

## ESTUDIO SUBJETIVO DE BOCINAS

PACS: 43.66.Lj

Cruañes Catalá, Joan; Alba Fernández, Jesús; Pascual Sylvain; Ramis Soriano, Jaime.  
Grupo de Dispositivos y Sistemas Acústicos y Ópticos, DISAO. Departamento de Física Aplicada; Escuela Politécnica Superior de Gandia; Universidad Politécnica de Valencia  
Carretera Nazaret-Oliva s/n  
46730 Grao de Gandia. Valencia. España  
Tel: 962 849 314 – 962 849 300  
Fax: 962 849 309  
E-mail:joacrca@upvnet.upv.es,jesalba@fis.upv.es,jramis@fis.upv.es

### ABSTRACT

This work shows some preliminary results from a subjective study about horns in compression drivers. A high pass filtered music passage was used to feed the compression drive with each type of horns. The same drive was used with two types of horns. In order to generate different distortion levels, the piece was played at three different voltage levels and recorded in anechoic chamber. THD was measured for both configurations and a sweep signal was also used to obtain the frequency response with the first and second harmonics amplitudes. The recorded waves were evaluated by an audience in order to find any subjective difference between the horns distortion. Preliminary results show that the audience couldn't find any difference between horns.

### RESUMEN

En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares correspondientes a un estudio subjetivo de bocinas. En concreto, se describe el proceso seguido hasta el momento para determinar hasta que punto es perceptible el efecto de un campo de bocina. Para ello, se han presentado eventos sonoros (pasajes musicales) a una audiencia (10 personas) que han sido previamente grabados con diferentes niveles y tipos de distorsión. A un mismo motor se han acoplado diferentes bocinas. Para obtener diferentes niveles de distorsión se ha alimentado el motor con tres tensiones distintas. Los resultados preliminares muestran que la audiencia no es capaz de distinguir diferentes bocinas aunque las grabaciones presenten diferentes niveles de distorsión.

### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares que se desarrollan en el contexto de un proyecto de investigación relacionado con la calidad sonora de altavoces. El objetivo general del proyecto es determinar el límite perceptible de distorsión en altavoces, tanto de radiación directa como indirecta. La presente comunicación se refiere a un tipo de dispositivo concreto de este segundo grupo: las bocinas. Se trata, por tanto, de relacionar aspectos objetivos con subjetivos de la audición con las dificultades que esto conlleva. El objeto de la investigación es de gran interés para la industria electroacústica ya que, surge la cuestión de, si no lo va a notar el ser humano... ¿para qué es necesario mejorar los altavoces?, o bien, ¿hasta

dónde es necesario llegar con las mejoras si no lo va a notar la audiencia?

La comunicación se ha articulado de la siguiente forma: Un primer apartado donde se explica el planteamiento, un segundo de conceptos en el que se hace una pequeña revisión de los conceptos involucrados, aunque forman parte de cualquier manual de electroacústica. El tercer apartado describe, sobre todo a base de figuras una parte del trabajo realizado.

## CONCEPTOS

Una primera clasificación de altavoces según la forma de radiar energía distingue entre altavoces de radiación directa e indirecta. En los primeros, el diafragma es el elemento que radia directamente al aire. Son los más comunes y conocidos.

En los segundos (figura 1), una bocina adapta la alta impedancia del diafragma a la baja impedancia del aire. De este modo se mejora el rendimiento del altavoz. Es decir, se transforma más energía eléctrica en acústica, si no se usase la bocina, se emplearía la misma energía eléctrica obteniendo menos energía acústica. Son más aparatosos y se usan en ámbitos profesionales de sonorización de grandes recintos o montadas en grandes cajas acústicas. Una descripción fundamentada de ambos tipos de altavoces puede encontrarse en cualquier manual de electroacústica.

Los altavoces de radiación indirecta están formados, básicamente por dos partes partes, la bocina y el motor de compresión. El motor de compresión es en realidad un altavoz electrodinámico de bobina móvil, aunque tiene algunas peculiaridades, como una cámara de compresión, un diafragma pequeño y ligero y la estructura para ser anclado a la bocina.

La caracterización del motor de compresión suele realizarse utilizando un tubo de onda plana con el objeto de independizar la respuesta del tipo de bocina. Una descripción detallada de este tipo de dispositivos puede encontrarse en [1].

