



## SOFTWARE PARA MEDIDAS Y ANÁLISIS ACÚSTICO MEDIANTE LABVIEW

PACS: 43.55.Mc

Muñoz Méndez, Fernando; Navarro Ruiz, Juan Miguel  
Universidad Católica de Murcia  
E. Ingeniería Técnica de Telecomunicación  
Departamento de Ciencias Politécnicas  
Campus de los Jerónimos, s/n  
30107 Guadalupe. Murcia. España  
Tel: +34 968 278 825  
Fax: +34 968 278 581  
E-mail: [nando3c@hotmail.com](mailto:nando3c@hotmail.com) ; [jmnavarro@pdi.ucam.edu](mailto:jmnavarro@pdi.ucam.edu)

### ABSTRACT

In the present market exist applications that analyze the sound within a room, nevertheless these applications usually need a hardware that increases the final price of the system. One of the objectives of the made work is to reach a balance between quality and cost with a simple equipment formed by computer, soundcard, microphone and loudspeaker.

By means of this work we have designed two applications that allow to analyze the acoustic quality of a room from practical measurements and theoretical calculations. We will lean in LabView like tool of programming of graphical type. The two applications allow to generate sound and to analyze the answer to do measurements of the pressure level, as well as their spectral representation in octaves and third ones of octaves. The handling of these applications is destined to technicians with knowledge of sound and acoustics. It tries to be the base of an integral tool that allows to improve the characteristics of an enclosure destined to hearing being studied as they are the detrimental frequencies and the times of reverberation, in addition to other acoustic parameters.

### RESUMEN

En el mercado actual existen aplicaciones que analizan el sonido dentro de una sala, sin embargo estas aplicaciones suelen necesitar un hardware que dispara el precio final del sistema. Uno de los objetivos del trabajo realizado es alcanzar un equilibrio entre calidad y coste con un equipo sencillo formado por ordenador, tarjeta de sonido, micrófono y altavoz.

Mediante este trabajo hemos diseñado dos aplicaciones que permiten analizar la calidad acústica de una sala a partir de mediciones prácticas y cálculos teóricos. Nos apoyaremos en LabView como herramienta de programación de tipo gráfico. Las dos aplicaciones permiten emitir sonido y analizar la respuesta para hacer mediciones del nivel de presión, así como su representación espectral en octavas y tercios de octava.

El manejo de estas aplicaciones está destinado a técnicos con conocimientos de sonido y acústica. Pretende ser la base de una herramienta integral que permita mejorar las características de un recinto destinado a audición estudiando cuales son las frecuencias perjudiciales y los tiempos de reverberación, además de otros parámetros acústicos.

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se muestra la primera versión diseñada de dos herramientas que permiten adquirir datos y analizar la calidad acústica de una sala utilizando para ello mediciones prácticas y cálculos teóricos. Esta primera versión, cuyas funcionalidades describiremos en este documento, servirá de base para el desarrollo de un grupo de herramientas que abarcarán los diferentes campos del análisis sonoro.



Como herramienta de programación se utiliza LabVIEW<sup>®</sup> desarrollado por National Instrument<sup>™</sup>, este software de programación cuenta con más de veinte años de evolución. LabVIEW está específicamente diseñado para el tratamiento y procesado de señales por lo que resulta idóneo para este tipo de aplicaciones.

Las dos aplicaciones permiten generar patrones sonoros para alimentar una fuente acústica y adquirir niveles procedentes de un micrófono, para después analizar la respuesta del nivel de presión a nivel temporal, así como su representación espectral en octavas y tercios de octava. El manejo de estas aplicaciones está destinado a técnicos con conocimientos de sonido y acústica. Las herramientas se diseñan para que sean intuitivas. Para ello, se utilizan controles e indicadores numéricos, botones, pulsadores, conmutadores etc. que se asemejan a controles propios de la instrumentación tradicional. La representación de los resultados incluye tablas, listados y gráficas.

## CONFIGURACIÓN NECESARIA

El software puede ser ejecutado tanto en plataformas PC como MAC. En las pruebas prácticas se ha utilizado un PC con procesador AMD64 2GHz, 1Gb RAM (DDR400), discos duros SATA y sistema operativo Windows XP. La tarjeta de audio corresponde a una Sound Blaster Audigy LS 24bits.

Para la toma de sonido se utiliza un micrófono de condensador de alta ganancia y respuesta plana en frecuencia. Para una correcta calibración del equipo es necesario un sonómetro homologado y calibrado. La fuente de sonido ha de reproducir de forma plana la señal recibida, puesto que se va a simular campo difuso es recomendable que se use una fuente omnidireccional.

## TEORÍA

Tanto los cálculos teóricos como las mediciones prácticas se rigen por las teorías de acústica **ondulatoria** y **estadística**<sup>[1]</sup>.

