

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 487**

51 Int. Cl.:
H04S 3/00 (2006.01)
H04S 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09786690 .9**
- 96 Fecha de presentación: **23.07.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2308244**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.04.2011**

54 Título: **Sistema de audio y método de funcionamiento para el mismo**

30 Prioridad:
28.07.2008 EP 08161257

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.10.2012

73 Titular/es:
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven, NL

72 Inventor/es:
BERGERE, Julien, L.

74 Agente/Representante:
Zuazo Araluze, Alexander

ES 2 388 487 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

Sistema de audio y método de funcionamiento para el mismo

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un sistema de audio y a un método de funcionamiento para el mismo y, en particular, pero no exclusivamente a un sistema de reproducción de audio de sonido envolvente.

10 **Antecedentes de la invención**

Los sistemas de audio que recrean un sonido multicanal se han hecho populares en la última década y en particular se han extendido los sistemas de sonido de consumidor tales como los sistemas de sonido envolvente, por ejemplo, para su uso en sistemas de cine en casa.

15 Sin embargo, una desventaja percibida de tales sistemas es lo poco práctico de tener que colocar un número relativamente grande de altavoces en diferentes ubicaciones para generar el espacio de sonido deseado. De hecho, para la mayor parte de los consumidores, situar varios altavoces grandes en una sala para reproducir un sonido multicanal convincente no siempre es deseable o factible (impacto visual, cables, ausencia de ubicaciones adecuadas para los altavoces, etc.). De hecho, los altavoces a menudo se consideran antiestéticos y por tanto se han desarrollado sistemas que buscan minimizar el impacto visual de los altavoces haciéndolos lo más pequeños posible. Específicamente, se han desarrollado sistemas en los que se alimentan frecuencias inferiores a un altavoz de graves que es común para todos los canales mientras que las frecuencias superiores se producen mediante altavoces satélite individuales para cada canal. Como los altavoces satélite sólo necesitan reproducir las frecuencias superiores pueden realizarse sustancialmente más pequeños.

El documento de patente EP 1 771 039 A2 muestra un sistema de audio con un altavoz central delgado, un altavoz izquierdo y un altavoz derecho.

30 Sin embargo, los altavoces siguen teniendo un tamaño con tendencia a poder percibirse y por tanto se desea reducir adicionalmente el tamaño de estos altavoces. Además, con el fin de conseguir una calidad de audio suficientemente alta a partir de los altavoces, deben usarse altavoces de calidad relativamente alta añadiendo así un coste al sistema. Además, la reducción en el tamaño de altavoz a menudo está limitada por la calidad de audio deseada y muchos sistemas que usan pequeños altavoces tienden a tener una calidad de audio relativamente baja.

35 Específicamente, el ancho de banda cubierto por los altavoces satélite se extiende en la actualidad hasta una frecuencia relativamente baja de aproximadamente 100 Hz-150 Hz (que permite al altavoz de graves proporcionar las señales de frecuencia inferior) que tiende a requerir altavoces relativamente grandes para una reproducción de sonido de alta calidad. Además, aunque el tamaño y coste puede reducirse mediante una frecuencia de corte superior de por ejemplo 200 Hz o superior, esto tiende a dar como resultado una calidad de audio reducida del sistema en conjunto puesto que el altavoz de graves soporta una proporción superior de la banda de frecuencia.

40 Específicamente, esto tiende a reducir la percepción espacial y a reducir la etapa de sonido percibida para el sistema multicanal. Por ejemplo, los objetos de sonido, tales como voces, tienden a percibirse como oídos parcialmente a través del altavoz de graves para los tonos inferiores y parcialmente a través de los satélites para los tonos superiores. Esto puede dar como resultado tanto un cambio percibido de ubicación de los objetos de sonido como una etapa de sonido o percepción espacial reducida en conjunto.

45 Además, con el fin de generar niveles de sonido suficientemente altos desde los altavoces satélite tiende a requerirse un nivel de potencia relativamente alto para cada altavoz satélite.

50 Por tanto, sería ventajoso un sistema de audio multicanal mejorado y en particular sería ventajoso un sistema que permitiera un tamaño de altavoz reducido, consumo de potencia reducido, coste de altavoz reducido, una calidad de audio mejorada, una percepción espacial mejorada, una implementación facilitada y/o rendimiento mejorado.

55 **Sumario de la invención**

Por consiguiente, la invención pretende preferiblemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas mencionadas anteriormente de manera individual o en cualquier combinación.

60 Según un aspecto de la invención se proporciona un sistema de audio para proporcionar una señal multicanal, comprendiendo el aparato: medios para recibir la señal multicanal; primeros medios de alimentación para generar una primera señal de control para un primer emisor de sonido combinando señales de una pluralidad de canales de la señal multicanal, teniendo la primera señal de control una contribución de componente de señal a partir de un primer ancho de banda de cada canal de la señal multicanal; segundos medios de alimentación para generar segundas señales de control para un conjunto de segundos emisores de sonido, generándose cada una de las

5 segundas señales de control a partir de una única señal de canal de un canal de la señal multicanal y en un segundo ancho de banda que tiene una frecuencia de corte inferior que es superior a una frecuencia de corte inferior del primer ancho de banda; y medios para introducir un retardo para al menos una componente de señal de la primera señal de control en relación con al menos una segunda señal de control correspondiente; y en el que la frecuencia de corte inferior del segundo ancho de banda es superior a 950 Hz para una atenuación de ganancia de 3 dB en relación con una ganancia promedio para una banda de frecuencia que se extiende 1 kHz por encima de la frecuencia de corte inferior.

10 La invención puede permitir un sistema de audio mejorado. En particular, puede conseguirse un tamaño reducido de los segundos emisores de sonido, que por ejemplo pueden ser altavoces satélite. Normalmente puede conseguirse una calidad de sonido mejorada para altavoces más pequeños y en particular a menudo puede conseguirse una percepción espacial mejorada. La invención puede permitir en muchas realizaciones un coste reducido para los altavoces para conseguir un nivel de calidad de audio percibido.

15 El enfoque puede reducir sustancialmente en muchas realizaciones la potencia de alimentación requerida por los segundos emisores de sonido y por consiguiente puede reducir el consumo de potencia de cualquier disposición de segundos emisores de sonido. Específicamente, cada uno de los segundos emisores de sonido puede ser una disposición de altavoces individuales que comprende medios de amplificación (por ejemplo para permitir una transferencia de datos de sonido inalámbrica) y el consumo de potencia de los mismos puede reducirse sustancialmente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la invención puede permitir el uso práctico de altavoces satélite inalámbricos accionados que funcionan con batería para un sistema de audio espacial.

20 En particular, el sistema puede permitir que los segundos emisores de sonido proporcionen señales sólo en un segundo ancho de banda mientras que un altavoz común puede usar una señal común para extender este ancho de banda de frecuencia así como opcionalmente para contribuir además a la señal percibida para el primer ancho de banda.

25 La invención puede permitir proporcionar la contribución del primer emisor de sonido a la percepción de los canales individuales en una banda de frecuencia que puede ser relevante para la percepción espacial del oyente y específicamente para percibir una dirección o ubicación para objetos de sonido específicos. Específicamente, el retardo puede usarse para garantizar que la percepción direccional la domina la contribución de señal a partir de los segundos emisores de sonido en lugar de a partir del primer emisor de sonido. En particular, el retardo puede garantizar que las componentes de señal desde los segundos emisores de sonido alcancen al oyente antes de que las componentes de señal correspondientes desde el primer emisor de sonido alcancen al oyente. Por consiguiente, el sistema puede aprovechar un efecto de percepción humana conocido como efecto Haas y que refleja que el cerebro humano tiende a asociar la dirección del sonido entrante con el primer frente de onda que recibe y tiende a ignorar los frentes de onda secundarios que tienden a interpretarse como reflexiones de pared y reverberación.

30 El enfoque puede permitir el uso de transductores de sonido de frecuencia superior eficaces y/o muy pequeños para los segundos emisores de sonido permitiendo así dimensiones físicas reducidas y requisitos de potencia reducidos. En particular, limitando las segundas señales de control a frecuencias de aproximadamente 1 kHz y por encima, pueden reducirse sustancialmente los requisitos para los segundos emisores de sonido. Además, el impacto percibido de esta limitación de ancho de banda para las señales individuales puede reducirse mediante el sonido que se radia desde el primer emisor de sonido mientras que se permite que la percepción espacial la dominen señales de sonido desde los segundos emisores de sonido.

35 El multicanal puede ser, por ejemplo, una señal estéreo o una señal envolvente que contiene por ejemplo 5 ó 7 canales espaciales. En algunas realizaciones, la señal multicanal puede tener un canal de efectos de baja frecuencia (LFE) asociado.

40 Puede usarse el mismo criterio para determinar un ancho de banda para los anchos de banda primero y segundo. Específicamente, los dos anchos de banda pueden definirse por frecuencias de corte de X dB donde X puede ser cualquier valor incluyendo por ejemplo 3 ó 6.

