

Desarrollo de software para el calculo de parámetros acústicos según ISO 3382.

Leandro Gabriel Bilbao¹, Juan Martín Rucci², Maria Victoria Alongi³

Señales & Sistemas, Ingeniería de sonido

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

¹ leandro.gabriel.bilbao@gmail.com, ² juan113@gmail.com, ³ lexluthor@gmail.com,

Resumen

En el siguiente trabajo se realizó un informe sobre el progreso del desarrollo de un software modular que permite calcular parámetros acústicos propuestos en la normativa ISO 3382 (UNE-EN ISO 3382, 2010) [2]. El desarrollo consiste en una serie de funciones, implementadas con el lenguaje de programación MATLAB, las cuales permiten grabar y reproducir en simultáneo un sine-sweep, obtener respuestas al impulso, reproducir ruido rosa y procesar señales para la búsqueda de parámetros acústicos.

Keywords: ISO 3382, IR

1. INTRODUCCIÓN

Este informe de avance tiene como objetivo la descripción de las funciones implementadas en el lenguaje de programación MATLAB para el calculo de parámetros acústicos según la norma ISO 3382. Dichas funciones permiten obtener una respuesta al impulso mediante la reproducción y grabación in-situ de un sine-sweep en un recinto. También se implementó una serie de filtros para el análisis de las señales por frecuencia y una función que sintetiza una respuesta al impulso. Por otra parte, si se desea calibrar la fuente usada para la medicion, se encuentra disponible una función que genera un ruido rosa acorde a la normativa ISO 3382.

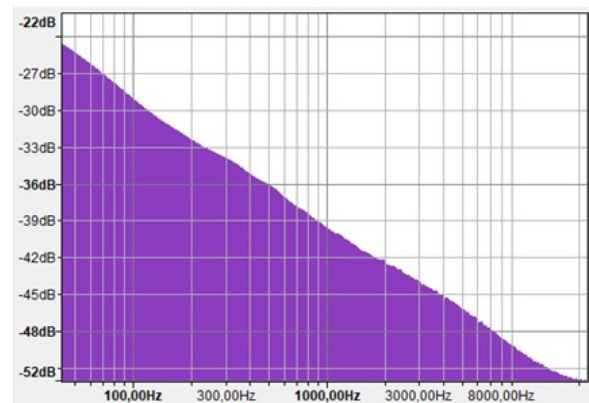


Figura 1: Respuesta en frecuencia de una señal ruido rosa

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ruido Rosa

Es un ruido caracterizado por poseer una cantidad equivalente de nivel de presión sonora para cada banda de octava, por lo que presenta un decaimiento de 3 [dB] por octava, como se puede observar en la Figura 1.

2.2. Tiempo de reverberación

Según la norma ISO 3382, el tiempo transcurrido que tarda en decaer 60[dB] el nivel de presión sonora luego que la fuente sonora deja de emitir sonido define el parámetro T60, en este trabajo se busca obtener dicho parámetro.

2.3. Sine Sweep y Filtro Inverso

El sine-sweep es un barrido de frecuencias en el tiempo, que permite centrar la energía de una frecuencia específica para un momento determinado. Siendo el método más adecuado para la generación

de un impulso por medio de la convolución. El sine-sweep es generado mediante:

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

Donde

$$K = \frac{Tw_1}{\ln(\frac{w_2}{w_1})} \quad (2)$$

y

$$L = \frac{T}{\ln(\frac{w_2}{w_1})} \quad (3)$$

con w_1 y w_2 las frecuencias angulares inferior y superior respectivamente, y T el tiempo de duración del sine-sweep en segundos. Para obtener el filtro inverso hay que invertir el sine-sweep en el tiempo obteniendo $x(-t)$. Posteriormente se realiza una modulación en la amplitud para compensar la diferencia energética con respecto a la señal de entrada original, esta modulación se expresa por:

$$m(t) = \frac{w_1}{2(t)} \quad (4)$$

Obtenida de la frecuencia instantánea, correspondiente a la derivada de la ecuación (1):

$$w(t) = \frac{K}{L} e^{(t/L)} \quad (5)$$

quedando definido el filtro inverso $k(t)$ como

$$k(t) = m(t)x(-t) \quad (6)$$

2.4. Respuesta al impulso

Es la respuesta de presión sonora en el tiempo en un sistema al cual se le aplica un estímulo sonoro de corta duración. Es posible obtener la respuesta al impulso $h(t)$ de una sala, a partir de un sine-sweep $x(t)$ al aplicar la ecuación (7):

$$y(t) = x(t) * h(t) \quad (7)$$

En donde $y(t)$ es la señal captada por un micrófono ubicado en la sala. A partir de las propiedades de convolución de la transformada de Fourier, podemos expresar la ecuación (7) como:

$$x(t) * h(t) = X(jw)H(jw) \quad (8)$$

$$Y(jw)/X(jw) = H(jw) \quad (9)$$

y luego se aplica la inversa de la transformada de Fourier para obtener la respuesta al impulso de la sala, como muestra la ecuación (10):

$$h(t) = F^{(-1)}[H(jw)] \quad (10)$$

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para esta etapa se se utilizaron funciones para encapsular cada problema por separado para luego poder utilizar y testear cada una de estas funciones por separado, y finalmente poder implementar, en el futuro, una interfaz gráfica que junte todas las funciones codificadas y sea más accesible para cualquier usuario.

