

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 283**

51 Int. Cl.:

**H04R 29/00** (2006.01)

**H04S 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2012 E 12743260 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2727379**

54 Título: **Ecuilización de conjuntos de altavoces**

30 Prioridad:

**01.07.2011 US 201161504005 P**

**20.04.2012 US 201261636076 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**21.04.2015**

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING  
CORPORATION (100.0%)**

**100 Potrero Avenue  
San Francisco, CA 94103-4813, US**

72 Inventor/es:

**DAVIS, MARK F.;  
FIELDER, LOUIS D.;  
TSINGOS, NICOLAS R. y  
ROBINSON, CHARLES Q.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 534 283 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Ecuación de conjuntos de altavoces

5 Tecnología

La presente solicitud se refiere a procesamiento de señal. Más específicamente, las realizaciones de la presente invención se refieren a ecualización de altavoces y conjuntos de altavoces.

10 Antecedentes

Las técnicas para crear contenido para cine implican mezclar señales de audio digital para generar una banda sonora de audio digital para presentación en combinación con el componente o componentes visuales de la presentación cinematográfica global. Las porciones de las señales de audio mezcladas se asignan a y se reproducen a través de un número específico de canales predefinidos, por ejemplo, 6 en el caso de Dolby Digital 5.1 y 8 en el caso de Dolby Surround 7.1, ambas normas industriales. Un ejemplo de un sistema de reproducción de sonido Dolby Surround 7.1 se muestra en la Figura 1.

En este ejemplo, el sistema de reproducción de sonido incluye 16 altavoces para reproducir el audio mezclado a través de 8 canales. Los altavoces de detrás de la pantalla corresponden al canal izquierdo (L), central (C), derecho (R) y de efectos de baja frecuencia (LFE). Cuatro canales de ambiente suministran sonido desde detrás y a los lados del entorno de escucha; ambiente del lado izquierdo (Lss), ambiente trasero izquierdo (Lrs), ambiente trasero derecho (Rrs), y ambiente del lado derecho (Rss). En un entorno de cine, cada uno de los canales de ambiente incluye típicamente múltiples altavoces (se muestran 3 en este ejemplo) denominados como un conjunto. Cada uno de los altavoces en un conjunto se acciona mediante la misma señal, por ejemplo, todos los 3 altavoces de Lss reciben la misma señal de canal de Lss.

Configurar un sistema de este tipo para reproducción en una sala particular implica típicamente ajustar la respuesta de frecuencia del conjunto de altavoz o altavoces para cada canal para cumplir con una referencia predefinida. Esto se consigue accionando cada uno de los altavoces del canal con una señal de referencia (por ejemplo, una secuencia de tonos o ruido), capturar la energía acústica con uno o más micrófonos (no mostrado) localizados en la sala, alimentar la energía capturada de vuelta a un procesador de sonido, y ajustar la frecuencia de respuesta para el canal correspondiente en el procesador de sonido para llegar a la respuesta deseada.

Esta ecualización puede hacerse, por ejemplo, de acuerdo con las normas promulgadas por The Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) tal como, por ejemplo, *SMPTE Standard 202M-1998 for Motion-Pictures – Dubbing Theaters, Review Rooms, and Indoor Theaters – B-Chain Electroacoustic Response* (©1998) o *SMPTE Standard 202:2010 for Motion-Pictures – Dubbing Stages (Mixing Rooms), Screening Rooms and Indoor Theaters – B-Chain Electroacoustic Response* (©2010).

Los documentos US 2007/025559 A1 y WO 02/078388 A2 desvelan un método de gestión de graves implementado por ordenador para uso con un sistema de reproducción de sonido que incluye una pluralidad de altavoces y uno o más altavoces de graves (altavoces de graves). Sin embargo, ninguno de estos documentos de la técnica anterior muestra la asignación de un subconjunto de altavoces de graves a un contenido de baja frecuencia de altavoz específico junto con la repartición de la energía de baja frecuencia en-entre el subconjunto dependiendo de la distancia entre cada altavoz de graves del subconjunto y el altavoz específico.

Sumario

De acuerdo con diversas realizaciones, se proporcionan métodos, sistemas, dispositivos, aparatos y medios legibles por ordenador para ecualizar los altavoces de un sistema de reproducción de sonido. De acuerdo con una primera clase de realizaciones, los altavoces están configurados en una pluralidad de conjuntos en un entorno de escucha, incluyendo cada conjunto un subconjunto de los altavoces. Una respuesta de frecuencia individual se determina para cada uno de los altavoces. Los coeficientes de ecualización de altavoz individuales se determinan para cada uno de los altavoces con referencia a la respuesta de frecuencia individual correspondiente y una respuesta de frecuencia de referencia de altavoz. Una respuesta de frecuencia de conjunto se determina para cada uno de los conjuntos, que incluye modificar un estímulo aplicado a cada uno de los altavoces en cada uno de los conjuntos usando los coeficientes de ecualización de altavoz individuales correspondientes. Los coeficientes de ecualización de corrección de conjunto se determinan para cada uno de los conjuntos con referencia a la respuesta de frecuencia de conjunto correspondiente y a una respuesta de frecuencia de referencia de conjunto.

De acuerdo con una realización específica, el sistema de reproducción de sonido incluye adicionalmente uno o más altavoces de graves en el entorno de escucha; estando asignado cada uno de los altavoces a un subconjunto del uno o más altavoces de graves a los que se ha de dirigir la energía de baja frecuencia asociada con el altavoz por debajo de una frecuencia de corte. Determinar las respuestas de frecuencia individuales y las respuestas de frecuencia de conjunto incluye dirigir energía de baja frecuencia para cada uno de los altavoces al uno o más

altavoces de graves asignados. De acuerdo con una realización más específica, la energía de baja frecuencia para cada uno de los altavoces se repartirá entre el uno o más altavoces de graves asignados con referencia a una o más distancias entre el altavoz y cada uno del uno o más altavoces de graves asignados.

5 De acuerdo con una realización específica, uno primero de los altavoces se acciona con una primera señal de audio en un primer modo de reproducción independiente de uno primero de los conjuntos que incluye el primer altavoz, que incluye usar los coeficientes de ecualización de altavoz individuales asociados con el uno primero de los altavoces para modificar el contenido de frecuencia de la primera señal de audio. Todos los altavoces en el primer conjunto se accionan con una segunda señal de audio en un segundo modo de reproducción sustancialmente  
10 simultáneo con el primer modo de reproducción, que incluye usar los coeficientes de ecualización de altavoz individuales asociados con los altavoces en el primer conjunto y los coeficientes de ecualización de corrección de conjunto asociados con el primer conjunto para modificar el contenido de frecuencia de la segunda señal de audio. De acuerdo con una realización más específica, el sistema de reproducción de sonido incluye adicionalmente uno o más altavoces de graves en el entorno de escucha, estando asignado cada uno de los altavoces a un subconjunto del uno o más altavoces de graves. Accionar el uno primero de los altavoces con la primera señal de audio y accionar todos los altavoces del primer conjunto con la segunda señal de audio incluye repartir la energía de baja frecuencia para cada uno de los altavoces entre el uno o más altavoces de graves asignados con referencia a una o más distancias entre el altavoz y cada uno del uno o más altavoces de graves asignados.

20 De acuerdo con una realización más específica, la primera señal de audio se representa mediante un objeto digital que especifica una trayectoria virtual de un sonido discreto en un entorno virtual que representa el entorno de escucha. Un subconjunto de los altavoces que incluye el primer altavoz se determina para accionar con el uno o más amplificadores de potencia en el primer modo de reproducción para interpretar el sonido discreto para conseguir una trayectoria aparente en el entorno de escucha que corresponde a la trayectoria virtual.

25 De acuerdo con otra clase de realizaciones, se proporcionan métodos, sistemas, dispositivos, aparatos y medios legibles por ordenador para implementar gestión de graves para un sistema de reproducción de sonido que incluye una pluralidad de altavoces y uno o más altavoces de graves. Cada uno de los altavoces está asignado a un subconjunto del uno o más altavoces de graves a los que se ha de dirigir la energía de baja frecuencia asociada con el altavoz por debajo de una frecuencia de corte. Una porción de la energía de baja frecuencia asociada a dirigir a cada uno del uno o más altavoces de graves asignados se determina con referencia a una o más distancias entre el altavoz y cada uno del uno o más altavoces de graves asignados.

35 De acuerdo con una realización específica, los altavoces de graves están asignados a cada altavoz basándose en una relación espacial con el altavoz.

