Práctica Complementaria N°1
Introducción a Señales y Sistemas

Apellidos y nombres:	Murrieta Villegas Alfonso			
	Palacios Rodríguez Diego Octavio			
	Reza Chavarria Sergio Gabriel			
	Valdespino Mendieta Joaquin			
Grupo:	2	Profesor: Isaac Ortega Velázquez		Calificación:
Brigada:	4			
Semestre:	2020-1	Fecha de ejecución:	26 de Agosto de 2020	

Objetivos

- El alumno dará sus primeros pasos en MATLAB, un potente software que puede ser empleado para realizar un gran número de operaciones matemáticas.
- El alumno se familiarizará con las señales periódicas y obtendrá su representación de forma gráfica.
- El alumno a través de ejemplos sencillos entenderá la importancia que tiene el estudio de los sistemas y señales.

Seguridad en la ejecución de la actividad

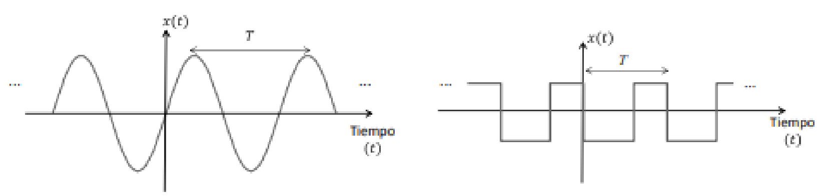
	Peligro o fuente de energía	Riesgo asociado	Medidas de control	Verificación
1ro	Voltaje alterno 127 V	Electrocución	Identificar los puntos energizados antes de realizar la actividad y evitar contacto	✓
		Apellidos y nombres:		

Introducción

Las señales periódicas son aquellas que se repiten cada T segundos. Matemáticamente una señal periódica es aquella que cumple:

$$x(t) = x(t + nT) \qquad -\infty < t < \infty$$

Siendo n entero y T su periodo fundamental. Las señales periódicas suelen aparecer en la resolución de problemas físicos, aunque en la realidad no pueden existir por el intervalo en el que deben de estar definidas ($-\infty < t < \infty$), a no ser que se acote en el intervalo.



Las exponenciales complejas y señales sinodales son por definición señales periódicas.
Las combinaciones de 2 señales continuas periódicas pueden o no ser periódicas. Para ello, se tiene que cumplir el cociente de los periodos individuales se pueden escribir de manera racional.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m}{n}$$

Matlab es un ambiente de desarrollo y un lenguaje de programación. Comenzó en 1970, como un software en la Universidad de Nuevo México que tenía la capacidad de resolver operaciones matriciales (de ahí su nombre, Matrix Laboratory), sin la necesidad de aprender a programar Fortran.

Eventualmente, fue evolucionando y hoy en día es una herramienta poderosa capaz de modelar sistemas dinámicos, graficar conductas, resolver sistemas de ecuaciones, se utiliza en el álgebra lineal, análisis numérico, teoría de control, procesamiento de imágenes, entre muchas otras características, y su uso se extiende desde estudiantes de universidad hasta la NASA.

Sus aplicaciones en la teoría de control hacen que su uso se extienda para el estudio de sistemas y las señales que interactúan con tal sistema facilitando mucho el cálculo de algunas ecuaciones diferenciales, o computando información que proporcionan las señales o los mismos sistemas a una velocidad mucho mayor de la que es capaz un humano. En esta práctica nos apoyaremos de MATLAB para poder analizar el comportamiento de las señales (funciones) que ingresemos.

Desarrollo de la práctica

Actividad 1. Señales periódicas

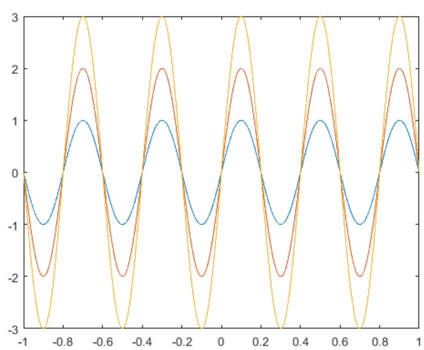
Dadas las siguientes señales

$$x_1(t) = A_1 sin(\omega_1 t + \theta_1)$$
$$x_2(t) = A_2 sin(\omega_2 t + \theta_2)$$

Suma de senoidales de la misma frecuencia y fase.

