

## PRÁCTICA PS2 DE FSI

### “Sonómetro”

#### A. Sonómetro Básico

En esta práctica vamos a simular con Matlab el funcionamiento de un sonómetro, sin banco de filtros, de componentes digitales, cuyas principales características son:

1. Calibrador del sonómetro para obtener resultados en dB de nivel de presión sonora.
2. Filtrado para realizar la ponderación frecuencial. Consideramos sólo la de tipo “A”.
3. Promediado temporal exponencial en modo “F” o “S” para captar las variaciones locales de la potencia de la presión sonora.
4. Cálculo de los niveles de presión sonora en los modos “F” y “S”. La forma de presentar los resultados puede variar con el sonómetro. Así, por ejemplo, algunos actualizan el valor en pantalla a intervalos de un segundo, mostrando el nivel máximo de presión sonora en el segundo previo.
5. Promediado temporal lineal para la obtención del nivel de sonido continuo equivalente a todo el intervalo temporal analizado.

Las señales de entrada al sonómetro van a ser tonos y señales almacenadas en ficheros, incluyendo algunas que grabaremos en el laboratorio. La frecuencia de muestreo por defecto será  $f_s=48$  kHz, aunque si la señal se lee de un fichero, la frecuencia de muestreo se ajusta a la almacenada en el fichero.

#### A.1 Cálculos previos en papel

Para estos cálculos asumiremos que  $f_s= 48$  kHz.

- a) ¿Qué número de muestras se corresponden con 5 segundos de la señal de entrada analógica?
- b) Escribe en una única línea de comandos la generación de un vector  $x$  que se corresponda con 5 segundos de la digitalización de una senoide de frecuencia fundamental  $f_1$  Hz que comienza en el instante 0 segundos.
- c) ¿Cuántas muestras se corresponden con el valor del parámetro  $\tau$  en los modos “F” y “S”? De acuerdo con la expresión (58) de los apuntes del tema 3, ¿tiene relación  $\tau$  con el intervalo de integración?
- d) Teniendo en cuenta la expresión (58), ¿cada cuánto tiempo tendríamos que calcular  $p_{rms}^2$ ?
- e) En la sección 3.2.2 de los apuntes se indica que la ponderación exponencial de la expresión (58) se implementa mediante un filtro IIR de un polo como el de la expresión (59). Escribe la expresión de la Transformada Z,  $H(z)$ , correspondiente a la implementación digital de dicho filtro IIR.
- f) ¿Cuál es el valor de la presión de referencia,  $p_0$ , para calcular un nivel de presión sonora?

- g) Suponiendo que tenemos un vector *prms2* con valores eficaces al cuadrado de la presión sonora en distintos instantes, escribe una única línea de código Matlab que permita obtener sus respectivos niveles de presión sonora (dB).
- h) Para que un sonómetro esté bien calibrado, ¿qué nivel de presión sonora debe proporcionar para una senoide a su entrada de 1kHz y de presión 1Pa?
- i) Un sonómetro proporciona un nivel de presión sonora, sin ponderación frecuencial, de 94 dB para un tono de entrada de 250 Hz. Teniendo en cuenta la siguiente Tabla, ¿qué nivel de presión sonora le corresponde con ponderación A?
- j) Repite el apartado anterior considerando un tono de frecuencia 1 kHz.

FREQ (Hz)	Pond A (dB)	FREQ (Hz)	Pond A (dB)	FREQ (Hz)	Pond A (dB)
10	-70,4	160	-13,4	2000	1,2
12,5	-63,4	200	-10,9	2500	1,3
16	-56,7	250	-8,6	3150	1,2
20	-50,5	315	-6,6	4000	1
25	-44,7	400	-4,8	5000	0,5
31,5	-39,4	500	-3,2	6300	-0,1
40	-34,6	630	-1,9	8000	-1,1
50	-30,2	800	-0,8	10000	-2,5
63	-26,2	1000	0	12500	-4,3
80	-22,5	1250	0,6	16000	-6,6
100	-19,1	1600	1	20000	-9,3
125	-16,1				

## A.2 Simulación del sonómetro

Abre el script *Sonometro.m* pero no lo ejecutes ya que hay algunas líneas de código que tendrás que completar adecuadamente. Hasta que se te indique no utilizaremos la ponderación A.