45 El retardo puede introducirse en cualquier etapa, tal como por ejemplo retardando la primera señal de control y/o retardando una o más de las señales de la pluralidad de canales antes de la combinación. La al menos una componente de señal puede ser específicamente la contribución a la primera señal de control a partir de la segunda señal de control de altavoz correspondiente.

50 Según una característica opcional de la invención, el sistema de audio comprende además: el primer emisor de sonido; medios para alimentar la primera señal de control al primer emisor de sonido; el conjunto de segundos emisores de sonido; y medios para alimentar una segunda señal de control a cada uno del conjunto de segundos emisores de sonido.

55 Esto puede permitir un sistema de audio mejorado. En particular pueden conseguirse altavoces más pequeños, una calidad de audio mejorada, un coste reducido y/o consumo de potencia reducido. En el sistema, el primer emisor de

- sonido puede ser un altavoz más grande y/o de calidad superior mientras que los segundos emisores de sonido pueden ser altavoces satélite pequeños. La disposición puede permitir, por ejemplo, que el primer emisor de sonido sea un altavoz de alta potencia ubicado centrado, alta calidad y relativamente grande mientras que los segundos emisores de sonido pueden ser altavoces relativamente pequeños ubicados en ubicaciones deseadas para la generación de sonido espacial. Por ejemplo, los segundos emisores de sonido pueden disponerse en una configuración de sonido envolvente espacial.
- Según una característica opcional de la invención, el primer emisor de sonido es un altavoz de ancho de banda completo mientras que los segundos emisores de sonido son altavoces de ancho de banda reducido.
- Esto puede permitir un tamaño y/o coste y/o consumo de potencia reducido de los altavoces mientras que aún permite un nivel de audio elevado y/o alta calidad. Además, puede permitirse un rendimiento espacial elevado.
- Un altavoz de ancho de banda completo puede ser un altavoz que cubre todo el ancho de banda de audio hasta un grado que no se introduzca una distorsión significativa ni fácilmente perceptible por la respuesta de frecuencia del altavoz mientras que un altavoz de ancho de banda reducido puede tener una respuesta de frecuencia que dé como resultado una distorsión sustancial y fácilmente evidente en al menos parte de la banda de audio. Un altavoz de ancho de banda completo puede cubrir, por ejemplo, una gama de frecuencias de al menos 100 Hz a 4 kHz mientras que un altavoz de ancho de banda reducido puede no cubrir una banda de frecuencia por debajo de una frecuencia X que es superior a 200 Hz.
- Según una característica opcional de la invención, cada uno de los segundos emisores de sonido es un altavoz de agudos que tiene una eficacia de al menos 84 dB SPL/1W/1m.
- Esto puede permitir un tamaño y/o coste y/o consumo de potencia reducido de los altavoces mientras que todavía se permite un nivel de audio elevado y/o alta calidad. En particular, pueden reducirse sustancialmente los requisitos de potencia de control para el segundo emisor de sonido individual por ejemplo permitiendo el funcionamiento controlado por batería. El altavoz de agudos puede tener, por ejemplo, una frecuencia de corte inferior de 3 dB de 500 Hz o por encima, o preferiblemente en muchas realizaciones de aproximadamente 1 kHz o por encima.
- El altavoz de agudos puede tener específicamente una eficacia de al menos 84 dB SPL/1W/1m medida en una caja de altavoz de IEC (Comisión electrotécnica internacional) según la norma 268 de la IEC.
- Según una característica opcional de la invención, el sistema de audio comprende además: medios para recibir una señal de micrófono desde un micrófono; medios para determinar un primer retardo de sonido desde el primer emisor de sonido al micrófono en respuesta a la señal de micrófono; medios para determinar al menos un segundo retardo de sonido desde un segundo emisor de sonido al micrófono en respuesta a la señal de micrófono; y medios para determinar el retardo en respuesta al primer retardo de sonido y el segundo retardo de sonido.
- Esto puede permitir un funcionamiento mejorado y/o facilitado. En particular, puede permitir ajustar el retardo de manera precisa y automática para coincidir con las condiciones actuales y la configuración del emisor de audio. El micrófono puede colocarse específicamente en una ubicación de escucha típica (o, por ejemplo, en el peor de los casos).
- En algunas realizaciones el sistema de audio puede comprender: medios para recibir una señal de micrófono desde un micrófono; medios para determinar un primer nivel de sonido desde el primer emisor de sonido en el micrófono en respuesta a la señal de micrófono; medios para determinar al menos un segundo nivel de sonido desde un segundo emisor de sonido en el micrófono en respuesta a la señal de micrófono; y medios para determinar una configuración de nivel de audio para al menos una de la primera señal de control y una segunda señal de control para el segundo emisor de sonido en respuesta al primer nivel de sonido y al segundo nivel de sonido.
- Esto puede permitir un funcionamiento mejorado y/o facilitado. En particular, puede permitir ajustar los niveles de sonido radiados de manera precisa y automática para coincidir con las condiciones actuales y la configuración del emisor de audio. El micrófono puede colocarse específicamente en una ubicación de escucha típica (o, por ejemplo, en el peor de los casos).
- Según una característica opcional de la invención, el primer emisor de sonido comprende una pluralidad de elementos emisores de sonido para radiar una señal de sonido para la primera señal de control.
- Esto puede permitir un rendimiento mejorado y en particular puede permitir determinar de manera creciente la percepción espacial mediante el sonido radiado desde los elementos de segundos emisores de sonido en lugar de desde el primer emisor de sonido. En particular, puede permitir difundir o radiar el sonido del primer emisor de sonido en diferentes direcciones. Alternativa o adicionalmente puede permitir una atenuación en el patrón radiado hacia un trayecto directo entre el primer emisor de sonido y una posición de escucha. Por ejemplo, los elementos emisores de sonido pueden disponerse en una configuración dipolo. El sonido radiado desde el primer emisor de sonido puede dirigirse en dos haces por ejemplo dirigirse hacia paredes laterales. El enfoque puede permitir, por

ejemplo, un significado creciente de las señales reflejadas. Específicamente, la pluralidad de elementos emisores de sonido puede disponerse para proporcionar un sonido más difuso desde el primer emisor de sonido para alcanzar al oyente reduciendo así el impacto sobre la percepción espacial del oyente en relación con las señales de sonido desde los segundos emisores.

5 La pluralidad de elementos emisores de sonido pueden funcionar específicamente en el mismo ancho de banda de frecuencia. Por tanto, el ancho de banda de las señales alimentadas a cada elemento emisor de sonido puede ser sustancialmente el mismo.

10 Según una característica opcional de la invención, el sistema de audio se dispone para radiar una señal de sonido desde el primer emisor de sonido para la primera señal de control en una pluralidad de haces de audio en diferentes direcciones.

15 Esto puede permitir un rendimiento mejorado y en particular puede permitir determinar de manera creciente la percepción espacial mediante el sonido radiado desde los elementos de segundos emisores de sonido en lugar de desde el primer emisor de sonido. En particular, puede permitir difundir o radiar el sonido del primer emisor de sonido en diferentes direcciones. Alternativa o adicionalmente puede permitir una atenuación en el patrón radiado hacia un trayecto directo entre el primer emisor de sonido y una posición de escucha. El sonido radiado desde el primer emisor de sonido puede dirigirse en dos o más haces por ejemplo dirigirse hacia paredes laterales. El enfoque puede permitir, por ejemplo, un significado creciente de las señales reflejadas. Específicamente, la radiación de sonido puede disponerse para proporcionar un sonido más difuso desde el primer emisor de sonido para alcanzar al oyente reduciendo así el impacto sobre la percepción espacial del oyente en relación con las señales de sonido desde los segundos emisores.

25 Según una característica opcional de la invención, el sistema de audio se dispone para radiar una señal de sonido difuso desde el primer emisor de sonido para la primera señal de control

30 Esto puede permitir un rendimiento mejorado y en particular puede permitir determinar de manera creciente la percepción espacial mediante el sonido radiado desde los segundos emisores de sonido en lugar de desde el primer emisor de sonido.

Según una característica opcional de la invención, el segundo ancho de banda tiene una banda de frecuencia solapada con el primer ancho de banda.

35 El sistema puede permitir que los segundos emisores de sonido proporcionen señales sólo en un segundo ancho de banda mientras que un altavoz común puede usar una señal común para extender este ancho de banda de frecuencia así como para contribuir además a la señal percibida en la banda solapada. La contribución de la señal combinada en el segundo ancho de banda puede reducir específicamente los requisitos para las señales generadas por los segundos emisores de sonido incluyendo el nivel de sonido y/o calidad de sonido requerido permitiendo así el uso de altavoces más baratos, y/o más pequeños para un nivel de calidad y/o sonido percibido dado. Además, la contribución del primer emisor de sonido a la percepción de los canales individuales puede proporcionarse en una banda de frecuencia normalmente asociada con un significado alto para la percepción espacial y específicamente para percibir una dirección o ubicación para objetos de sonido específicos. Específicamente, el retardo puede usarse para garantizar que la percepción direccional domina la contribución de señal a partir de los segundos emisores de sonido en lugar de a partir del primer emisor de sonido. En particular, el retardo puede garantizar que las componentes de señal en la banda solapada desde los segundos emisores de sonido alcancen al oyente antes de que las componentes de señal correspondientes desde el primer emisor de sonido alcancen al oyente. Por consiguiente, el sistema puede aprovechar un efecto de percepción humana conocido como efecto Haas y que refleja que el cerebro humano tiende a asociar la dirección del sonido entrante con el primer frente de onda que recibe y tiende a ignorar los frentes de onda secundarios que tienden a interpretarse como reflexiones de pared y reverberación.

