

# MEMORIA SONÓMETRO

*by:*

*Ana Valcárcel Cortés  
Juan Anselmo López Gómez*

*24 de marzo de 2020*



# Índice

<b>1. Sonómetro básico</b>	<b>3</b>
1.1. Cálculos previos en papel . . . . .	3
1.1.1. Apartado a) . . . . .	3
1.1.2. Apartado b) . . . . .	3
1.1.3. Apartado c) . . . . .	3
1.1.4. Apartado d) . . . . .	3
1.1.5. Apartado e) . . . . .	3
1.1.6. Apartado f) . . . . .	3
1.1.7. Apartado g) . . . . .	3
1.1.8. Apartado h) . . . . .	3
1.1.9. Apartado i) . . . . .	3
1.1.10. Apartado j) . . . . .	3
1.2. Simulación del Sonómetro . . . . .	4
1.2.1. Apartado a) . . . . .	4
1.2.2. Apartado b) . . . . .	4
1.2.3. Apartado c) . . . . .	4
1.2.4. Apartado d) . . . . .	4
1.2.5. Apartado e) . . . . .	4
1.2.6. Apartado f) . . . . .	4
1.2.7. Apartado g) . . . . .	4
1.2.8. Apartado h) . . . . .	4
1.2.9. Apartado i) . . . . .	4
1.2.10. Apartado j) . . . . .	5
1.2.11. Apartado k) . . . . .	5
1.2.12. Apartado l) . . . . .	5
1.2.13. Apartado m) . . . . .	5
1.2.14. Apartado n) . . . . .	5
1.2.15. Apartado o) . . . . .	5
1.2.16. Apartado p) . . . . .	5
<b>2. Sonómetro con Banco de Filtros</b>	<b>6</b>
2.1. Bancos de filtros con Q constante y DFT . . . . .	6
2.1.1. Apartado a) . . . . .	6
2.1.2. Apartado b) . . . . .	6
2.1.3. Apartado c) . . . . .	6
2.1.4. Apartado d) . . . . .	6
2.1.5. Apartado e) . . . . .	6
2.2. Mediciones de 2 tonos simultáneos . . . . .	6
2.2.1. Apartado a) . . . . .	6
2.2.2. Apartado b) . . . . .	6
2.2.3. Apartado c) . . . . .	6
2.3. Ruido blanco y ruido rosa . . . . .	6
2.3.1. Apartado a) . . . . .	6
2.3.2. Apartado b) . . . . .	6
2.3.3. Apartado c) . . . . .	6
2.4. Pruebas adicionales . . . . .	7
2.4.1. Apartado a) . . . . .	7
2.4.2. Apartado b) . . . . .	7
2.4.3. Apartado c) . . . . .	7

# 1. Sonómetro básico

## 1.1. Cálculos previos en papel

Tenemos en cuenta que  $f_s = 48 \text{ KHz}$ .

### 1.1.1. Apartado a)

$$48 \frac{\text{muestras}}{\text{segundo}} * 5s = 240,000 \text{ muestras.}$$

### 1.1.2. Apartado b)

$$x = \sin (f_1 * (1 : 240.000)).$$

### 1.1.3. Apartado c)

En el caso del modo *Slow* (S)  $\tau = 1 \text{ s}$  y en el caso del modo *Fast* (F)  $\tau = 0,125 \text{ s}$ .

### 1.1.4. Apartado d)

El tiempo entre resultados de  $p_{rms}^2$  depende de lo que necesites medir, pero el tiempo típico de refresco<sup>es</sup> de 1s.

### 1.1.5. Apartado e)

$$H(z) = \frac{1/\tau}{z + \frac{1}{\tau}}$$

### 1.1.6. Apartado f)

La presión  $P_0$  para calcular niveles de presión sonora es de  $20 \mu Pa$ .

### 1.1.7. Apartado g)

$$P^2 \text{ (dB)} = 10 * \log \frac{p_{rms}^2}{20 * 10^{-6}}$$

### 1.1.8. Apartado h)

Si el sonómetro está bien calibrado, con los valores de entrada dados debe dar una salida de 94 dB.

### 1.1.9. Apartado i)

Con un tono de 250 Hz la salida del sonómetro con ponderación A es de -8,6 dB.

### 1.1.10. Apartado j)

Con un tono de 1 KHz la salida del sonómetro con ponderación A es de 0 dB.

## 1.2. Simulación del Sonómetro

### 1.2.1. Apartado a)

La señal  $p(t)$  pasa por un filtro de ponderación en frecuencia (A) y se convierte en la señal  $p_A(t)$ . A continuación se calcula el valor cuadrático de dicha señal ( $p_A^2(t)$ ) y dependiendo de que queramos conseguir a la salida seguiremos uno de los siguientes caminos:

- El primero de ellos, ponderación temporal  $p_{A\tau}^2(t)$ , se utiliza para suavizar las fluctuaciones de la señal a través de un filtro 1 polo.
- La otra opción, el promediado temporal  $p_{AT}^2$ , donde T es el tiempo de duración del promediado.

### 1.2.2. Apartado b)

$$p_{rms}^2 = \text{filter} \left( \frac{1}{\frac{f_s}{\tau}}, [1 - e^{-1/f_s/\tau}], p^2 \right);$$

Está realizando el cálculo del cuadrado del valor eficaz con ponderación exponencial. Las funciones corresponden con los valores del apartado pedido.

