

# DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE PARÁMETROS ACÚSTICOS ISO 3382

Leandro Di Meo<sup>1</sup>, Valentín Gaglianone<sup>2</sup> y Agustín Sosa Luchter<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Tres de Febrero  
dimeo42358@estudiantes.untref.edu.ar



<sup>2</sup>Universidad Nacional de Tres de Febrero  
gaglianone41628@estudiantes.untref.edu.ar

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Tres de Febrero  
agustinsosaluchter@gmail.com

**Resumen** — *El siguiente trabajo propone realizar un software modular que permita el cálculo de parámetros acústicos propuestos en la normativa ISO 3382 (UNE-EN ISO 3382, 2010), creando un sistema íntegro que contemple todos los elementos necesarios para una medición in-situ. El lenguaje de programación que se utiliza es Python. Los resultados obtenidos se comparan de forma cualitativa con los resultados que determina la extensión Aurora del software Audacity.*

## 1. INTRODUCCIÓN


El desarrollo teórico del parámetro acústico “Tiempo de reverberación” ha sido profundamente estudiado por numerosos autores, entre ellos pueden destacarse W.C. Sabine, Eyring, Millington, Fitzroy y Kuttruff (Sabine, W.C. 1964) (Kuttruff, 2009).

Una presentación clara sobre el modelo de Millington puede encontrarse en el trabajo de L. E. Kinsler (Kinsler L. E. 1982). Para interpretar el modelo propuesto por Fitzroy puede estudiarse el análisis planteado por M. Rettinger (Rettinger M. 1977).


El Tiempo de Reverberación está definido en la Norma ISO 354 de la siguiente manera: “Es el tiempo necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente”. En la actualidad la mayoría de los equipos usualmente empleados para cuantificar el mencionado descriptor, entregan el parámetro T30, definido en la Norma ISO 3382 según: “Es el tiempo, expresado en segundos, que se requiere para que el nivel de presión sonora disminuya en 60 dB, calculado sobre una recta obtenida de la regresión lineal por mínimos cuadrados de una curva de caída medida desde un nivel 5 dB por debajo del nivel inicial, hasta un nivel de 35 dB inferior a dicho nivel” (UNE-EN ISO 3382, 2010). En este trabajo se desarrollan algunos de los descriptores que permiten caracterizar un recinto cerrado.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Ruido Rosa

El llamado *ruido rosa* es una señal aleatoria caracterizada por tener igual magnitud de energía en toda banda de octava. De esta manera, presenta una densidad espectral inversamente proporcional a cada frecuencia. Esta característica se refleja en un decaimiento no lineal de 3[dB] por octava 

### 2.2. Respuesta al Impulso

La respuesta al impulso de un recinto se define como la evolución en el tiempo de la presión sonora observada en un determinado punto de un recinto dado, como el resultado de la emisión de un impulso de Dirac efectuado en otro punto. En este estudio se evalúa la respuesta al impulso mediante el proceso de convolución entre una grabación de la sala respondiendo a un *sine sweep* exponencial y su respectivo filtro inverso. 

### 2.3. Sine-sweep y Filtro inverso


El sine-sweep exponencial es una señal sinusoidal de amplitud constante, cuya frecuencia varía en función del tiempo. Es caracterizado por excitar una frecuencia a la vez de manera ascendente considerando un rango entre las frecuencias angulares  $\omega_1$  y  $\omega_2$ , y un tiempo  $T$  de duración. Su espectro presenta una disminución de 3[dB]

por octava. Se define la expresión matemática correspondiente:

$$x(t) = \sin\left[\frac{T\omega_1}{\ln(\omega_1/\omega_2)} e^{\frac{t \ln(\omega_1/\omega_2)}{T}}\right] \quad (1)$$

El filtro inverso consiste la inversión en tiempo del sine-sweep de modo que se obtiene  $x(-t)$ . A su vez conlleva una modulación en amplitud que compensa la diferencia de energía respecto de la señal de entrada original. El filtro inverso  $k(t)$  se define como:

$$k(t) = m(t)x(-t) = \frac{1}{2\pi e^{\frac{t \ln(\omega_1/\omega_2)}{T}}} x(-t) \quad (2)$$

El barrido senoidal o sine-sweep que excita al recinto es una señal cuya la frecuencia varía exponencialmente como una función de tiempo sobre el rango de interés. Es lo óptimo, ya que a lo largo de su duración se excita una frecuencia a la vez y como consecuencia se eleva la relación señal-ruido. Luego se realiza la convolución con su correspondiente filtro inverso definido por Farina como la señal de entrada  sí misma invertida a lo largo del eje del tiempo.

