

## Resumen del Plan de Investigación de la tesis " Compensación lineal y no lineal para la reproducción sonora en recintos tridimensionales."

El presente plan de investigación sirve como guía de la tesis "*Compensación lineal y no lineal para la reproducción sonora en recintos tridimensionales*", que se engloba en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, concretamente en el Procesado de Señal.

En los últimos años se está avanzando hacia sistemas multimedia que permitan a un usuario tener mejores experiencias inmersivas que incluyen tanto sonido como imagen, proporcionando interfaces cada vez más fiables y realistas. La tesis a desarrollar se centra en el procesado de señal llevado a cabo para sistemas de audio multicanal siendo el objetivo principal recrear el campo sonoro deseado en la zona de escucha.

En un sistema de reproducción de sonido funcionando en el interior de una sala, dado que el sonido interactúa con las paredes del recinto y con los diferentes elementos de la sala antes de llegar a un oyente o a un micrófono, la señal recibida será la superposición de muchas réplicas de la señal original, cada una de las cuales tendrá una amplitud y un retardo particular, degradando el campo total y por tanto las características tridimensionales de la señal original. Un estudio detallado de las distintas propiedades acústicas de una sala se puede seguir en [Kut00] y [Cre82]<sup>1</sup>.

Otro factor importante a la hora de tener en cuenta el sistema completo de transmisión acústico y que afecta a la señal recibida, son los transductores que intervienen en el sistema de reproducción, como son los altavoces y micrófonos con respuestas no ideales. Además, debido al uso de altavoces transductores electro-dinámicos de baja calidad y/o pequeño tamaño se generan distorsiones no lineales que afectan seriamente al funcionamiento del sistema .

Para poder eliminar estas reflexiones y obtener en el punto de escucha la señal deseada, es necesario emplear un sistema de compensación o equalización de los efectos que tiene la sala de escucha y los transductores electroacústicos sobre la reproducción. Para ello, y aprovechando los mismos altavoces que utiliza el sistema de reproducción, se introduce un procesado en una etapa previa a la reproducción que posibilite, que a la vez que se está realizando la reproducción con este sistema, se puedan compensar estos efectos sobre la señal original. Además, con este sistema de equalización es posible no solo anular los efectos que una sala tiene sobre la señal a reproducir, sino que también se pueden simular los efectos de otra sala, por ejemplo de un auditorio concreto de música.

Estos sistemas se pueden implementar tanto de forma fija como adaptativa. Las tecnologías de equalización fija se han usado durante años para compensar estos efectos (en sistemas multicanal en [Miy88][Kir98]), normalmente basados en el cálculo de los filtros de equalización en una etapa previa a la reproducción. El problema de dicha técnica es que dichos filtros de equalización no tienen la posibilidad de reajustarse cuando las características

---

<sup>1</sup> Las referencias se pueden consultar en el apartado Bibliografía del Plan de Investigación.

---

del entorno acústico cambien, lo que sucede al hacerlo las condiciones de contorno de la sala o incluso con el cambio de temperatura de la misma [Pet05].

Por otro lado, los algoritmos adaptativos, herramienta esencial en un gran número de aplicaciones de procesamiento de señal y que constituyen una solución atractiva para las aplicaciones tradicionales de audio y comunicaciones [Wid85], permiten alcanzar este objetivo adaptándose al mismo tiempo a las condiciones cambiantes del entorno.

Si además, queremos que el sistema sea independiente de la posición del oyente o del micrófono, es decir, que el sistema se comporte como deseamos para una amplia zona de escucha, debemos trabajar con sistemas de control masivo, es decir, con múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO, *Multiple-Input Multiple-Output system*).

Por último, es interesante reseñar que una pauta común a este desarrollo es la necesidad de gran capacidad computacional en los propios dispositivos y en los algoritmos de control para cumplir los requisitos de tiempo real y para que las aplicaciones multimedia sean cada vez más realistas. En el campo de trabajo de las señales sonoras, los avances experimentados en el ámbito de la computación y el hardware-software disponible para la misma ha permitido desarrollar sistemas de procesamiento cada vez más potentes que permiten cumplir estos requisitos de tiempo real e incrementar el número de transductores necesarios en los nuevos sistemas de audio existentes.