La banda de frecuencia solapada puede tener un ancho de banda de al menos 1 kHz.

55 Esto puede permitir un rendimiento y/o funcionamiento y/o implementación mejorados. Específicamente, puede permitir una fuerte contribución a las señales desde los segundos emisores de audio mediante el primer emisor de audio permitiendo así un tamaño de altavoz reducido, consumo de potencia reducido, coste reducido y/o calidad de audio aumentada. En algunas realizaciones, puede conseguirse un rendimiento ventajoso particular para un ancho de banda solapado de más de 4 kHz.

60 Según una característica opcional de la invención, el primer ancho de banda tiene una frecuencia de corte inferior de 3 dB por debajo de 350 Hz y una frecuencia de corte superior de 3 dB por encima de 800 Hz.

65 Esto puede permitir un rendimiento y/o funcionamiento y/o implementación mejorados. Específicamente, puede permitir una fuerte contribución a la percepción de los canales individuales mediante el sonido radiado desde el primer emisor de sonido así como una alta calidad de la señal de audio para frecuencias inferiores. Esto puede

permitir un tamaño de altavoz reducido, consumo de potencia reducido, coste reducido y/o calidad de audio aumentada.

5 En algunas realizaciones, puede conseguirse un rendimiento ventajoso particular para una frecuencia de corte inferior de 3 dB de menos de 200 Hz o incluso 150 Hz.

Según una característica opcional de la invención, la combinación de señales es mediante una suma de las señales de la pluralidad de canales de la señal multicanal.

10 Esto puede permitir una implementación y/o funcionamiento facilitado mientras se proporciona una calidad de audio adecuadamente elevada. La combinación puede ser de señales ajustadas a escala.

Según una característica opcional de la invención, el retardo supera un tiempo de desplazamiento de sonido para una distancia máxima entre el primer emisor de sonido y los emisores de sonido.

15 Esto puede permitir un rendimiento mejorado y en particular puede proporcionar una percepción espacial mejorada garantizando que las componentes de señal desde los segundos altavoces se reciben por un oyente antes de que las componentes de señal correspondientes se reciban desde el primer emisor de sonido.

20 Según una característica opcional de la invención, el retardo está entre 0,5 ms y 30 ms.

Esto puede permitir un rendimiento mejorado y en particular puede proporcionar una percepción espacial mejorada.

25 Según una característica opcional de la invención, el sistema de audio comprende además: medios para generar una señal de control de baja frecuencia combinando y aplicando un filtrado paso bajo a señales de la pluralidad de canales de la señal multicanal; en el que al menos parte del ancho de banda de la señal de control de baja frecuencia está por debajo de la frecuencia de corte inferior del primer ancho de banda.

30 Esto puede permitir un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y en particular puede permitir conseguir un nivel de calidad de baja frecuencia dado mientras se mantiene el tamaño del primer emisor de sonido relativamente bajo.

Según una característica opcional de la invención, el sistema de audio es un sistema de audio de sonido envolvente y la pluralidad de canales de la señal multicanal son canales espaciales de sonido envolvente.

35 La invención puede proporcionar un sistema de sonido envolvente mejorado y en particular puede permitir un sistema de sonido envolvente que tiene tamaños de altavoz satélite reducidos, un consumo de potencia de altavoz satélite reducido, coste reducido y/o una calidad de audio mejorada y en particular una percepción espacial mejorada.

40 Según otro aspecto de la invención se proporciona un método para proporcionar una señal multicanal, comprendiendo el método: recibir la señal multicanal; generar una primera señal de control para un emisor de sonido combinando señales de una pluralidad de canales de la señal multicanal, teniendo la primera señal de control una contribución de componente de señal a partir de un primer ancho de banda de cada canal de la señal multicanal; generar segundas señales de control para una pluralidad de emisores de sonido, generándose cada una de las segundas señales de control a partir de una única señal de canal de un canal de la señal multicanal y en un segundo ancho de banda que tiene una frecuencia de corte inferior superior a una frecuencia de corte inferior del primer ancho de banda; e introducir un retardo para al menos una componente de señal de la primera señal de control en relación con al menos una segunda señal de control correspondiente; en el que la frecuencia de corte inferior del segundo ancho de banda es superior a 950 Hz para una atenuación de ganancia de 3 dB en relación con una ganancia promedio para una banda de frecuencia que se extiende 1 kHz por encima de la frecuencia de corte inferior.

55 Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia de la(s) realización/realizaciones descrita(s) a continuación en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

60 Con referencia a los dibujos se describirán realizaciones de la invención, sólo a modo de ejemplo, en los que

la figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de audio según algunas realizaciones de la invención;

la figura 2 ilustra un ejemplo de los anchos de banda de los elementos de un sistema de audio según algunas realizaciones de la invención;

la figura 3 ilustra un ejemplo de un sistema de audio según algunas realizaciones de la invención; y

la figura 4 ilustra un ejemplo de los anchos de banda de los elementos de un sistema de audio según algunas realizaciones de la invención.

5

Descripción detallada de algunas realizaciones de la invención

La siguiente descripción se centra en realizaciones de la invención aplicables a un sistema de sonido envolvente que comprende tres o más canales espaciales. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación sino que puede aplicarse a muchos otros sistemas incluyendo, por ejemplo, sistemas estéreo.

10

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de audio según algunas realizaciones de la invención.

El sistema comprende un conjunto de altavoces 101-109 satélite dispuestos en una configuración envolvente. En el sistema, cada uno de los altavoces 101-109 satélite está dispuesto para radiar ondas de sonido que representan un canal espacial de una señal envolvente de cinco canales. Específicamente, un altavoz 101 puede representar un canal central, otro altavoz 103 la señal frontal izquierda, otro altavoz 105 la señal trasera izquierda, otro altavoz 107 la señal frontal derecha y otro altavoz 109 la señal trasera derecha.

15

En el sistema, la experiencia de audio de sonido envolvente generada se soporta además por un altavoz 111 principal que radia una señal de sonido generada combinando las señales desde los canales espaciales individuales. Por tanto, mientras que las señales de sonido radiadas desde los altavoces 101-109 satélite individuales corresponden a un canal espacial individual del sistema multicanal, la señal de sonido radiada desde el altavoz 111 principal es una señal común que específicamente puede comprender las señales desde todos los canales espaciales.

20

25

El sistema de audio de la figura 1 comprende un receptor 113 que recibe la señal multicanal desde una fuente que puede ser una fuente externa o interna. Además, la señal multicanal puede ser una señal en tiempo real de flujo continuo o puede recuperarse a partir de una memoria de señales que específicamente puede ser un medio de almacenamiento tal como un disco compacto (CD) o disco versátil digital (DVD).

30

La señal multicanal se alimenta a un primer controlador 115 de altavoz que está dispuesto para generar señales de control para los altavoces 101-109 satélite. Específicamente, el primer controlador 115 de altavoz procesa cada uno de los canales independientemente y por separado de los demás canales. Cada uno de los canales de la señal multicanal se filtra específicamente mediante un procesador 117 de filtro del primer controlador 115 de altavoz para reducir el ancho de banda. Específicamente, se introduce un filtrado paso alto para limitar el ancho de banda (que a continuación, en el presente documento, se denomina ancho de banda de altavoz satélite) de la respuesta de frecuencia experimentada por cada señal de canal espacial a un ancho de banda de alta frecuencia. En el ejemplo, cada señal de canal espacial filtrada se amplifica a continuación individualmente mediante un conjunto de monoamplificadores 121 antes de alimentarse directamente a un único altavoz 101-109 satélite espacial.

35

40

La señal multicanal se alimenta además a un segundo controlador 121 de altavoz que está acoplado al receptor 113 y el altavoz 111 principal y está dispuesto para generar una señal de control para el altavoz 111 principal.

45

La señal principal se genera combinando dos o más de los canales espaciales, y específicamente en el ejemplo, combinando las señales de todos los canales espaciales para dar una única señal. La respuesta de frecuencia del segundo controlador 121 de altavoz tiene además un ancho de banda (denominado a continuación en el presente documento ancho de banda de altavoz principal) que en el ejemplo incluye frecuencias inferiores a las de los anchos de banda de altavoz satélite.