### 1.2.3. Apartado c)

$$L_{eq}T = 10 * \log_{10} \left( \frac{\text{sum}(p^2)}{\text{length}(p)/p_0^2} \right);$$

### 1.2.4. Apartado d)

$$\sin_{1Hz} = \frac{\text{sensibilidadsqrt}(2)}{1000} * \cos \left( 2 * \pi * \frac{1000}{f_s} * (1 : n_{total}) \right);$$
$$ajuste = 94 - dB;$$

### 1.2.5. Apartado e)

$$x = A * \cos \left( 2 * \pi * \frac{f_1}{f_s} * (0 : n_{total} - 1) \right);$$

Los valores concuerdan con lo previsto.

### 1.2.6. Apartado f)

A la amplitud de la señal hay que añadirle los 3 dB que queremos de aumento de presión sonora en unidades naturales, por lo que añadimos  $10^{3/10}$ . Los valores obtenidos son los esperados.

### 1.2.7. Apartado g)

El nivel de presión sonora de la onda sinusoidal de 250 Hz de frecuencia y 0.0707 de valor máximo de amplitud  $p_{250} = 94,02 \text{ dB}$

### 1.2.8. Apartado h)

El volumen no depende de la frecuencia, pero si de la percepción de nuestros oídos, por lo que la señal de frecuencia más alta se escucha con más intensidad que la de menor frecuencia.

### 1.2.9. Apartado i)

El nivel de presión sonora ponderado  $p_{250A} = 85,37 \text{ dB}$ . El nivel de presión sonora ponderado es menor que el nivel sin la ponderación, debido a la sensibilidad de los oídos.

#### **1.2.10. Apartado j)**

Si modificamos la amplitud de la señal  $A = 0,0707 * 10^{8,6/20}$  obtenemos el resultado esperado.

#### **1.2.11. Apartado k)**

Medición realizada y guardada en  $x_{250-1000}$  con éxito.

#### **1.2.12. Apartado l)**

La señal  $x_{250-1000}$  es mucho más grave y menos estridente que la señal  $x_{1000}$ .

#### **1.2.13. Apartado m)**

Se puede notar que en el Fast Mode se escucha más alto que en el Slow Mode.

#### **1.2.14. Apartado n)**

La señal se grabó perfectamente.

#### **1.2.15. Apartado o)**

Los valores máximos se corresponden con los tramos de mayor sonoridad.

#### **1.2.16. Apartado p)**

En este apartado al hacer `help wavwrite` nos soltó el programa que la función no existe, por lo que lo hicimos con `audiowrite`, que da el mismo resultado.

## 2. Sonómetro con Banco de Filtros

### 2.1. Bancos de filtros con Q constante y DFT

#### 2.1.1. Apartado a)

El número de filtros de octava que se utilizan son 6 con frecuencia central = 1000 Hz y el del  $\frac{1}{3}$  de octava son 30 y su frecuencia central varía entre 25 y  $2 \cdot 10^4$  Hz.

#### 2.1.2. Apartado b)

Sonómetro de octavas ejecutado exitosamente.

#### 2.1.3. Apartado c)

La banda con más amplitud es la sexta, que tiene como frecuencia central  $f = 10^3$  Hz.

#### 2.1.4. Apartado d)

El resultado de  $L_{eq}T$  es un poco mayor debido a que los filtros no son perfectos.

#### 2.1.5. Apartado e)

La banda que más aporta en este caso es la decimo-séptima, cuya frecuencia central que más potencia aporta coincide con la del filtro de octavas, aún que tiene el mismo problema de pequeñas imperfecciones en los filtros que comentamos en el apartado anterior.

### 2.2. Mediciones de 2 tonos simultáneos

#### 2.2.1. Apartado a)

Sonómetro de octavas ejecutado con éxito.

#### 2.2.2. Apartado b)

$$L_{eq}T_{bandas} (6) = 117.2256 \text{ dB.}$$

$$L_{eq}T_{bandas} (9) = 131.9892 \text{ dB.}$$

$$\text{Diferencia} = 14.7636 \text{ dB.}$$

#### 2.2.3. Apartado c)

La diferencia de dB 13.98 dB. Tiene un valor bastante aproximado al que hemos calculado en el apartado anterior.

### 2.3. Ruido blanco y ruido rosa

#### 2.3.1. Apartado a)

La señal ruido1 es ruido rosa, debido a que el nivel de sonido continuo equivalente es constante.

#### 2.3.2. Apartado b)

La señal ruido2 es ruido blanco ya que el nivel de sonido continuo equivalente va aumentando 3 dB / banda.

#### 2.3.3. Apartado c)

La diferencia principal entre ambos ruidos es que el ruido blanco se escucha más agudo que el ruido rosa.

## **2.4. Pruebas adicionales**

### **2.4.1. Apartado a)**

Se puede deducir que es una mezcla de ruido rosa y blanco, ya que se escucha la "estática" de fondo junto con un pitido agudo.

### **2.4.2. Apartado b)**

Las bandas que más potencia aportan son la sexta, seguida por la séptima y la octava.

### **2.4.3. Apartado c)**

El nivel de presión sonora más alto de la señal se encuentra en el instante  $x = 5.173$  s con un valor de 104 dB, y la banda del sonido continuo equivalente que más potencia aporta es la sexta.