



LA ACÚSTICA CUALITATIVA EN EL CONTROL ACTIVO DE RUIDO

M. Sigüero

Instituto de Acústica. CSIC.
C/ Serrano Nº 144, 28006 Madrid.
Tel: 91 561 88 06. Fax: 91 411 76 51.
E-mail: iacms00@fresno.csic.es

ABSTRACT

Recording, editing and listening sounds are very important processes when applied to sound quality control. From the place where the acoustic baffles are located to the auditive system of subjects under test, the emitted sound follows a complex path; its physical characteristics are partially modified. This paper examines some elements concerning these relationships; in particular they are applied to an active noise control device in a van car.

INTRODUCCION

Muchos aspectos relacionados con la comunicación - inevitablemente ligados a lo sonoro y a la acústica en definitiva- o la semiología (1) y sus connotaciones del sonido como signo, o la psicología y su descripción y análisis de las sensaciones, necesitan utilizar, cada vez mas, instrumentos técnicos para expresar sus avances. Los técnicos -atentos la mayor parte de las veces exclusivamente a la precisión numérica de las medidas- debemos apoyarnos también en las descripciones analíticas y la taxonomía eficaz de estas otras ciencias.

Algunos conceptos derivados de la interrelación de varios campos científicos y que aquí englobamos en el término acústica cualitativa son, por ejemplo: confort acústico, calidad sonora, audionomía, acusmática. Se aplican en el ámbito de la comunicación y evolucionan apoyándose en pruebas psicométricas. Pero va a ser en el ámbito industrial donde se van a poner de manifiesto con mayor énfasis. Sobre todo en aplicaciones que tratan de integrar determinados procesos de fabricación con características sonoras de un producto y los deseos de los consumidores.

El sonido ayuda al usuario a desarrollar una impresión global de calidad de un objeto. Dicho concepto de calidad puede representarse mediante una idea de confort acústico; puede ofrecer también la sensación de calidad al identificarlo con determinado status social. La calidad acústica (2) es uno de los atributos evidentes que puede singularizar el objeto fabricado y diferenciarlo de otros similares (competidores) en el ámbito industrial.

Veremos aquí el tratamiento de un conjunto sonoro que se ha grabado previamente en cinta magnética (DAT) mediante distintos transductores de presión y se digitaliza para su posterior edición y análisis.

Sonidos que después vamos a reproducir mediante un sistema electroacústico convencional (auriculares o altavoces) con objeto de realizar pruebas de audición en el laboratorio. Compararemos dos tipos de grabación realizados en el mismo recinto (interior de furgoneta con nueve asientos), en el mismo instante y por ello con los mismos niveles de exposición sonora, previamente calibrados.

En el proceso posterior de reproducción de los sonidos así grabados emplearemos dos sistemas diferentes; uno mediante auriculares electrostáticos y otro en cámara anecoica con seis canales.

Realizaremos tests de audición con un panel de oyentes expertos emitiendo juicios de valor mediante un procedimiento elemental comparativo.

INSTRUMENTACIÓN

Antes de llevar a cabo las audiciones que nos den una idea del proceso perceptivo que un oyente especializado elabora, es necesario grabar los sonidos de la manera más real posible y mantener luego sus características. Para ello se captan las señales mediante sistemas binaural y estereofónico. Es importante que la grabación incluya los NPS indicativos iniciales con objeto de que se mantengan lo más idénticos posible en el proceso de reproducción sonora. De este modo nos aseguramos que exista una correspondencia cuantitativa entre el sonido "in situ" y los sonidos reproducidos mediante electroacústica en el laboratorio, en la cámara de audición o mediante auriculares. La fidelidad de los equipos empleados queda explicada en los apartados posteriores.