1. **Considere que $A1 = 1$, $A2 = 2$, $\omega1 = \omega2 = 5\pi$, $\theta1 = \theta2 = 0$, grafique x1(t) y x2(t) como una función de t en un intervalo de $-1 \leq t \leq 1$. Como dato adicional considere 2001 muestras a lo largo del eje, es decir un incremento en el tiempo de 0.001 segundos. Ahora determine la expresión x3(t) = x1(t) + x2(t), ¿Cuáles son las características de x3(t)?**

Las características principales de cada una de las 3 funciones son las diferentes amplitudes que obtienen. La primera función tiene una amplitud 1, la segunda tiene una amplitud 2. Considerando que tienen la misma frecuencia, con la suma de ambas señales se obtiene una señal periódica con amplitud igual a la suma de las 2 anteriores, en este caso, la tercera función (resultado de la suma de las dos anteriores) daba igual a 3.

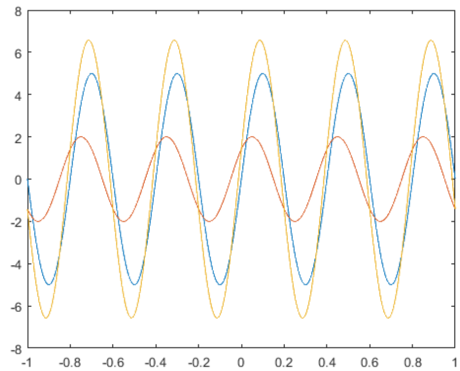


Gráfica 1: Función x1 (Azul), Función x2(Roja) y la suma de las funciones senoidales (amarillo).

Suma de senoidales de la misma frecuencia y diferente fase.

1. **Considere que $A1 = 5$, $A2 = 2$, $\omega1 = \omega2 = 5\pi$, $\theta1 = 0$, $\theta2 = \pi/4$, grafique x1(t) y x2(t) como una función de t en un intervalo de $-1 \leq t \leq 1$. Ahora determine la expresión x3(t) = x1(t) + x2(t), ¿Cuáles son las características de x3(t)?**

En esta actividad es necesario observar cómo, a diferencia de la actividad anterior, la amplitud de la señal, x3(t) no es la suma de las amplitudes de las 2 funciones, es decir, observábamos que A3 = A1 + A2. Sin embargo, en este punto de la actividad tal condición no se cumplía. Esto es debido al desfase que hay entre ambas funciones. Pudimos apreciar que la suma de señales es de punto a punto, por eso, aunque la suma de las amplitudes de ambas funciones (A1 + A2 = 5 + 2 = 7), la función x3(t) no alcanzaba ese punto. Por poner un ejemplo, en un punto t, la función 1 podía valer 2, y en el mismo punto t, la función 2 valía 3.5, en lugar de 5. Esto era producto de las diferentes fases.



Gráfica 2: Función x1 (Azul), función x2 (Roja) y suma de las funciones (amarillo)

2. ¿Cómo es la estructura de x3(t) (obtenga los parámetros)?

Tenemos:

$$x_1(t) = 5sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})$$

$$x_2(t) = 2sin\left(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t} + \frac{\mathrm{\pi}}{4}\right)$$

Con la identidad:

$$sin(\,s + t\,) = cos(s)\,sin(\mathrm{t}) + sin(s)cos(t)$$

Entonces:

$$x_2(t) = 2sin\left(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t} + \frac{\mathrm{\pi}}{4}\right)$$

$$x_2(t) = 2\left[cos(5\,\pi\,t)\,sin\left(\frac{\mathrm{\pi}}{4}\right) + sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})\,cos\left(\frac{\pi}{4}\right)\right]$$

$$x_2(t) = 2\left[\frac{\sqrt{2}}{2}cos(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t}\,) + \frac{\sqrt{2}}{2}sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})\right]$$

$$x_2(t) = 2\left[\frac{\sqrt{2}\,cos(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t}\,) + \sqrt{2}\,sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})}{2}\right]$$

$$x_2(t) = \sqrt{2}\,cos(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t}\,) + \sqrt{2}\,sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})$$