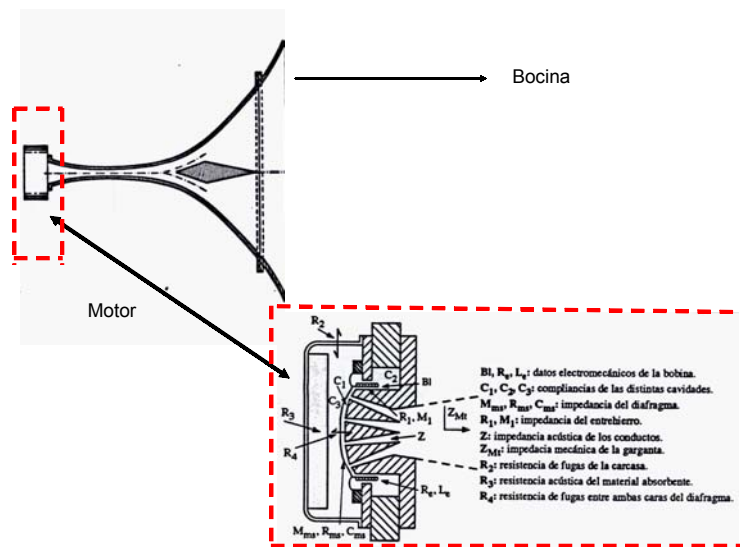


Figura 1: Altavoz de radiación indirecta

La calidad de los sistemas radiantes suele evaluarse objetivamente mediante medidas de distorsión normalizadas. Un tipo de distorsión concreta es la llamada Distorsión Armónica Total (THD). Este tipo de distorsión se caracteriza por la aparición de armónicos a la salida cuando a la entrada del dispositivo hay un tono puro. Se cuantifica comparando la amplitud de los armónicos respecto al tono fundamental. En este trabajo se introduce una valoración subjetiva y se trata de comparar ambas.

## DESARROLLO

El dispositivo que se ha tomado para estudiar el efecto de las bocinas se presenta en las figuras 6a y 6b. Se trata del módulo de alta frecuencia (por encima de los 1000 Hz) de un sistema *Line Array* al que se le ha acoplado alternativamente la bocina 1 o la 2 (figura 3b y 3c).

Se han realizado registros en cámara anecoica con diferente niveles de tensión a la entrada del sistema para ambas bocinas, que posteriormente se han presentado a la audiencia para realizar la encuesta psicoacústica. La señal utilizada para realizar el experimento es un pasaje musical que ha sido filtrado utilizando dos técnicas distintas: utilizando un filtro paso-alto Butterworth de tercer orden y utilizando la transformada rápida de fourier. El filtrado tiene la finalidad de eliminar las componentes frecuenciales por debajo de 800 Hz para evitar que se dañe irremediablemente el motor.

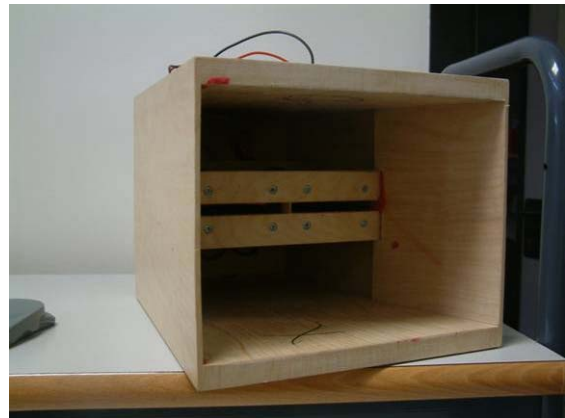
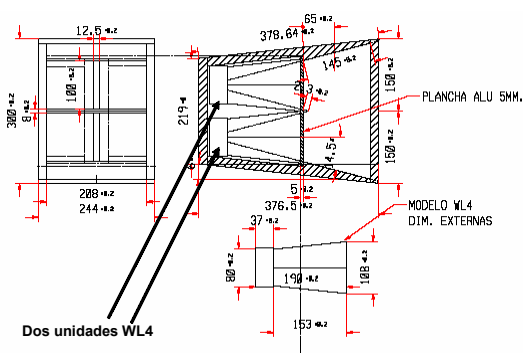


Figura 2a y 2b: Detalle del sistema radiante

Este dispositivo está basado en dos unidades WL4 (3) (figura 3a).



