

1. Obtener y representar la respuesta al impulso (en el intervalo $n = 0 : N_0$) y la respuesta en frecuencia del siguiente sistema LTI, descrito por la posición de sus ceros y polos: Ceros en $\sigma_1 \pm j\omega_1$ y polos en $\sigma_2 \pm j\omega_2$ ($k=1$) Observando el diagrama de polos y ceros, proponer una señal de entrada $x[n]$ tal que, la salida correspondiente a dicha entrada tienda a ser nula. (Sugerencia: probar con señales sinusoidales).

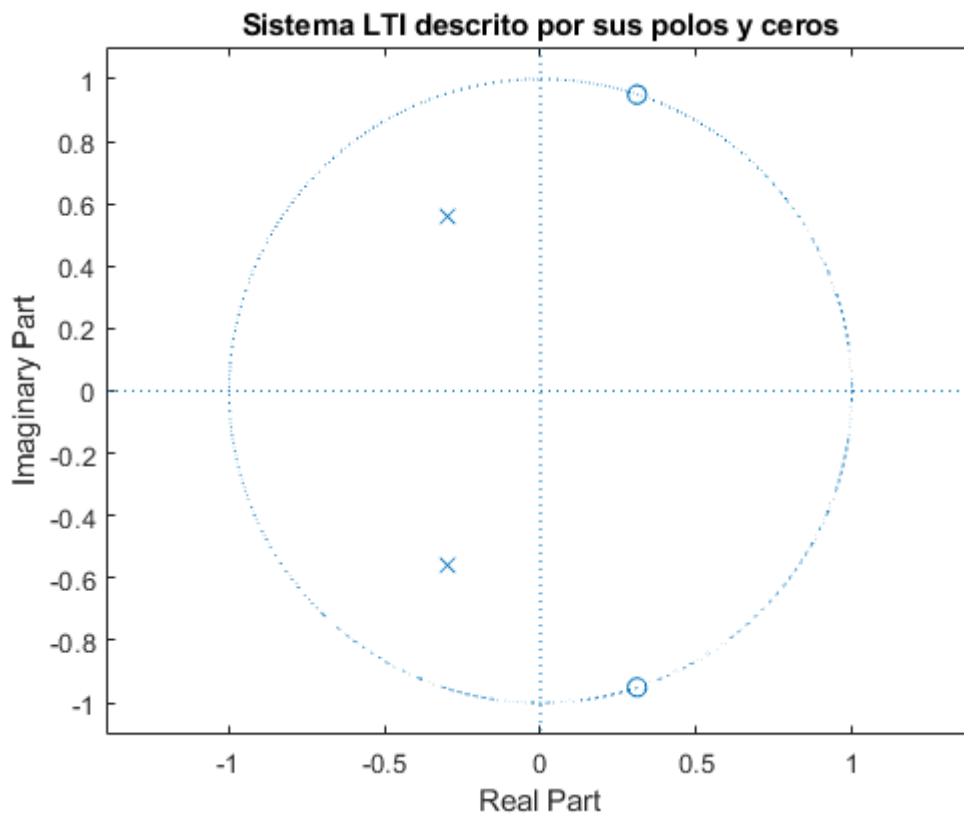
```
n = 0 : 40
```

```
ceros = [0.31+1i*0.95; 0.31-1i*0.95];  
polos = [-0.3+1i*0.56; -0.3-1i*0.56];
```

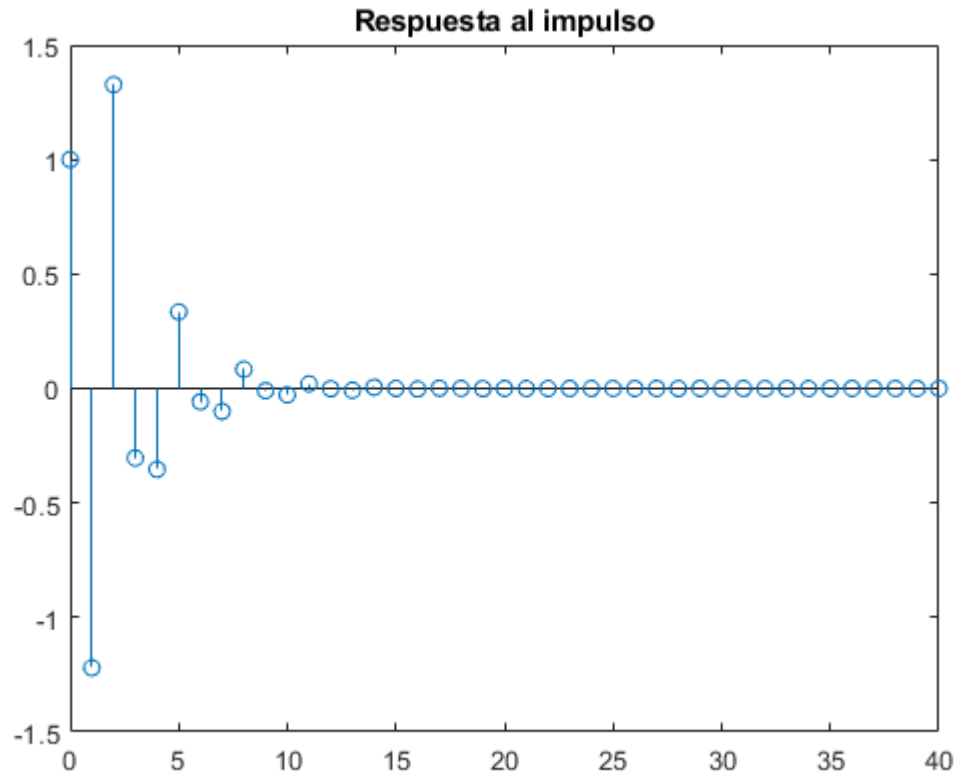
```
a = poly(polos);  
b = poly(ceros);
```

```
ceros = roots(b);  
polos = roots(a);
```

```
zplane (ceros, polos);  
title('Sistema LTI descrito por sus polos y ceros');
```