Por lo tanto, tenemos:

$$x_1(t) = 5sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})$$

$$x_2(t) = \sqrt{2}\,cos(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t}\,) + \sqrt{2}\,sin(5\,\mathrm{\pi}\,\mathrm{t})$$

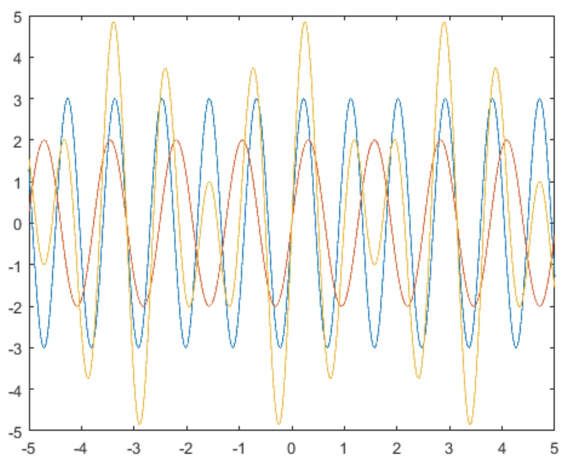
Y de esta forma:

$$x_3(t) = x_1(t) + x_2(t) = 5sin(5\,\pi\,t) + \sqrt{2}\,cos(5\,\pi\,t\,) + \sqrt{2}\,sin(5\,\pi\,t)$$

Suma de senoidales de diferentes frecuencias.

1. **Considere A1 = 3, A2 = 2, θ1 = θ2 = 0 y proponga w1 y w2 (diferentes), tal que, la suma de x1(t) y x2(t) sea una señal periódica ¿Cómo deben ser las frecuencias de las señales x1(t) y x2(t) para que la suma sea una señal periódica?**

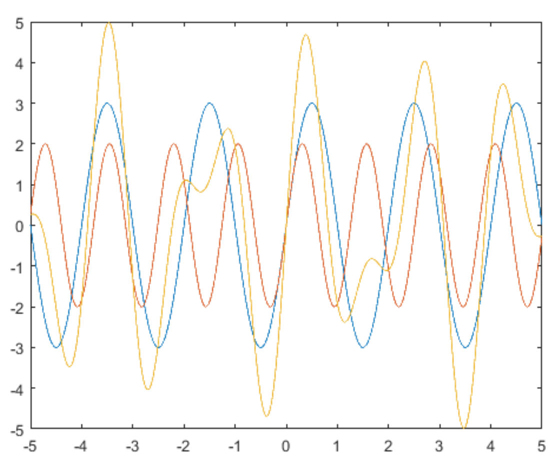
Para que la señal sea periódica, ésta siendo generada por la suma de 2 funciones con diferente frecuencia, se necesita cumplir con una condición. La condición es que el cociente de las frecuencias debe de dar un resultado racional.



Gráfica 3: Función x1, donde w1=7 (Azul), Función x2, donde w2=5 (Rojo) y la suma de funciones (Amarilla).

2. **¿Cómo deben ser las frecuencias de las señales x1(t) y x2(t) para que la suma sea una señal aperiódica?**

Para que una señal sea aperiódica, se necesita que el cociente de las frecuencias de las funciones no de un valor racional. En el ejemplo utilizado la frecuencia de una de las funciones tiene el valor de π. El resultado de la suma de estas señales dio una señal aperiódica.



