



**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo
Ingeniería en
Sistemas Computacionales**



**Unidad de Aprendizaje:
Procesamiento Digital de Señales
Grupo: 5CV1**

Entregable 1

Integrantes:

Bautista Ríos Alfredo

Cisneros Araujo Karen

Contreras Vargas Oscar Daniel

Cortes Velazquez Samuel Alejandro

Ramirez Aguirre Jose Alfredo

Maestro: Flores Escobar Jose Antonio

**Fecha de entrega:
05/03/2024**

Teorema de Muestreo en el Procesamiento Digital de Señales

Definición: El teorema de muestreo, también conocido como el teorema de Nyquist-Shannon, establece las condiciones para la representación exacta de una señal continua en tiempo y amplitud mediante una serie de muestras discretas.

Enunciado: Si una señal analógica tiene un ancho de banda limitado B , es decir, su contenido de frecuencia está limitado a un rango específico, entonces la señal puede ser perfectamente reconstruida a partir de muestras tomadas a una frecuencia de muestreo F_s mayor que el doble de la frecuencia máxima F_m de la señal:

$$F_s \geq 2 * F_m$$

Frecuencia de Nyquist: La frecuencia de Nyquist F_n se define como el doble de la frecuencia máxima de la señal:

$$F_n = 2 * F_m$$

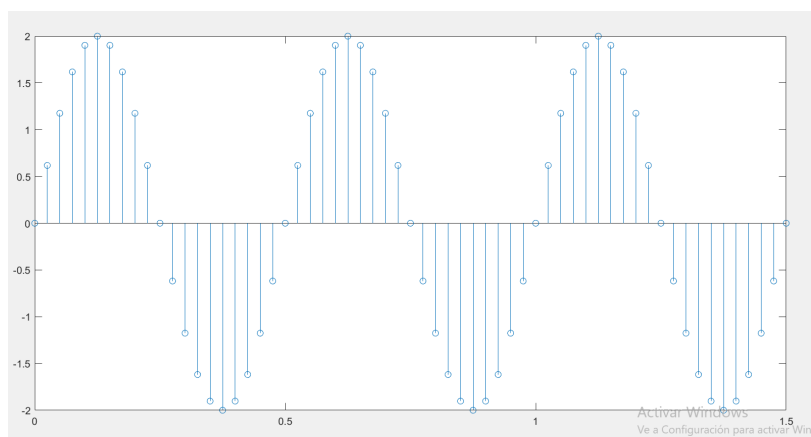
Muestreo por debajo de la frecuencia de Nyquist: Si la frecuencia de muestreo es menor que la frecuencia de Nyquist, se produce un fenómeno conocido como **aliasing**. El aliasing se caracteriza por la aparición de componentes de frecuencia adicionales en la señal reconstruida que no estaban presentes en la señal original.

Teorema de reconstrucción: El teorema de reconstrucción establece que, si se cumple la condición del teorema de muestreo, la señal original puede ser perfectamente reconstruida a partir de sus muestras mediante un proceso de filtrado e interpolación.

Aplicaciones: El teorema de muestreo es fundamental en el procesamiento digital de señales y tiene aplicaciones en una amplia variedad de campos, incluyendo:

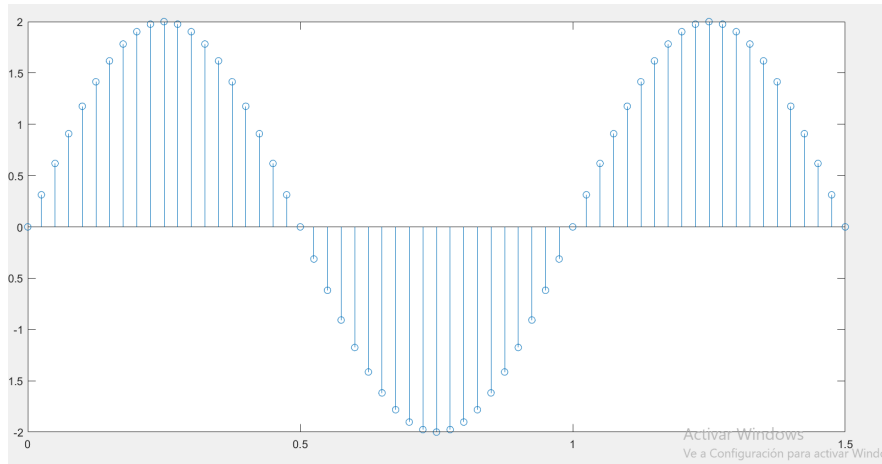
- **Adquisición de datos:** Conversión de señales analógicas en señales digitales.
- **Procesamiento de audio:** Grabación, edición y reproducción de sonido digital.
- **Procesamiento de imágenes:** Digitalización y almacenamiento de imágenes.
- **Telecomunicaciones:** Transmisión de señales de voz y datos.

```
Teorema_Muestreo.m
1 %Entregable 1-Teorema de muestreo
2 %Grupo 5CV1
3 %Equipo: Equipo 5
4 %Integrantes: Bautista Rios Jose Alfredo
5 % Cineros Araujo Karen
6 % Contreras Vargas Oscar Daniel
7 % Cortes Velazquez Samuel Alejandro
8 % Ramirez Aguirre Jose Alfredo
9
10 %Definicion de eje x
11 fs= 40;
12 t=[0:1/fs:1.5];
13 xt= 2 * sin (4*pi*t);
14 stem(t,xt);
```

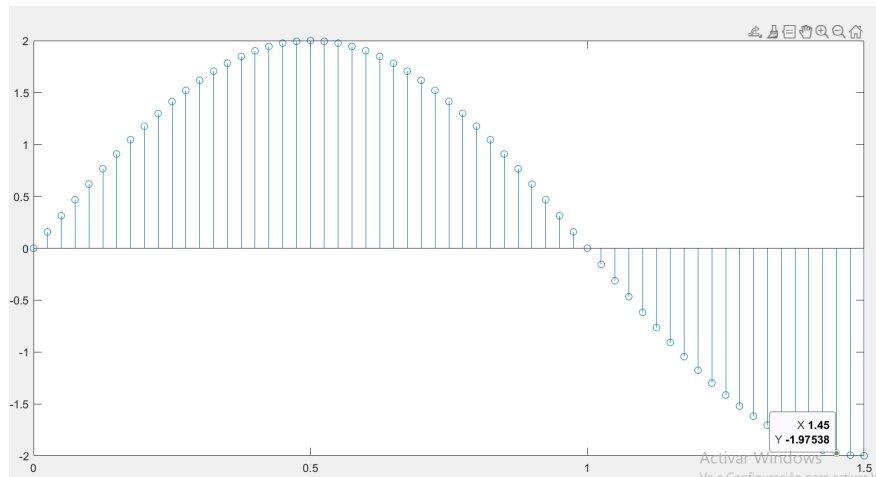


Ejemplos con frecuencias menores.

```
Editor - C:\Users\Del\Documents\MATLAB\Tareas\Teorema_Muestreo.m
Teorema_Muestreo.m
1 %Entregable 1-Teorema de muestreo
2 %Grupo 5CV1
3 %Equipo: Equipo 5
4 %Integrantes: Bautista Rios Jose Alfredo
5 % Cineros Araujo Karen
6 % Contreras Vargas Oscar Daniel
7 % Cortes Velazquez Samuel Alejandro
8 % Ramirez Aguirre Jose Alfredo
9
10 %Definicion de eje x
11 % Primer ejemplo: Frecuencia más baja
12 fs= 40;
13 t=[0:1/fs:1.5];
14 xt= 2 * sin (2*pi*t); % Frecuencia más baja, 2 Hz
15 stem(t,xt);
16
```



```
Editor - C:\Users\Del\Documents\MATLAB\Tareas\Teorema_Muestreo.m
Teorema_Muestreo.m
1 %Entregable 1-Teorema de muestreo
2 %Grupo 5CV1
3 %Equipo: Equipo 5
4 %Integrantes: Bautista Rios Jose Alfredo
5 % Cineros Araujo Karen
6 % Contreras Vargas Oscar Daniel
7 % Cortes Velazquez Samuel Alejandro
8 % Ramirez Aguirre Jose Alfredo
9
10 %Definicion de eje x
11 % Segundo ejemplo: Frecuencia aún más baja
12 fs= 40;
13 t=[0:1/fs:1.5];
14 xt= 2 * sin (pi*t); % Frecuencia aún más baja, 1 Hz
15 stem(t,xt);
```