50

Específicamente, en el sistema los anchos de banda de altavoz satélite están limitados a un ancho de banda de aproximadamente 1 kHz y hacia arriba mientras que el ancho de banda de los canales de audio por debajo de 1 kHz está cubierto predominantemente por el ancho de banda de altavoz principal. Más específicamente, los anchos de banda de altavoz satélite tienen una frecuencia de corte inferior que es superior a 950 Hz para una atenuación de ganancia de 3 dB en relación con una ganancia promedio para una banda de frecuencia que se extiende 1 kHz por encima de la frecuencia de corte inferior. Por tanto, la frecuencia de corte inferior corresponde a la frecuencia a la que la ganancia ha caído 3 dB en relación con la ganancia promedio para un ancho de banda de 1 kHz del paso banda del segundo controlador 121 de altavoz (considerándose que el paso banda comienza a la frecuencia de corte inferior).

55

60

Limitando las señales alimentadas a los altavoces 101-109 satélite a frecuencias por encima de aproximadamente 1 kHz pueden relajarse sustancialmente los requisitos para los altavoces 101-109 satélite. En particular, esto puede permitir el uso de elementos de altavoz sustancialmente más pequeños y/o puede permitir el uso de elementos de altavoz sustancialmente más eficaces. Por ejemplo, pueden usarse altavoces de alta frecuencia muy eficaces y de alta eficacia. Esto puede reducir además sustancialmente los niveles de potencia requeridos para controlar los altavoces 101-109 satélite para un nivel de sonido dado. Por ejemplo, esto puede ser suficiente para permitir el uso

65

de unidades de altavoz y amplificador de potencia integradas que pueden controlarse de manera práctica mediante una fuente de alimentación por batería.

El ancho de banda de la señal por debajo de los anchos de banda de altavoz satélite (es decir por debajo de 1 kHz) se maneja en el ejemplo específico mediante la señal de sonido combinada radiada desde el altavoz 111 principal. Por tanto, en el sistema una parte sustancial del espectro de audio para los canales individuales no se proporciona por los altavoces 101-109 satélite individuales para el canal sino más bien por una señal combinada radiada desde una ubicación de altavoz. Esto puede garantizar que la degradación percibida de limitar los altavoces 101-109 satélite a frecuencias muy altas pueda reducirse sustancialmente.

En el ejemplo específico, el ancho de banda de altavoz principal es mayor que el ancho de banda de altavoz satélite aunque se solapa con el mismo. Específicamente, el segundo controlador 121 de altavoz puede no incluir ningún filtrado en la banda de audio y por tanto, el ancho de banda de altavoz principal puede ser un ancho de banda completo.

La figura 2 ilustra un ejemplo de posibles anchos de banda en el sistema de la figura 1. Específicamente, la figura 2 ilustra un posible ancho 201 de banda de altavoz principal y ancho 203 de banda de altavoz satélite para un escenario en el que el ancho 203 de banda de las señales de canal espacial se reduce para los altavoces 101-109 satélite mediante filtrado paso alto. Se apreciará que en otras realizaciones, los anchos de banda de frecuencia pueden no solaparse. Por ejemplo, la frecuencia de corte superior del ancho 201 de banda de altavoz principal puede corresponder sustancialmente a la frecuencia de corte inferior del ancho 203 de banda de altavoz satélite.

En el ejemplo específico de la figura 1, una primera banda de frecuencia (f_3 a f_1) está soportada sustancialmente por la radiación de sonido sólo desde el altavoz 111 principal. Esta banda de frecuencia corresponde a la banda de frecuencia dentro del ancho de banda de altavoz principal pero no dentro del ancho de banda de altavoz satélite. Una segunda banda de frecuencia (por encima de f_1) está soportada por la radiación de sonido tanto desde el altavoz 111 principal como desde los altavoces 109-111 satélite. Esta banda de frecuencia corresponde a frecuencias tanto dentro del ancho 203 de banda de altavoz satélite como del ancho 201 de banda de altavoz principal.

En algunas realizaciones, una tercera banda de frecuencia (por ejemplo que comprende frecuencias muy altas, tales como frecuencias por encima de, por ejemplo, 5 kHz) correspondiente a frecuencias en el ancho 203 de banda de altavoz satélite pero no en el ancho 201 de banda de altavoz principal puede estar soportada sólo por los altavoces 101-109 satélite. Sin embargo, en otras realizaciones, el altavoz 111 principal puede soportar todas las frecuencias también soportadas por los altavoces 101-109 satélite.

En la segunda banda de frecuencia, denominada a continuación en el presente documento banda compartida, el sonido que alcanza a un oyente se genera tanto desde el altavoz 111 principal como los altavoces 101-109 satélite. Por tanto, en la banda de frecuencia compartida, puede conseguirse un nivel de sonido dado con un nivel de señal reducido para los altavoces 101-109 satélite en comparación con una situación en la que las señales sólo se generan por los altavoces 101-109 satélite.

En el sistema, se introduce además un retardo relativamente pequeño para la señal de control para el altavoz 111 principal. El retardo puede introducirse, por ejemplo, retardando la señal de control de altavoz principal después de combinar las señales de canal espacial o por ejemplo, puede conseguirse retardando las señales de canal espacial antes de su combinación. Específicamente, en el sistema, el segundo controlador 121 de altavoz comprende un combinador 123 que suma las señales de canal espacial individuales para dar una única monoseñal combinada. El combinador 123 está acoplado a un procesador 125 de retardo que está dispuesto para retardar la monoseñal combinada antes de que se alimente al altavoz 111 principal.

En el sistema, el sonido radiado del altavoz 111 principal se retarda en relación con los altavoces 101-109 satélite de modo que el sonido desde cualquiera de los altavoces 101-109 satélite alcanza al/a los oyente(s) antes que el sonido desde el altavoz 111 principal. Específicamente, cualquier frente de onda para un objeto de sonido proporcionado tanto en el altavoz 111 principal como en uno de los altavoces 101-109 satélite alcanzará en primer lugar al/a los oyente(s) del altavoz satélite y posteriormente del altavoz 111 principal (por ejemplo el altavoz 111 principal y los altavoces 101-109 satélite pueden proporcionar diferentes frecuencias del frente de onda).

Este enfoque puede usarse para garantizar que aunque el sonido que alcanza al usuario se genere desde los altavoces 101-109 satélite individuales y desde un altavoz 111 principal, la percepción espacial la denominará la ubicación de los altavoces 101-109 satélite. Por tanto, el impacto del altavoz 111 principal sobre la percepción espacial puede reducirse sustancialmente. Específicamente, el sistema puede aprovechar el efecto Haas para mantener la percepción espacial a pesar de que parte de la señal se genere realmente por un altavoz compartido ubicado en una posición diferente a desde donde debe percibirse que procede el sonido.

El efecto Haas es un efecto psicoacústico relacionado con un grupo de fenómenos de audición conocido como efecto de precedencia o ley del primer frente de onda. Estos efectos, junto con (una) reacción/reacciones

sensorial/es a otras diferencias físicas (tales como diferencias de fase) entre sonidos percibidos, son responsables de la capacidad de los oyentes con dos oídos para localizar con precisión sonidos procedentes de su alrededor.

5 Cuando dos sonidos idénticos (es decir ondas de sonido idénticas de la misma intensidad percibida) se originan desde dos fuentes a diferentes distancias del oyente, el sonido creado en la ubicación más próxima se oye (llega) primero. Para el oyente, esto crea la impresión de que el sonido procede de esa ubicación solamente debido a un fenómeno que puede describirse como "inhibición sensorial involuntaria" en la que se suprime la percepción de llegadas posteriores.

10 Por tanto, en una realización en la que la banda de frecuencia de hasta aproximadamente 1 kHz (o superior) está cubierta predominantemente por la radiación de una única señal combinada desde una ubicación (el altavoz 111 principal) y la banda de frecuencia desde aproximadamente 1 kHz (o superior) está cubierta predominantemente por la radiación de las señales individuales desde diferentes ubicaciones (los altavoces 101-109 satélite), a las señales individuales desde las diferentes ubicaciones se les dará un peso perceptivo espacial superior por el oyente.
15 Por tanto, mientras que una parte grande de la información espacial se elimina mediante la combinación de frecuencias por debajo de 1 kHz (o superior), esto se mitiga sustancialmente. De hecho, esto se consigue a pesar de que la información espacial se elimine de una banda de frecuencia que es normalmente significativa para la percepción espacial.

20 En el ejemplo específico de la figura 1 en el que se usan frecuencias solapadas, todo el espectro de frecuencias para todas las señales espaciales multicanal entrantes se reproduce por un altavoz 111 principal, de banda ancha. Este altavoz puede ser relativamente grande para garantizar una alta calidad y/o la posibilidad de proporcionar altos niveles de sonido. Por ejemplo, el altavoz 111 principal puede tener el tamaño de un altavoz HiFi convencional, típico. Por tanto, en el ejemplo el altavoz principal es un altavoz de ancho de banda completo que cubre todo el
25 ancho de banda de audio con una calidad razonable. Por ejemplo, el altavoz 111 principal puede tener un ancho de banda de 3 dB que supere el intervalo de desde 100 Hz hasta 6 kHz. El altavoz 111 principal puede colocarse centrado en la fase de sonido prevista y puede proporcionar específicamente una imagen de sonido que llena la sala, bastante difusa.

