

CARACTERIZACIÓN DE CAMPO SONORO GENERADO POR ORGANSOUND

PACS: 43.60.Vx

Rodríguez-Fernández, Cástor

Sound of Numbers, S.L.
Capeáns 25E - 15229 Ames - A Coruña
SPAIN
E-Mail: castor@soundofnumbers.net

Fernández-Comesaña, Daniel

Microflown Technologies
Tivolilaan 205 - 6824 BV Arnhem
NETHERLANDS
E-mail: fernandez@microflown.com

Palabras Clave: intensidad sonora, mapa 3D, velocidad de partículas, presión sonora, altavoz, bass reflex

ABSTRACT

Organsound is a loudspeaker that achieves a total sound separation generating a surrounding and orchestral feeling where no harmonics are lost neither noise is introduced. This communication describes the measurement methodology and analysis of the sound field generated by this unique loudspeaker, patented in the 80s, by means of using a PU probe.

RESUMEN

Organsound es un altavoz que consigue la separación total de los sonidos generando una sensación envolvente y orquestal en la que no se pierden armónicos ni se introducen ruidos. Esta comunicación describe el método de medida y análisis del campo sonoro generado por este curioso altavoz patentado en los años 80 mediante el uso de sonda PU.

1. INTRODUCCIÓN

Juan Portela Seijo, ingeniero eléctrico santiagoés [2], creó en los años 60 un altavoz con un diseño de caja innovador compuesto por una serie de tubos de distintos diámetros y longitudes.



Imagen 1 - Altavoz Organsound

2. MEDICIONES

Este texto no pretende analizar parámetros de audio ni entrar en la subjetividad del comportamiento acústico del altavoz. Una de las características únicas de este altavoz es su especial comportamiento frecuencial y direccional. El sonido orquestal del que habla su creador tiene que ver con la forma en la que se separan graves y agudos en su dirección e intensidad. Para ello necesitamos un sistema que caracterice perfectamente el campo sonoro generado por el altavoz.

2.1. Sistema de medida

Elegiremos, por tanto, un sistema de medida que obtenga los valores de intensidad sonora, con su módulo y dirección, en un amplio espectro frecuencial.

Los sistemas de medida de intensidad sonora tradicionales con micrófonos enfrentados (sondas PP) tienen limitaciones frecuenciales para la extracción de la intensidad sonora, lo que triplicaría el tiempo de medición. Además, el lugar elegido para realizar las mediciones es la propia trastienda de Portela Seijo, donde no están garantizadas las condiciones sonoras, no pudiendo evitar el ruido exterior.

Es por eso que el sistema usará una sonda PU 3D (presión – velocidad de partículas) del fabricante Microflown, cuyas limitaciones en frecuencia son mucho menores y posibilita medir velocidad de partículas y, por tanto, el vector de intensidad sonora, en sus componentes X, Y y Z. Lo hace mediante el uso de tres sensores de velocidad de partículas dispuestos de forma ortogonal, y un micrófono, formando así lo que su fabricante denomina sonda USP.

Además de la sonda necesitamos diverso hardware como su preamplificador, un sistema de adquisición de datos de, al menos, 4 canales, y una solución de posicionamiento en 3D de la sonda, y un software que nos permita capturar y visualizar los datos adquiridos: Scan&Paint 3D de Microflown [1].



Imagen 2 - Componentes del sistema Scan&Paint 3D

El posicionamiento de la sonda alrededor del espécimen a ensayo se obtiene a través de una cámara de infrarrojos estéreo. Esta recibe el reflejo de la luz infrarroja que emite sobre una estructura de reflectores con un patrón conocido. Estos reflectores están incorporados a un mando a distancia que también porta la sonda USP.

Contamos pues con un sistema mediante el que es posible obtener los valores de intensidad sonora en módulo y dirección y posicionar muestras de esos valores en el espacio en tiempo real.

2.2. Metodología

El primer paso para poder iniciar la batería de mediciones es la creación del modelo 3D del espécimen. Podemos crear el modelo 3D del altavoz (Imagen 3) mediante el uso de una herramienta de escaneo laser o simplemente usando un software de modelado 3D.



Imagen 3 - Modelo 3D del altavoz

Se realizan todas las conexiones hardware: Sonda al preamplificador, preamplificador (4 señales) al sistema de adquisición de datos, y éste al PC. Por otra parte, cámara estéreo infrarroja al PC y mando a distancia al PC, todos mediante conexión USB. Tal y como se ve en la Imagen 4.