Gráfica 4: Función x1, donde w1= π (Azul), Función x2, donde w2=5 (Rojo) y suma de funciones (Amarillo)

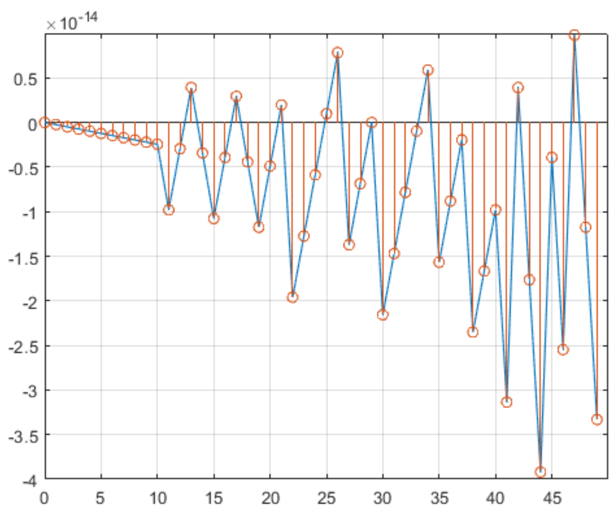
Actividad 2. Periodo de muestreo

Genere en MATLAB la siguiente señal:

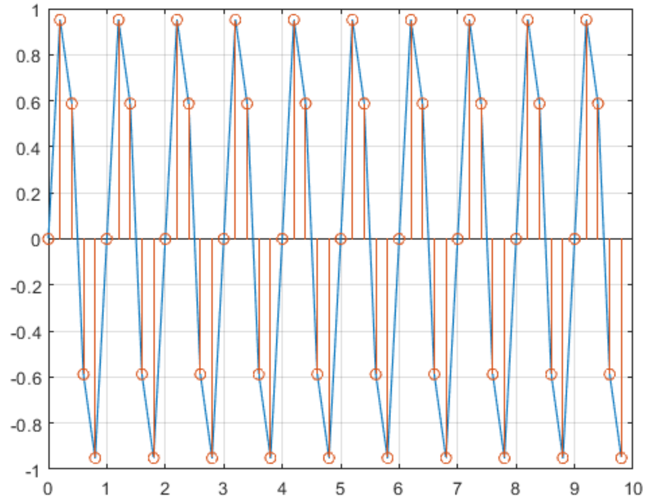
$$x(t) = sin(\omega t)$$
$$\omega = 2\pi(1)$$

```
t=0:49;
fs=20;                    %Frecuencia de muestreo
Ts=1/fs;                  %Periodo de muestreo
fx=1;
x=sin(2*pi*fx*t/fs) ;
plot(Ts*t,x); grid           %valores de t tomando en cuenta fs
hold on
stem(Ts*t,x)

%%
t = 0:4999;
fs = 400;

w1 = 2*pi*(261.63);
w2 = 2*pi*(293.70);
w3 = 2*pi*(329.6);

do = sin(w1*t/fs);
re = sin(w1*t/fs);
mi = sin(w1*t/fs);

spa= zeros(1,500);
notas=[do spa re spa mi spa];

sound (notas,fs);
```

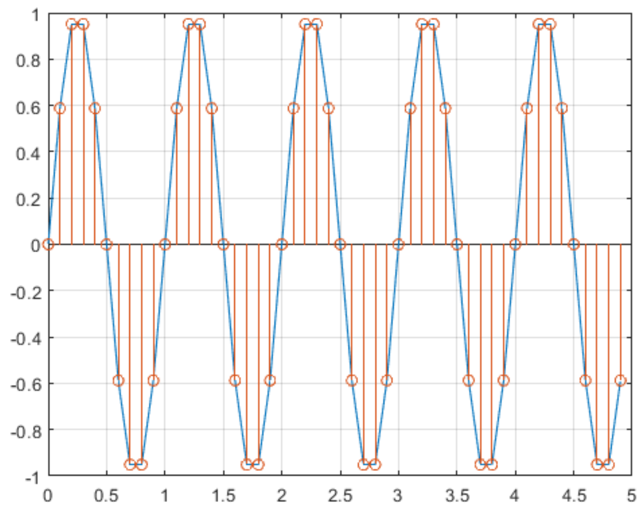
(a)Grafique una a una las señales con las frecuencias de muestreo indicadas: fs = 1, 5, 10, 30, 49.