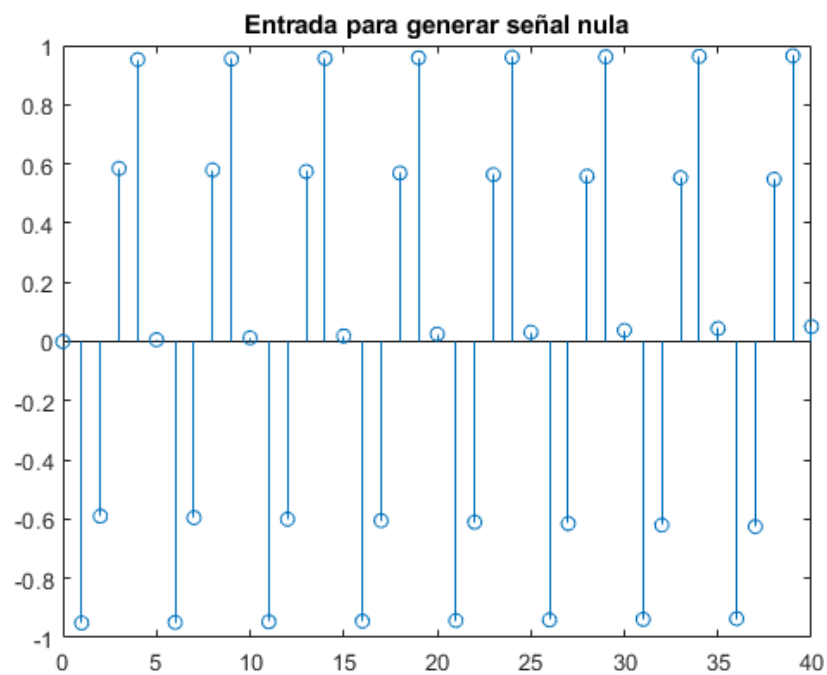


```
imp = [1 zeros(1, 40) ];  
h=filter(b, a, imp);  
figure;  
stem (n, h);  
title('Respuesta al impulso');
```

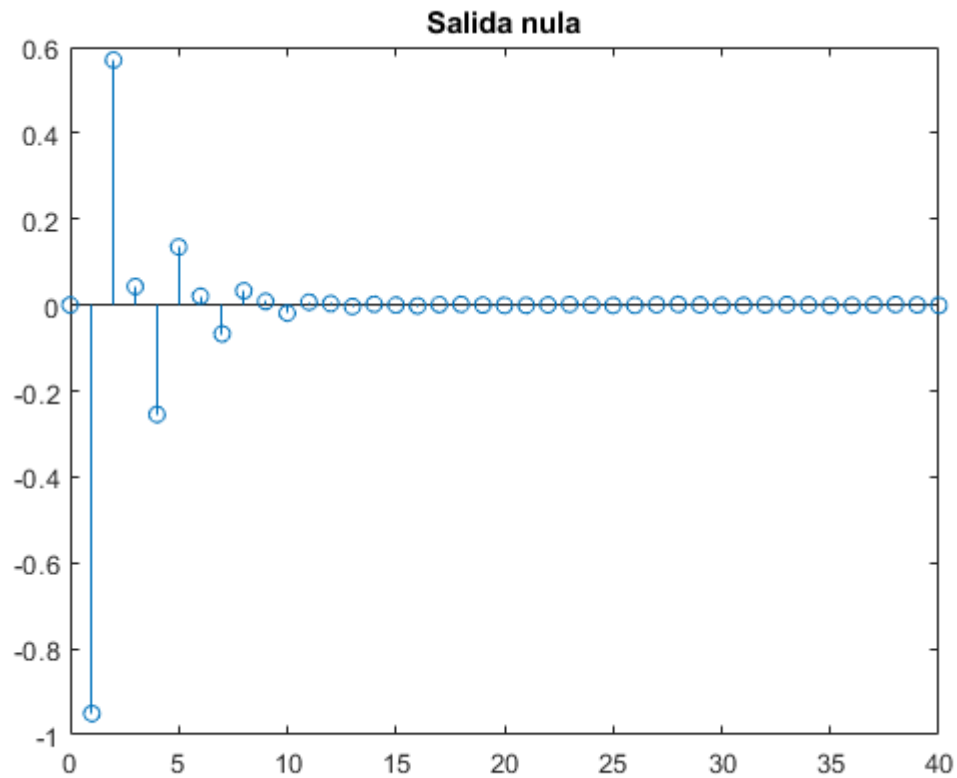


```
s = angle(0.31-1i*0.95);
x = sin(s.*n);
stem(n, x);
title('Entrada para generar señal nula');
```

```
y = filter(b, a, x);
```



```
stem(n,y);
title("Salida nula");
```