De acuerdo con una realización específica, se excluye un altavoz de graves particular del subconjunto de altavoces de graves asignados a un altavoz particular donde la porción determinada de la energía de baja frecuencia asociada con el altavoz particular a dirigir al altavoz de graves particular está por debajo de un umbral.

40 De acuerdo con una realización específica, la porción de la energía de baja frecuencia asociada con un altavoz particular a dirigir a uno particular de los altavoces de graves asignados se determina con referencia a una potencia exponencial de una distancia euclidiana entre el altavoz particular y el altavoz de graves asignado particular.

45 De acuerdo con una realización específica, se determina una o más distancias para cada uno de los altavoces entre el altavoz y cada uno de los altavoces de graves asignados con referencia a un fichero de configuración de sala que representa un entorno de escucha en el que se despliegan los altavoces y los altavoces de graves.

50 De acuerdo con realizaciones específicas, el subconjunto de altavoces de graves asignados a uno particular de los altavoces incluye todos o menos de todos los altavoces de graves del sistema de reproducción de sonido.

55 De acuerdo con una realización específica, la energía de baja frecuencia asociada con un altavoz particular se reparte entre sus altavoces de graves asignados y, los altavoces de graves asignados al altavoz particular se accionan con la energía de baja frecuencia repartida de manera que la energía acústica resultante parece que se origina desde una localización en el entorno de escucha cerca del altavoz particular.

60 De acuerdo con una realización específica de cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas, el sistema de reproducción de sonido emplea un formato de audio digital que tiene una pluralidad de canales, y en el que cada uno de los conjuntos corresponde a uno de los canales.

Puede conseguirse un entendimiento adicional de la naturaleza y las ventajas de la presente invención por referencia a las porciones restantes de la memoria descriptiva y los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

65 La Figura 1 es un diagrama simplificado de un ejemplo de un sistema de reproducción de audio digital multi-canal.

La Figura 2 es un diagrama simplificado de otro ejemplo de un sistema de reproducción de audio digital multi-canal.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de una técnica para obtener coeficientes de ecualización.

5 La Figura 4 es un diagrama de flujo de una técnica para interpretar audio digital usando coeficientes de ecualización.

La Figura 5 es un diagrama simplificado de un entorno de escucha en el que se describe una técnica de gestión de graves.

10 Descripción de realizaciones de ejemplo

Se hará referencia ahora en detalle a realizaciones específicas de la invención. Se ilustran ejemplos de estas realizaciones específicas en los dibujos adjuntos. Aunque la invención se describe junto con estas realizaciones específicas, se entenderá que no pretende limitarse la invención a las realizaciones descritas. Por el contrario, pretende cubrirse alternativas, modificaciones y equivalentes como que pueden incluirse dentro del espíritu y alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas. En la siguiente descripción, se exponen detalles específicos para proporcionar un entendimiento completo de la presente invención. La presente invención puede ponerse en práctica sin algunos o todos estos detalles específicos. Además, puede no haberse descrito características bien conocidas en detalle para evitar oscurecer innecesariamente la invención.

20 Se describen técnicas por las que puede conseguirse ecualización de altavoces en un sistema de reproducción de sonido que son particularmente ventajosas para sistemas que tienen número creciente de canales y modos de reproducción de sonido cada vez más sofisticados.

25 La Figura 2 muestra un ejemplo de un entorno 200 de cine (visto desde arriba) en el que puede ponerse en práctica una implementación particular. Un proyector 202, un procesador 204 de sonido y un banco de amplificadores 206 de potencia de audio operan cooperativamente para proporcionar los componentes visuales y de audio de la presentación cinematográfica, accionando los amplificadores 206 de potencia los altavoces y altavoces de graves desplegados alrededor del entorno (conexiones no mostradas por claridad). El procesador 204 de sonido puede ser cualquiera de una diversidad de dispositivos informáticos o procesadores de sonido incluyendo, por ejemplo, uno o más ordenadores personales o uno o más servidores, o uno o más procesadores de cine tales como, por ejemplo, el Procesador de Cine Dolby Digital CP750 de Dolby Laboratories, Inc. La interacción con el procesador 204 de sonido por un ingeniero 208 de sonido puede hacerse a través de un portátil 210, una tableta, un teléfono inteligente, etc., mediante, por ejemplo, una conexión de html basada en explorador. La medición y procesamiento se hará típicamente con el procesador de sonido que incluye entradas analógicas o digitales para recibir alimentaciones de micrófono, así como salidas para accionar los altavoces.

40 El entorno representado incluye altavoces desde arriba y pueden configurarse mediante el procesador de sonido para reproducir bandas sonoras que tienen diferentes números de canales de audio (por ejemplo, 6, 8, 10, 14, etc.), con diferentes subconjuntos de los altavoces que corresponden a los diferentes canales. El procesador 204 de sonido puede configurarse para accionar cada subconjunto o conjunto de altavoces (mediante los amplificadores 206 de potencia) con el audio mezclado para el canal correspondiente de acuerdo con cualquiera de una diversidad de formatos de audio digital (por ejemplo, Dolby 5.1 o 7.1, o formatos que tienen mayor número de canales, por ejemplo, 9.1, 13.1, o superior).

45 El procesador 204 de sonido puede configurarse también para ejercer sustancialmente de manera simultánea con la reproducción de canal de audio mezclado un control más granular a través de diversos subconjuntos de altavoces en el entorno de escucha o para interpretar un entorno de sonido virtual tridimensional realista en el que sonidos discretos parecen originarse en puntos específicos en el entorno, y moverse alrededor del entorno con trayectorias realistas que corresponden a la presentación visual. Es decir, el procesador 204 de sonido está configurado para accionar altavoces individuales o combinaciones de altavoces individuales independientemente de y sustancialmente de manera simultánea con el audio mezclado de los diversos canales para conseguir tales efectos. Esto puede hacerse, por ejemplo, usando objetos de sonido que especifican tales sonidos discretos en un entorno tridimensional virtual que corresponde al entorno de escucha físico. De acuerdo con una clase particular de tales implementaciones, la disposición física de los altavoces y altavoces de graves se especifica en un fichero de configuración de sala (por ejemplo, usando cualquier sistema de coordenadas bi o tridimensional apropiado) disponible para el procesador de sonido que traduce la especificación de un objeto de sonido a un conjunto de altavoces a accionarse junto con las ganancias apropiadas para conseguir la localización aparente deseada y/o trayectoria de movimiento del sonido durante la interpretación.

60 De acuerdo con una implementación específica, el procesador 204 de sonido está configurado para ajustar las respuestas de frecuencia de los altavoces en el entorno de escucha en un proceso de ecualización de dos niveles. Como se analizará, el primer nivel ecualiza cada altavoz individual a una respuesta de frecuencia objetivo especificada, y el segundo nivel ecualiza a continuación altavoces agrupados en conjuntos con la ecualización de primer nivel en su lugar. Se ilustra una implementación particular de un proceso de adquisición mediante el que se generan coeficientes de ecualización en la Figura 3.

El proceso de ecualización representado en la Figura 3 se realiza como parte del proceso de configuración por el que un sistema de reproducción de sonido tal como el representado en la Figura 2 se configura para un entorno de escucha particular, y puede realizarse usando uno o más procesadores de sonido tales como, por ejemplo, el procesador 204 de sonido. El proceso de ecualización se realiza cuando el sistema de reproducción de sonido se despliega en primer lugar por un ingeniero de sonido (por ejemplo, el ingeniero 208) mediante una interfaz al procesador de sonido (por ejemplo, usando el portátil 210). Y como se entenderá, el proceso puede realizarse también en cualquier momento más tarde, por ejemplo, periódicamente (incluso diariamente) para ajustar las ecualizaciones para tener en cuenta cualquier modificación al entorno de escucha o cambios en las respuestas de frecuencia del altavoz y del altavoz de graves. Para facilitar el proceso, se despliega un conjunto de micrófonos 212 en el entorno de escucha para proporcionar realimentación al procesador de sonido para medir las respuestas de frecuencia de los diversos altavoces individuales y conjuntos (conexiones no mostradas por claridad).

De acuerdo con diversas implementaciones, la energía acústica capturada por los micrófonos puede procesarse de una diversidad de maneras. Por ejemplo, la energía capturada mediante los micrófonos puede promediarse para asegurar que se usa una representación precisa de la energía (por ejemplo, una menos afectada por diversos modos de la sala). De acuerdo con algunas implementaciones, únicamente pueden usarse micrófonos particulares para obtener la energía acústica para subconjuntos específicos de los altavoces. Como alternativa o además, las contribuciones desde diferentes micrófonos pueden ponderarse dependiendo de sus localizaciones. Otras variaciones adecuadas serán evidentes para los expertos en la materia.

