

PRIMERAS JORNADAS REGIONALES DE ACÚSTICA AdAA 2009

19 y 20 de noviembre de 2009, Rosario, Argentina



AdAA2009-A061R

Trabajos de investigación desarrollados en la materia Electiva Técnica de octavo semestre

Juan C. Heredia^(a), Nicolas Barrera^(a), Diego A. Moreno^(a), Ramiro A. Barrios Becerra^(a),
Camilo Parra^(a), Christian C. Mesa Villanueva^(a), Fernando M. Bermudez^(a),
José Luis Sandoval^(a), Mónica Reyes Q.^(a), Andrés Felipe Mahecha^(a),
Jorge Luis Arciniegas^(a), Ronald Vargas^(a), Francisco Ruffa^(b), Luis Jorge Herrera^(c)

(a) Estudiantes de octavo semestre del programa de Ingeniería de Sonido, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Buenaventura sede Bogotá, carrera 8H N°. 172-20, Bogotá DC, Colombia. E-mail: lherrera@usbbog.edu.co.

(b) Docente del programa. E-mail: FRuffa@usbbog.edu.co.

(c) Director del programa. E-mail: lherrera@usbbog.edu.co.

Abstract

Within the curricula of the Sound Engineering degree, students have to take, at different stages of the career, several subjects generically known as “Technical Electives”. During these subjects and based on previously acquired knowledge, they develop different tasks such as information search, background research, analysis of manufacturing feasibility, practical verification of different theories, mechanisms or devices associated with the subject matter, as proposed by the professor in charge. Under this scenario, the students whose names are listed, had to choose one subject among thirty five possibilities, assuming the responsibility of developing it successfully in a seven-week timeframe in order to pass the subject. The present work gives a summary of some of the results.

Resumen

Dentro de la actividad curricular que desarrolla el programa de Ingeniería de Sonido, los alumnos, en las diferentes etapas de aprendizaje, deben cursar materias denominadas genéricamente “Electivas Técnicas”. En ellas, y con base en los conocimientos ya adquiridos, desarrollan un trabajo de búsqueda de información, investigación de antecedentes, factibilidad de construcción y verificación de comportamiento de alguna teoría, mecanismo o artefacto vinculado con la especialidad, a propuesta del docente. En este caso, para aprobar la materia, los alumnos debieron elegir un tema entre treinta y cinco posibles, asumiendo el compromiso de desarrollarlos satisfactoriamente en el escaso tiempo de siete semanas. En este informe se presenta una reseña de algunos de los resultados obtenidos.

1 Introducción

Este documento tiene la intención de presentar a consideración algunos trabajos realizados a través de una materia que, dentro de un conjunto con el nombre genérico de “electivas técnicas”, permite a los alumnos de los últimos semestres del programa de ingeniería de sonido de nuestra Universidad, mostrar sus conocimientos adquiridos y su habilidad para desarrollar un proyecto dentro de un tiempo limitado.

A partir del octavo semestre, los alumnos deben optar por alguna de las electivas que se le proponen, cada una de ellas con diferentes temáticas y metodologías.

2 Metodología de trabajo

En el caso de esta electiva, el objetivo es alentar en los alumnos, agrupados de a dos, a desarrollar sus inclinaciones a la investigación a partir de una lista de temas de alguna manera vinculados con su futura actividad profesional.

Esto deberá incluir la búsqueda de información bibliográfica, la formulación de la teoría físico-matemática que lo avale, la construcción del prototipo, programa o procedimiento, según el proyecto elegido, su medición en caso que correspondiera y un informe técnico con los resultados y las conclusiones a las que se llegó.

Los alumnos deberán ir demostrando la evolución del mismo mediante un borrador que presentarán cada vez que concurren a consulta, el que servirá como elemento de calificación progresiva, siendo obligatorio referenciar los conceptos expresados, incluyendo la totalidad de las fórmulas básicas utilizadas e incluir una lista de la bibliografía consultada.

3 Ejemplos de trabajos realizados

A fin de ilustrar lo enunciado, se han tomado seis trabajos realizados en el actual período lectivo.

3.1 Desarrollo y verificación experimental de la ecuación de cálculo de la potencia eléctrica global necesaria para sonorizar un recinto

En el informe presentado por los alumnos, se lee: “Un método fácil y efectivo para saber cuánta potencia eléctrica se necesita para sonorizar un recinto, es el de analizar la potencia acústica suficiente para que el sistema pueda funcionar con buena inteligibilidad para todas las personas dentro del mismo. Esta potencia acústica depende de los parámetros propios del recinto tales como su volumen, superficie, absorción, distancia al oyente, nivel de presión sonora que recibe y Q de la fuente”.