2. Ejecutando `[b,a]=butter(N,[W1,W2])` se obtienen los coeficientes de un filtro de Butterwoth de orden $2 \cdot N$.

2.1. Escriba (en un documento de texto) la función de sistema correspondiente al filtro obtenido al ejecutar la anterior instrucción.

```
[b, a]= butter(2, [0.3, 0.7]);
```

Command Window

```
>> a
a =
    1.0000    0.0000    0.3695   -0.0000    0.1958

>> b
b =
    0.2066         0   -0.4131         0    0.2066
```

f >>

$$H(z) = \frac{0.2066 - 0.4131 z^{-2} + 0.2066 z^{-4}}{1 + 0.3695 z^{-2} + 0.1958 z^{-4}}$$

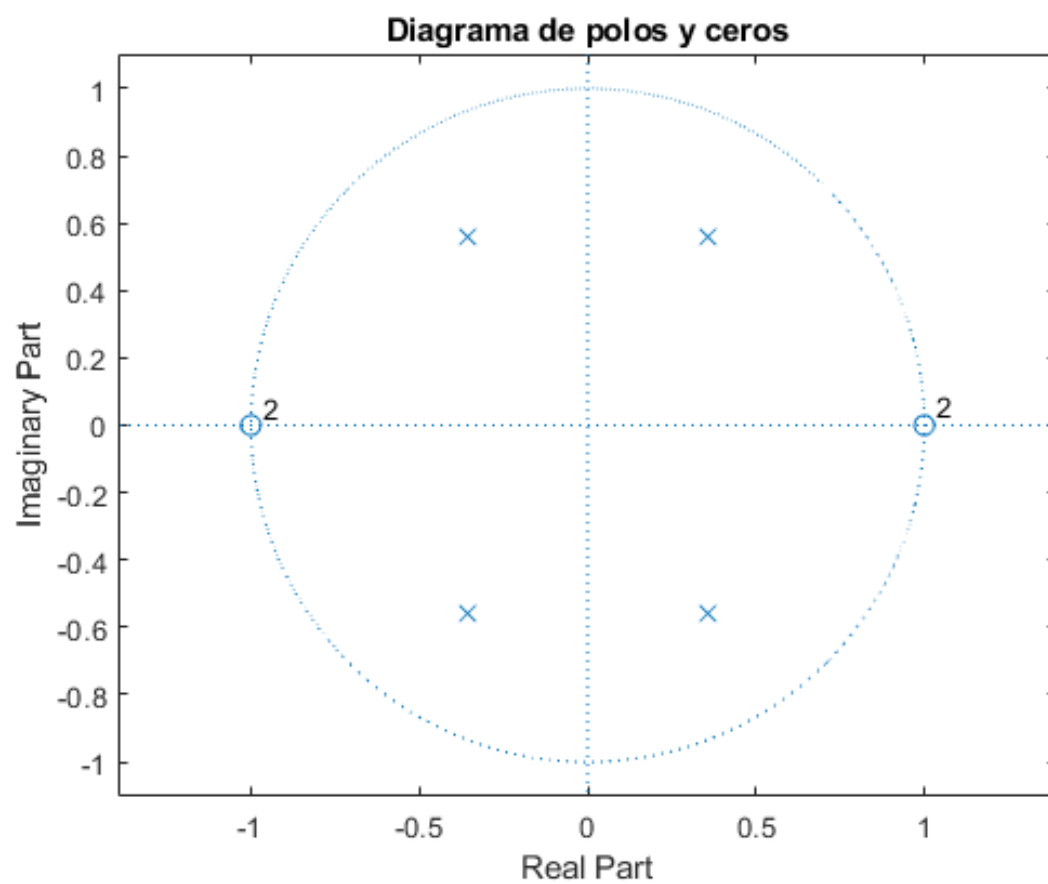
2.2. Represente el diagrama de polos y ceros del sistema.

```
ceros = roots(b);
```

```
polos = roots(a);
```

```
zplane(ceros, polos);
```

```
title("Diagrama de polos y ceros");
```