El primer nivel de ecualizaciones se ilustra a través de la parte superior del diagrama de flujo de la Figura 3 de izquierda a derecha y se realiza para cada altavoz en el entorno de escucha. Cada altavoz se acciona individualmente con un estímulo (302), por ejemplo, ruido rosa, un barrido senoidal, etc. Una etapa (304) de gestión de graves opcional determina la cantidad (entre 0 y 100 %) de la energía de baja frecuencia de la señal de accionamiento para que cada altavoz redirija uno o más de los altavoces de graves localizados alrededor del entorno de escucha (típicamente, pero no necesariamente, el más cercano). Se analizan a continuación detalles adicionales de un proceso de gestión de graves por los que pueden determinarse estas cantidades.

La energía acústica resultante del estímulo aplicado se captura (por ejemplo, con el micrófono o micrófonos) y se mide mediante el procesador de sonido para cada altavoz (306) individual. De acuerdo con una implementación particular, esto implica generar valores en puntos espaciados logarítmicamente (por ejemplo, 200 puntos) distribuidos a través del espectro de audio (por ejemplo, 0-20 kHz).

De acuerdo con una implementación más específica, se usan 20 segundos de ruido rosa como el estímulo por defecto y los 20 segundos resultantes de datos de medición se promedian usando una Transformada Rápida de Fourier (FFT) de ejecución de aproximadamente 2,7 segundos de duración, dando como resultado aproximadamente 131.000 puntos de datos de frecuencia. Esto posibilita una resolución muy precisa incluso a bajas frecuencias. Los aproximadamente 131.000 puntos de datos se agrupan en algún número mucho más bajo de puntos de datos (por ejemplo, 200) que se usarán en la comparación con la respuesta de referencia. Como se entenderá, un enfoque de este tipo permite mayor o menor resolución en la respuesta de frecuencia medida dependiendo de la aplicación. Además de ser más rápida que una medición espectral punto por punto directa usando un filtro multi-banda, este enfoque obtiene también fácilmente la respuesta de impulso del altavoz que no sería tan fácilmente obtenible usando una medición espectral punto por punto.

El procesador de sonido a continuación calcula coeficientes de filtro, denominados también en el presente documento como "coeficientes de ecualización", para cada altavoz individual (o combinación de altavoz/altavoz de graves) comparando la respuesta de frecuencia de la energía acústica capturada con una referencia deseada (por ejemplo, desde una familia de "X-Curve"), y seleccionado coeficientes para que un filtro digital modifique el contenido de frecuencia de la entrada para el altavoz para minimizar la diferencia entre la respuesta de frecuencia del altavoz y la respuesta (308) de referencia. Las tolerancias para esta diferencia pueden variar para aplicaciones particulares. La respuesta de referencia deseada puede ser la misma para cada altavoz. Como alternativa, pueden usarse diferentes respuestas de referencia para diferentes altavoces, por ejemplo, para tener en cuenta diferentes tipos de altavoces que tienen diferentes características operacionales.

La X-Curve se describe en *The X-Curve* por Ioan Allen, *SMPTE Motion Imaging Journal*, julio/agosto de 2006. Debería entenderse, sin embargo, que puede usarse una amplia diversidad de otras referencias. Debería indicarse también que, cuando se determinan los coeficientes de ecualización para una combinación de altavoz/altavoz de graves particular, los coeficientes de ecualización para cada uno de los altavoces de graves pueden determinarse en operaciones separadas (no mostrado) antes de la determinación de los coeficientes de ecualización para las diversas combinaciones de altavoz/altavoz de graves.

De acuerdo con una implementación particular, el filtro para el que se generan los coeficientes de ecualización es un filtro de resolución de banda de  $1/12^{\circ}$  de octava implementado como filtro de respuesta finita al impulso multi-tasa. Ejemplos de implementaciones de filtros y cálculos de coeficiente adecuados para uso con realizaciones de la invención se describen en la Patente de Estados Unidos N° 7.321.913 para *Filtrado Multitasa Digital* expedida el 22 de enero de 2008. Los expertos en la materia entenderán también que puede emplearse la amplia diversidad de

alternativas. Por ejemplo, las implementaciones de filtro tales como aquellas descritas en la patente '913 pueden requerir más recursos de procesamiento que los deseables o disponibles en algunas aplicaciones (por ejemplo, aplicaciones de consumidor). Tales aplicaciones pueden por lo tanto usar implementaciones de filtro más eficaces (en términos de recursos de procesamiento) tales como, por ejemplo, filtros bicuadráticos u otras alternativas adecuadas.

En algunas implementaciones, la ecualización de un altavoz particular puede limitarse con referencia al intervalo de frecuencia de operación para ese tipo de altavoz (por ejemplo, como se especifica en el fichero de configuración de sala). Por lo tanto, una ecualización nominal determinada para un altavoz puede limitarse adicionalmente para ignorar bandas de frecuencia fuera de ese intervalo de operación del altavoz. Por ejemplo, no tiene sentido intentar aumentar un altavoz de alta frecuencia tal como un altavoz de agudos (tweeter) en 100 dB a 20 Hz.

La cantidad por la que una ecualización puede aumentar o cortar el accionamiento para un altavoz particular a una frecuencia particular en el intervalo de operación de ese altavoz puede limitarse también. Por ejemplo, permitir aumentar por encima de una cierta cantidad puede dar como resultado recorte de señales por el procesador de sonido incluso aunque pueda requerirse un nivel de potencia de este tipo para la respuesta de frecuencia de un altavoz para coincidir con la respuesta de referencia. Para evitar esto, la ecualización nominal puede limitarse para asegurar que el aumento o corte en cualquier frecuencia particular no supere algún umbral programable. Como se entenderá, tales límites dan como resultado una diferencia entre la respuesta del altavoz y la respuesta de referencia deseada, pero puede ser un compromiso aceptable cuando se compara frente a los efectos de recorte.

Una vez que se han determinado los coeficientes de ecualización para los altavoces individuales (los "coeficientes de ecualización de altavoz individual"), se determinan a continuación los coeficientes de ecualización para cada conjunto de altavoces (también denominado en el presente documento como "coeficientes de ecualización de corrección de conjunto"). Esto se representa mediante el flujo del lado inferior izquierdo del diagrama de la Figura 3. Debería indicarse que un conjunto de altavoces puede ser cualquier subconjunto definido arbitrariamente de los altavoces en el entorno de escucha. Sin embargo, puede ser ventajoso en algunas aplicaciones definir los conjuntos para corresponder a los diversos canales del formato de audio digital en los que se representa el audio mezclado, por ejemplo, Dolby 5.1 o 7.1, formatos con números superiores de canales, etc.

El estímulo (302), que puede o puede no ser el mismo estímulo como se aplicó antes, se duplica a cada altavoz en el conjunto ecualizándose de acuerdo con la ramificación de salida (310) del conjunto que especifica qué altavoces pertenecen a qué conjunto. La ramificación de salida del conjunto puede incluir también un escalado de conservación de energía del conjunto introducido a cada uno de los altavoces en el conjunto (por ejemplo, mediante la inversa de la raíz cuadrada del número de altavoces) para asegurar que se alcanza un nivel de presión de sonido uniforme independientemente del número de altavoces en un conjunto particular. De nuevo, la gestión (312) de graves puede aplicarse opcionalmente para redirigir una porción de la energía acústica para cada altavoz en el conjunto a su altavoz de graves o altavoces de graves asignados.

El estímulo a continuación se filtra a continuación usando los coeficientes de ecualización anteriormente obtenidos para los altavoces individuales antes de que se aplique a los altavoces correspondientes (y potencialmente altavoces de graves) del conjunto (314). La captura y medición de la energía acústica del conjunto (316) se hace con un conjunto de micrófono de una manera similar a la anteriormente descrita con referencia a la generación de los coeficientes de altavoz individuales. De manera ideal, el efecto de filtrado usando solamente los coeficientes de altavoz individuales daría como resultado una respuesta de frecuencia del conjunto que está en o cerca de la referencia deseada. Sin embargo, efectos tales como acumulación de graves y la acústica de la sala pueden producir desviaciones que se corrigen filtrando usando coeficientes de ecualización de corrección de conjunto.