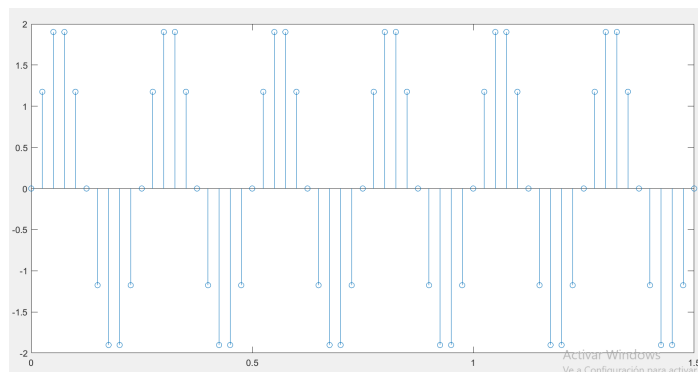


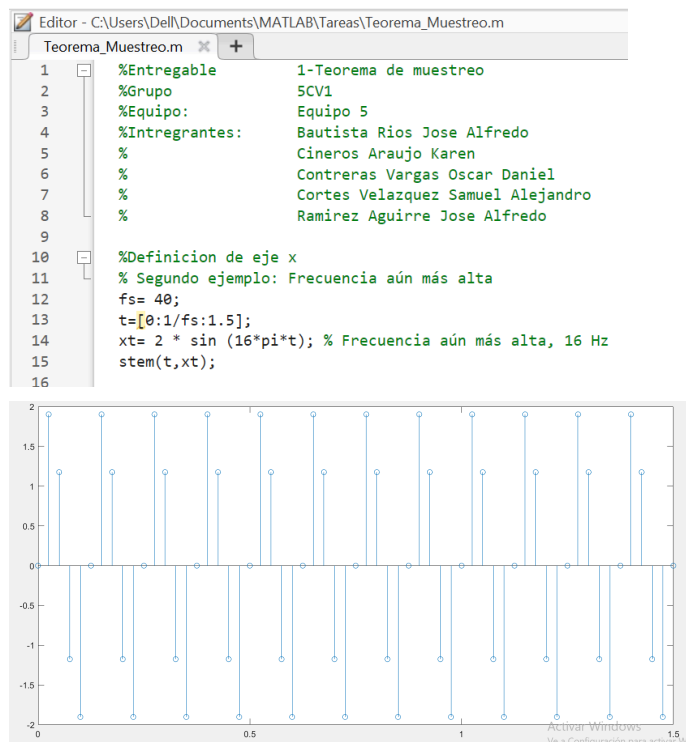
Ejemplos con frecuencias mayores

```

Editor - C:\Users\Del\Documents\MATLAB\Tareas\Teorema_Muestreo.m
Teorema_Muestreo.m
1 %Entregable 1-Teorema de muestreo
2 %Grupo 5CV1
3 %Equipo: Equipo 5
4 %Integrantes: Bautista Rios Jose Alfredo
5 % Cineros Araujo Karen
6 % Contreras Vargas Oscar Daniel
7 % Cortes Velazquez Samuel Alejandro
8 % Ramirez Aguirre Jose Alfredo
9
10 %Definicion de eje x
11 % Primer ejemplo: Frecuencia más alta
12 fs= 40;
13 t=[0:1/fs:1.5];
14 xt= 2 * sin (8*pi*t); % Frecuencia más alta, 8 Hz
15 stem(t,xt);

```





Conclusiones sobre el Teorema de Muestreo

- El teorema de muestreo establece una relación fundamental entre la frecuencia de muestreo y el ancho de banda de una señal para evitar el aliasing.
- La frecuencia de muestreo debe ser mayor que el doble de la frecuencia máxima de la señal para garantizar una reconstrucción perfecta.
- El teorema de muestreo es fundamental en el procesamiento digital de señales y tiene una amplia variedad de aplicaciones.

Notas adicionales

- En la práctica, se suele elegir una frecuencia de muestreo mayor que el doble de la frecuencia máxima de la señal para asegurar un margen de seguridad contra el aliasing.
- El teorema de muestreo se aplica a señales continuas en tiempo y amplitud. Las señales discretas en tiempo o amplitud pueden requerir un tratamiento adicional.
- Existen técnicas de sobremuestreo y submuestreo que pueden ser utilizadas en determinadas situaciones.