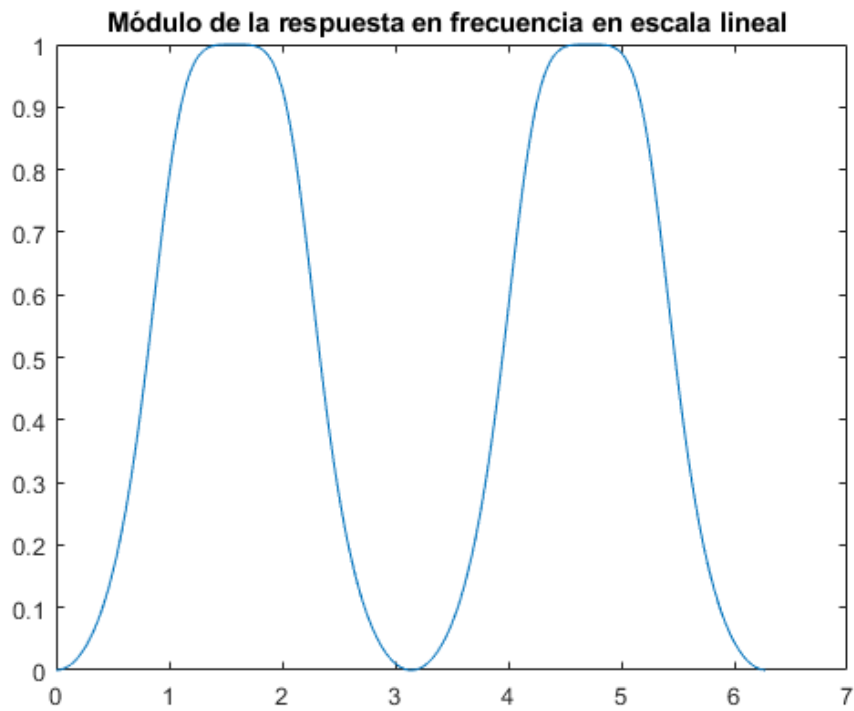


2.3. Represente, en escala lineal y logarítmica, el módulo de la respuesta en frecuencia del filtro diseñado. ¿Qué tipo de filtrado (paso bajo, paso alto, ...) realiza el filtro?

```
[H, w]=freqz(b, a, 1024, 'whole');
```

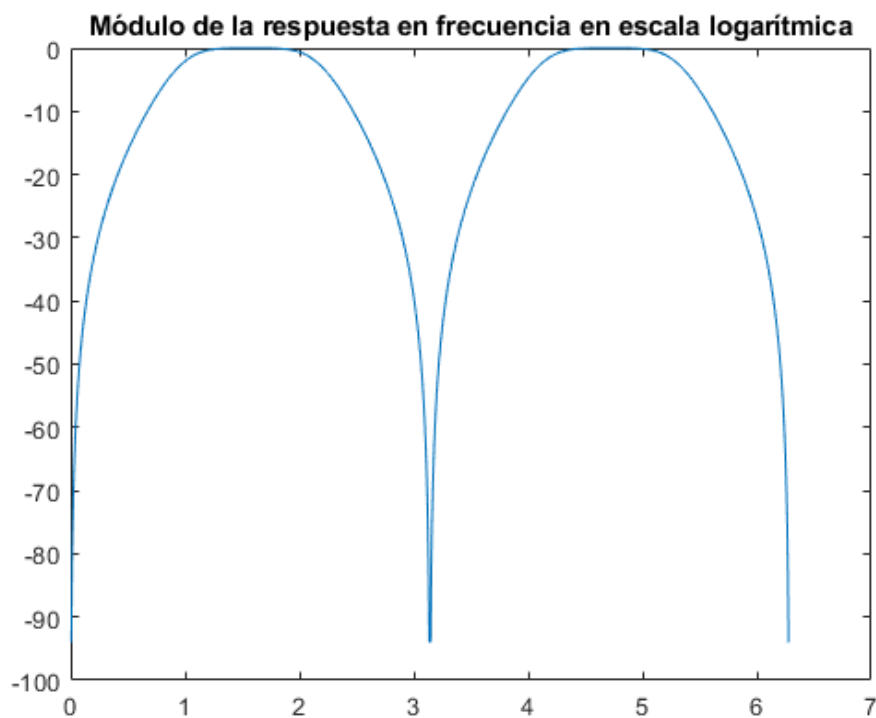
```
plot(w, abs(H));
```

```
title('Módulo de la respuesta en frecuencia en escala lineal ');
```



```
plot(w, 20*log10 (abs(H)));
```