Como con el proceso para altavoces individuales, estos coeficientes se determinan comparando la respuesta de frecuencia de la energía acústica capturada con una respuesta de referencia deseada y seleccionando coeficientes para un filtro digital que modificará el contenido de frecuencia de la entrada al conjunto para minimizar la diferencia entre la respuesta de frecuencia del conjunto y de la referencia (318). Debería indicarse que, aunque algunas aplicaciones pueden emplear la misma referencia o familia de referencias para determinar tanto los coeficientes individuales como de conjunto, se contemplan implementaciones en las que pueden emplearse diferentes referencias como entre altavoces individuales, entre altavoces y conjuntos y entre diferentes conjuntos. Además, aunque puede usarse la misma implementación de filtro para tanto ecualización individual como de conjunto, debería indicarse que pueden emplearse también diferentes filtros.

De acuerdo con algunas implementaciones, puede realizarse verificación de una ecualización determinada. Es decir, una vez que se han determinado los coeficientes de ecualización para un altavoz particular, combinación de altavoz/altavoz de graves, conjunto, etc., puede realizarse otra medición de la respuesta correspondiente usando la ecualización correspondiente, que se compara a continuación con la respuesta de referencia para asegurar que la ecualización determinada realmente da como resultado una coincidencia con la respuesta de referencia.

De acuerdo con una implementación particular que emplea un esquema de gestión de graves, se determinan las respuestas de frecuencia de los altavoces individuales durante el primer nivel de ecualización sin redirigir energía a

los altavoces de graves correspondientes (las respuestas para los que se determinan de manera separada). Sin embargo, para el segundo nivel de ecualización así como durante reproducción, la energía de sonido dirigida a un altavoz particular se divide entre ese altavoz y su altavoz de graves correspondiente usando un cruce (por ejemplo, un cruce de 4º orden de Linkwitz-Riley u otra alternativa adecuada). Puesto que las respuestas de frecuencia de los altavoces individuales y los correspondientes altavoces de graves no se ecualizan como una unidad en el primer nivel de ecualización, la respuesta de frecuencia del cruce se tiene en cuenta durante el segundo nivel de ecualización para asegurar que la medición resultante de la respuesta de frecuencia de conjunto tiene en cuenta el efecto del cruce cuando se determinan los coeficientes de filtro para la reproducción. Es decir, aunque las ecualizaciones individuales de un altavoz y su correspondiente altavoz de graves puede suponerse que funcionen juntas como una unidad para conseguir la respuesta deseada sin tener en cuenta explícitamente el cruce, esto no puede suponerse necesariamente para un conjunto completo, y por lo tanto el efecto del cruce puede tenerse en cuenta durante la ecualización del conjunto.

De acuerdo con implementaciones alternativas, y como se ha mencionado en otro lugar en el presente documento, el primer nivel de ecualización puede realizarse con gestión de graves en su lugar de modo que las respuestas de las combinaciones de altavoz individual/altavoz de graves se miden como una unidad, siendo el efecto del cruce intrínseco en la respuesta medida. Esto podría hacerse durante un pase de ecualización inicial, o después de que se hayan medido y ecualizado las respuestas individuales para los altavoces y altavoces de graves (en una medición y ecualización gestionada de base posterior para las combinaciones de altavoz individual/altavoz de graves) para asegurar que las respuestas corregidas combinadas operen como se espera.

Aplicando ecualizaciones para tanto altavoces individuales como conjuntos de altavoces para diferentes modos de reproducción sustancialmente simultáneos, las técnicas descritas en el presente documento permiten reproducción fiel de sonido cuando se combinan los diferentes modos de reproducción. Es decir, por ejemplo, cuando se acciona un altavoz individual (por ejemplo, como una fuente de sonido puntual), esa ecualización individual del altavoz se aplica a la señal de accionamiento para asegurar la reproducción óptima para ese altavoz particular. Sin embargo, cuando un conjunto de altavoces se accionan juntos (por ejemplo, como parte de un fondo o banda sonora de ambiente), la ecualización del conjunto se aplica a la señal de accionamiento (además de las ecualizaciones para los altavoces individuales en el conjunto) para asegurar la reproducción óptima para el conjunto. Esto evita artefactos que pueden ocurrir para un conjunto si únicamente se usan las ecualizaciones individuales (por ejemplo, aumento de graves indeseable). Permite también la coincidencia de timbre entre la energía acústica que está reproduciéndose en los dos modos diferentes, por ejemplo, entre la energía acústica resultante de un altavoz accionado como una fuente puntual, y la energía acústica resultante de ese mismo altavoz accionándose como parte de un conjunto.

Una implementación particular de un proceso de interpretación que usa ecualizaciones tales como las anteriormente descritas con referencia a la Figura 3 se ilustra en la Figura 4. El proceso de interpretación puede realizarse usando uno o más procesadores de sonido tales como, por ejemplo, el procesador 204 de la Figura 2. Se representan dos modos diferentes de reproducción de audio en el proceso de interpretación representado mediante una fuente de señal de audio de objeto y una fuente de señal de audio de conjunto. La interpretación de las dos fuentes de señal diferentes mediante el procesador de sonido y amplificadores de potencia ocurre sustancialmente de manera simultánea a través de los altavoces. Una señal de audio de conjunto puede corresponder, por ejemplo, a un canal particular de un formato de audio digital multi-canal, mientras que una señal de audio de objeto puede corresponder a un sonido discreto a interpretarse de manera simultánea con la banda sonora de ambiente representada mediante los diversos canales. Cuando la fuente es una señal (402) de audio de conjunto, la señal se filtra usando los coeficientes de ecualización de corrección de conjunto anteriormente calculados para el conjunto al que se refiere (404) la señal, y la señal duplicada y escalada de acuerdo con la ramificación de salida de conjunto para el conjunto (406) correspondiente.

La señal (408) de audio de objeto se somete a una operación de (410) panorámica (que puede pensarse como una dinámica análoga de la operación de ramificación de salida de conjunto) que determina desde la especificación del objeto y del fichero de configuración de sala qué altavoces se han de accionar y la ganancia a aplicar para cada uno para conseguir el efecto pretendido representado mediante el objeto (por ejemplo, para colocar una fuente puntual de sonido en una localización aparente particular en el entorno de escucha). Esto puede dar como resultado, por ejemplo, que únicamente un subconjunto de los altavoces en un conjunto dado reciba esta entrada. Un objeto de este tipo puede implicar también altavoces en otros conjuntos (por ejemplo, en el caso de un sonido moviéndose alrededor del entorno de escucha), por lo que la señal de audio de objeto puede realmente interactuarse con múltiples señales de audio de conjunto diferentes de una manera dinámica. Como con la ramificación de salida de conjunto fija, la operación de panorámica conserva también energía para asegurar un nivel de presión de sonido coherente a medida que, por ejemplo, un sonido que se mueve alrededor del entorno.

La señal de audio de objeto se combina (412) a continuación con las señales de audio de conjunto corregidas para el altavoz o altavoces en el conjunto particular al que se dirige también la señal de audio de objeto. De nuevo, la gestión (414) de graves puede aplicarse opcionalmente para redirigir una porción de la energía acústica para cada altavoz a su altavoz de graves o altavoces de graves asignados. Las señales combinadas se filtran a continuación usando los coeficientes (416) de ecualización de altavoz individuales antes de enviarse a los altavoces del conjunto (mediante los amplificadores de potencia) para interpretación (418). Como se entenderá, el proceso representado

ocurre sustancialmente de manera simultánea para todos los conjuntos activos en el sistema, los altavoces en algunos de los cuales pueden o pueden no interpretarse también de manera simultánea una o más señales de audio de objeto en cualquier momento dado.

5 Uno de los requisitos de reproducción para la mayoría de los entornos cinematográficos es que el sonido desde los canales frontales, por ejemplo, los altavoces detrás de la pantalla, alcance al oyente antes del sonido correspondiente desde los canales de ambiente (por ejemplo, canales laterales, traseros o desde arriba). Los procesadores de cine por lo tanto retardan típicamente el sonido para los canales de ambiente. De acuerdo con algunas implementaciones, puede emplearse un enfoque conservador en el que se determinan los retardos basándose en las dimensiones de la sala. De acuerdo con algunas implementaciones, el retardo desde cada altavoz al micrófono o micrófonos se mide cuando la respuesta de frecuencia para ese altavoz se está midiendo. Este retardo se compara a continuación con el retardo medido para uno o más de los altavoces de canal frontal, por ejemplo, el altavoz central frontal, y esta diferencia se usa para seleccionar el retardo apropiado para ese altavoz para reproducción.