CABEZA ARTIFICIAL

La utilización de este tipo de transductor es necesaria en situaciones en que la grabación de los campos sonoros debe mantener unas condiciones similares a las de nuestro proceso de audición. El sistema usa una réplica normalizada de la cabeza humana así como una réplica esquemática del torso humano. Tanto los pabellones como los canales auditivos son reproducciones exactas de las orejas y conductos humanos. Esto permite mantener la impedancia acústica necesaria a la altura aproximada del tímpano, donde se sitúan las membranas de los micrófonos.

Los micrófonos instalados en la cabeza artificial son omnidireccionales, de condensador (7/8 ") y actúan con alimentación "phantom" de 48 Vcc. Son de la marca Neumann, modelo KM 83i (específicos para éste sistema).

MICRÓFONOS

Se han utilizado micrófonos profesionales de condensador con una respuesta amplitud-frecuencia lineal en el margen de 5 Hz a 17 kHz. Marca SCHOEPS, modelo CMT 56.

Las cápsulas microfónicas se han mantenido en la posición cardiode en todas las grabaciones. Se han alimentado con una fuente "phantom" de 48 V de corriente continua en la etapa de preamplificación.

La situación relativa entre las dos unidades han mantenido el esquema normalizado de la ORTF para micrófonos casi-coincidentes con una distancia relativa de 17 cm aproximadamente.

SEÑAL DE CALIBRACIÓN

Se ha utilizado dicha señal con objeto de disponer de una referencia de NPS en la grabación de los eventos sonoros que nos permita, posteriormente, los mismos niveles en reproducción. Consiste en un tono puro de 400 Hz, generado por un oscilador analógico y un altavoz en el interior del vehículo bajo prueba. Un sonómetro calibrado nos indica los NPS en dB(C) a la distancia equivalente a la que se sitúan los micrófonos y la cabeza artificial. La grabación posterior exige, lógicamente, mantener los potenciómetros de volumen del DAT en idéntica posición a la que tenían cuando se estaba grabando la señal de referencia.

DIFERENCIA CUALITATIVA

Como las grabaciones se han llevado a cabo situando el vehículo en cámara semi-anecoica y también al aire libre, en iguales condiciones, tendremos un elemento comparativo importante en la escucha que nos indicará las posibles diferencias entre ambas situaciones. La utilización de dos sistemas de

grabación magnética con transductores alternativos, como se explica en apartados anteriores, incrementa las opciones para cualificar las señales sonoras.

SELECCIÓN DE FRAGMENTOS

Una escucha atenta de las grabaciones nos indica los elevados niveles a baja frecuencia (40 - 100 Hz). La reproducción mediante auriculares tipo "walkman" o mediante el altavoz del DAT es inviable. Este tipo de transductores producen gran distorsión (THD > 3%) al radiar frecuencias inferiores a 100 Hz. Los fragmentos seleccionados son los de vehículo con el motor en marcha; arranque, aceleración a distintas velocidades, giro del motor a distintas revoluciones, parada del motor, apertura y cierre de puertas. Simultáneamente se han llevado a cabo medidas de inteligibilidad RASTI (3) en los mismos puntos donde se han colocado los micrófonos.

SALA DE ESCUCHA

Un recinto que sea capaz de restituir las condiciones acústicas absolutas del vehículo bajo prueba es prácticamente imposible. Por esta razón los tests de audición los realizaremos mediante dos procedimientos:

A. Auriculares estereofónicos electrostáticos STAX, para reproducir las grabaciones realizadas mediante cabeza artificial.

B. Cámara anecoica y sistema de reproducción "envolvente" de seis canales.

SISTEMA ELECTROACÚSTICO

El sistema de reproducción en sala de escucha debe permitir que la información almacenada repita, lo más aproximadamente posible, las características acústicas del vehículo cuyo sonido queremos evaluar. Si realizamos el test en cámara anecoica tendremos la garantía de la ausencia de reflexiones en las paredes. Sin embargo a cambio necesitaremos incrementar el número de canales, cajas acústicas y correspondientes amplificadores de potencia. Para restituir el ambiente sonoro que se percibe en el habitáculo de un vehículo utilizamos un sistema de sonido envolvente (4) que, a partir de los dos canales estereofónicos de la grabación nos permita ecualizar hasta seis canales en la reproducción. Dos canales frontales, dos laterales y dos traseros.