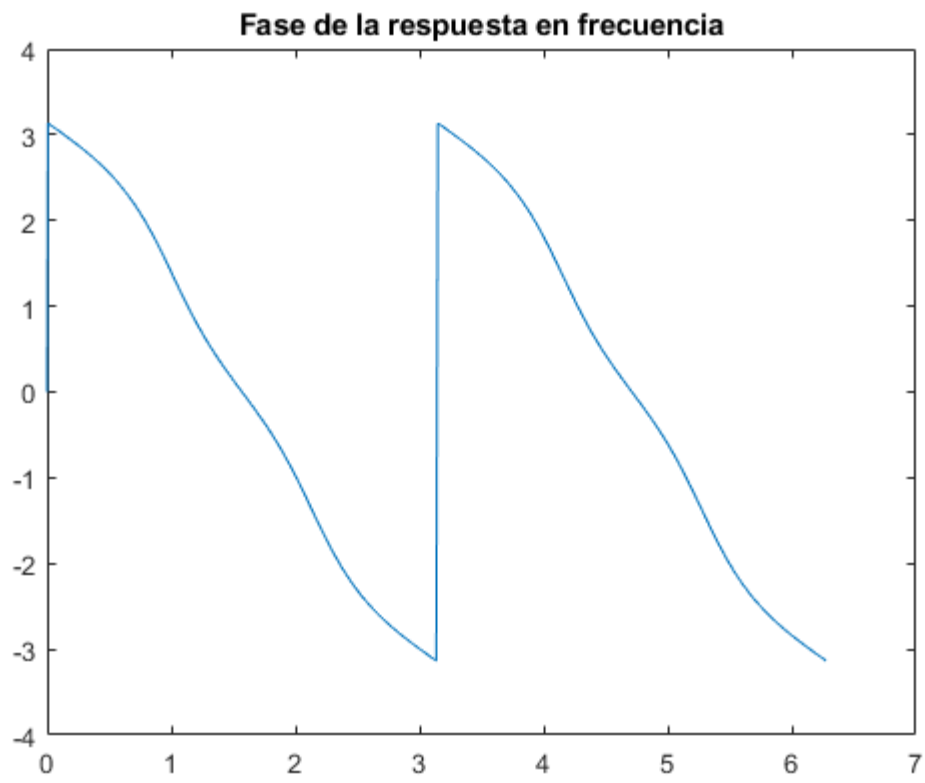
```
title('Módulo de la respuesta en frecuencia en escala logarítmica');
```



2.4. Represente la fase de la respuesta en frecuencia del filtro diseñado

```
plot(w, angle(H));
```

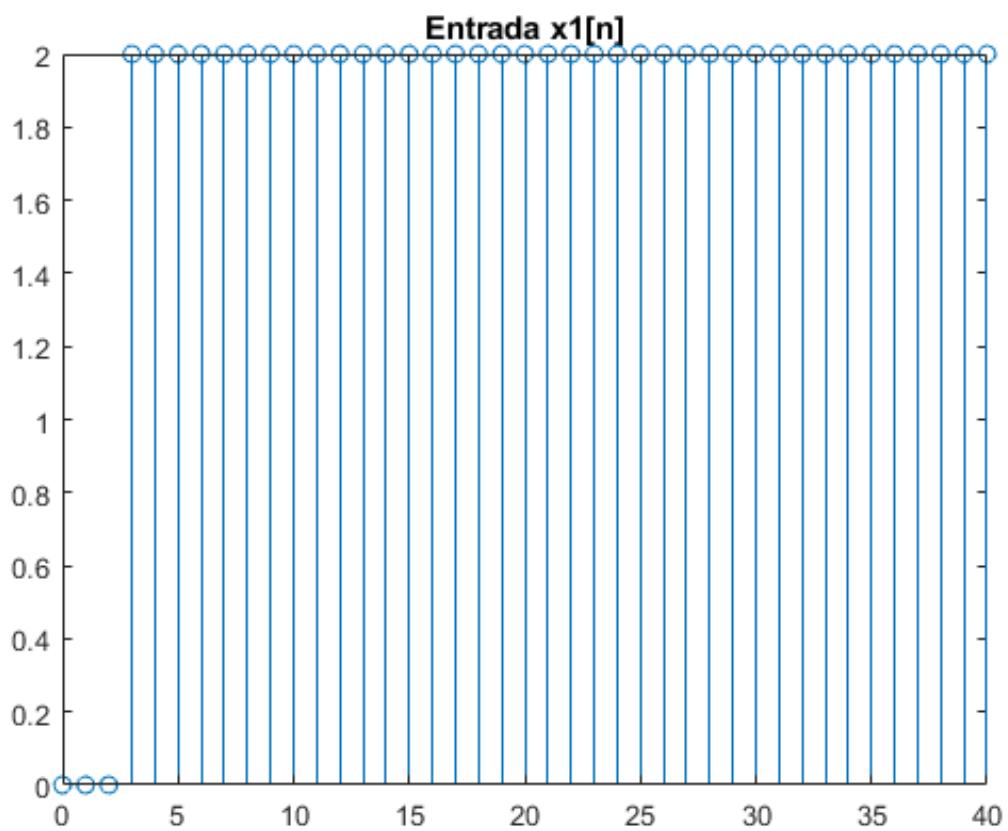
```
title('Fase de la respuesta en frecuencia');
```