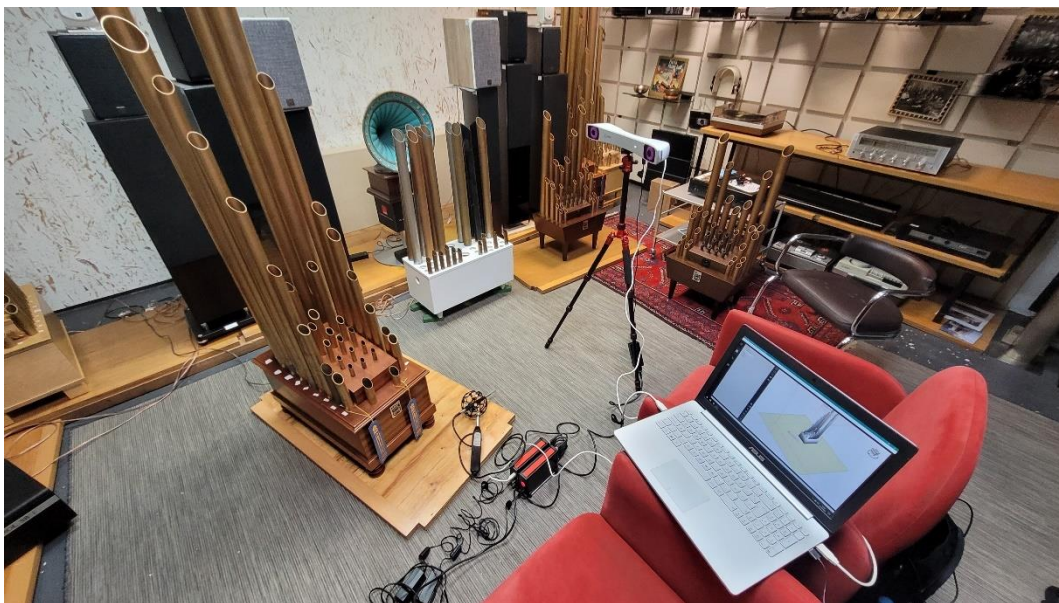


Imagen 4 – Disposición y conexiones de la instrumentación y el altavoz

Posteriormente cargamos el modelo 3D en el software Velo Scan&Paint 3D de Microflow y configuramos la posición relativa de la cámara de infrarrojos 3D para el posicionamiento y orientación unívocos de la sonda sobre el espécimen.

El altavoz está conectado a un amplificador y éste a un reproductor de CD en el que se hace sonar una pista de ruido blanco.

Realizamos así una batería de mediciones de duración total del orden de 10 minutos.

3. RESULTADOS

Durante todo el procedimiento de medida el software captura los datos provenientes de los tres sensores dentro de la sonda USP y sitúa en el espacio 3D alrededor del espécimen los valores de velocidad de partículas y presión sonora.

Para el análisis de resultados, se configura una malla de 5 cm de resolución para el postprocesado de los datos. Se procede al cálculo RMS de una FFT de 8192 puntos, con un 50% de enventanado Hanning. En cada celda de esa malla se obtiene un valor de velocidad de partículas con magnitud y dirección, un valor de presión sonora y, por tanto, un valor de intensidad sonora.

Elegimos representar los vectores de intensidad sonora en cada uno de esos puntos de la malla en diferentes bandas de octava (63 Hz, 125Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz y 8000 Hz) en la Imagen 5. Así podemos conocer el comportamiento del altavoz en todos los puntos alrededor de su superficie observando el módulo (código de colores) y dirección (flecha 3D) del campo sonoro.

Esta representación nos da información local y definida del campo sonoro, pero en ocasiones es necesario tener una visión más global y en 2D. En este caso necesitamos ver una gráfica que nos muestre la directividad de este altavoz por bandas de tercios de octava y así poder extraer más información acerca del porqué este curioso sonido. Para ello creamos un plano en el eje X y otro en el eje Y. Sobre estos planos se proyectan los valores promedio de intensidad de todo el altavoz. Tal y como se hizo en las gráficas 3D anteriores, representamos los valores obtenidos en las bandas de tercio de octava (63 Hz, 200 Hz, 400 Hz, 1250 Hz, 3150 Hz y 8000 Hz) obtenemos el conjunto de gráficas de la Imagen 6 y de la Imagen 7.

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos tras las mediciones podemos concluir en varios aspectos que soportan algunas ideas en cuanto a la percepción sonora del altavoz como su estructura y funcionamiento. Examinando las características subjetivas de este curioso y particular altavoz podemos encontrar las causas en alguno de los fenómenos de propagación sonora descubiertos tras las mediciones.