- a) Abre el script *Sonometro.m* e identifica cada una de las etapas del sonómetro.
- b) Abre la función SPL y observa el código que se utiliza para obtener *prms2* según la expresión (58). ¿Qué operación se está realizando? ¿Concuerda con lo propuesto en el apartado e) de la sección anterior?
- c) Añade a esta función el cálculo del nivel de sonido continuo equivalente, *LeqT*, para toda la duración de la señal analizada, de acuerdo con la expresión (64) de los apuntes.
- d) A continuación vamos a completar la función de calibrado. Para ello, añade el código necesario a esta función para que genere un tono de 1 kHz y de amplitud eficaz la sensibilidad del micrófono (la obtenida para 1 Pa de presión sonora). Completa también el cálculo de la variable *ajuste*.
- e) Completa el código de *Sonometro.m* para generar como señal de entrada una senoide de amplitud 0.0707, frecuencia 1 kHz y duración 5 segundos. Elige promediado temporal "S" o "F" y ejecuta el script. ¿Son correctos los valores? Guarda el vector *x* en el vector *x\_1000*, que emplearemos posteriormente.
- f) Repite el apartado 3.c) con una amplitud para la que se consigan 3 dB más de nivel de presión sonora. La ponderación A debe estar desactivada. A partir del resultado en dB obtenido con el script, comprueba si el valor que has elegido es el correcto.
- g) Modifica ahora la frecuencia de la senoide a 250 Hz y vuelve a considerar una amplitud de 0.0707, manteniendo los parámetros restantes. Ejecuta el script y anota el valor del nivel de presión sonora. Guarda el vector *x* en el vector *x\_250*.

- h) Escucha el vector  $x_{1000}$  mediante el comando `sound(x_1000,fs)`. Escucha el vector  $x_{250}$  y comenta si lo percibes con mayor o menor intensidad que el  $x_{1000}$ .

**Acabas de comprobar que nuestro oído no percibe con la misma sonoridad tonos de igual presión sonora pero distinta frecuencia. Por esa razón, un ruido a la frecuencia de 1 kHz será más molesto (tiene mayor sonoridad) que un ruido del mismo nivel de presión sonora a 250 Hz. El objetivo de introducir un filtro de ponderación frecuencial A en un sonómetro es obtener unos resultados que tengan en cuenta ese comportamiento de nuestro oído.**

- i) Repite la medición para una senoide de amplitud 0.0707, frecuencia 250 Hz y duración 5 segundos y activa la ponderación frecuencial A. Anota el nivel de presión sonora resultante y compáralo con el del apartado 3.e)

**Aunque el tono de 1 kHz y el de 250 Hz de este ejercicio tienen el mismo valor eficaz, nuestro oído percibe el de 250 Hz como si tuviera un nivel de presión sonora 8.6 dB menor que el de 1000 Hz.**

- j) A partir de esta diferencia, calcula el valor de la ganancia en potencia y en amplitud para que la senoide de frecuencia 250 Hz se perciba con la misma sonoridad que la de 1 kHz.
- k) Repite la medición con el valor calculado y guarda el vector  $x$  en el vector  $x_{250\_1000}$ .
- l) Vuelve a escuchar el  $x_{1000}$  y compara la sonoridad que percibes respecto a la audición del vector  $x_{250\_1000}$ .

- m) Junto con el código del sonómetro se te han proporcionado varios archivos *wav* que contienen grabaciones de situaciones cotidianas. Analiza con el sonómetro las señales contenidas en dichos ficheros, utilizando los modos "F" y "S". Explica las diferencias que aprecies.

Los restantes apartados se realizarán en el laboratorio si da tiempo. Si no, puedes hacerlos por tu cuenta.

- n) Puedes grabar tus propios archivos con la función *grabacion*. Usando esta función, puedes grabar 5 segundos de ruidos: da palmadas cerca del micrófono, pronuncia algún sonido, da golpes en la mesa..... En cuanto llames a esta función desde la ventana de comandos, la grabación se pone en marcha. Llama *senal\_grabada* al vector de salida de esta función. Escucha *senal\_grabada* y si los ruidos no son suficientemente potentes, repite la grabación.
- o) Elige *senal\_grabada* como entrada al sonómetro. Ejecuta el script *Sonometro* y haz la medición en modo "F" durante 5 s. Observa si los valores máximos obtenidos se corresponden aproximadamente con los tramos de ruidos fuertes.
- p) Mediante la función *wavwrite*, guarda el vector *senal\_grabada* en un archivo *wav*, que utilizarás en la segunda parte de esta práctica.