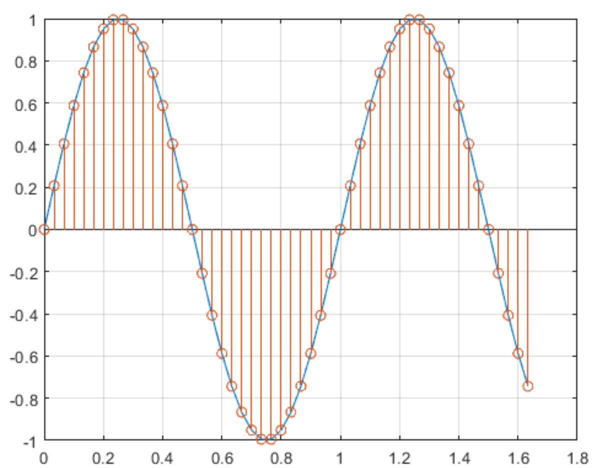
Gráfica 5: Señal con frecuencias de muestreo 1



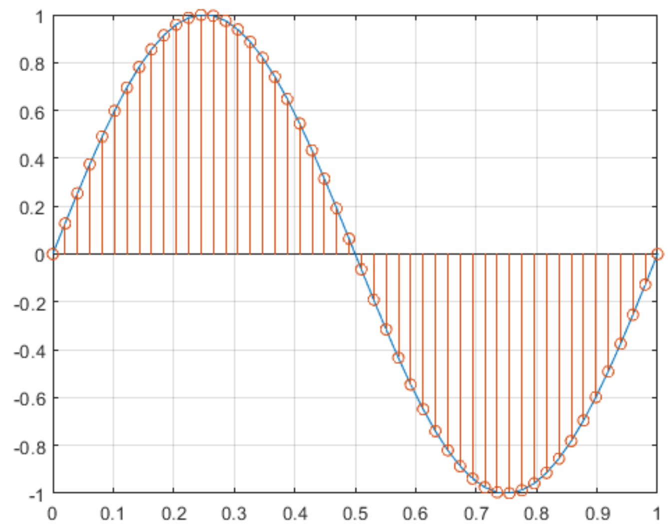
Gráfica 6: Señal con frecuencias de muestreo 5



Gráfica 7: Señal con frecuencias de muestreo 10



Gráfica 8: Señal con frecuencias de muestreo 30



Gráfica 9: Señal con frecuencias de muestreo 49

(b) ¿De manera cualitativa, a partir de qué valor de fs, se puede identificar la señal x(t) que corresponda a la expresión matemática? y ¿cuál es la función de fs, o bien de Ts?.

De manera cualitativa, la señal puede distinguirse a partir de la frecuencia de muestreo 10. Entre más grande es la frecuencia de muestreo mayor será la representación de la función. Pero entre más frecuencia de muestreo, menor serán los ciclos representados en la gráfica.
La función de fs o Ts es la siguiente.

$$Ts = \frac{1}{fs} = \frac{1}{10}$$

Actividad 3. Notas musicales

En un archivo .m programe las siguientes señales y tal que los valores sean:

$$d_0 = sin(\omega_0 t/f_S)$$
$$r_e = sin(\omega_1 t/f_S)$$
$$m_i = sin(\omega_2 t/f_S)$$

$$\omega_0 = 2\pi(261.63)$$
$$\omega_1 = 2\pi(293.70)$$
$$\omega_2 = 2\pi(329.6)$$

(a) Defina un vector `spa` de 500 muestras con la función `zeros`.

(b) Genere un vector notas = [do spa re spa mi spa].

(c) Escuche el vector notas generado con la función sound (notas,fs)

(d) Repita el punto anterior con diferentes frecuencias de muestreo f_s = 2000, 4000, 8000, 16000.

Al cambiar las frecuencias de muestreo cambia la velocidad de reproducción de las notas establecidas. Entre más pequeña a frecuencia de muestreo más lento será la reproducción del sonido y entre más grande será más rápido.
Al tener una frecuencia de muestreo baja existen pocas segmentaciones en la señal para la reproducción de este.