30 Además, en el sistema, los canales espaciales individuales también se reproducen parcialmente mediante los altavoces 101-109 satélite que específicamente son unidades satélite de alta frecuencia en miniatura (por ejemplo que usan altavoces de agudos como transductores) distribuidos en la sala en ubicaciones para proporcionar la experiencia de sonido espacial. Los altavoces 101-109 satélite sólo producen sonido en un ancho de banda limitado que además puede compartirse con el altavoz 111 principal de modo que el sonido que alcanza al oyente para este
35 ancho de banda compartido es una señal mezclada que comprende componentes de señal correspondientes tanto desde el altavoz 111 principal como desde los altavoces 101-109 satélite. Por tanto, los altavoces 101-109 satélite pueden ser altavoces de ancho de banda reducido que sólo son adecuados para generar un nivel de calidad/sonido por encima de un umbral dado en un ancho de banda secundario de la gama de ancho de banda de audio.

40 Por tanto, en el sistema, los altavoces 101-109 satélite de alta frecuencia reproducen la parte superior del espectro de cada canal espacial individual. Además, en el ejemplo específico también se proporciona una contribución a la parte superior del espectro mediante el altavoz 111 principal además de la reproducción de las partes inferiores del espectro de los canales espaciales. Específicamente, la señal de alimentación para el altavoz 111 principal se genera como la suma de todas las señales de canal espacial que a continuación se retarda en relación con las
45 componentes de señal correspondientes en los canales espaciales. El retardo puede ser específicamente de modo que en cualquier posición de escucha relevante, el primer frente de onda entrante para un objeto de sonido sea desde el altavoz satélite correspondiente en lugar de desde el altavoz 111 principal.

50 Por consiguiente, el efecto Haas garantiza que la dirección de sonido percibido para el objeto de sonido se determine predominantemente mediante la señal desde los altavoces 101-109 satélite en lugar de la componente recibida desde el altavoz 111 principal.

Como los altavoces 101-109 satélite sólo necesitan producir a una gama de frecuencias superior y además sólo necesitan producir un nivel de sonido relativamente inferior que para los sistemas convencionales, pueden usarse
55 transductores de sonido más eficaces y más pequeños para estos altavoces. En particular, en lugar de usar altavoces de banda ancha y por tanto de baja eficacia (normalmente de unos 75 dB/1W/1m), el enfoque permite el uso de altavoces 101-109 satélite de alta eficacia y muy pequeños. Específicamente, los altavoces 101-109 satélite pueden usarse sólo para frecuencias superiores a 1 kHz y pueden implementarse usando altavoces de agudos de alta eficacia, en miniatura, con imán de neodimio. La alta eficacia que puede conseguirse con tales altavoces
60 (superior a 84 dB SPL/1W/1m y normalmente de 90 dB SPL/1W/1m o más) permite reducir la potencia de control a los altavoces 101-109 satélite muy sustancialmente. Ésta puede reducirse incluso adicionalmente en el ejemplo en el que el altavoz 111 principal proporciona un refuerzo adicional de la señal de audio en la banda de frecuencia compartida. De hecho, el sistema permite una implementación práctica de sistemas en la que cada altavoz satélite es un único sistema de transductor de sonido y amplificador autónomo, inalámbrico, operado por batería. Por tanto,
65 puede conseguirse una implementación de sonido envolvente en la que el sistema de altavoz principal (por ejemplo que comprende la funcionalidad de control y el propio altavoz 111 principal) puede colocarse centrado y acoplado a

una fuente de alimentación (por ejemplo la red eléctrica) mientras que cada altavoz satélite puede implementarse como caja autónoma muy pequeña que no necesita tener ninguna conexión por cable externa en absoluto.

Se apreciará que en algunas realizaciones, sólo algunos de los canales espaciales pueden estar soportados por el altavoz principal mientras que otros canales espaciales pueden posiblemente no estar soportados por el altavoz principal. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los canales frontales izquierdo y derecho pueden estar soportados por el altavoz 111 principal mientras que los canales envolventes izquierdo y derecho pueden no estar soportados por el altavoz 111 principal. También se apreciará que en algunas realizaciones, no todos los canales espaciales están soportados por un altavoz 101-109 satélite separado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el canal central puede estar soportado sólo por el altavoz 111 principal (que normalmente estará ubicado centrado) y no se soportará adicionalmente por un altavoz 101 satélite individual.

Se apreciará que los anchos de banda exactos de las diferentes señales y el valor exacto del retardo para la señal del altavoz 111 principal pueden optimizarse para las preferencias y requisitos de la realización individual. También se apreciará que puede usarse cualquier criterio adecuado para determinar los anchos de banda. Por ejemplo, el ancho de banda de los controladores 115, 121 de altavoz primero y segundo puede determinarse como banda de frecuencia en la que la ganancia del controlador está por encima de un umbral dado como desfase con respecto a la ganancia de la frecuencia que tiene la mayor ganancia. Por ejemplo, el ancho de banda puede darse como banda de frecuencia por encima de una frecuencia de corte inferior y por debajo de una frecuencia de corte superior donde la frecuencia de corte se da como frecuencia en la que la ganancia ha caído por un valor de X dB en relación con la ganancia máxima o promedio dentro del ancho de banda de frecuencia. El valor X puede ser, por ejemplo, de 3 dB ó 6 dB. Se usa el mismo criterio de ancho de banda tanto para el primer como para el segundo controlador 115, 121 de altavoz.

La frecuencia de corte inferior del segundo ancho de banda es superior a 950 Hz cuando la frecuencia de corte inferior se define como la frecuencia para la que hay una atenuación de ganancia de 3 dB en relación con una ganancia promedio para la banda de frecuencia que se extiende 1 kHz por encima de la frecuencia de corte inferior.

En muchas realizaciones, el ancho de banda de frecuencia para la señal de alimentación del altavoz principal (es decir del segundo controlador 121 de altavoz) es ventajosamente bastante grande y específicamente tiene una frecuencia de corte inferior de 3 dB por debajo de 350 Hz y una frecuencia de corte superior de 3 dB por encima de 850 Hz. Esto puede garantizar que la señal de audio generada por el altavoz 111 principal tenga una calidad de audio elevada. En particular, puede permitir que las componentes de frecuencia inferior de todos los canales espaciales se reproduzcan de manera eficaz mientras que también se garantiza que el altavoz 111 principal proporciona una contribución sustancial a la reproducción de los canales espaciales a las frecuencias superiores. En muchas realizaciones, puede ser ventajoso tener un ancho de banda incluso más grande. En particular, la frecuencia de corte inferior de 3 dB puede estar en muchas realizaciones ventajosamente por debajo de 300 Hz, 200 Hz o incluso 100 Hz. Además, la frecuencia de corte superior de 3 dB puede estar en muchas realizaciones ventajosamente por encima de 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz, 8 kHz o incluso 10 kHz.

En muchas realizaciones, el ancho de banda de frecuencia para las señales de alimentación de altavoz satélite (es decir de cada canal del primer controlador 115 de altavoz) es ventajosamente bastante grande aunque está limitado a una banda de frecuencia superior y no cubre frecuencias inferiores. En particular, la frecuencia de corte inferior de 3 dB está ventajosamente al menos por encima de 300 Hz. De hecho, la frecuencia de corte inferior de 3 dB puede estar en muchas realizaciones ventajosamente por encima de 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz, 800 Hz o incluso 1 kHz. Limitando el ancho de banda a las frecuencias superiores, pueden relajarse los requisitos para los altavoces 101-109 satélite y en particular puede permitir el uso de altavoces pequeños y altamente eficaces para los canales espaciales.

Además, en muchas realizaciones, el ancho de banda de frecuencia para las señales de alimentación de altavoz satélite (es decir de cada canal del primer controlador 115 de altavoz) se extiende ventajosamente hasta frecuencias relativamente altas. En particular, en muchas realizaciones el ancho de banda puede no limitarse activamente sino más bien el primer controlador 115 de altavoz puede comprender sólo filtrado paso alto. Por tanto, en muchas realizaciones, la frecuencia de corte superior de 3 dB para este ancho de banda es de al menos 5 kHz y posiblemente al menos 6 kHz, 7 kHz, 8 kHz o incluso 10 kHz.

Además, los anchos de banda de frecuencia de los controladores 115, 121 de altavoz primero y segundo se disponen de modo que el solapamiento entre los anchos de banda es bastante sustancial garantizando de este modo que la contribución del altavoz 111 principal a la percepción de los canales espaciales por el oyente sea sustancial. En particular, el solapamiento de frecuencia de 3 dB es de al menos 2 kHz aunque en otras realizaciones puede ser de al menos 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz o incluso 8 kHz.