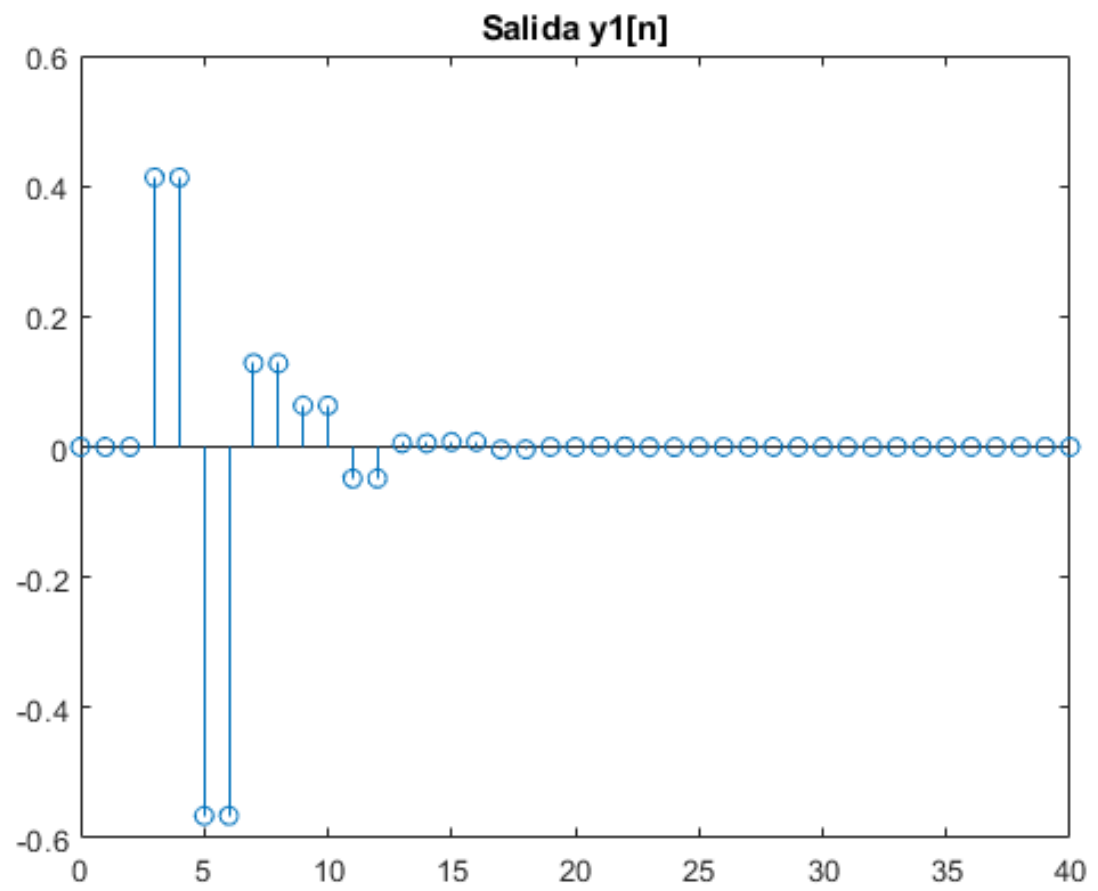
2.5. Obtener y representar la salida correspondiente a las siguientes entradas (para $n = 0: N1$).