Figura 3a: Guía de onda WL4

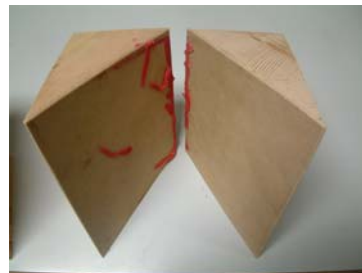


Figura 3b: Bocina 1



Figura 3c: Bocina 2

Los resultados de las medidas de distorsión con dos niveles a la entrada se presentan en las figuras 4 y 5

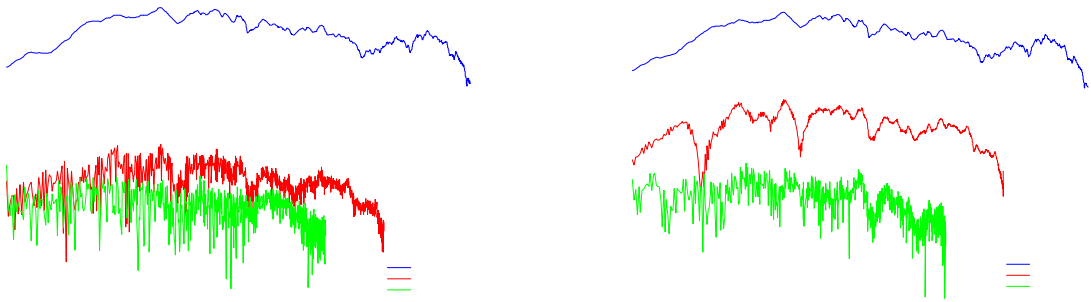


Figura 4: Respuesta en frecuencia y armónicos de la bocina 1 para dos niveles a la entrada

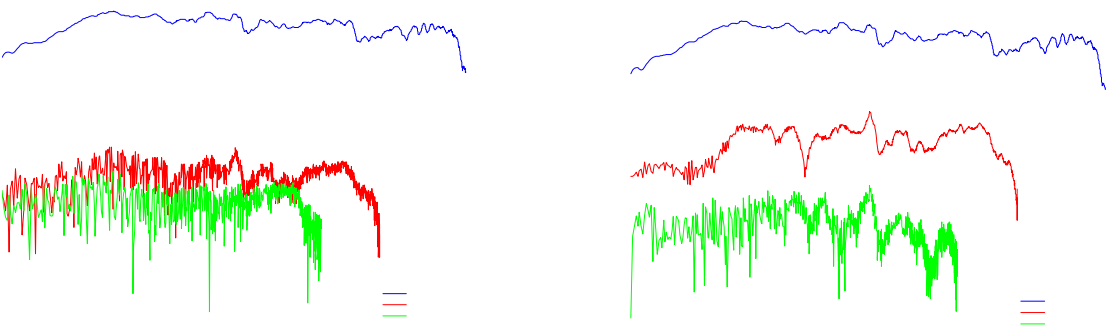


Figura 5: Respuesta en frecuencia y armónicos de la bocina 2 para dos niveles a la entrada

### Los formatos de encuesta

En cada caso, se ha utilizado una encuesta similar a la que se presenta a continuación.

*La encuesta se llevará a cabo en dos etapas:*

**La primera** consiste en la comparación de las grabaciones que cuyo nombre es Ma, Mb, Mc, Md.

**Ordenar de 1 a 4** empezando con **1 para la que menos distorsiona**, hasta terminar con **4 para la que mas distorsiona**.

**La segunda** consiste en la comparación de las grabaciones que cuyo nombre es M1\_La, M1\_Lb. Anotar con

**0 para la que menos distorsiona**

**1 para la que más distorsiona**

*El fichero titulado "Original" se puede escuchar a cualquier momento pero no tiene que ser comparado con los otros. Corresponde a la entrada con la cual los otros ficheros fueron grabados.*

**Importante: El volumen no puede ser modificado durante la audición..**

## Respuestas

### Primera etapa: (10 minutos max)( Cargar List.1)

Anotar de 1 a 4 :	Ma:...	Mb :...	Mc:...	Md: ...
-------------------	--------	---------	--------	---------

### Segunda etapa: (10 minutos max) (Cargar List.2)

Comparar	M1_La: ...	M1_Lb: ...	M1_Lc:...
----------	------------	------------	-----------

Comparar	M2_La: ...	M2_Lb: ...
----------	------------	------------

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A modo de conclusión se presentan, de forma esquemática los resultados de las encuestas realizadas. Se trata de intentar relacionar la impresión de la audiencia con la distorsión objetiva.

En el experimento relativo a la comparación de niveles se puede observar que la escala de colores para el caso de la valoración subjetiva se comprime si la comparamos con los datos objetivos (THD), por tanto, aunque la audiencia es capaz de percibir un aumento de distorsión, este incremento en la percepción no tiene una dependencia lineal con la distorsión objetiva.

En el caso de la comparación entre bocinas los resultados no son concluyentes. La diferencia de distorsión no es perceptible por la audiencia.