También se apreciará que el retardo puede ajustarse de manera diferente en diferentes realizaciones. Normalmente el retardo se ajustará lo suficientemente alto para garantizar que el sonido desde los altavoces 101-109 satélite alcance al oyente antes que el sonido correspondiente desde el altavoz 111 principal. En muchas realizaciones, esto se consigue ajustando el retardo superior al tiempo que tarda el sonido en desplazarse la distancia máxima entre el

altavoz 111 principal y cualquiera de los altavoces 101-109 satélite. En la mayoría de realizaciones, el retardo se ajustará por encima de al menos 0,5 ms para conseguir un rendimiento atractivo y en muchas realizaciones un retardo mínimo de 1 ms, 2 ms, 3 ms ó 4 ms proporcionará un rendimiento ventajoso.

5 En muchas realizaciones, el retardo se ajusta lo suficientemente alto para garantizar que las componentes de sonido desde los altavoces 101-109 satélite se reciben antes que las componentes correspondientes desde el altavoz 111 principal mientras que al mismo tiempo se reduce lo máximo posible para reducir el impacto de percepción del retardo. Específicamente, el retardo se mantiene ventajosamente en muchas realizaciones por debajo de 30 ms puesto que el efecto Haas tiende a reducir retardos superiores dando como resultado que las componentes de
10 sonido retardadas se perciban de manera creciente como ecos separados.

En algunas realizaciones, el retardo puede ser un parámetro de diseño fijo o, por ejemplo, puede ajustarse por una entrada de usuario. En otras realizaciones, el sistema puede comprender una funcionalidad para calibrar el retardo de manera automática o semiautomática.

15 La figura 3 ilustra el sistema de audio de la figura 1 que comprende además la funcionalidad para calibrar el retardo del procesador 125 de retardo. Específicamente, el sistema de audio comprende un controlador 301 de calibración que está acoplado al procesador 125 de retardo y que está acoplado además a una entrada 303 de micrófono que en sí está acoplada a un micrófono 305 externo.

20 El micrófono 305 puede ubicarse en una posición de escucha deseada para la cual debe calibrarse el retardo. La señal de micrófono se alimenta a la entrada 303 de micrófono que amplifica y filtra la señal antes de su alimentación al controlador 301 de calibración.

25 El sistema de audio comprende además un generador 307 de señal de prueba que está acoplado al controlador 301 de calibración y el receptor 113. Durante un proceso de calibración, el controlador 301 de calibración controla el generador 301 de señal de prueba para inyectar una señal de prueba diferente en cada uno de los canales espaciales. Las señales de prueba se alimentan por consiguiente a los altavoces 101-109 satélite. Además, el procesador 309 de calibración puede ajustar el retardo del procesador 125 de retardo a un valor máximo, tal como
30 por ejemplo 40 ms.

Entonces el procesador 309 de calibración puede evaluar la señal de micrófono recibida y puede realizar una correlación entre la señal de micrófono y las versiones retardadas de cada señal de prueba. Entonces se comparan los valores de correlación para diferentes valores del retardo de cada señal de prueba para encontrar dos valores
35 pico para cada señal de prueba. Para cada señal de prueba, el retardo para el primer valor pico de correlación corresponderá al retardo desde el altavoz 101-109 satélite correspondiente hasta el micrófono 305. El retardo para el segundo valor pico de correlación corresponderá al retardo desde el altavoz 111 principal hasta el micrófono 305 (normalmente será de alrededor de 40 ms posterior al primer valor pico de correlación debido al gran retardo introducido por el procesador 125 de retardo).

40 Por tanto, el enfoque permite que se determine un retardo desde cada altavoz 101-109 satélite a la posición de escucha. Estos retardos pueden compararse para identificar el retardo máximo. Además, se determina el retardo desde el altavoz 111 principal a la posición de escucha (por ejemplo, pueden promediarse los retardos para las señales de prueba individuales). Luego puede determinarse una diferencia de retardo restando el retardo para el
45 altavoz 111 principal del retardo máximo para un altavoz 101-109 satélite y el retardo resultante puede considerarse el retardo mínimo para el procesador 125 de retardo que garantizará que las componentes de sonido desde los altavoces 101-109 espaciales alcancen la posición de escucha antes que las componentes de sonido desde el altavoz 111 principal. Normalmente el procesador 301 de calibración ajustará el retardo del procesador 125 de retardo con un margen adecuado. Por ejemplo, el retardo del procesador 125 de retardo puede ajustarse dos ms
50 superior al valor mínimo determinado.

Se apreciará que pueden usarse otros procesos de calibración. Por ejemplo, en vez de una inyección paralela simultánea de señales de prueba a los canales espaciales, puede usarse una señal de calibración en la que una
55 señal de prueba se alimenta secuencialmente a cada uno de los canales espaciales mientras que los demás canales espaciales se mantienen en silencio.

Se apreciará que alternativa o adicionalmente puede usarse el mismo enfoque para ajustar los niveles de salida relativos para el altavoz 111 principal en relación con uno o más de los altavoces satélite. Por tanto, el controlador 309 de calibración puede medir el nivel de señal de micrófono para las señales de prueba individuales y puede usar
60 esto para ajustar la ganancia para el altavoz 101-111 individual de modo que se consiga una relación deseada en la escucha. Por ejemplo, las ganancias pueden ajustarse de modo que el nivel de audio medido por el micrófono 305 sea el mismo para todos los altavoces 101-111. Esto puede permitir por ejemplo una adaptación automatizada o semiautomatizada para el escenario de implementación específico. Por ejemplo, puede compensar el altavoz 111 principal que está ubicado más cerca del oyente que los altavoces 101-109 satélite.

En el ejemplo específico, el altavoz 111 principal es un altavoz de ancho de banda completo que cubre toda la gama de frecuencias. Sin embargo, en otras realizaciones el altavoz 111 principal puede complementarse por un altavoz de baja frecuencia destinado específicamente a reproducir frecuencias bajas a un nivel de sonido y/o calidad elevado. Por tanto, en algunas realizaciones, el sistema de audio puede estar dispuesto además para generar señales de mejora de baja frecuencia que pueden alimentarse a un altavoz de graves.

Específicamente, la señal de mejora de baja frecuencia puede generarse combinando un filtrado paso bajo de los canales espaciales antes de amplificar y alimentar éstos al altavoz de graves. Como ejemplo específico, la salida del combinador 123 también puede alimentarse a un filtro paso bajo alimentándose la señal de salida de este filtro paso bajo al altavoz de graves.

Además, en una realización de este tipo, a la señal combinada se le puede aplicar un filtrado paso alto antes de alimentarse al procesador 125 de retardo. Por tanto, una realización de este tipo puede dar como resultado un sistema en el que una banda de baja frecuencia está soportada predominantemente por el altavoz de graves, una banda de frecuencia superior pero aún baja está soportada tanto por el altavoz de graves como el altavoz 111 principal, una banda de gama media está soportada sólo por el altavoz 111 principal y una banda de gama alta está soportada tanto por el altavoz 111 principal como los altavoces 101-109 satélite. Un ejemplo de este tipo está ilustrado en la figura 4 que además de la figura 2 también ilustra una banda 401 de baja frecuencia soportada por el altavoz de graves.

En el ejemplo específico, el altavoz 111 principal y/o el primer controlador 121 de altavoz está dispuesto para radiar una señal de sonido difuso para la señal combinada desde la pluralidad de altavoces 101-109 satélite. Por tanto, el funcionamiento del sistema está dispuesto de modo que la señal de sonido se difunda en relación con una radiación directa desde la ubicación del altavoz 111 principal hasta la posición de escucha.

En algunas realizaciones, el altavoz 111 principal puede comprender específicamente una pluralidad de elementos de altavoz. Por ejemplo, pueden disponerse dos elementos de altavoz en una configuración dipolo de modo que la señal de sonido generada se radie en predominantemente dos haces de audio diferentes. Estos haces de audio por ejemplo pueden alejarse de una línea directa desde el altavoz 111 principal hasta la posición de escucha. Específicamente, la configuración dipolo puede proporcionar un patrón de directividad radiado que tiene dos direcciones principales (correspondientes a dos haces de audio) que se dirigen lateralmente aumentando así el impacto de las señales de audio reflejadas que alcanzan la posición de escucha en relación con señales de audio directas.

Como otro ejemplo, el altavoz 111 principal puede comprender una disposición de elementos de altavoz y el primer controlador 121 de altavoz puede estar dispuesto para realizar una modelación de haz de audio de modo que la señal de audio combinada se radie en una pluralidad de haces en la que cada haz tiene una dirección diferente. La modelación de haz específica por ejemplo puede adaptarse dinámicamente al entorno de audio específico. Por ejemplo, la dirección de los haces puede ajustarse dependiendo de la distancia y el ángulo con respecto a las paredes que pueden reflejar el sonido hacia la posición de escucha.

Por tanto, en algunas realizaciones, la señal de sonido combinada en el ancho de banda de altavoz principal se alimenta a una pluralidad de elementos de altavoz y/o se radia en una pluralidad de haces de audio de modo que se consigue una difusión aumentada de la señal. Por consiguiente, la señal de sonido combinada alcanzará al oyente desde varios ángulos diferentes proporcionando así una impresión espacial difusa. Por tanto, mediante el uso de una radiación de sonido difuso para la señal combinada desde el altavoz 111 principal, la contribución de esta señal a la percepción espacial de los canales individuales puede reducirse adicionalmente dando como resultado así una experiencia de usuario mejorada.