La acústica ondulatoria está basada en las características propias de la onda de sonido. Utiliza la velocidad de propagación y la frecuencia de un frente de onda para determinar cuales serán los puntos de máxima y mínima amplitud dentro de un recinto de dimensiones conocidas. Basándose en estas premisas se pueden hacer cálculos para determinar las frecuencias resonantes y modos propios de la sala así como su diagrama de Bolt correspondiente.

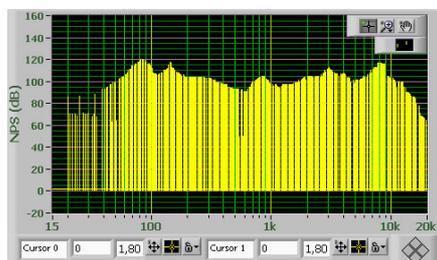
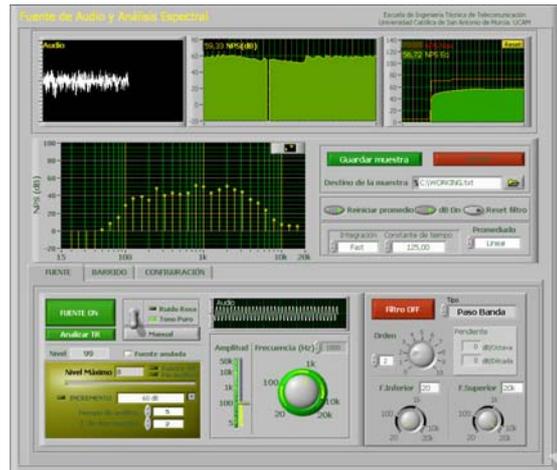
La acústica estadística considera que en una sala la densidad de energía acústica de su interior está distribuida uniformemente (campo difuso) en sus tres dimensiones, lo que permite hacer valoraciones acerca del tiempo de reverberación y la absorción de los cerramientos que la componen.

## ADQUISICIÓN DE DATOS Y FUENTE DE RUIDO

El primer ejecutable trabaja como fuente de sonido y analizador de espectro en tercios de octava según el estándar de la IEC. Gráficamente se representa la señal de entrada, el nivel de presión sonora instantáneo (NPS dB), nivel máximo y nivel equivalente en continuo.

La fuente de audio se puede ajustar para generar ruido rosa o tonos puros senoidales. Tiene dos modos (automático y manual) que afectan a los controles de amplitud y frecuencia de este generador de sonido.

Para evitar daños en la fuente el sistema posee un filtro de frecuencia y pendiente variable que limita el ancho de banda de la señal.



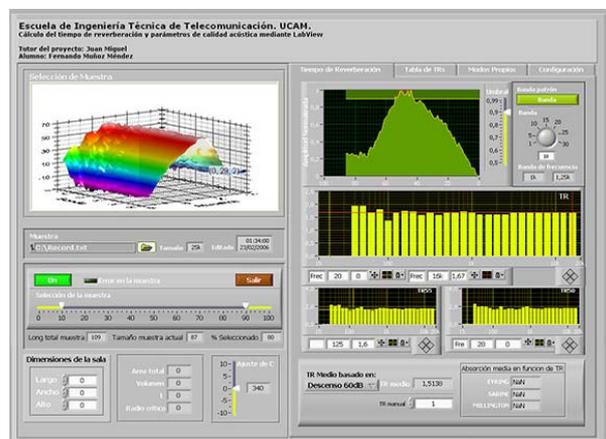
utilizados en la representación grafica.

Utilizando el módulo de barrido se puede extraer la respuesta en frecuencia de un recinto detectando los picos de nivel a lo largo del espectro audible. La respuesta en frecuencia se mide desde los 20 Hz hasta los 20 KHz utilizando el modo de barrido automático y eligiendo entre los modos continuo y discreto según decida el técnico. El sistema detecta los picos de presión sonora y la frecuencia a la que se producen que serán

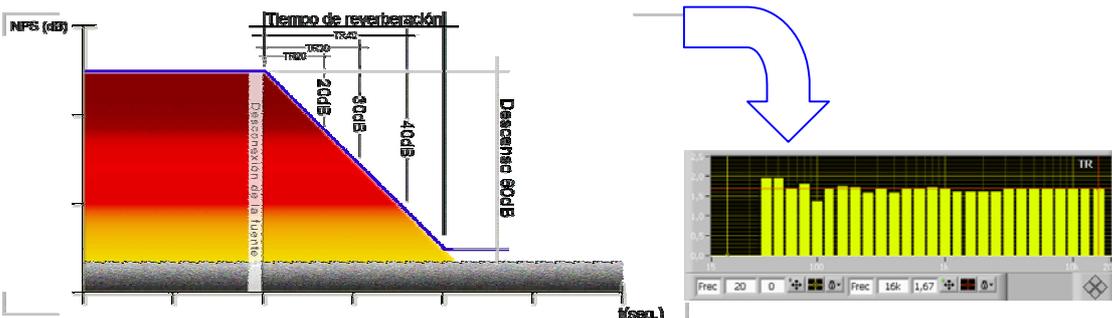
## ANÁLISIS DE LOS DATOS

El segundo modulo analiza la muestra generada por la fuente de ruido. Utilizando cálculos teóricos y medidas prácticas permite visualizar y recortar la muestra en 3D, con objeto de analizar el tiempo de reverberación.