“Este documento tiene como propósito brindar una ecuación matemática que estime dicha potencia eléctrica global para luego ser verificada experimentalmente en un aula de clase de la Universidad, bajo los criterios de inteligibilidad de la palabra”.

“Como punto de partida, se plantearán las correspondientes ecuaciones matemáticas para expresar la potencia eléctrica en función de parámetros de un recinto, tales como tiempo de reverberación, coeficiente de absorción, potencia acústica, distancia crítica, factor de directividad de la fuente y distancia a la misma, entre otros”.

La fórmula (1) muestra la expresión de la potencia eléctrica deducida.

$$W_e = \frac{4}{\eta} \left[\frac{2.02 d^2 V}{T_{60} (QS \bar{\alpha} + 50.2 d^2 (1 - \bar{\alpha}))} \right] 10^{\left(\frac{L_p}{10} - 12 \right)} \quad (1)$$

“Una vez establecidos los conceptos físico-matemáticos, se determinará cuales son las respectivas normas que deberán aplicarse para obtener algunos de los parámetros, tales como el tiempo de reverberación, que se medirá a partir de la ISO 3382”.

Obtenida la potencia eléctrica necesaria con la que ajustaron el sistema de amplificación y mediante el método de la lista de palabras, verificaron el grado de inteligibilidad del recinto bajo ensayo.

Los valores obtenidos sobre la muestra de oyentes dió un 99% de respuestas correctas.

Los alumnos concluyen que: “Para la fórmula de cálculo de potencia eléctrica necesaria, se comprobó que a partir de aplicar los parámetros acústicos de la sala y eléctricos de la fuente, la potencia obtenida es suficiente para asegurar una buena inteligibilidad dentro de la misma”.

3.2 Diseño y Elaboración de un software de análisis para inteligibilidad basado en las ecuaciones de Peutz

En el informe se lee: “En este proyecto se trabajaron alternamente el diseño de un método de análisis por computador para el porcentaje de pérdida de consonantes, la medición de %Alcons, y la relación que tiene la inteligibilidad con la potencia eléctrica necesaria en el recinto. Se midieron y calcularon las características acústicas del recinto (Tiempo de reverberación, volumen, absorción y ruido de fondo) y los parámetros de la fuente usada (Q, impedancia, sensibilidad y rendimiento)”.

“Relacionando la ecuación de Peutz y sus derivaciones con la ecuación de potencia eléctrica, se llegó al valor necesario para generar un L_p óptimo en el oyente más lejano ubicado en el recinto”.

Para el recinto analizado se obtuvo un %Alcons = 2,67% mediante el análisis por computador, y un %Alcons = 2,9% según la medición experimental.

En la figura 1 se muestra una pantalla del programa desarrollado.

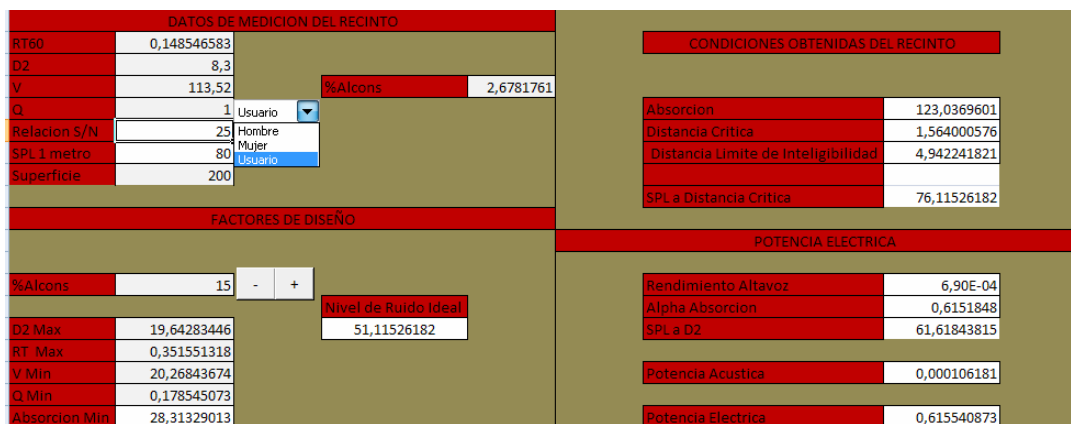


Figura 1. Pantalla del programa de análisis

Los alumnos concluyen que: “La ecuación de Peutz permite su fácil implementación en un método digital de análisis por computador”.

“Su utilización es completamente efectiva, dando resultados finales prácticamente sin errores en comparación con la medición hecha en el recinto con oyentes”.