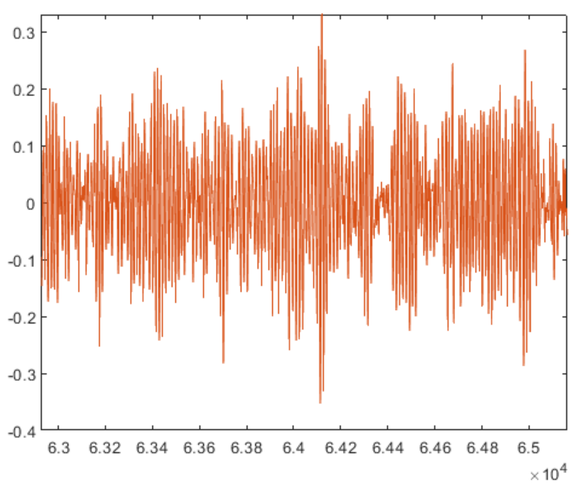
Actividad 4.

Utilizando un micrófono, realice la grabación de las señales indicadas. Utilice la función wavread (filename) para leer los datos del archivo de audio y recuperar tanto los datos como la tasa de muestreo de las señales de audio.

- Un silbido, de amplitud lo más constante posible.
- La nota de un instrumento musical.
- El sonido de un diapasón.

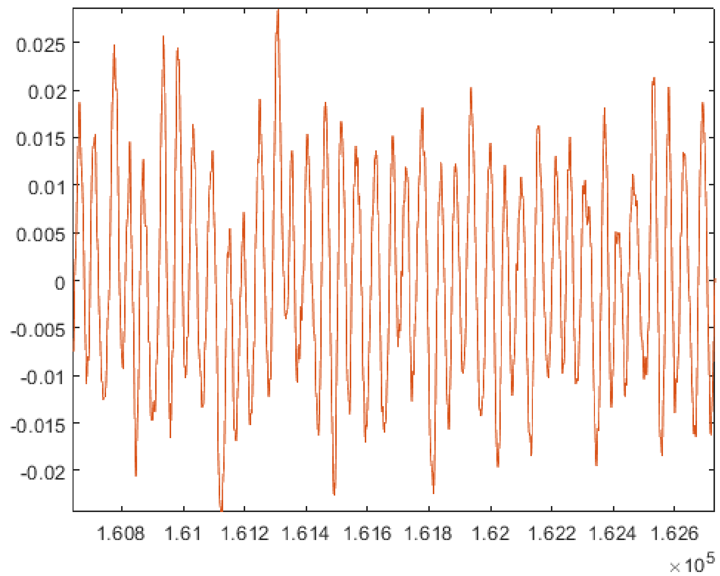
a) Grafique un segmento central de cada una de las señales, identifique y describa la forma de onda.

Debido a que fue un silbido, tratando de que fuera constante, aún existían variaciones con respecto a la señal. Sigue siendo una función sinodal aperiódica por las diferencias con respecto al tiempo.



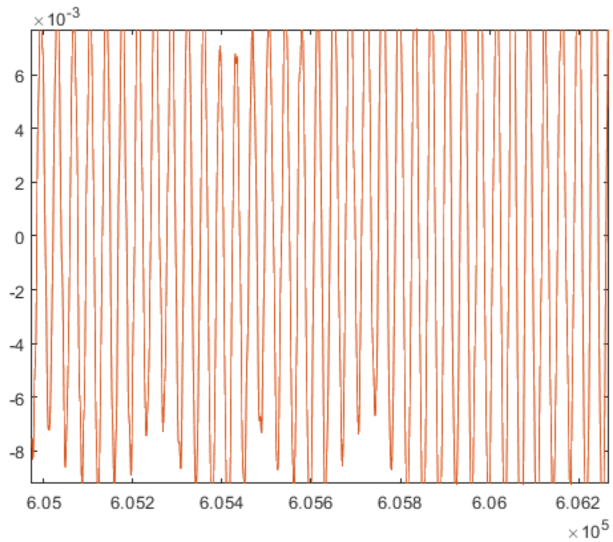
Gráfica 10: Silbido

Con respecto a las notas de la guitarra, se escogió la nota mí. Tiende a dar una repetición de las ondas de la función, pero al paso del tiempo tiende a disminuir sus amplitudes. Puede tender a una señal sinodal aperiódica porque no hay repetición exacta en los periodos.