AUDIONOMÍA

Lo que denominamos audionomía (del latín, *audi* = oír; del griego *nomia* = organización) quiere significar el modo en que se organizan los elementos acústicos y electroacústicos en un proceso de reproducción sonora y escucha de información grabada. Incluye el estudio del entorno acústico donde se lleve a cabo la audición, tratando de restituir las condiciones de espacialidad del recinto; adecuar la situación relativa de las cajas acústicas y calibrar el sistema electroacústico manteniendo las características de lo grabado aún después de edición. Dicha armonización de elementos debe estar presente en la cadena completa grabación-reproducción. Se trata de conseguir el mayor grado de eficiencia hasta obtener una imagen auditiva ideal, es decir, lo más parecida a la de las condiciones reales. En nuestro caso incluye los anteriores apartados a los que nos hemos estado refiriendo.

PRUEBA DE AUDICIÓN

Para este tipo de pruebas nos remitimos a la normativa al respecto (5) y seleccionamos un grupo de oyentes expertos (audiometría correcta y capacidad de escucha crítica). Los tests de audición se basan generalmente en dos tipos de prueba: diferencial semántico o pares comparados y sus variaciones. Nuestra experiencia nos enseña que, siendo ya complicado ponerse de acuerdo sobre aspectos técnicos (directividad, distorsión, estereofonía) entre expertos, lo es mucho más cuando se trata de definir adjetivos sobre sensaciones percibidas en una prueba de audición (rugosidad, fluctuación, armonicidad). Por ello somos partidarios de pruebas comparativas - *pares comparados*- que, conservando las relaciones de audionomía entre sonido real - sonido reproducido, casi llegan a eliminar dicha incertidumbre.

Las audiciones que realizamos se hacen intercalando el circuito de control activo diseñado para el proyecto. Los elementos sonoros que incluimos en la comparación son los citados en un apartado anterior, es decir: arranque y parada, aceleración a distintas velocidades y distintas r.p.m. del motor.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En los procesos de grabación - reproducción aplicados al control activo de ruido se observan elevadas distorsiones derivadas del tratamiento de señales de muy baja frecuencia. Están motivadas por ondas estacionarias de baja frecuencia "booming" producidas en el habitáculo del vehículo. Influyen tanto en la grabación saturando los micrófonos, como en reproducción puesto que se requieren altavoces capaces de reproducir, sin distorsión, frecuencias de 50 Hz e inferiores.

La aplicación de los conceptos de calidad sonora en productos industriales no son más que meras disquisiciones académicas con poco significado si no consiguen tener una aplicación concreta. Para incidir en la calidad y que puedan aplicarse teorías y prácticas tenemos que poder incidir en los procesos de fabricación.

REFERENCIAS

- (1) U. Jekosch & J. Blauert. A semiotic approach toward product sound quality. *Internoise 96*.
- (2) J. Blauert & U. Jekosch. Sound-Quality Evaluation-A Multilayered Problem. *ACUSTICA*. Vol 83. 1997. 747-753
- (3) C. Delgado, J.M.Martin. Medidas de inteligibilidad. *Tecniaústica 98*.
- (4) M. Siguero. Parámetros de espacialidad a partir de una señal estereofónica. *Tecniaústica 93*.
- (5) IEC 268. Part 13. Subjective listening test.
IEC 543. Informative guide for subjective listening test.
ISO 8402. Quality management & quality assurance - Vocabulary.
DIN 55350. Part11. Concepts in the field of quality & statistics.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al soporte financiero de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Proyecto AMB97-1175-C02-01).