2.5.1. $x1[n] = A0 u[n - L]$

```
n = 0 : 40  
x1_0 = 0.*(n);  
x1_1 = 2.*(n>=3);  
  
x1 = x1_0 + x1_1;  
  
stem(n, x1);  
title('Entrada x1[n]');
```

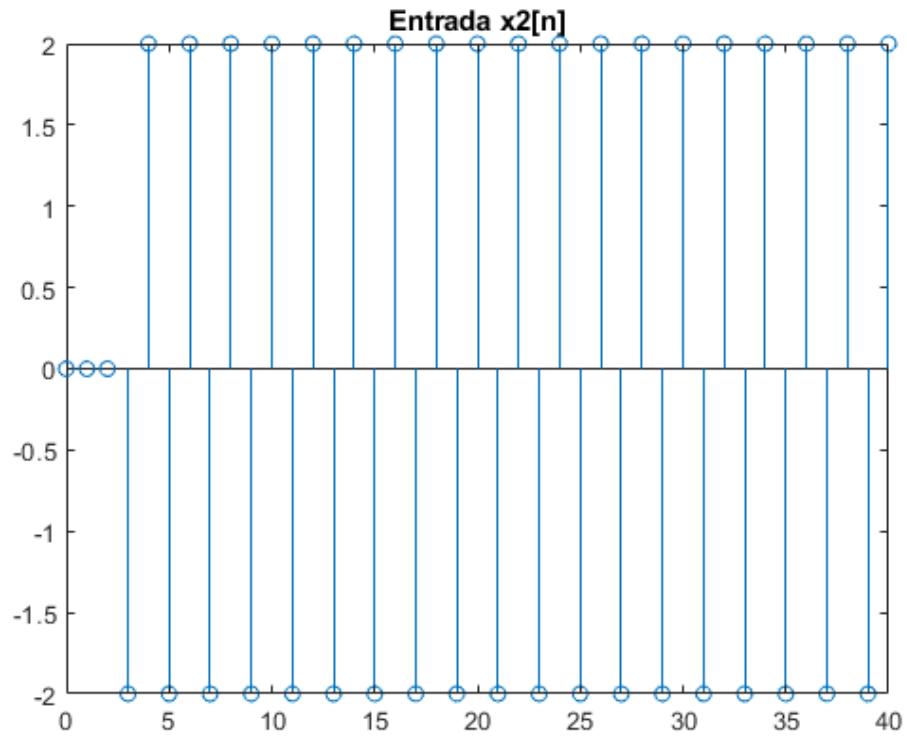


```
y1=filter(b, a, x1);  
stem(n, y1);  
title('Salida y1[n]');
```

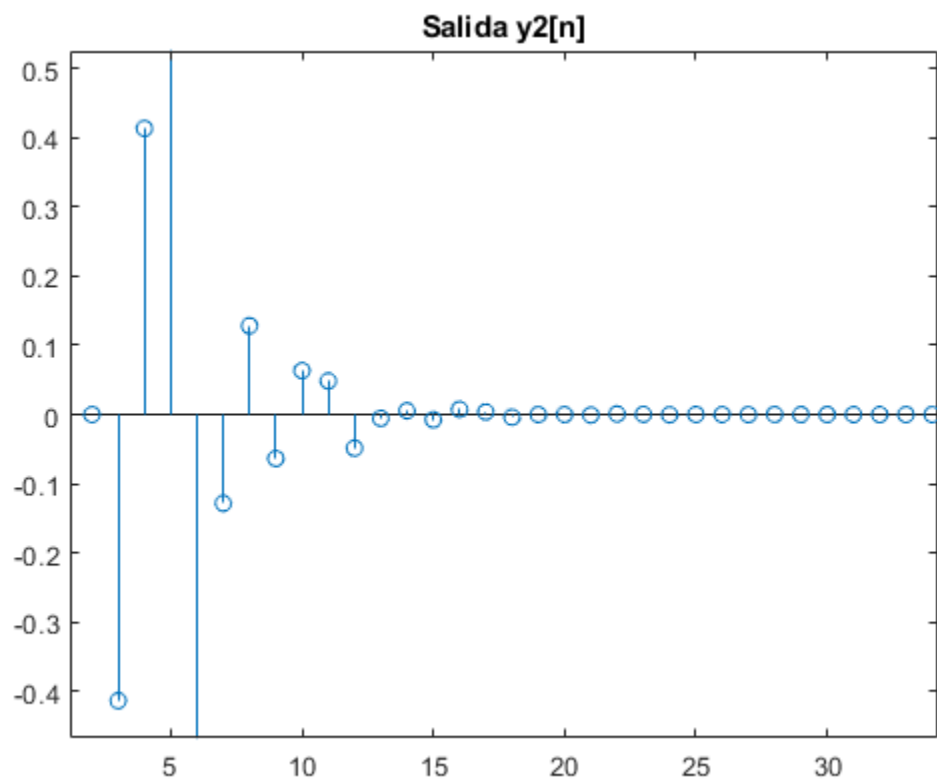


2.5.2. $x_2[n] = \cos(\pi) A_0 u[n - L]$

```
x2=cos(pi.*n).*x1;  
stem(n, x2); title('Entrada x2[n]');
```