Se apreciará que la descripción anterior por motivos de claridad ha descrito realizaciones de la invención con referencia a diferentes procesadores y unidades funcionales. Sin embargo, será evidente que puede usarse cualquier distribución de funcionalidad adecuada entre diferentes procesadores o unidades funcionales sin apartarse de la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada que va a realizarse mediante procesadores o controladores separados puede realizarse mediante los mismos procesadores o controladores. Por tanto, las referencias a unidades funcionales específicas sólo deben observarse como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita en vez de ser indicativas de una estructura u organización lógica o física estricta.

La invención puede implementarse de cualquier forma adecuada incluyendo hardware, software, *firmware* o cualquier combinación de éstos. La invención puede implementarse opcionalmente al menos parcialmente como software informático que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señal digital. Los elementos y componentes de una realización de la invención pueden implementarse de manera física, funcional y lógica de cualquier manera adecuada. De hecho, la funcionalidad puede implementarse en una única unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales. Como tal, la invención puede implementarse en una única unidad o puede distribuirse física y funcionalmente entre diferentes unidades y procesadores.

Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con algunas realizaciones, no se pretende limitarla a la forma específica expuesta en el presente documento. En cambio, el alcance de la presente invención se limita sólo por las reivindicaciones adjuntas. Adicionalmente, aunque pueda parecer que se describe una característica en conexión con realizaciones particulares, un experto en la técnica reconocerá que pueden combinarse diversas características de las realizaciones descritas según la invención. En las reivindicaciones, la expresión que comprende no excluye la presencia de otros elementos o etapas.

Además, aunque estén individualmente enumerados, una pluralidad de medios, elementos o etapas de métodos pueden implementarse mediante por ejemplo una única unidad o procesador. Adicionalmente, aunque puedan incluirse características individuales en diferentes reivindicaciones, éstas posiblemente pueden combinarse ventajosamente, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea viable y/o ventajosa. La inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones tampoco implica una limitación a esta categoría sino que más bien indica que la característica puede aplicarse igualmente a otras categorías de reivindicación según sea apropiado. Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que deban realizarse las características y en particular el orden de etapas individuales en una reivindicación de método no implica que las etapas deban realizarse en este orden. En cambio, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por tanto, las referencias a "un", "una", "primero", "segundo", etc. no descartan una pluralidad. Los símbolos de referencia en las reivindicaciones que se proporcionan meramente como ejemplo de aclaración no se interpretarán de ninguna manera como limitativos del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de audio para proporcionar una señal multicanal, comprendiendo el aparato:
 - 5 medios (113) para recibir la señal multicanal;
 - primeros medios (121) de alimentación para generar una primera señal de control para un primer emisor (111) de sonido combinando señales de una pluralidad de canales de la señal multicanal, teniendo la primera señal de control una contribución de componente de señal a partir de un primer ancho de banda de cada canal de la señal multicanal;
 - 10 segundos medios (115) de alimentación para generar segundas señales de control para un conjunto de segundos emisores (101-109) de sonido, generándose cada una de las segundas señales de control a partir de una única señal de canal de un canal de la señal multicanal en un segundo ancho de banda que tiene una frecuencia de corte inferior que es superior a una frecuencia de corte inferior del primer ancho de banda; y
 - 15 medios (125) para introducir un retardo para al menos una componente de señal de la primera señal de control en relación con al menos una segunda señal de control correspondiente; y
 - 20 en el que la frecuencia de corte inferior del segundo ancho de banda es superior a 950 Hz para una atenuación de ganancia de 3 dB en relación con una ganancia promedio para una banda de frecuencia que se extiende 1 kHz por encima de la frecuencia de corte inferior.
2. Sistema de audio según la reivindicación 1, que comprende además:
 - 25 el primer emisor (111) de sonido;
 - medios para alimentar la primera señal de control al primer emisor de sonido;
 - 30 el conjunto de segundos emisores (101-109) de sonido; y
 - medios para alimentar una segunda señal de control a cada uno del conjunto de segundos emisores (101-109) de sonido.
3. Sistema de audio según la reivindicación 2, en el que el primer emisor (111) de sonido es un altavoz de ancho de banda completo mientras que los segundos emisores (101-109) de sonido son altavoces de ancho de banda reducido.
4. Sistema de audio según la reivindicación 3, en el que cada uno de los segundos emisores (101-109) de sonido es un altavoz de agudos que tiene una eficacia de al menos 84 dB SPL/1W/1m.
5. Sistema de audio según la reivindicación 2, que comprende además:
 - 45 medios (303) para recibir una señal de micrófono desde un micrófono;
 - medios (301) para determinar un primer retardo de sonido desde el primer emisor de sonido al micrófono en respuesta a la señal de micrófono;
 - 50 medios (301) para determinar al menos un segundo retardo de sonido desde un segundo emisor de sonido al micrófono en respuesta a la señal de micrófono; y
 - medios (301) para determinar el retardo en respuesta al primer retardo de sonido y el segundo retardo de sonido.
6. Sistema de audio según la reivindicación 2, en el que el primer emisor (111) de sonido comprende una pluralidad de elementos emisores de sonido para radiar una señal de sonido para la primera señal de control.
7. Sistema de audio según la reivindicación 2, dispuesto para radiar una señal de sonido desde el primer emisor (111) de sonido para la primera señal de control en una pluralidad de haces de audio en diferentes direcciones.
8. Sistema de audio según la reivindicación 2, dispuesto para radiar una señal de sonido difuso desde el primer emisor (111) de sonido para la primera señal de control.
9. Sistema de audio según la reivindicación 1, en el que el segundo ancho de banda tiene una banda de frecuencia solapada con el primer ancho de banda.

10. Sistema de audio según la reivindicación 1, en el que el primer ancho de banda tiene una frecuencia de corte inferior de 3 dB por debajo de 350 Hz y una frecuencia de corte superior de 3 dB por encima de 800 Hz.
- 5 11. Sistema de audio según la reivindicación 1, en el que el retardo supera un tiempo de desplazamiento de sonido para una distancia máxima entre el primer emisor de sonido y los emisores de sonido.
12. Sistema de audio según la reivindicación 1, en el que el retardo está entre 0,5 ms y 30 ms.
- 10 13. Sistema de audio según la reivindicación 1, que comprende además:
medios para generar una señal de control de baja frecuencia combinando y aplicando un filtrado paso bajo a señales de la pluralidad de canales de la señal multicanal; en el que al menos parte del ancho de banda de la señal de control de baja frecuencia está por debajo de la frecuencia de corte inferior del primer ancho de banda.
- 15 14. Sistema de audio según la reivindicación 1, en el que el sistema de audio es un sistema de audio de sonido envolvente y la pluralidad de canales de la señal multicanal son canales espaciales de sonido envolvente.
- 20 15. Método para proporcionar una señal multicanal, comprendiendo el método:
recibir la señal multicanal;
generar una primera señal de control para un emisor (111) de sonido combinando señales de una pluralidad de canales de la señal multicanal, teniendo la primera señal de control una contribución de componente de señal a partir de un primer ancho de banda de cada canal de la señal multicanal;
25 generar segundas señales de control para una pluralidad de emisores (101-109) de sonido, generándose cada una de las segundas señales de control a partir de una única señal de canal de un canal de la señal multicanal en un segundo ancho de banda que tiene una frecuencia de corte inferior superior a una frecuencia de corte inferior del primer ancho de banda; e
30 introducir un retardo para al menos una componente de señal de la primera señal de control en relación con al menos una segunda señal de control correspondiente; en el que la frecuencia de corte inferior del segundo ancho de banda es superior a 950 Hz para una atenuación de ganancia de 3 dB en relación con una ganancia promedio para una banda de frecuencia que se extiende 1 kHz por encima de la frecuencia de corte inferior.
35