Gráfica 11: Nota Mi en Guitarra

Con respecto al diapasón, al igual como la nota de la guitarra, existe diferencias con respecto al tiempo que dura el sonido. La señal tiende a una repetición con respecto a la sección obtenida, por lo que tiende a ser periódica.



Gráfica 12: Sonido de un diapasón

b) *Con la frecuencia de muestreo, determine la frecuencia de cada una de las señales.*

Para el ejercicio del silbido fueron 2 segundos de grabación. Para la percepción, se tomará en cuenta la teoría de Nyquist, la cual dice que para no notar saltos en la continuidad y no perder frecuencias y reconstruir la señal original hay que tomar el doble de muestras de la frecuencia máxima que se puede percibir.

$$fs = 2fmax$$

$$fmax = \frac{fs}{2} = \frac{44100}{2} = 22050Hz$$

En el ejercicio de la guitarra, la frecuencia de muestreo obtenida del audio fue

$$fs = 44100$$
$$fs = 2fmax$$

$$fmax = \frac{fs}{2} = \frac{44100}{2} = 22050Hz$$

Para el diapasón, se utilizó un diapasón de frecuencia de 194,18. La frecuencia de muestra, por la teoría de Nyquist es

$$fs = 2fmax$$
$$fs = 2 * 194.18 = 388.36Hz$$

Conclusiones

Murrieta Villegas Alfonso

En la presente práctica se aprendió a utilizar una de las herramientas de software más útiles y completas dentro del área de la ingeniería y ciencias de datos la cual es MATLAB, a lo largo de las distintas actividades aprendimos los conceptos básicos de programación y manejo de este entorno de desarrollo, por otro lado, a través de este lenguaje es como también aprendimos el comportamiento de señales periódicas y aperiódicas con distintas características.

También aprendimos a utilizar algunas funciones integradas en el lenguaje para el manejo de funciones o señales con el propósito de poder analizar a futuro distintos tipos de señales.

Palacios Rodríguez Diego Octavio

En esta práctica se analizaron funciones (que tomamos como señales) a través de MATLAB. Pudimos apreciar el comportamiento que las señales tomaban al ser sumadas. Pudimos apreciar esto de manera muy sencilla aprendiendo conceptos básicos de MATLAB. Y a través de sus herramientas, pudimos graficar las funciones.

Así, nos fue mucho más sencillo poder hacer un análisis concreto y preciso de las señales, pudiendo aprender las características de las funciones periódicas y aperiódicas y, a nivel muy básico, programarlas en MATLAB, conociendo un poco de su sintaxis y funcionamiento interno.

Reza Chavarría Sergio Gabriel

Se pudo dar un manejo básico del software de MATLAB, la cual nos da muchas herramientas y facilidades en el manejo de datos y de operaciones que en comparación con otros lenguajes es más simplificado de manejar. Con esto también se pudieron revisar las características principales de las señales periódicas junto con su manejo de operaciones.

Las señales sinodales se pueden encontrar en diferentes partes de la vida cotidiana y se pueden utilizar para su mismo estudio, como en las grabaciones de audio o en la reproducción de estos.

Valdespino Mendieta Joaquin

En conclusión, el manejo de software en este caso MATLAB, nos proporciona muchas herramientas para el análisis de datos, como el lenguaje es de alto nivel, inclusive más que lenguajes como python, nos permite usarlo de manera más intuitiva, es decir sencilla, esto que permite agilizar el proceso de codificación y análisis, con base en ello pudimos revisar, observar y analizar las características de las señales periódicas y aperiódicas experimentando con los parámetros en las funciones de cada programa. Pudiendo así conocer un poco de la sintaxis básica y uso de dicho lenguaje de programación.

Referencias

- [Mata H. Gloria, 2001] Mata H. Gloria, Sánchez E. Víctor, G. G. J. (2001). Análisis de Sistemas y Señales con computo avanzado. F.I. UNAM.
- [Oppenheim, et al., 1998] Oppenheim, A. V., Willsky, A. S., y Nawab, S. H. (1998). Señales y sistemas. Pearson Education.
- Bosch I., Gosálbez J., Miralles R. & Vergara L. (2015) Señales y Sistemas. Teoría y Problemas. Editorial Universitat Politécnica de Valencia