### Diferencia entre niveles

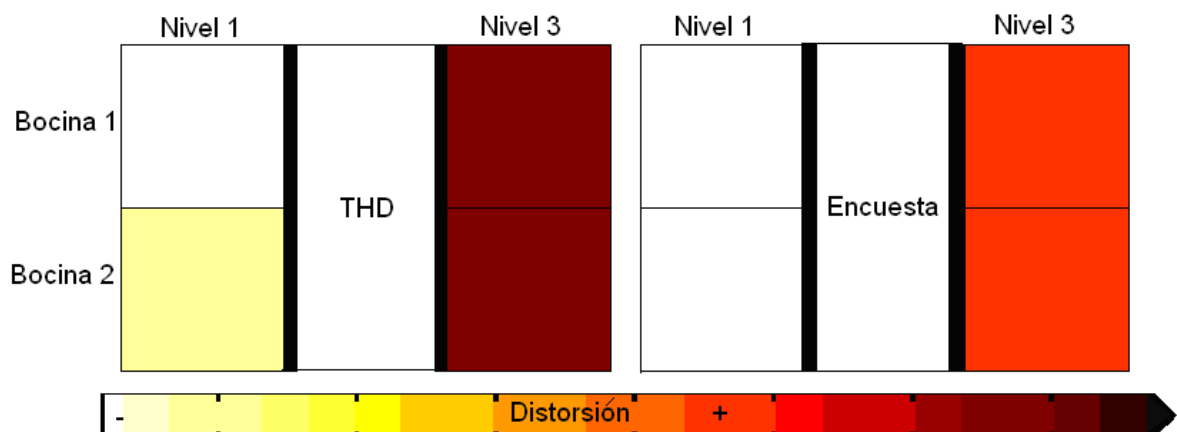


Figura 6: Resultados de la valoración subjetiva de las bocinas en función del incremento de nivel

## Diferencia entre dos bocinas

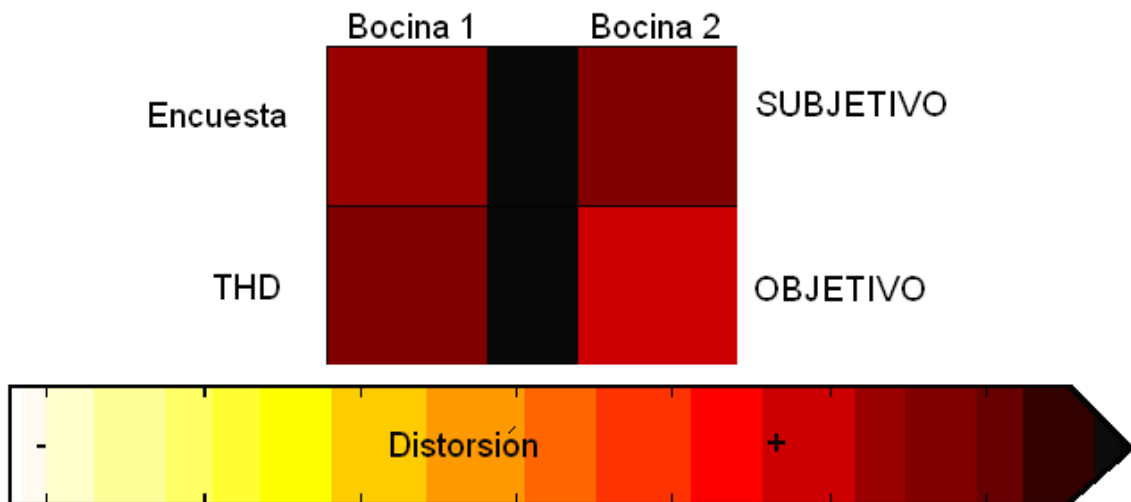


Figura 7: Comparación entre la valoración subjetiva y objetiva de bocinas

La conclusión es que la audiencia no diferencia en calidad. Son otras la ventajas de utilizar un tipo u otro de bocina: mayor/menor rendimiento, cobertura más uniforme, etcétera, pero un oyente situado enfrente del sistema radiante utilizado, no distingue mayor o menor calidad en la audición al cambiar de bocina.

Debemos insistir en que los resultados presentados son preliminares y que seguimos profundizando en el problema. No obstante conviene señalar que estos resultados entran en contradicción con lo sugerido en [2]

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Magalotti, C. Zuccatti, and P. Pasini, "Building a Plane-Wave Tube: Experimental and Theoretical Aspects," J. Audio Eng. Soc. (Engineering Reports), vol. 47, pp. 596–601 (1999 July/Aug.)."
- [2] Earl R. Geddes et Al, "Subjective testing of compression driver", J. Audio Eng. Soc., Vol. 53, No. 12, 2005 December.
- [3] [www.beyma.com](http://www.beyma.com).