## 2.4. Tiempo de Reverberación

El Tiempo de Reverberación está definido en la Norma ISO 354 de la siguiente manera: “Es el tiempo necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente”.

En la actualidad la mayoría de los equipos usualmente empleados para cuantificar el mencionado descriptor, entregan el parámetro T30, definido en la Norma ISO 3382 según: “Es el tiempo, expresado en segundos, que se requiere para que el nivel de presión sonora disminuya en 60 dB, calculado sobre una recta obtenida de la regresión lineal por mínimos cuadrados de una curva de caída medida desde un nivel 5 dB por debajo del nivel inicial, hasta un nivel de 35 dB inferior a dicho nivel” (UNE-EN ISO 3382, 2010).

Este parámetro se expresa en segundos y se puede evaluar en un rango dinámico menor que 60 dB y extrapolar a un tiempo de atenuación de 60 dB. Lo anterior se corresponde con la dificultad de obtener el TR60, debido a que la diferencia entre el ruido de fondo y la señal de excitación es en la mayoría de los casos, menor a 60 dB. Por ello se suele aproximar mediante otros descriptores como el EDT, T30 o T20.

## 3. DESARROLLO DEL CÓDIGO

Se desarrolla un código en el lenguaje de programación Python para realizar el procesamiento de la señal. Como primera medida se utiliza la función *cargar\_audio* para incorporar los archivos, en este caso en formato “.wav”. Luego la función *graficoaudio2* realiza un gráfico de la señal cargada.

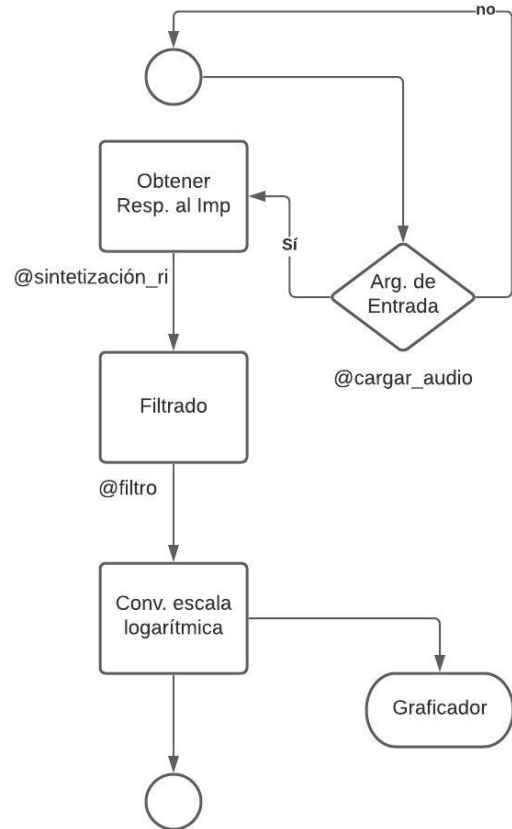


Figura 1: Diagrama de bloques del software.

Luego se crea una función para sintetizar la respuesta al impulso. La misma recibe como parámetro el T60 que se desea obtener, y debe sintetizar una respuesta al impulso considerando las frecuencias centrales de banda de octava y tercio de octava como establece la norma IEC61260 (IEC61260,1995).

## 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

## 5. CONCLUSIONES

## 6. REFERENCIAS

- [1] ISO 3382:2001. Acoustics Measurements of the Reverberation Time of Rooms with Reference to other Acoustical Parameters. International Organization for Standardization, 2001.
- [2] Angelo Farina. Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept sine technique. In Audio Engineering Society Convention 108. Audio Engineering Society, 2000.
- [3] Martin Guski, Michael Vorlander. Measurement Uncertainties of Reverberation Time caused by Noise.
- [4] IEC 61260:1995, Electroacoustics Octave band and fractional octave band

lbers. Standard, International Electrotechnical Commission, febrero 1995.

[5] Beranek, Leo L. Acoustics, EEUU, American Institute of Physics, Inc., 1996