15 De acuerdo con una implementación de este tipo en la que la respuesta de frecuencia de cada altavoz se determina usando una FFT en ejecución como se ha descrito anteriormente, los puntos de respuesta de frecuencia generados en el dominio de frecuencia mediante la FFT se transforman a la inversa de vuelta en el dominio de tiempo para obtener una representación de la respuesta de impulso del altavoz. El retardo del altavoz con relación a un altavoz de referencia, por ejemplo, el altavoz central frontal, se determina a continuación comparando los picos de las respuestas de impulso de dominio de tiempo respectivas para esos altavoces.

20 De acuerdo con diversas implementaciones, la técnica de ecualización no corrige únicamente las respuestas de frecuencia medidas, sino que también intenta coincidir la sonoridad de los altavoces. De acuerdo con una implementación particular, esto se consigue pasando la respuesta medida para cada altavoz a través de un filtro de intervalo medio (las altas y bajas frecuencias pueden típicamente despreciarse en mediciones de sonoridad) y calcular una sonoridad promedio para cada altavoz, que se usa a continuación para determinar una corrección de ganancia con relación a la sonoridad medida de un altavoz de referencia, por ejemplo, el altavoz central frontal. Esta corrección de ganancia puede usarse también en la ecualización de los conjuntos en los que se incluyen los altavoces correspondientes. Las ganancias de sonoridad para altavoces individuales pueden limitarse también. Esto puede ser ventajoso cuando, por ejemplo, se daña un altavoz o no opera eficazmente y por lo tanto no está generando el nivel de presión de sonido esperado. Si la ganancia de sonoridad permisible no está limitada, la ganancia determinada para ese altavoz requerida para coincidir con los niveles de sonoridad de los otros altavoces en el sistema puede dar como resultado una sobreexcitación indeseable del altavoz de rendimiento inferior.

25 Como se ha mencionado anteriormente, las etapas de gestión de graves de los procesos ilustrados en las Figuras 3 y 4 implican la redirección de la energía de baja frecuencia de las señales de accionamiento desde cada uno de los altavoces a uno o más altavoces de graves localizados alrededor del entorno de escucha. Como con la ramificación de la salida de conjunto y operaciones de panorámica anteriormente descritas, esto puede hacerse también de una manera que conserve energía para conseguir un nivel de presión de sonido uniforme para un número dado de altavoces y altavoces de graves. El altavoz o altavoces de graves a los que se redirige una energía de baja frecuencia de altavoz particular pueden asignarse de manera arbitraria, por ejemplo, mediante el ingeniero de sonido que configura el sistema. Como alternativa, esta asignación puede hacerse automáticamente mediante el procesador de sonido basándose en, por ejemplo, las localizaciones relativas de cada altavoz y los diversos altavoces de graves en el entorno.

30 De acuerdo con una implementación particular, la cantidad de la energía de baja frecuencia para cada altavoz que se redirige al altavoz o altavoces de graves se determina con referencia a las posiciones relativas del altavoz y del altavoz o altavoces de graves) en el entorno de escucha (por ejemplo, como se especifica en el fichero de configuración de sala). Esto puede entenderse con referencia al diagrama en la Figura 5 que representa un ejemplo de una disposición física de diversos conjuntos de altavoces en un entorno de escucha para cinco altavoces de graves. Además de asignar cada uno de los altavoces a altavoces de graves específicos, el ingeniero de audio puede especificar también la frecuencia de corte para los altavoces (individualmente, por conjunto, etc.) que es la frecuencia por debajo de la que se redirigiría la energía de señal a los altavoces de graves asignados. Como alternativa, puede usarse un corte por defecto y/o una asignación automática de altavoces a altavoces de graves.

35 Una vez que los altavoces se han asignado cada uno a uno o más altavoces de graves y se ha especificado la frecuencia de corte para cada uno, el ingeniero puede especificar manualmente la distribución de cada energía de baja frecuencia del altavoz entre su altavoz o altavoces de graves asignados. Por ejemplo, si únicamente se despliegan dos altavoces de graves adicionales en el entorno de escucha, por ejemplo, uno en la izquierda y uno en la derecha, el ingeniero puede especificar que toda o alguna porción de la energía de baja frecuencia desde cada uno de los altavoces en la izquierda se redirija al altavoz de graves izquierdo, y toda o alguna porción de la energía de baja frecuencia desde cada uno de los altavoces en la derecha se redirija al altavoz de graves derecho. Para una disposición más complicada, por ejemplo, en la que hay desplegados múltiples altavoces de graves adicionales en cada lado del entorno como se muestra en la Figura 5, el ingeniero puede especificar diferentes porcentajes de cada energía de altavoz que va a diferentes altavoces de graves.



La especificación manual puede no ser deseable cuando, por ejemplo, el número de altavoces es grande, o la disposición de los altavoces de graves es compleja. Por lo tanto, de acuerdo con una implementación particular, el procesador de sonido (por ejemplo, el procesador 204 de sonido de la Figura 2) usa las localizaciones del altavoz y del altavoz de graves (por ejemplo, como se especifica mediante el fichero de configuración de sala) para determinar automáticamente cuánta energía de baja frecuencia de cada altavoz redirigir al altavoz o altavoces de graves asignados. Esta distribución de energía de baja frecuencia se fija a continuación para reproducción y/o la adquisición de coeficientes de ecualización como se ha descrito anteriormente. Determinar la distribución puede hacerse, por ejemplo, usando proporciones sencillas de las distancias de un altavoz particular desde el altavoz o altavoces de graves a los que se ha asignado. Como alternativa, cálculos más complicados pueden usar estas distancias. El concepto básico puede entenderse con referencia a la Figura 5 en la que se ilustra la gestión de graves de los altavoces LW1, RW3 y B1 entre los altavoces de graves SW1-SW4 y el altavoz de graves (por ejemplo, detrás de la pantalla) de los efectos de baja frecuencia (LFE).

En este ejemplo, LW1 está gestionado en graves mediante LFE y SW1, LB1 está gestionado en graves mediante SW3, y RW3 está gestionado en base mediante todos los altavoces de graves. Como se ha analizado anteriormente, estas asignaciones de altavoz de graves pueden basarse, por ejemplo, en una especificación del ingeniero, o hacerse automáticamente. La energía de baja frecuencia de la señal alimentada a cada altavoz (por ejemplo, la energía por debajo de la frecuencia de corte especificada) se redirige a los altavoces de graves asignados basándose en las distancias relativas entre el altavoz y cada altavoz de graves de acuerdo con una función  $d(\text{altavoz,sub})$  ( $d(\text{speaker,sub})$ ), que puede basarse, por ejemplo, en la distancia euclidiana entre las localizaciones del altavoz y del altavoz de graves, o una potencia exponencial superior de esa función (por ejemplo, el cuadrado, el cubo, etc.). En este ejemplo, la energía de baja frecuencia por debajo del corte desde LB1 se redirige a SW3 con una ganancia de 1,0. Por el contrario, la energía de baja frecuencia desde RW3 se redirige a SW1 con una ganancia de  $1/d(\text{RW3,SW1})$ , y a SW2 con una ganancia de  $1/d(\text{RW3,SW2})$ . Además, las ganancias pueden normalizarse en una etapa de conservación de energía de modo que la suma (amplitud) o la suma de sus cuadrados (energía) es igual a 1.

La señal de LFE que acciona el altavoz de graves principal de detrás de la pantalla está aumentada típicamente 10 dB con relación a los otros altavoces en el sistema. Por lo tanto, si la energía de baja frecuencia desde los altavoces distribuida a lo largo de todo el entorno de escucha está gestionándose en graves de tal manera que redirige alguna porción de su energía de baja frecuencia al altavoz de graves principal, las mediciones de las contribuciones gestionadas en graves desde estos altavoces al altavoz de graves principal pueden atenuarse en 10 dB para tener en cuenta esto. Más generalmente, las técnicas de gestión de graves descritas en el presente documento pueden implementarse para tener en cuenta y ajustar diferencias en ganancia de nivel de calibración para un altavoz y su altavoz de graves correspondiente cuando se miden respuestas de frecuencia de altavoz y de conjunto.

En algunas implementaciones, las distribuciones de energía de baja frecuencia entre altavoces de graves asignados se pretenden para aproximar la simulación de la energía acústica de baja frecuencia resultante de un altavoz particular que se origina en o cerca de esa localización de altavoz en lugar de las localizaciones de los altavoces de graves. Sin embargo, se contemplan otros efectos pretendidos. Por ejemplo, la gestión de graves como se ha descrito en el presente documento puede realizarse incluso cuando existe únicamente un altavoz de graves en el entorno de escucha (por ejemplo, el altavoz de graves de canal de LFE). Y como se entenderá, la manera en la que se calculan estos porcentajes y se distribuye la energía de baja frecuencia puede variar considerablemente. Por ejemplo, la distribución de energía entre tres altavoces de graves puede emplear una geometría más compleja para simular el efecto o aproximación pretendidos. Y como se ha analizado anteriormente, la energía de baja frecuencia desde un altavoz particular podría distribuirse entre todos los altavoces de graves distribuidos a lo largo de todo el entorno de escucha. Como alternativa, la distribución de energía para un altavoz particular puede restringirse automática o manualmente a únicamente un subconjunto específico de altavoces de graves, por ejemplo, únicamente aquellos dentro de una cierta distancia o en un cuadrante particular o mitad de la sala.

De acuerdo con una implementación particular, el procesador de sonido puede configurarse para evitar que se redirija cualquier energía de baja frecuencia para un altavoz particular a un altavoz de graves particular si el cálculo produce un porcentaje por debajo de algún umbral programable. Por ejemplo, si la cantidad de la energía redirigida para un altavoz de graves particular fuera menos del 10 % del total, los porcentajes calculados podrían reestablecerse a cualquier otro altavoz de graves asignado, por ejemplo, desde el 60 %, 32 % y 8 % divididos entre tres altavoces de graves hasta el 66 % y 34 % divididos entre dos.

Las implementaciones de las técnicas de gestión de graves descritas en el presente documento posibilitan presentación mejorada de efectos de baja frecuencia en las tres dimensiones del entorno de escucha. Con menos altavoces de graves que el número de altavoces de ambiente desplegados, tales capacidades de gestión de graves permiten la presentación de efectos de baja frecuencia como si se estuvieran suministrando mediante el número total de altavoces. Esto, a su vez permite una transición más perfeccionada del timbre de los sonidos que parecen moverse de frente a la audiencia (por ejemplo, proviniendo la energía acústica desde los altavoces y el altavoz de graves LFE de detrás de la pantalla) a localizaciones en el entorno de escucha de 3 dimensiones detrás, sobre y al lado de la audiencia.

Por ejemplo, el sonido de un helicóptero volando sobre la audiencia no perdería abruptamente todos sus graves a medida que el sonido se mueve a la parte trasera del teatro.

5 La ecualización y técnicas de gestión de graves implementadas como se han descrito en el presente documento pueden usarse para configurar sistemas de reproducción de sonido en una diversidad de entornos cinematográficos y contextos informáticos usando cualquiera de una diversidad de formatos de sonido. Debería entenderse por lo tanto que el alcance de la invención no está limitado a ningún tipo particular de entorno cinematográfico, formato de sonido, procesador de sonido o dispositivo informático. Además, las instrucciones de programa informático que pueden implementarse con realizaciones de la invención pueden corresponder a cualquiera de una amplia  
10 diversidad de lenguajes de programación y herramientas de software, y almacenarse en cualquier tipo de medio o dispositivo o dispositivos de memoria de almacenamiento legible por ordenador, no transitorio, volátil o no volátil, y pueden ejecutarse de acuerdo con una diversidad de modelos informáticos incluyendo, por ejemplo, un modelo cliente/servidor, un modelo punto a punto, en un dispositivo informático independiente o de acuerdo con un modelo informático distribuido en el que pueden efectuarse o emplearse diversas de las funcionalidades descritas en el presente documento en diferentes localizaciones. Por lo tanto, las referencias en el presente documento a funcionalidades particulares ejecutándose o realizándose mediante un procesador de sonido deberían entenderse como que son meramente a modo de ejemplo. Como se entenderá por los expertos en la materia, las funcionalidades descritas en el presente documento pueden ejecutarse o realizarse mediante una amplia diversidad de configuraciones informáticas sin alejarse del alcance de la invención. Se contemplan también realizaciones en las que algunas o todas las funcionalidades descritas están implementadas en uno o más circuitos integrados (por ejemplo, un circuito integrado específico de la aplicación o ASIC), un dispositivo o dispositivos de lógica programable (por ejemplo, un campo de matriz de puertas programables), un conjunto de chip, etc.

25 Aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones específicas de la misma, se entenderá por los expertos en la materia que pueden realizarse cambios en la forma y detalles de las realizaciones desveladas sin alejarse del alcance de la invención. Por ejemplo, una implementación específica anteriormente descrita incluye dos niveles de ecualización; uno primero para los altavoces individuales, y uno segundo para cada conjunto de altavoces. Debería indicarse que se contemplan implementaciones en las que podrían incluirse uno o más niveles adicionales de ecualización, por ejemplo, para combinaciones progresivamente más grandes de altavoces y conjuntos, o para conjuntos solapantes diferentes.

35 En otro ejemplo, las técnicas de gestión de graves como se describen en el presente documento pueden implementarse independientemente de las técnicas de ecualización descritas en el presente documento. Por ejemplo, tales técnicas de gestión de graves pueden emplearse para mejorar la experiencia de escucha en cualquier entorno de escucha en el que pueda ser deseable la distribución de energía acústica de baja frecuencia entre uno o más altavoces de graves.

40 Finalmente, aunque diversas ventajas, aspectos y objetos de la presente invención se han analizado en el presente documento con referencia a diversas realizaciones, se entenderá que el alcance de la invención no debería limitarse por referencia a tales ventajas, aspectos y objetos. En su lugar, el alcance de la invención debería determinarse con referencia a las realizaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de gestión de graves implementado por ordenador para uso con un sistema de reproducción de sonido que incluye una pluralidad de altavoces y uno o más altavoces de graves, estando el método **caracterizado por que** comprende, para cada uno de los altavoces:
- 10       usar uno o más dispositivos informáticos, asignar un subconjunto del uno o más altavoces de graves a los que se ha de dirigir la energía de baja frecuencia asociada con el altavoz por debajo de una frecuencia de corte; y  
       usar el uno o más dispositivos informáticos, determinar una porción de la energía de baja frecuencia asociada a dirigir a cada uno del uno o más altavoces de graves asignados con referencia a una o más distancias entre el altavoz y cada uno del uno o más altavoces de graves asignados.
- 15 2. El método de la reivindicación 1 en el que el uno o más altavoces de graves están asignados a cada altavoz basándose en una relación espacial con el altavoz.
- 20 3. El método de la reivindicación 1 que comprende adicionalmente excluir un altavoz de graves particular del subconjunto de altavoces de graves asignados a un altavoz particular donde la porción determinada de la energía de baja frecuencia asociada con el altavoz particular a dirigir al altavoz de graves particular está por debajo de un umbral.
- 25 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que la porción de la energía de baja frecuencia asociada con un altavoz particular a dirigir a uno particular de los altavoces de graves asignados se determina con referencia a una potencia exponencial de una distancia euclidiana entre el altavoz particular y el altavoz de graves asignado particular.
- 30 5. El método de la reivindicación 1 que comprende adicionalmente, para cada uno de los altavoces, determinar la una o más distancias entre el altavoz y cada uno de los altavoces de graves asignados con referencia a un fichero de configuración de sala que representa un entorno de escucha en el que se despliegan los altavoces y los altavoces de graves.
- 35 6. El método de la reivindicación 1 en el que el subconjunto de altavoces de graves asignados a uno particular de los altavoces incluye todos los altavoces de graves del sistema de reproducción de sonido.
7. El método de la reivindicación 1 en el que el subconjunto de altavoces de graves asignados a uno particular de los altavoces incluye menos de todos los altavoces de graves del sistema de reproducción de sonido.
- 40 8. El método de la reivindicación 1 en el que los altavoces están configurados en una pluralidad de conjuntos en un entorno de escucha, comprendiendo cada conjunto un subconjunto de los altavoces, comprendiendo el método adicionalmente:
- usar el uno o más dispositivos informáticos, determinar una respuesta de frecuencia individual para cada uno de los altavoces;  
       usar el uno o más dispositivos informáticos, determinar los coeficientes de ecualización de altavoz individual para cada uno de los altavoces con referencia a la respuesta de frecuencia individual correspondiente y a una respuesta de frecuencia de referencia de altavoz;  
       usar el uno o más dispositivos informáticos, determinar una respuesta de frecuencia de conjunto para cada uno de los conjuntos, incluyendo modificar un estímulo aplicado a cada uno de los altavoces en cada uno de los conjuntos usando los coeficientes de ecualización de altavoz individuales correspondientes; en el que determinar las respuestas de frecuencia individual y las respuestas de frecuencia de conjunto incluye dirigir energía de baja frecuencia para cada uno de los altavoces al subconjunto asignado de uno o más altavoces de graves; y  
       usar el uno o más dispositivos informáticos, determinar coeficientes de ecualización de corrección de conjunto para cada uno de los conjuntos con referencia a la respuesta de frecuencia de conjunto correspondiente y a una respuesta de frecuencia de referencia de conjunto.
- 55 9. El método de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente:
- accionar uno primero de los altavoces con una primera señal de audio en un primer modo de reproducción independiente de uno primero de los conjuntos que incluye el primer altavoz, que incluye usar los coeficientes de ecualización de altavoz individuales asociados con el uno primero de los altavoces para modificar el contenido de frecuencia de la primera señal de audio; y  
       accionar todos los altavoces en el primer conjunto con una segunda señal de audio en un segundo modo de reproducción sustancialmente simultáneo con el primer modo de reproducción, incluyendo usar los coeficientes de ecualización de altavoz individuales asociados con los altavoces en el primer conjunto y los coeficientes de ecualización de corrección de conjunto asociados con el primer conjunto para modificar el contenido de frecuencia de la segunda señal de audio.
- 60  
65

