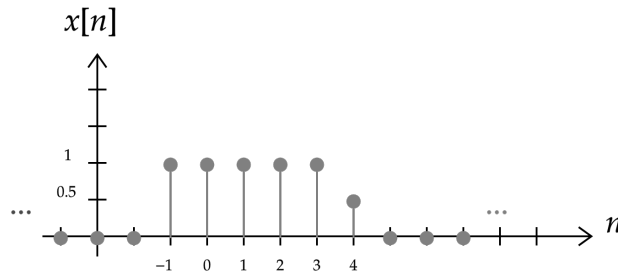


Tarea 1

1. La señal discreta en el tiempo $x[n]$ se muestra en la figura a continuación.



Asumiendo que $x[n]$ es infinita, grafique y etiquete debidamente (ejes y valores) las siguientes señales:

- (a) $x[4 - n]$.
 - (b) $x[2n]$.
 - (c) $x[n]u[2 - n]$.
2. Determine cuál de las siguientes señales es periódica. Si la señal es periódica, determine su período.
- (a) $x[n] = \sin(\pi n/19)$.
 - (b) $x[n] = ne^{j\pi n}$.
 - (c) $x[n] = e^{jn}$.
3. Calcule y grafique (a mano) los elementos de la base de Fourier para el intervalo $0 \leq n \leq 3$. Adicionalmente, calcule y grafique (a mano) el espectro (magnitud y fase de la DFT; el eje horizontal debe estar dado en frecuencia [rad/s]) de las siguientes señales:
- (a) $x[n] = \{1, -1, 1, -1\}$.
 - (b) $x[n] = \{0, 0, 2, 2\}$.
 - (c) $x[n] = \{0, -3, 0, 3\}$.
 - (d) $x[n] = \{0, 0, 1, 0\}$.
4. (MATLAB) Descargue de Canvas el archivo `ie3032hw1.zip` y extraiga los archivos `beat.wav`, `bass.wav` y `harmony.wav` en la carpeta actual de sus scripts de MATLAB. Estos archivos contienen pequeñas muestras de audio conocidas como “loops” en la escena de producción de música electrónica, las cuales pueden combinarse y repetirse indefinidamente para formar pistas o canciones. En MATLAB, se puede emplear la instrucción

```
1 [x, fs] = audioread('filename.extension');
```

para cargar una señal de audio a la variable x junto con la denominada “frecuencia de muestreo” (qué tan rápido debe grabarse/reproducirse el audio) en la variable fs , ambas extraídas de un archivo de audio válido especificado por su ubicación y nombre. Note que los archivos de audio moderno son por lo general estéreo, es decir, tienen canales separados para el oído izquierdo y el derecho lo que implicará que la señal de audio será de dos dimensiones. En términos prácticos, la variable x será un vector columna (es la forma que retorna la función `audioread`) de dos dimensiones, cada una correspondiendo a los canales L y R de audio. Puede emplear la instrucción `sound(x, fs)` para reproducir el audio contenido en la variable x a la velocidad establecida por fs . Adicionalmente, puede emplear el comando `plot` (en lugar de `stem`, esto aplica sólo para señales de audio) para visualizar cada canal individual de los archivos de audio y corroborar sus resultados.