En caso de un análisis en sala paralelepédica, calcula y representa los modos propios así como las frecuencias perjudiciales, diagrama de Bolt, absorciones medias según Eyring, Sabine y Millington, frecuencia máxima perjudicial y modos axiales, tangenciales y oblicuos.



Las medidas prácticas que establecen el tiempo de reverberación se basan en mediciones directas con caídas de 60dB y sus aproximaciones con 55dB, 50dB, 40dB, 30dB y 10dB.



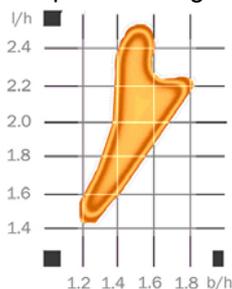
Para determinar la absorción media del recinto se utilizan tres aproximaciones (Sabine, Eyring y Millington) basadas en las medidas prácticas del tiempo de reverberación (TR) cuyas ecuaciones se muestran en el cuadro resumen:

Sabine	Eyring	Millington
$tr = \frac{0.162 \cdot V}{A} = \frac{0.162 \cdot V}{\bar{\alpha} \cdot S}$	$tr = \frac{0.162 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha})}$	$tr = \frac{0.162 \cdot V}{S \cdot \ln\left(\frac{1}{1 - \bar{\alpha}}\right)}$
$\bar{\alpha} = \frac{0.162 \cdot V}{tr \cdot S}$	$\bar{\alpha} = 1 - e^{-\frac{0.162 \cdot V}{S \cdot tr}}$	$\bar{\alpha} = 1 - \frac{1}{e^{\left(\frac{0.162 \cdot V}{tr \cdot S}\right)}}$

El estudio de modos propios en baja frecuencia se hace bajo las condiciones definidas por la acústica ondulatoria que permiten hallar los modos propios de una sala utilizando la siguiente expresión:

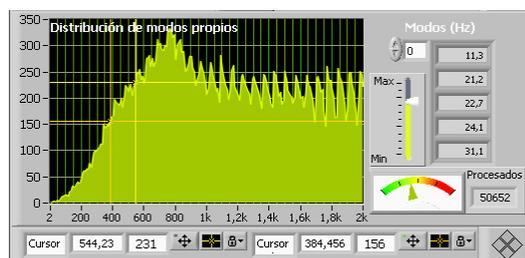
$$f = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2}$$

La mayoría de las salas de audición suelen tener problemas en baja frecuencia. Para permitir una mejor valoración de las características acústicas se representan gráficamente la distribución de modos propios en función de la frecuencia.



Observando el diagrama se pueden determinar que medidas correctoras son necesarias para mejorar las condiciones acústicas.

Observando la representación del diagrama de Bolt correspondiente a la sala se determina si es necesaria una modificación en las dimensiones para una mejor distribución de modos propios.



## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

La primera versión de este software permite hacer valoraciones acerca de la calidad acústica de un recinto. Este proyecto está en continuo desarrollo, el objetivo final es crear una herramienta completa y automatizada que analice todos los parámetros relevantes y sea capaz de proponer medidas correctoras según las carencias particulares del recinto analizado.

Como objetivos a medio plazo se propone hacer medidas simultaneas multicanal en distintos puntos de la sala para crear un mapa acústico del recinto y crear una aplicación capaz de calcular los efectos que causaría la introducción de diferentes tipos de materiales absorbentes dentro de la sala, mediante el uso de una base de datos de materiales.

De cara a un uso profesional se está trabajando en la mejora del bloque de adquisición de audio utilizando un sonómetro para adquirir la señal. Con la ejecución de esta mejora se garantizaría una respuesta plana en la captación de la señal de audio.

## REFERENCIAS

- [1] J.Llinares, A.Llopis, J.Sancho. Acústica Arquitectónica y Urbanística. Universidad Politécnica de Valencia. 1996. ISBN 84 7721 441 7.
- [2] M. Recuero López. Técnicas de Grabación Sonora. IORTV (Instituto Oficial de Radiotelevisión Española). 1993. ISBN 84 86984 84 X.
- [3] Udo Zölzer. Digital Audio Effects DAFX. Wiley. 2002. ISBN 0 471 49078 4.
- [4] C. Tribaldos. Sonido Profesional. Paraninfo. 1999. ISBN 84 283 1880 8.