En cuanto a la parte sonora subjetiva podemos ver que sí existe una gran separación espacial y directiva de las distintas componentes frecuenciales, que es lo que provoca ese sonido orquestal diferente de los altavoces convencionales.

Tanto los autores de esta publicación como el propietario del altavoz desconocen la real estructura interna del altavoz. Se trata de una pieza de coleccionismo que no se puede examinar tan en profundidad como podría requerirse ya que se dañaría. Es por eso que es especialmente interesante descubrir cuestiones de diseño del altavoz. Analizando la dirección y módulo de la intensidad sonora alrededor del altavoz podemos concluir que:

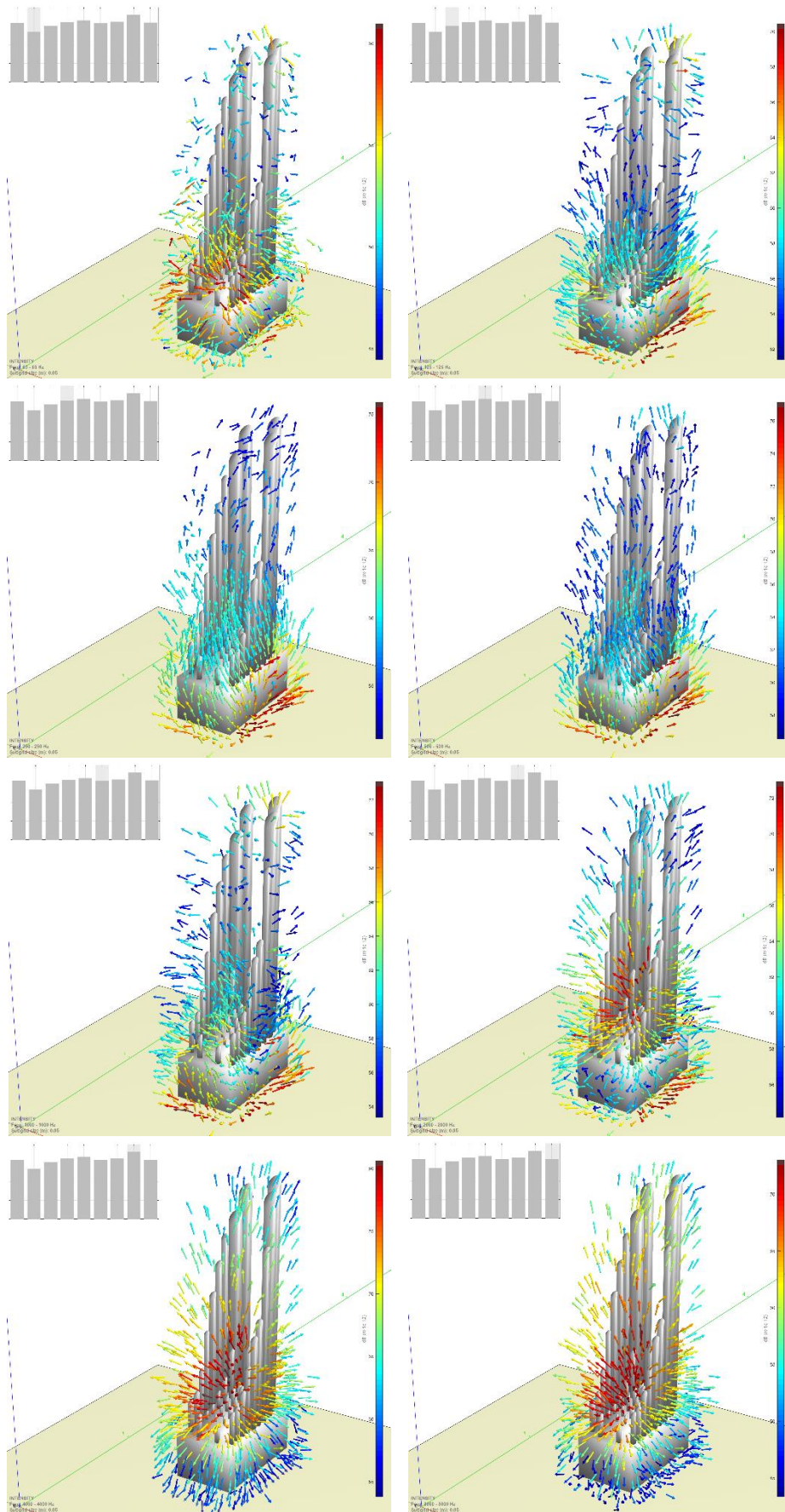


Imagen 5 – Vectores de intensidad sonora

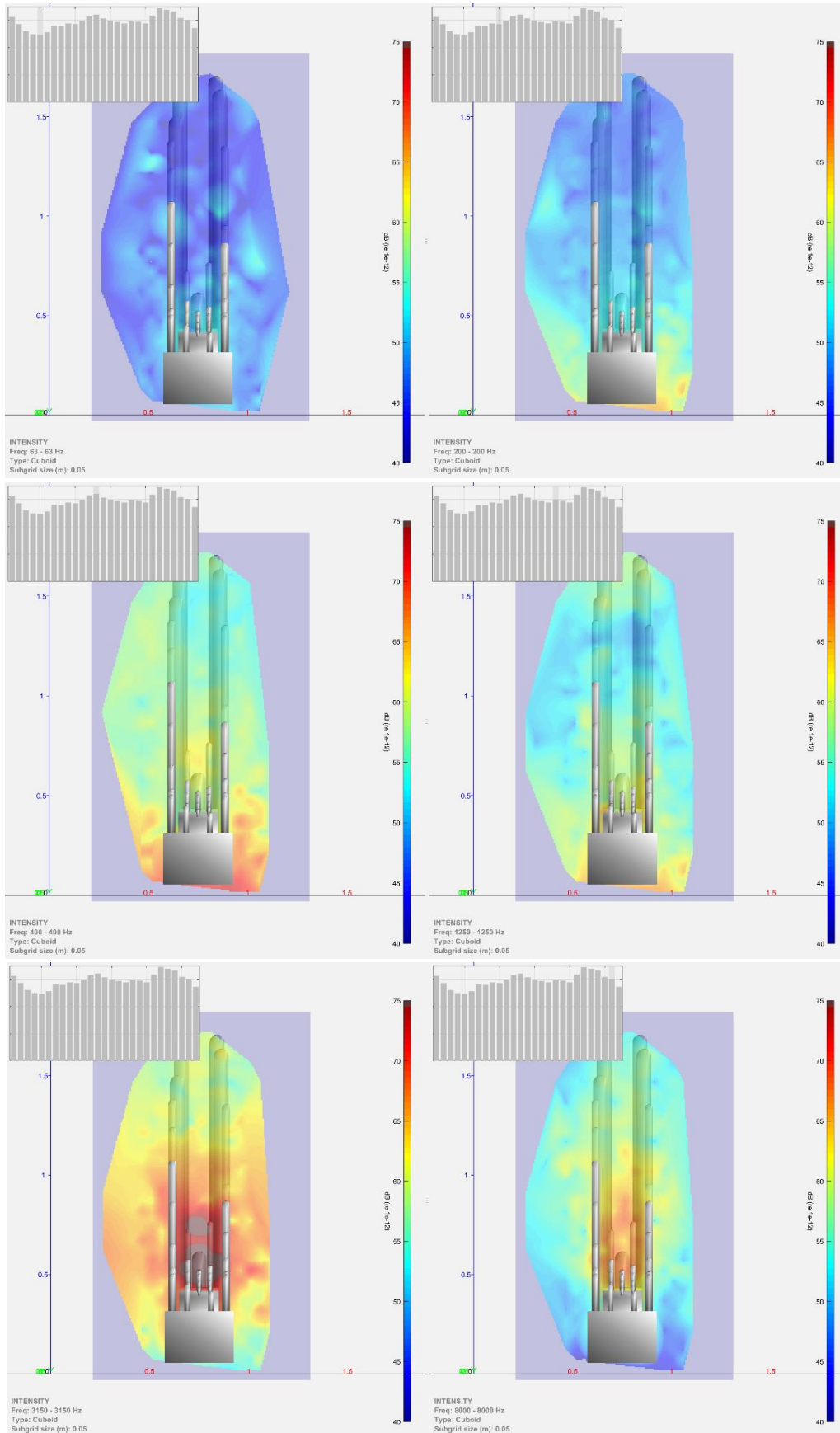


Imagen 6 – Directividad desde frontal

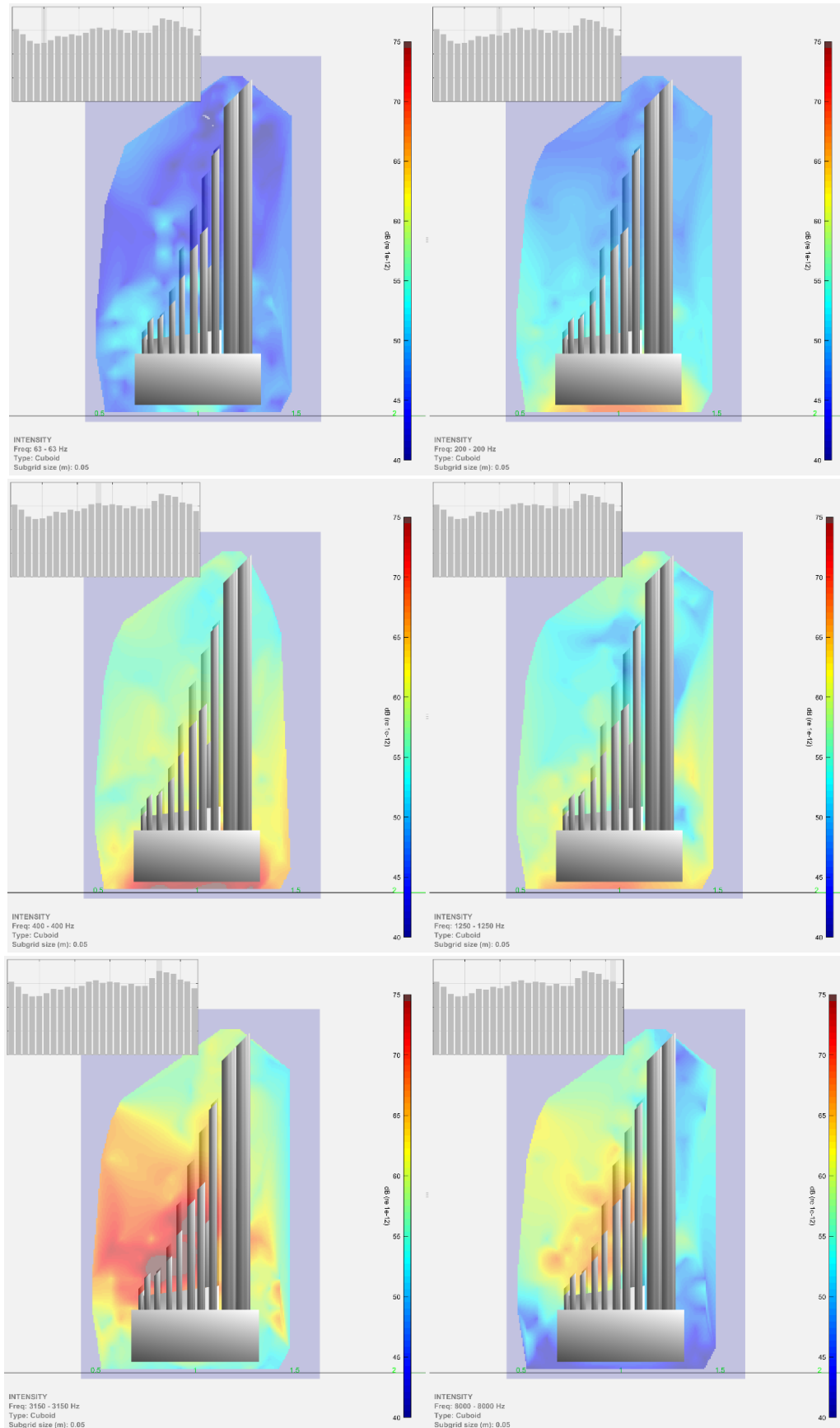


Imagen 7 – Directividad desde lateral

- Se trata de un altavoz de tres vías donde el cono de graves está situado en la parte inferior, apuntando al suelo, el de medias y altas están bajo la caja superior orientado hacia arriba.
- El efecto de los tubos no es tan grande como se podría esperar, aunque sí contribuye a la separación espacial de las diferentes componentes frecuenciales. Véase cómo se obtienen valores de intensidad representativos en la boca de los tubos más altos y de mayor diámetro. Sería necesario investigar más en profundidad si alguno de esos tubos hace función de Bass Reflex.
- El patrón de directividad para las tres vías es muy distinto. Mientras a bajas frecuencias simplemente radia hacia abajo, a medias y altas radia hacia adelante y hacia arriba. De ahí la sensación orquestal.

AGRADECIMIENTOS

A Yago Portela por cedernos amablemente su tiempo y entusiasmo en el sistema desarrollado por su padre.

REFERENCIAS

- [1] Fernandez Comesaña, D., Steltenpool, S., Korbasiewicz, M. and Tijss, E., 2015. Direct acoustic vector field mapping: new scanning tools for measuring 3D sound intensity in 3D space. In Proceedings of Euronoise.
- [2] www.portelas.es