n2+" muestras")

xlim(limx);grid on;

Para poder tener una referencia y poder comprobar la eficacia de los filtros, en ambos se usó la tercer columna de datos, ya que tomando distintas entradas no se podía comparar el resultado de los distintos filtros. El resultado fue el siguiente:

