

Evaluación 1 | Procesamiento de señales e imágenes 2023-1

Estudiante: Nicolás Farfán Cheneaux

Profesor: Max Chacón

Ayudante: Luis Corral

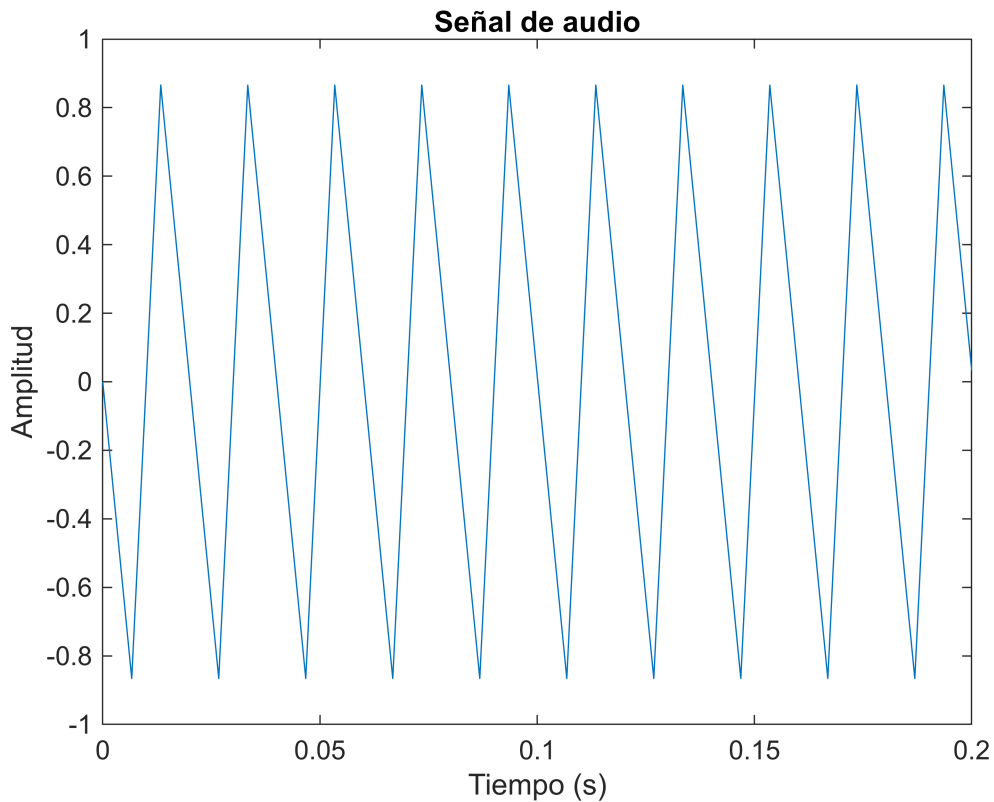
Pregunta 1

Para calcular la frecuencia alias (f_a) usando herramientas del dominio del tiempo, se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Identificar los picos de la señal con la función **findpeaks**.
- 2) Calcular la distancia en tiempo entre los picos de la señal.
- 3) Se obtiene el **periodo** y a partir de este, la **frecuencia**.

```
% Se lee el archivo de audio de la señal
[x_n,Fs] = audioread('senal_1.wav');

% Visualizar la señal en el dominio del tiempo
d = length(x_n)/Fs;
t = linspace(0, d,length(x_n));
figure;
plot(t,x_n);
xlim([0 0.2]); % Se acota para visualizar de manera clara
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Amplitud');
title('Señal de audio');
```



```
% Calculo de la frecuencia alias usando herramientas del domino del tiempo (fa)
```

```
% Se indentifican los picos de la señal
```

```
[pks, locs] = findpeaks(x_n);
```

```
% Se calcula la distancia en el tiempo entre los picos de la señal
```

```
time_diff = diff(locs)/Fs;
```

```
periodo = mean(time_diff)
```

```
periodo = 0.0200
```

```
% Se obtiene la frecuencia de la señal
```

```
fa = 1/periodo;
```

```
disp(['La frecuencia alias de la señal es ', num2str(fa), ' Hz']);
```

```
La frecuencia alias de la señal es 50 Hz
```

```
% Gráficamente podemos comprobar viendo un periodo de la señal
```

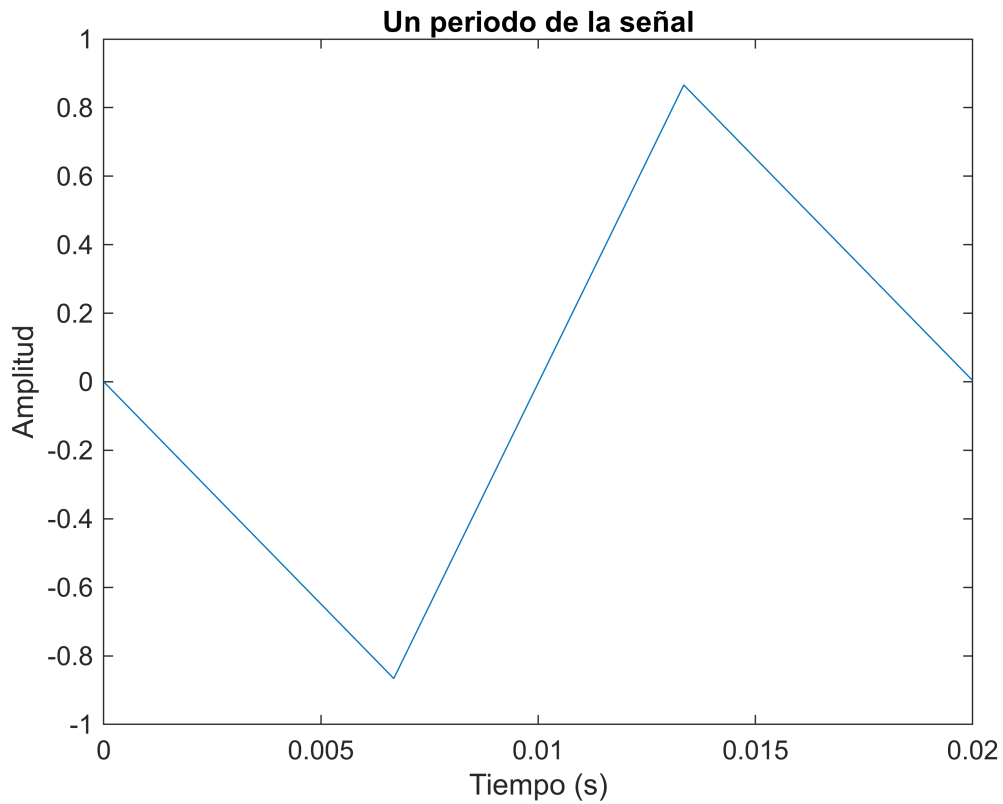
```
plot(t,x_n);
```

```
xlim([0 periodo]);
```

```
xlabel('Tiempo (s)');
```

```
ylabel('Amplitud');
```

```
title('Un periodo de la señal');
```



```
% Calculo de la frecuencia muestreada originalmente (f)
% f = |fa - Fs [fa / Fss]|
f = abs(fa - Fs*ceil(fa/Fs))
```

```
f = 100.0000
```

```
disp(f)
```

```
100.0000
```

```
disp(['La frecuencia original es ', num2str(f), ' Hz']);
```

```
La frecuencia original es 100 Hz
```

Pregunta 2

Se tiene la función Transferencia del sistema $H(z)$:

$$H[z] = \frac{\sum_{k=0}^N b_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^N a_k z^{-k}}$$

Se desarrolla la sumatoria y se obtienen los siguientes coeficientes:

$$H(z) = \frac{b_0 z^0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$$

```
clearvars
[y_n,Fs2] = audioread('1kHz_44100Hz_16bit_05sec.wav'); % Lectura del archivo de la señal
n = -1:30
```

```
n = 1×32
    -1     0     1     2     3     4     5     6     7     8     9    10    11 ...
```

```
Fs2 % Frecuencia de muestreo
```

```
Fs2 = 44100
```

```
Fc = 800 % Frecuencia de corte del filtro
```

```
Fc = 800
```

```
Fr = Fs2 / Fc
```

```
Fr = 55.1250
```

```
x_n = n == 0
```

```
x_n = 1×32 logical array
     0     1     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0 ...
```

```
% Función de transferencia
% Dado que  $H[z] = Y[z] / X[z]$ 
```

```
% Cálculo de los coeficientes numerador
```

```
a1 = (2*(tan(pi/Fr)^2-1)) / (1 + (2*cos(pi/4)*tan(pi/Fr)+tan(pi/Fr)^2))
```

```
a1 = -1.8391
```

```
a2 = (1-2*cos(pi/4)*tan(pi/Fr)+tan(pi/Fr)^2)/(1+2*cos(pi/4)*tan(pi/Fr)+tan(pi/Fr)^2)
```

```
a2 = 0.8511
```

```
% Cálculo de los coeficientes denominador
```

```
b2 = (tan(pi/Fr)^2)/(1+2*cos(pi/4)*tan(pi/Fr)+tan(pi/Fr)^2)
```

```
b2 = 0.0030
```

```
b0 = b2
```

```
b0 = 0.0030
```

```
b1 = 2*b0
```

```
b1 = 0.0060
```

```
% Vector de coeficientes numerador
```

```
b = [b0 b1 b2]
```

```
b = 1×3  
    0.0030    0.0060    0.0030
```

```
% Vector de coeficientes denominador
```

```
a = [1 a1 a2]
```

```
a = 1×3  
    1.0000   -1.8391    0.8511
```

```
% Obtención de la salida del sistema y[n]
```

```
y_n = filter(b, a, x_n)
```

```
y_n = 1×32  
    0    0.0030    0.0115    0.0216    0.0300    0.0368    0.0421    0.0461 ...
```

```
% Obtención de la respuesta al impulso h[n]
```

```
h_n = impz(b, a, n)
```

```
h_n = 32×1  
    0  
    0.0030  
    0.0115  
    0.0216  
    0.0300  
    0.0368  
    0.0421  
    0.0461  
    0.0489  
    0.0508  
    ⋮
```

```
% Gráfico
```

```
subplot(3, 1, 1)
```

```
stem(n, x_n)
```

```
legend('x[n]')
```

```
subplot(3, 1, 2)
```

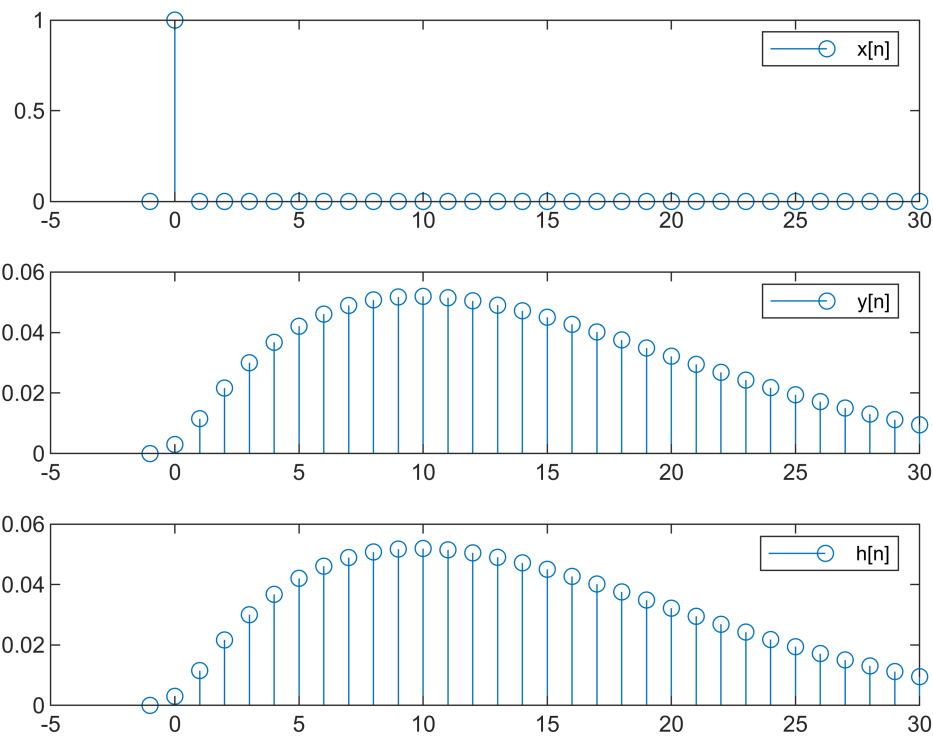
```
stem(n, y_n)
```

```
legend('y[n]')
```

```
subplot(3, 1, 3)
```

```
stem(n, h_n)
```

```
legend('h[n]')
```



Pregunta 3

Se aplica la transformada Z a la ecuación de diferencias y se obtiene lo siguiente

$$y[n] = x[n] + \alpha y[n-1]$$

$$Y(z) = X(z) + \alpha Y(z)^{-1} z$$

$$Y(z) (1 - \alpha z^{-1}) = X(z)$$

Función Transferencia del sistema $H(z)$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1}{1 - \alpha z^{-1}} = \frac{z}{z - \alpha}$$

```
clearvars
% Valor de alpha definido
alpha = 0.6
```

```
alpha = 0.6000
```

```
% Vector de coeficientes numerador
b = 1
```

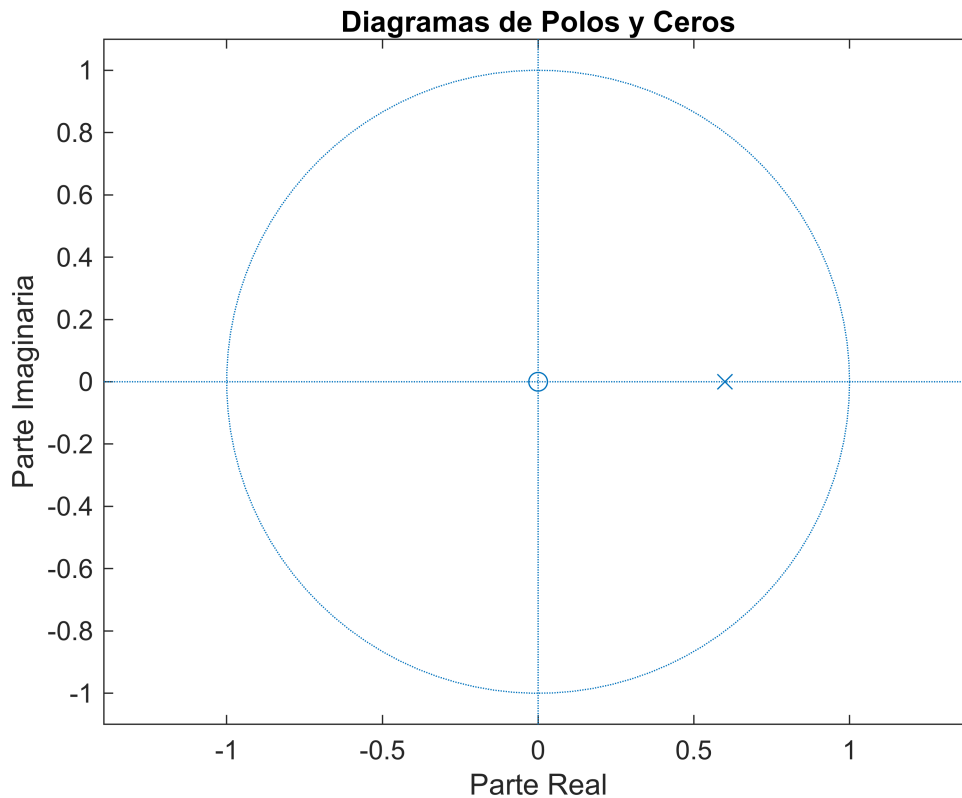
```
b = 1
```

```
% Vector de coeficientes denominador
```

```
a = [1 -alpha]
```

```
a = 1×2  
1.0000 -0.6000
```

```
% Gráfico  
figure  
zplane(b, a)  
xlabel('Parte Real');  
ylabel('Parte Imaginaria');  
title('Diagramas de Polos y Ceros');
```



Análisis del diagrama de polos y ceros

Como se puede apreciar en el diagrama de polos y ceros, tenemos un cero en el origen y un polo con **parte real positiva**, por lo tanto el sistema es **inestable**.