

# Desarrollo de software para el cálculo de parámetros acústicos ISO 3382

Marcos Montemarano<sup>1</sup>, Juan Almaraz<sup>2</sup>, Ian González<sup>3</sup>

12 de mayo de 2020

Señales & Sistemas, Ingeniería de sonido

Universidad Nacional de Tres de Febrero, Buenos Aires, Argentina.

<sup>1</sup> marcosmontemarano@hotmail.com, <sup>2</sup> juan.almaraz097@gmail.com, <sup>3</sup> iangzayas@gmail.com,

## Resumen

En el presente informe, se explica el funcionamiento básico del sistema desarrollado con el fin de generar distintas señales (como Ruido Rosa o un Sine Sweep logarítmico), filtrando algunas, para posteriormente evaluar las condiciones acústicas de un recinto.

**Keywords:** ISO 3382, IR

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sistema a utilizar en este trabajo de investigación, consta de un código en el programa Matlab, donde en base a *funciones* se generan tanto el *Ruido Rosa* como el *Sine Sweep Logarítmico* y su respectiva señal con un *filtro inverso* aplicado (Todos estos conceptos serán ampliados en la próxima sección.) En este informe también se explicará el funcionamiento o la intención del código a la hora de ejecutarlo en una medición. Dicha medición deberá cumplir con los lineamientos de la normativa ISO 3382.

## 2. MARCO TEÓRICO Y ECUACIONES

Para la comprensión completa de éste informe se precisan varios conceptos básicos, presentes en la investigación. Entre ellos se tiene:

- **Ruido Rosa:** El ruido rosa tiene como característica una distribución de frecuencias tal que su densidad espectral de potencia es proporcional a la inversa de la frecuencia. Esto implica que su nivel, por bandas de tercio de octava, es constante. Por el contrario, el nivel del ruido rosa por intervalo fijo de frecuencias va decayendo a razón de *3dB/octava*, de forma no lineal. Se utiliza para calibrar equipos que van a reproducir sonido y así analizar el

comportamiento de salas, altavoces, equipos de sonido etc.

- **Sine Sweep:** El sine-sweep es un barrido en frecuencia. Tiene la característica de excitar sólo una frecuencia a la vez. Esto no sucede con todas las señales de banda ancha; en el ruido rosa o en una señal impulsiva, por ejemplo, todas las frecuencias son excitadas en simultáneo y la energía de la señal se distribuye uniformemente en todo el ancho de banda. Excitar de una frecuencia a la vez permite concentrar toda la energía de la señal en un ancho de banda estrecho. Este barrido tiene una expresión analítica, que depende del tiempo:

$$x(t) = \sin[\theta(t)] \quad (1)$$

O, de otro modo:

$$x(t) = \sin[K(e^{\frac{t}{L}} - 1)] \quad (2)$$

Con **K** y **L** dos constantes que llevan la expresión:

$$K = \frac{T \cdot \omega_1}{\ln(\frac{\omega_2}{\omega_1})} \quad (3)$$

$$L = \frac{T}{\ln(\frac{\omega_2}{\omega_1})} \quad (4)$$

Siendo **T** la duración en segundos del barrido, y,  $\omega_1$  y  $\omega_2$  las frecuencias angulares inferiores y superiores, respectivamente. Este barrido también posee un decaimiento de -3dB por tercio de octava, de modo que, a fines



de la investigación buscaremos resolver dicha característica.

- **Filtro Inverso:** Consta de un procesamiento a la señal en la cual, se invierte el tiempo, es decir  $x(-t)$ . A su vez conlleva una modulación en amplitud que compensa la diferencia de potencia de la entrada original. El filtro inverso se define analíticamente como:

$$k(t) = m(t)x(-t) \quad (5)$$

Siendo  $m(t)$  una modulación dependiente de la frecuencia angular inferior  $w_1$  y de la derivada de la función  $\theta(t)$  con respecto al tiempo.



### 3. DESARROLLO DEL CÓDIGO



Dadas las características del problema a resolver, la elaboración del código puede darse de forma modular por medio de funciones. Es decir, bloques aislados de instrucciones que interactúan entre sí por medio de valores de entrada y salida, permaneciendo encapsulados los procesos implicados en cada bloque.