3.3 Protocolo de prueba de medición de protectores auditivos

En el informe se lee: “Con el propósito de crear información basada en el método de medición de protectores auditivos en Colombia para su correcto uso y su certificación según normativas, el desarrollo de este protocolo de prueba se ha basado en la existencia de normas nacionales. El método descrito y desarrollado es de la protección real que establece una medición simple del desplazamiento del umbral en audición abierta y protegida, determinando la diferencia entre el mínimo nivel de sonido que un individuo puede escuchar con y sin protección. En resumen, se puede definir el método REAT como la pérdida de umbral de los individuos”.

“El aspecto técnico mas crítico a controlar es el ruido de fondo en el recinto de prueba y la distorsión”.

Basado en las normas técnicas nacionales NTC2272 y NTC2950, el protocolo incluyó los siguientes temas:

Procedimiento básico de medición.

Dispositivo de posicionamiento de la cabeza.

Sujetos.

Registro de datos y presentación de resultados.

Certificación del protector.

3.4 Diseño de una bocina plegada de baja frecuencia

En el informe se lee: “El tema del presente trabajo consiste en una breve investigación sobre las cajas acústicas plegadas”.

“Se trata de cajas para trabajar en bajas frecuencias con radiadores electrodinámicos del tipo altoparlante”.

“Para poder entender mejor, tanto su funcionamiento, como los tipos de cajas, hemos creído conveniente hacer un breve análisis de sus dos componentes principales para luego diseñar y construir físicamente una bocina plegada”.

“Nuestro objetivo principal será incrementar el (L_p) del parlante en frecuencias bajas, logrando una buena respuesta del sistema por debajo de 100 Hz”.

Siguiendo los criterios de diseño de bocinas plegadas y a partir de los parámetros del altoparlante, los alumnos proyectaron y construyeron la bocina que se muestra en la figura 2.



Figura 2. Bocina plegada

3.5 Evaluación del ruido automotor del barrio La Calleja, Bogotá- Res. 0627, ISO 1996

En el informe se lee: “Una de las estrategias para el control de ruido ambiental es la elaboración de mapas de ruido, tanto para definir el clima acústico de una zona bajo estudio, como para establecer proyectos de planificación y planes de mejoramiento de la calidad de vida”.

“Este trabajo pretende determinar el ruido automotor, tomando en consideración que la mayor contaminación en las urbes actuales proviene de los motores de los vehículos pesados (buses, camiones, etc.) y evaluarlo según las directivas de la resolución 0627, ISO 1996, en el barrio La Calleja de la ciudad de Bogotá”.

“Teniendo en cuenta que la medición depende de la fuente de ruido, el intervalo de tiempo y la instrumentación, así como de factores de incertidumbre tales como la reproductibilidad, condiciones de funcionamiento y suelo, clima y ruido residual, se procedió a efectuar las mismas sobre una grilla de 12 puntos distribuida en el área, siguiendo los lineamientos de la resolución mencionada”.

En estas condiciones, la tabla 1 muestra algunos de los niveles tomados al mediodía, el gráfico 1 la energía por tercios de octavas en uno de los puntos y la figura 4 el mapa de ruido relevado.

Tabla 1. Niveles medidos al mediodía.

Puntos	LeqA dB
1	74.2
2	67.4
3	67.4
4	73.9
5	71.3
6	73.8
7	65.9
8	67.2
9	71.3
10	67.4
11	73.4
12	74.2

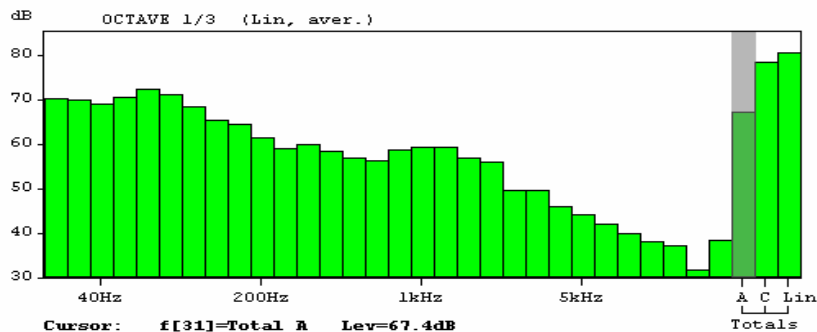


Figura 3. Espectro por tercios de octava.



Figura 4. Mapa de ruido de la zona.

“En las conclusiones de este trabajo, los alumnos dicen: “De la comparación de los valores medidos con los máximos aceptados en la mencionada resolución, se puede afirmar que en ninguno de los casos se cumple con lo establecido, sobrepasando los valores muy por encima, como en los casos específicos de la clínica Reina Sofía y del Colegio Italiano Leonado Da Vinci, donde los valores medidos fueron de 74.2 dBA, para un sector clasificado A con un nivel máximo de 55dBA”.

