

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE
TELECOMUNICACIÓN
FUNDAMENTOS DE SONIDO E IMAGEN
LABORATORIO BLOQUE 1: FUNDAMENTOS DE SONIDO

PRÁCTICA 1.1- INTERFAZ GRÁFICO DE ANÁLISIS Y PROCESADO DE
SEÑALES DE SONIDO EN MATLAB (1.5 PT., 1 OH)

1. **Objetivo:** la idea es diseñar un interfaz gráfico de usuario (GUI) claro y visualmente atractivo, para el procesado básico pero preciso de señales de audio/voz, grabación/reproducción de señales de audio, y visualización en los dominios t-f de las señales bajo consideración, en el entorno de trabajo de Matlab.

2. **Funcionalidades básicas (obligatorias):**
 1. El manejo del sistema debe ser primordialmente gráfico (GUI), por ventanas y con el ratón (**GUIDE**).
 2. El interfaz GUI, haciendo uso de rutinas de MatLab accederá a la tarjeta de sonido, tanto a su **micrófono** (grabación) como a los **altavoces/auriculares** (reproducción).
 3. Tratamiento de señales deterministas simples, como señales periódicas o armónicas puras, señales periódicas cuadradas, triangulares y dientes de sierra, etc. La frecuencia y amplitud de tales señales debe ser posible elegirlos por parte del usuario de forma cómoda.
 4. El interfaz debe representar/visualizar fielmente las señales previamente grabadas por el **micrófono** en el **dominio del tiempo**.
 5. El interfaz debe representar/visualizar fielmente las señales previamente grabadas por el micrófono en el **dominio de la frecuencia** (serie o transformada de Fourier y **espectrograma**).
 6. El interfaz debe permitir leer (cargar) y grabar señales de audio tras su captación (micrófono) o procesado, en los **formatos** de ficheros de **audio** habituales (.wav).
 7. El interfaz, deberá permitir regular la **frecuencia de muestreo** y de **reconstrucción**, permitiendo interpolaciones (lineales) si fuera necesario.
 8. El interfaz debe permitir procesar de forma sencilla (a poder ser de forma gráfica), una señal de audio, con operaciones elementales como por ejemplo la compresión y expansión en los dominios tiempo-frecuencia, inversión eje temporal y dar control al mecanismo de cuantificación/filtro de reconstrucción.
 9. Las **gráficas o figuras (plot)** deben dejar claro en todo momento el parámetro físico que representan, así como las unidades y magnitudes en que se mide. De esto modo, ambos ejes de las figuras (*plot*) deberán incluir en todo momento las unidades correctas, debidamente etiquetados (*label*): dB, dBm, Voltios (V), tiempo (s), frecuencia (Hz), etc.

3. **Funcionalidades extra (opcionales):**
 1. Marcador con instante de reproducción señal audio en el dominio del tiempo.
 2. Posibilidad combinar varias fuentes de sonido en una sola.
 3. Posibilidad de manejar varias señales de audio en paralelo (simultáneamente).
 4. Opcionalmente se recomienda que se pueda seleccionar la forma de **onda arbitraria** concreta de las señales periódicas descritas en el apartado de funcionalidades obligatorias (rampas subida y bajada, tiempo activo, amplitudes, etc)
 5. Incluir cálculo de potencias medias, o niveles de presión sonora de señal estimados.

6. Tratamiento de señales aleatorias y **señales de audio/voz/música complejas (formatos audio)**.
7. Contaminación de una señal por **ruido** aleatorio de distinta naturaleza y de potencia variable y su posterior recuperación
8. Modulación de la señal original y su posterior demodulación (tipos de modulaciones).
9. Ilustración efectos de **aliasing** por muestreo por debajo de la frecuencia mínima Nyquist.
10. Estudio del **timbre** de una señal de audio compleja (instrumentos) en el dominio frecuencial.
11. Opcionalmente se valorarán funcionalidades extra, como: filtrado, efectos acústicos, ecos, interferencia, filtrado (eliminación) de ruido, combinación de tonos, sonido multiaural (estéreo), y la demostración de otros efectos psicoacústicos de interés en el ámbito de la asignatura.

4. **Recomendaciones:**

- Se recomienda comenzar por estudiar y utilizar las rutinas básicas de cálculos matricial de MatLab, así como las existentes en los *toolboxes* de MatLab, en particular del **Signal Processing Toolbox**, como por ejemplo, las siguientes:
 - *fft, ifft, fftshift, linspace, plot, subplot, axis, label, xlabel, ylabel, size, length, ones, zeros, sound, soundsc, pause, spectrogram, figure, freqz, colormap, image, imagesc, mesh, surf, array, title, save, clear, hold on, load, rand, randn, hist, upsample, downsample, reshape, resample, interp, decimate, modulate, waveread, wavwrite, wavplay, auread, fade, flipr, flipud*
- Se recomienda el uso de formatos de audio estándar, principalmente .wav, (.au, .mp3, etc).
- Se recomienda utilizar los comandos de depuración típicos en Matlab según se programa, caso de ser necesarios: *dbstop, dbstep, dbcont*, etc.

5. **Evaluación (valor máximo de la práctica: 1.5 puntos, 10h):**

- Se hará una **demostración in-situ** del funcionamiento del interfaz al profesor. Al mismo tiempo, se suministrarán en **DVD** tanto los **programas fuente en MatLab** (ficheros .m, debidamente comentados), como una **memoria de funcionamiento** (usuario) y otra **memoria de programación**. Obligatoriamente, se suministrarán igualmente **ejemplos ilustrativos de señales** de audio previamente grabadas/analizadas.
- La **evaluación** se basará, entre otros, en los siguientes principios:
 - Completitud y ortogonalidad de las funcionalidades programadas
 - Claridad y fidelidad del interfaz de visualización gráfico, así como su diseño (ergonomía) y facilidad de manejo
 - Precisión, calidad y velocidad de ejecución de las subrutinas programadas en Matlab: se valorará especialmente la programación vectorial/matricial, evitando la aparición de bucles *for*.
 - Claridad, estructura y organización del texto de la memoria de funcionamiento
 - Versatilidad del interfaz de procesado de señales de audio.
 - Es necesario añadir comentarios claros en las distintas partes del código programado para su posterior evaluación

NOTA: Adicionalmente, se valorará también la entrega de videotutoriales que ilustren las funcionalidades y versatilidad del interfaz a nivel usuario. Por último, está previsto valorar la posibilidad de la ejecución del interfaz compilada sin la necesidad de tener instalado en el PC el software de MatLab.