10. El método de la reivindicación 8 en el que el sistema de reproducción de sonido emplea un formato de audio digital que tiene una pluralidad de canales, y en el que cada uno de los conjuntos corresponde a uno de los canales.

5 11. Un producto de programa informático que comprende uno o más medios legibles por ordenador no transitorios que tienen instrucciones de programa informático almacenadas en el mismo, estando configuradas las instrucciones de programa informático, cuando se ejecutan, para producir al uno o más dispositivos informáticos realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

10 12. Un sistema de procesamiento de sonido para uso con un sistema de reproducción de sonido, que incluye una pluralidad de altavoces y una pluralidad de altavoces de graves, el sistema de procesamiento de sonido estando caracterizado por que comprende

15 uno o más dispositivos informáticos configurados para, para cada uno de los altavoces:  
 asignar un subconjunto de los altavoces de graves a los que se ha de dirigir energía de baja frecuencia asociada con el altavoz por debajo de una frecuencia de corte; y  
 determinar una porción de la energía de baja frecuencia asociada a dirigir a cada uno de los altavoces de graves asignados con referencia a una o más distancias entre el altavoz y cada uno de los altavoces de graves asignados.

20 13. El sistema de la reivindicación 12 en el que el sistema de reproducción de sonido incluye adicionalmente uno o más amplificadores de potencia, y los altavoces y los altavoces de graves están desplegados en un entorno de escucha, y en el que el uno o más dispositivos informáticos están configurados para repartir la energía de baja frecuencia asociada con un altavoz particular entre sus altavoces de graves asignados y, junto con el uno o más amplificadores de potencia, accionar los altavoces de graves asignados al altavoz particular con la energía de baja frecuencia repartida de manera que la energía acústica resultante parece que se origina desde una localización en el  
 25 entorno de escucha cerca del altavoz particular.

30 14. El sistema de la reivindicación 12 en el que los altavoces están configurados en una pluralidad de conjuntos en un entorno de escucha, comprendiendo cada conjunto un subconjunto de los altavoces, en el que el uno o más dispositivos informáticos están configurados para:

35 determinar una respuesta de frecuencia individual para cada uno de los altavoces;  
 determinar coeficientes de ecualización de altavoz individuales para cada uno de los altavoces con referencia a la respuesta de frecuencia individual correspondiente y a una respuesta de frecuencia de referencia de altavoz;  
 determinar una respuesta de frecuencia de conjunto para cada uno de los altavoces, incluyendo modificar un estímulo aplicado a cada uno de los altavoces en cada uno de los conjuntos usando los coeficientes de ecualización de altavoz individuales correspondientes; en el que las respuestas de frecuencia individual y las respuestas de frecuencia de conjunto se determinan repartiendo la energía de baja frecuencia para cada uno de los altavoces entre los altavoces de graves asignados con referencia a una o más distancias entre el altavoz y cada uno de los altavoces de graves asignados; y  
 40 determinar coeficientes de ecualización de corrección de conjunto para cada uno de los conjuntos con referencia a la respuesta de frecuencia de conjunto correspondiente y a una respuesta de frecuencia de referencia de conjunto.

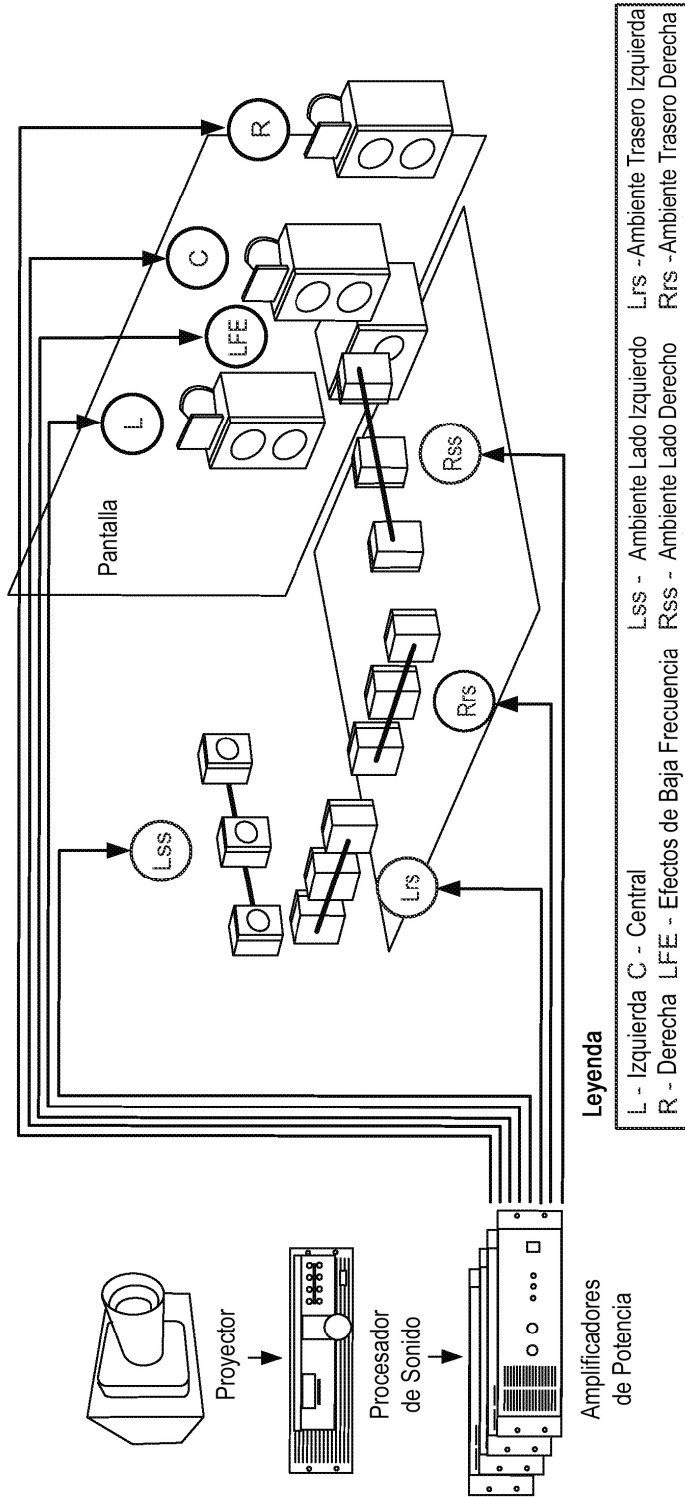
45 15. El sistema de procesamiento de sonido de la reivindicación 14 que comprende adicionalmente uno o más amplificadores de potencia, estando configurados adicionalmente el uno o más dispositivos informáticos en combinación con el uno o más amplificadores de potencia para:

50 en un primer modo de reproducción, accionar uno primero de los altavoces con una primera señal de audio independiente de uno primero de los conjuntos que incluye el primer altavoz, incluyendo usar los coeficientes de ecualización de altavoz individuales asociados para modificar el contenido de frecuencia de la primera señal de audio; y

55 en un segundo modo de reproducción sustancialmente simultáneo con el primer modo de reproducción, accionar todos los altavoces en el primer conjunto con una segunda señal de audio que incluye usar los coeficientes de ecualización de corrección de conjunto asociados y los coeficientes de ecualización de altavoz individuales asociados para modificar el contenido de frecuencia de la segunda señal de audio, o

60 en el que la primera señal de audio se representa mediante un objeto digital que especifica una trayectoria virtual de un sonido discreto en un entorno virtual que representa el entorno de escucha, estando configurados adicionalmente el uno o más dispositivos informáticos para determinar un subconjunto de los altavoces incluyendo el primer altavoz accionar con el uno o más amplificadores de potencia en el primer modo de reproducción para interpretar el sonido discreto para conseguir una trayectoria aparente en el entorno de escucha que corresponde a la trayectoria virtual, o

en el que el sistema de reproducción de sonido emplea un formato de audio digital que tiene una pluralidad de canales, y en el que cada uno de los conjuntos corresponde a uno de los canales.