- (a) Cargue y reproduzca el audio contenido en el archivo `beat.wav`. Multiplique el valor de la frecuencia de muestreo fs por 0.5, 0.75, 1.5 y 2 al momento de reproducir el audio. ¿Qué diferencias escucha al cambiar este valor?
- (b) Desarrolle un mixer digital que combine el audio de los archivos `beat.wav` y `bass.wav`. Asumiendo que las señales que corresponden a los archivos `beat.wav` y `bass.wav` son $x_1[n]$ y $x_2[n]$ respectivamente, y que la salida del mixer está dada por la señal $x_{\text{mix}}[n]$, escriba la expresión matemática para la salida del mixer (esta debe incluir a $x_1[n]$, $x_2[n]$ y operaciones básicas). Finalmente, implemente el mixer en MATLAB e incluya en su documento final un set de gráficas (debidamente etiquetadas) que muestren las señales originales y la salida del mixer (genere figuras para los canales L y R por separado).
Ayuda: un mixer es un dispositivo utilizado para ajustar el volumen de cada pista de audio y combinarlas para que se escuchen una encima de otra al mismo tiempo. Piense en un estudio de grabación de música, en donde las pistas del baterista, guitarrista y vocalista son grabadas en micrófonos individuales para luego ser ajustadas y combinadas digitalmente. En términos técnicos, un mixer suma las señales de audio, efectivamente combinando su contenido sonoro. Sin embargo, tome en consideración que los archivos de audio digital oscilan en un rango de valores entre $[-1, 1]$, por lo que la suma de señales puede salir de este rango. Su mixer debe tomar esto en consideración y garantizar que la señal de audio resultante no salga del rango $[-1, 1]$ *sin distorsionar su sonido*.
- (c) ¿Qué podemos hacer si queremos que la batería suene más alto que el bajo? ¿Qué parte del código deberíamos modificar? Escriba la nueva expresión matemática que toma en cuenta esta modificación.
- (d) Cargue el audio del archivo `harmony.wav` en una nueva variable. Note que este archivo de audio es de más larga duración que los empleados en el inciso (a). Periodice las señales de audio `beat.wav` y `bass.wav` para que su longitud coincida con la de `harmony.wav` mediante modulo indexing (indexación en módulo N). Finalmente, utilice un mixer para combinar las 3 señales de audio y garantice que la armonía se escuche ligeramente más alta que el bajo y la batería. Utilice como base el código del archivo `audiomixer.m`, rellenando las líneas que sean necesarias. Adjunte el código (debidamente comentado) al final de su documento.
- (e) Modifique su código del inciso (d) para incluir un efecto de “fade-in” en la pista de armonía. *Ayuda:* multiplique la señal de audio extraída del archivo `hamony.wav` por una

señal lineal, que incremente sus valores desde 0 en $n = 1$ hasta 1 en $n = N$, donde N es la longitud de la señal de audio. Realice esta operación antes del mixer e incluya su código modificado y una gráfica de la señal lineal en su documento.

5. (MATLAB) Suponga que se encuentra trabajando en un laboratorio médico y llega el técnico responsable de tomar los electrocardiogramas (ECG) con el siguiente problema: todas las muestras tomadas por el técnico de turno anterior se encuentran distorsionadas por un ruido desconocido, lo cual hace imposible que puedan enviarse a los cardiólogos correspondientes. Afortunadamente, la máquina de ECG guarda las mediciones en memoria antes de imprimir los resultados, por lo que el técnico le pregunta si es posible limpiar los datos y evitar una nueva toma de mediciones. Usted analiza la máquina y nota que uno de los cables que se conecta a uno de los electrodos se encuentra roto, por lo que no hace la conexión con el electrodo y actúa como una antena (lo cual la hace una fuente muy probable de ruido). Adicionalmente, el técnico le comenta que notó que un paciente (hipocondríaco) llegó a hacerse un ECG nuevo durante dos días seguidos, por lo que se tiene una medición del mismo con y sin el ruido.

Cargue en MATLAB el archivo `ecg_data.mat` (contenido en `ie3032hw1.zip`), luego de lo cual debe ver cargadas en el workspace las señales `ecg` y `ecg_noisy` las cuales corresponden al ECG sin y con ruido, respectivamente. Emplee análisis de Fourier y modifique la señal ruidosa tal que logre eliminar el ruido que corrompe la medición. Recuerde que puede emplear el comando `fft` en MATLAB para calcular la DFT de una señal discreta, `ifft` para calcular la inversa de la DFT y `mcodemag2db` para convertir un valor de magnitud absoluta a dB. Describa, dentro del documento de su tarea, el proceso que empleó para determinar los efectos del ruido y cómo lo eliminó, además incluya gráficas de la señal luego de ser limpiada y compárela con el ECG sin ruido.