3.1. Ruido Rosa.

Para sintetizar esta función se siguió el siguiente diagrama:

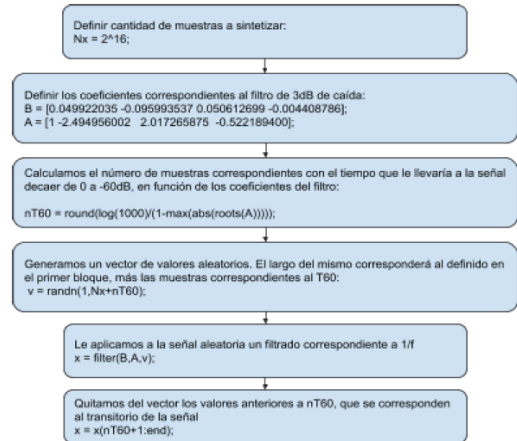


Figura 2: Diagrama en bloque del procedimiento de programación de la función de sintetización del Ruido Rosa

3.2. Sine Sweep y Filtro Inverso.

La función Sine Sweep y Filtro Inverso utiliza las ecuaciones (1) a (6), para que a partir de los parámetros de entrada, tiempo de duración de la señal T [s], frecuencia inicial w_1 (Hz) y final w_2 [Hz], genera un archivo .wav para cada una de las señales.

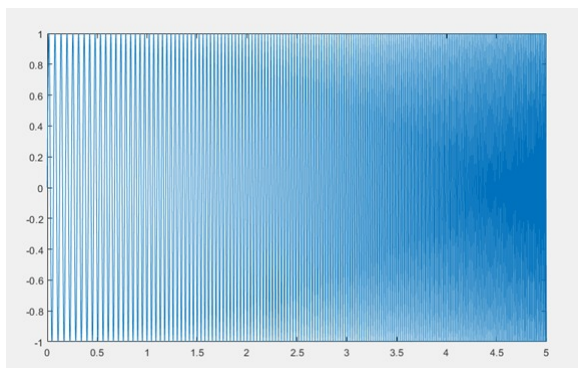


Figura 3: Dominio temporal de la señal del sine-sweep de 5 [s] para las frecuencias angulares 100 y 500 [Hz].

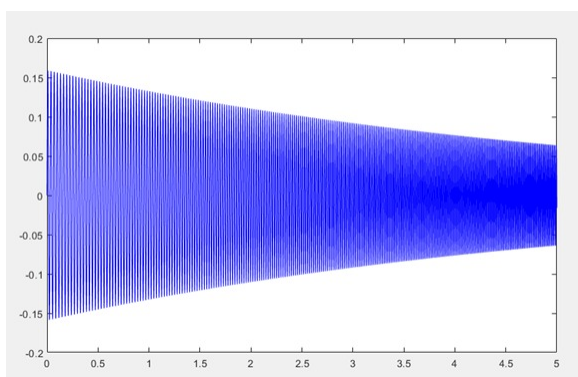


Figura 4: Dominio temporal de la señal del filtro inverso de 5 [s] para las frecuencias angulares 100 y 500 [Hz].

3.3. Adquisición y Reproducción.

La finalidad de esta función es reproducir las señales previamente generadas mediante una interfaz y al mismo tiempo grabar la respuesta del recinto captada por un micrófono según las especificaciones de la normativa ISO 3382. Para sintetizarla fueron utilizadas las funciones de audioread, audiorecorder y getaudiodata para crear un vector con los valores obtenidos en el tiempo. La función

audiorecorder genera un objeto de audio con valores predeterminados de frecuencia de muestreo de 44100 muestras por segundos, con una profundidad de 8 bits. La grabación será parada en un tiempo determinado por el usuario con la función record-blocking. Luego la grabación se la guardara como un archivo .wav.

3.4. Carga de archivos.

Esta función tiene como finalidad cargar archivos de audio .wav, que corresponden a grabaciones de respuesta al impulso y sine sweep con su respectivo filtro inverso. La función permite seleccionar entre tres diferentes archivos de audio para cada tipo de señal.

3.5. Filtro en bandas de una octava y tercio de octava.

El objetivo de esta función es generar un banco con los coeficientes de los filtros en una variable de clase Cell (Celda). Para elegir el tipo de filtrado se debe ingresar a la función el número 1 (octava) o 3 (tercio de octava). Se utilizó la la función designfilt con un orden 20 por cada frecuencia central según la norma IEC 61260 [1] Se utilizó la función fvtool para graficar los filtros diseñados.

3.6. Respuesta al impulso

Esta funcion toma los datos de los archivos de audio de la grabacion del sine-sweep en la sala y el del filtro inverso con los mismos parametros y devuelve la respuesta al impulso de la sala.

Referencias

- [1] IEC. 61260. *Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters*. 1995.
- [2] ISO. 3382. *Acoustics Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters*. 1997.