**FIG. 1**

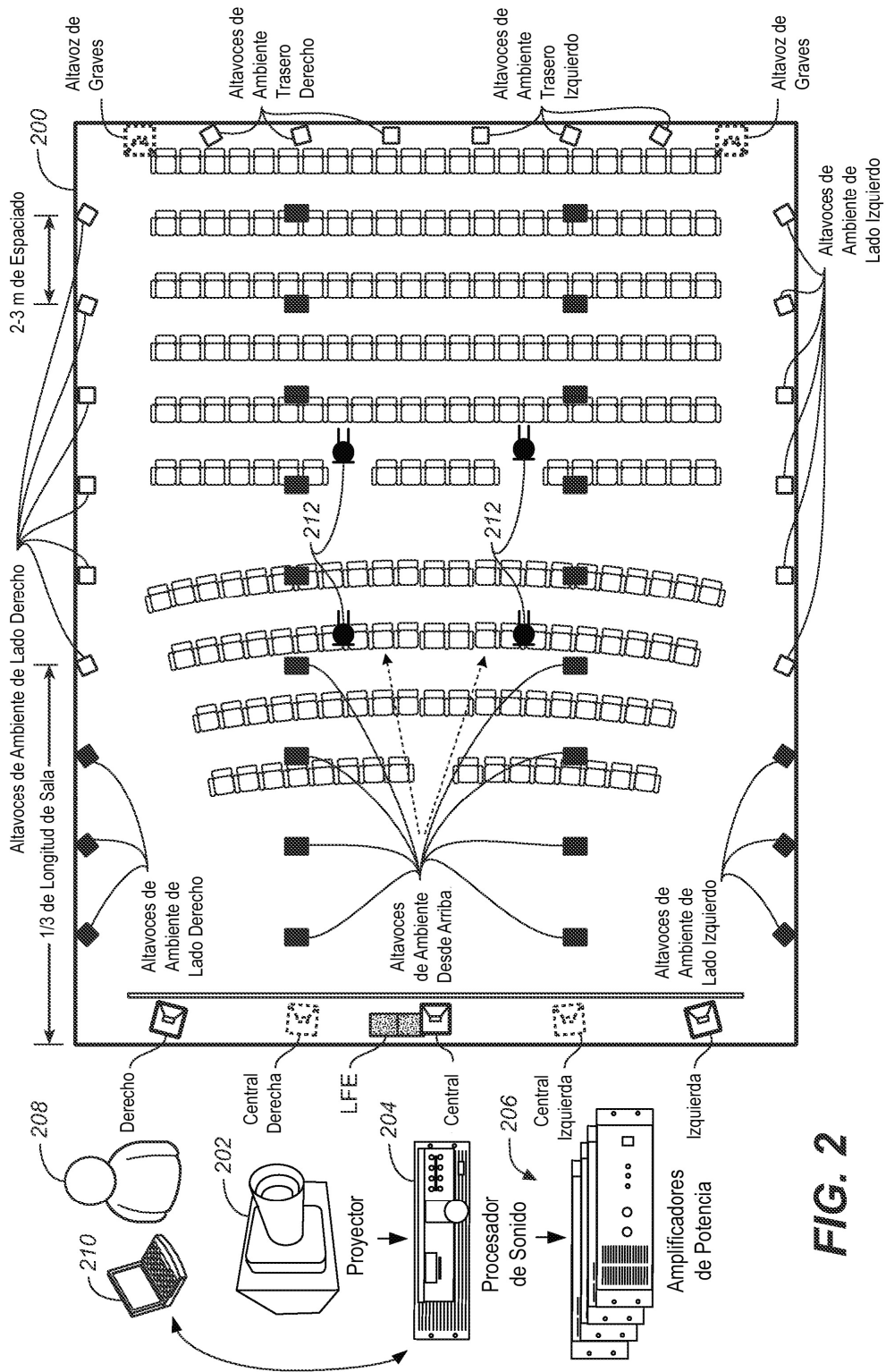
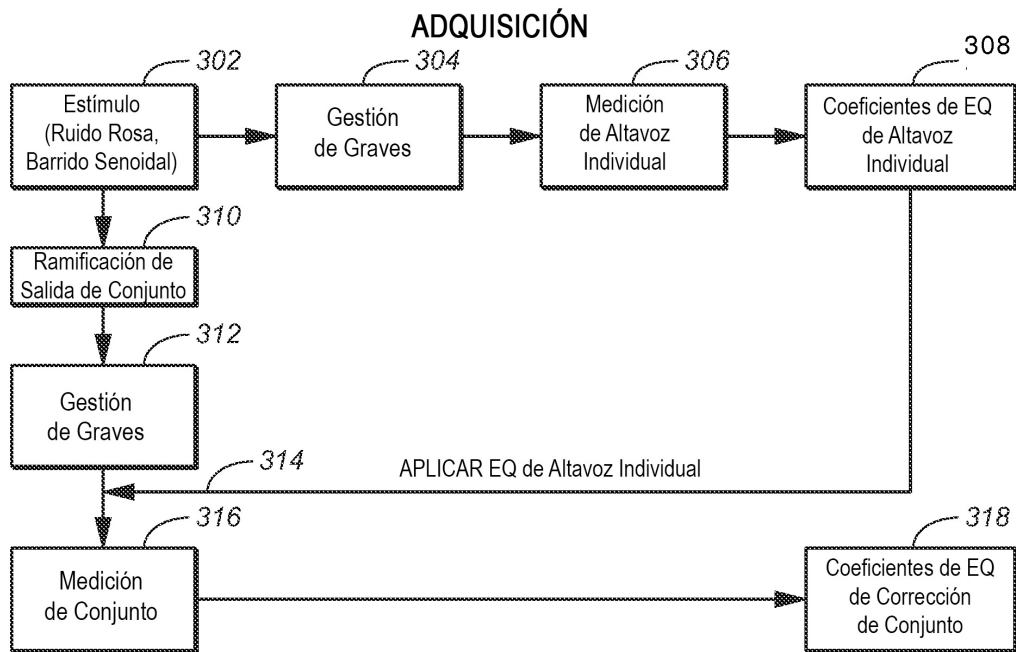
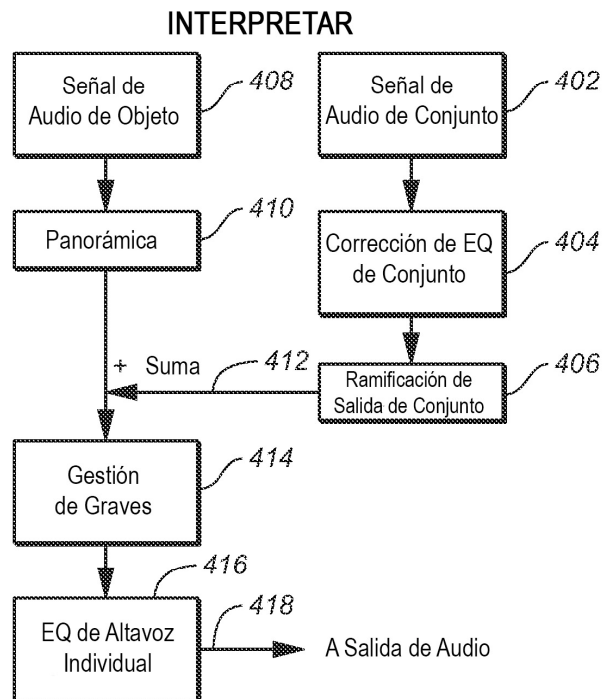


FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**