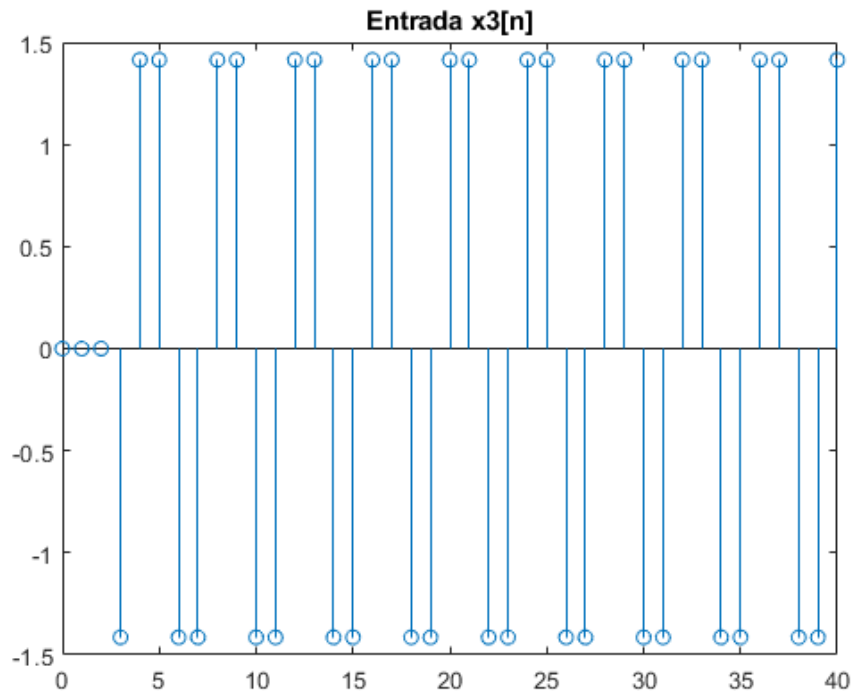
```
y2=filter(b, a, x2);  
stem(n, y2); title('Salida y2[n]');
```



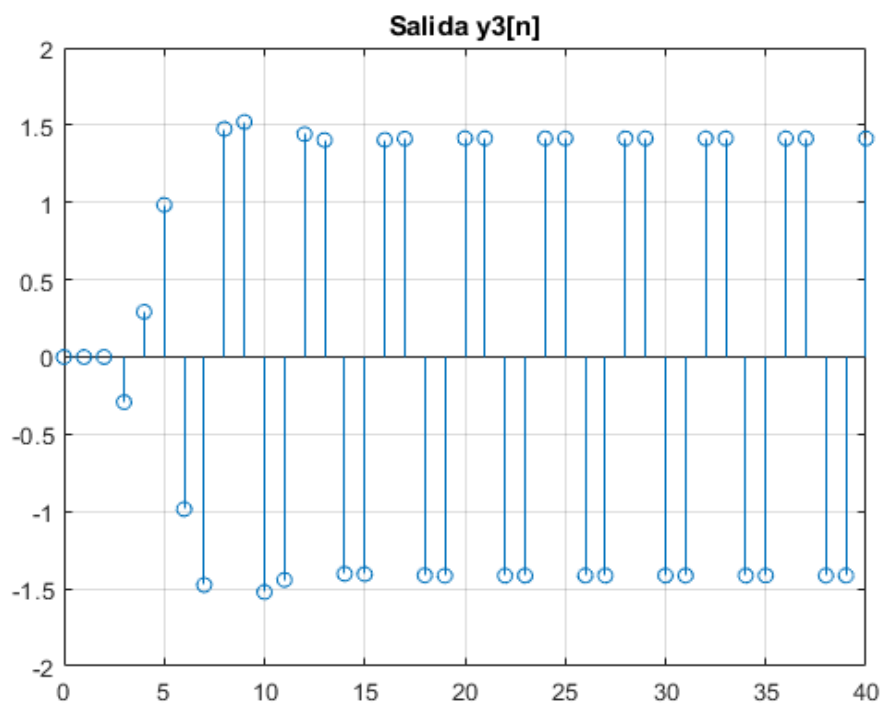
2.5.3. $x_3[n] = A_0 \sin(W + \varphi) u[n - L]$.

```
u=zeros(size(n));  
u(n>=3)=1;
```

```
x3 = 2.*sin(0.5*pi.*n + pi/4).*u;  
stem(n, x3);  
title('Entrada x3[n]');
```



```
y3=filter(b, a, x3);  
stem(n, y3);  
title('Salida y3[n]');
```



2.5.4. Justifique los resultados obtenidos en este apartado 2.5.

Tanto en la salida y_1 y la salida y_2 son señales que se anulan debido a que la entrada x_1 y x_2 son señales con una pulsación que coincide con la pulsación de uno de los ceros de la respuesta en frecuencia. En cambio, la salida y_3 no se anula.