“Acústicamente hablando, esto muestra una zona completamente contaminada”.

Es de destacar que, siguiendo los lineamientos de la resolución, los niveles comparados corresponden a valores contra fachada.

3.6 Diseño, construcción y medición de una bocina de alta frecuencia a partir de un parlante de dos pulgadas

En el informe realizado por los alumnos se lee: “Se presenta el diseño, construcción y medición de una bocina exponencial de alta frecuencia, transformador acústico que puede ir acoplado a un transductor electrodinámico con diafragma basado en un cono o una cúpula, o asociado a lo que se llama un motor o transductor de compresión”.

“El diseño y construcción de este tipo de bocinas, es un método aceptado para adaptar la alta impedancia del diafragma a la impedancia del aire, de tal modo de mejorar el rendimiento, el ancho de banda, la eficiencia y el patrón directivo en ambos planos”.

En este caso, los alumnos procedieron a hacer un ensayo completo del parlante a fin de obtener los parámetros de Thiele, adoptaron la frecuencia inferior de corte y siguiendo los lineamientos de las ecuaciones de Beranek, calcularon las superficies de la garganta y de la boca, el largo, la constante de acampanamiento para una expansión exponencial y las dimensiones aproximadas para la cámara de compresión.

En la figura 5 se pueden observar los dibujos preliminares para su construcción, en la figura 6 la bocina casi terminada sin la cámara de compresión posterior y en la figura 7 las curvas de respuesta en frecuencia para el parlante solo y para el parlante cargado con la bocina.

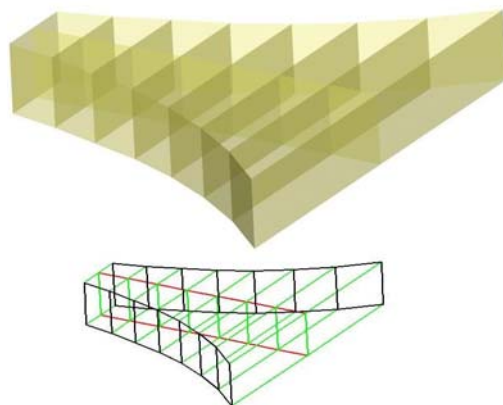


Figura 5. Diseño preliminar.



Figura 6. Prototipo.

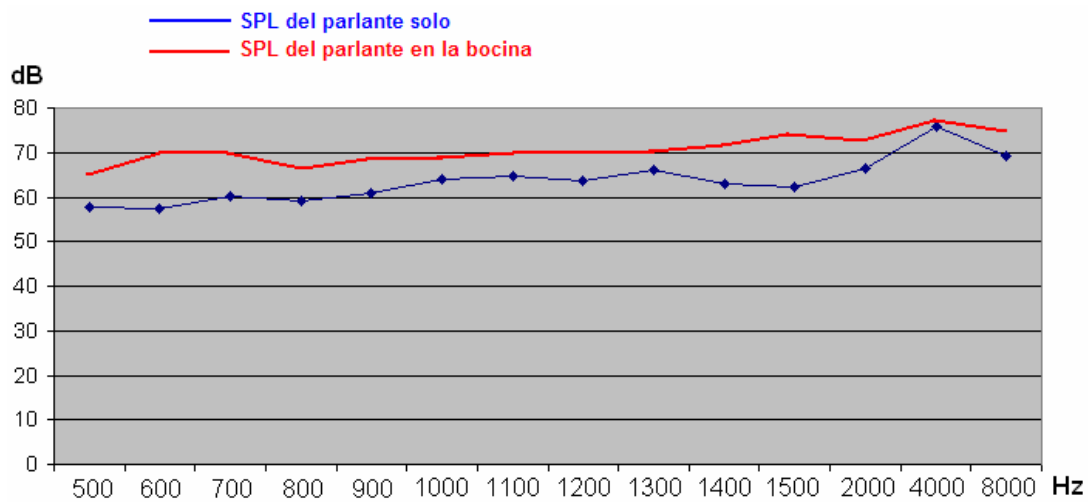


Figura 7. Respuesta en frecuencia.

4 Conclusiones

Con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, una de las misiones del docente es encontrar el mecanismo que le permita interesar al alumno en la materia que esta dictando.

Tratándose de una electiva de un semestre avanzado, uno de los métodos propuesto fue crearle un problema o inquietud en algunos de los temas ya vistos en la teoría, obligándolo a que aplique sus conocimientos en un proceso de búsqueda, análisis, síntesis, construcción y medición.

El sistema ha demostrado, hasta el momento, tener éxito.