En el caso del ruido rosa se definen una función que tiene por parámetros de entrada la frecuencia de muestreo y una duración en segundos. Por medio de estas se determina el número de muestras y la síntesis se realiza según el siguiente pseudocódigo.

- Definir **Fm**, **T**, con estas últimas, variables de entrada. Siguiendo, además, la siguiente relación

$$T_s = 1/Fm \quad (6)$$

- Se crea vector que inicia en 0 y avanza a pasos  $T_s$  hasta T
- Se definen coeficientes del filtro
- $nT_{60}$  : Cálculo de muestras
- Se genera vector de valores random
- Se filtra esta señal
- Se le restan los valores anteriores a  $nT_{60}$
- Se graba a señal de audio .wav

Posteriormente, tomando los valores pedidos al usuario (*Frecuencia inicial, frecuencia final, duración en segundos y frecuencia de muestreo*) se genera un Sine Sweep (barrido frecuencial) y a la vez se le aplica el filtro inverso para poder compensar esa diferencia de energía temporal y así poder tener una señal utilizable para una futura medición. Dicha señal también se almacena en formato .wav

## 4. FIGURAS Y TABLAS

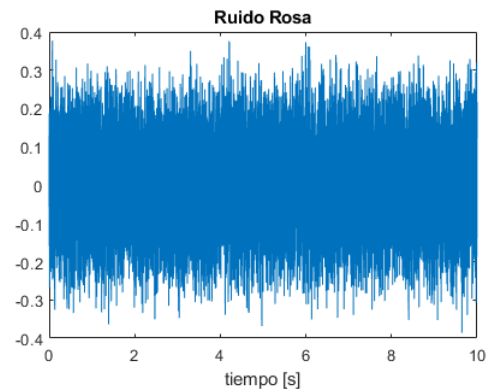


Figura 1: Gráfico del ruido rosa obtenido con una duración de 10 segundos.

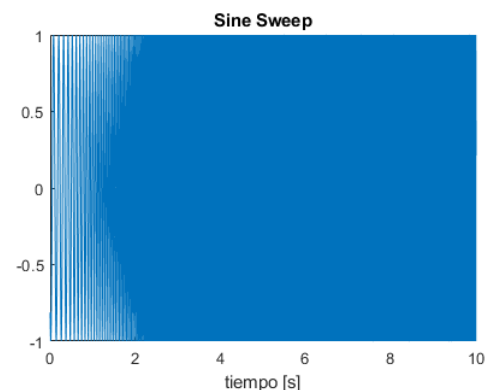


Figura 2: Sine Sweep obtenido con una duración de 10 segundos.

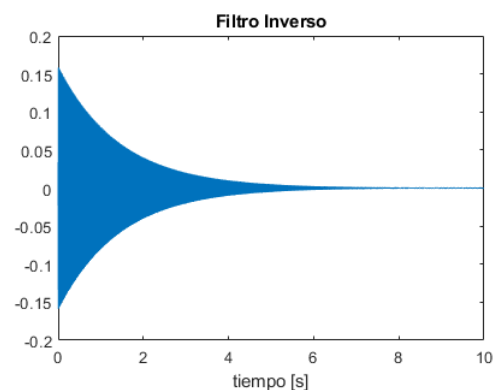


Figura 3: Filtro inverso del sine sweep.

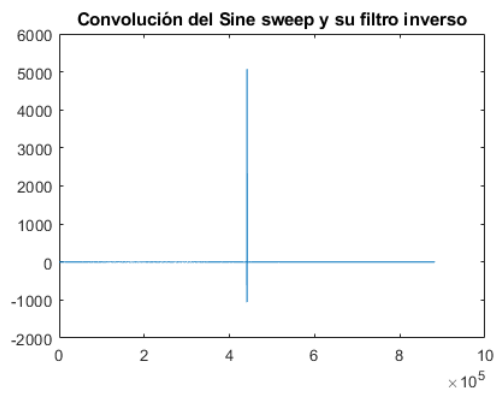


Figura 4: Convolución entre el sine sweep y su filtro inverso.

129 Hz	-30,4 dB
258 Hz	-33,1 dB
516 Hz	-36,1 dB
1033 Hz	-39,6 dB
2067 Hz	-42,6 dB
4134 Hz	-45,5 dB
8182 Hz	-48,7 dB
16365 Hz	-51,5 dB

Tabla 1: Frecuencia vs intensidad del ruido rosa generado.