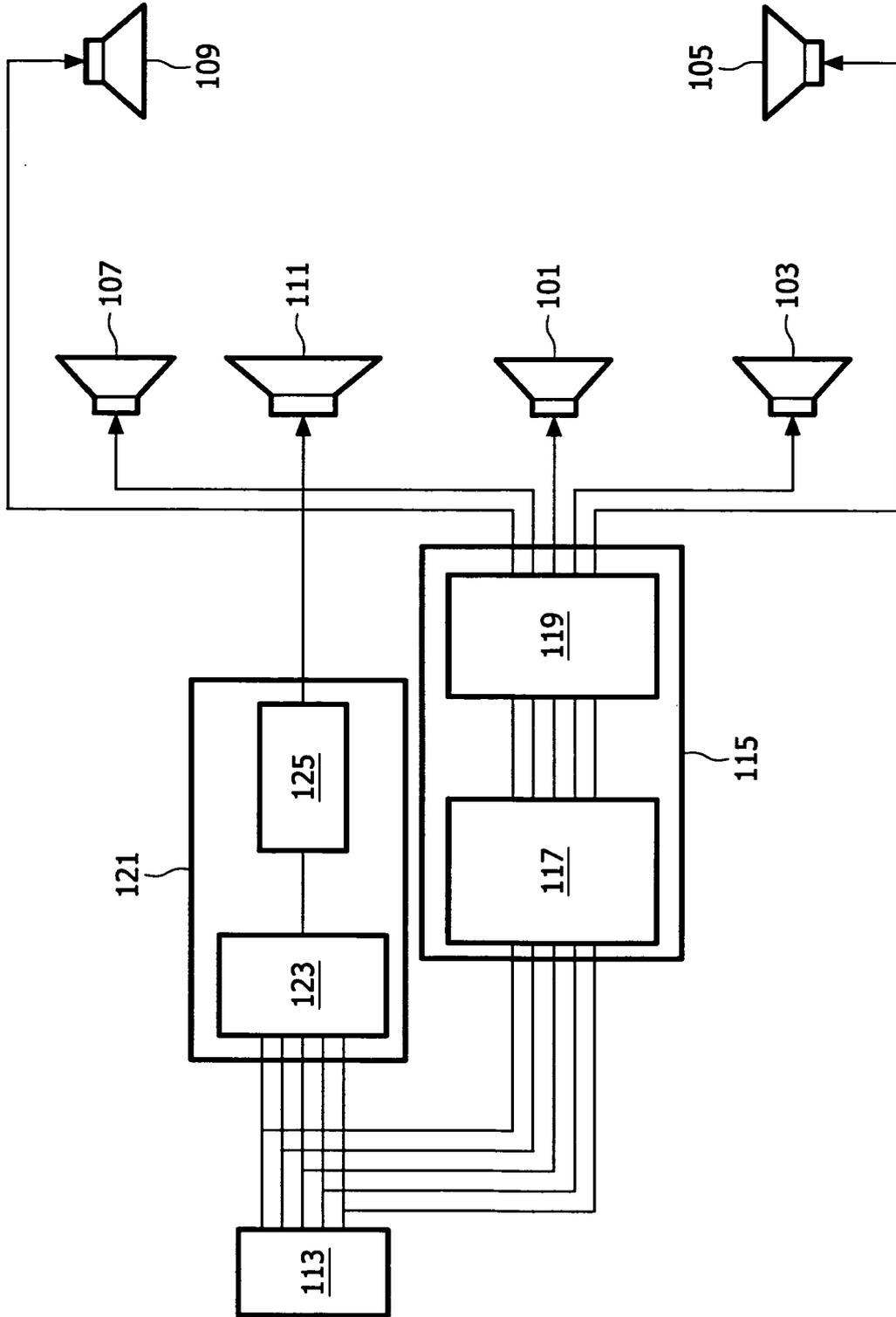


FIG. 1

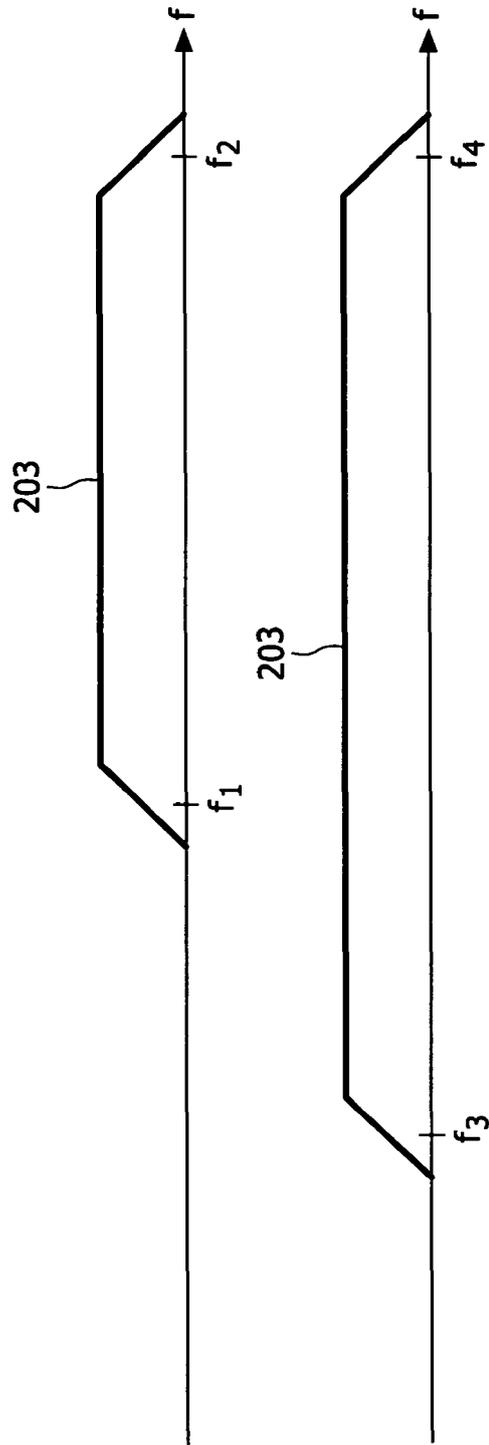


FIG. 2

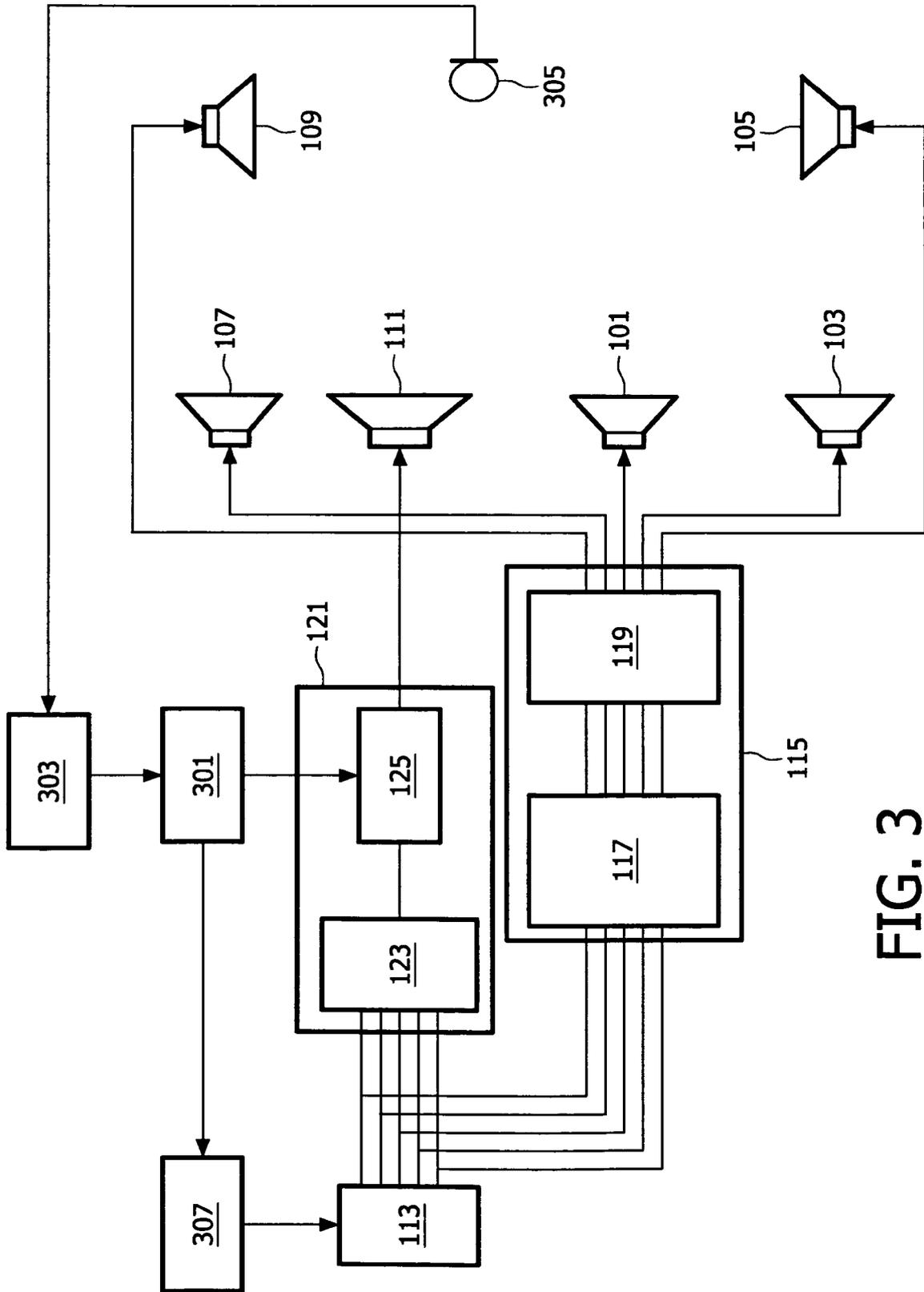


FIG. 3

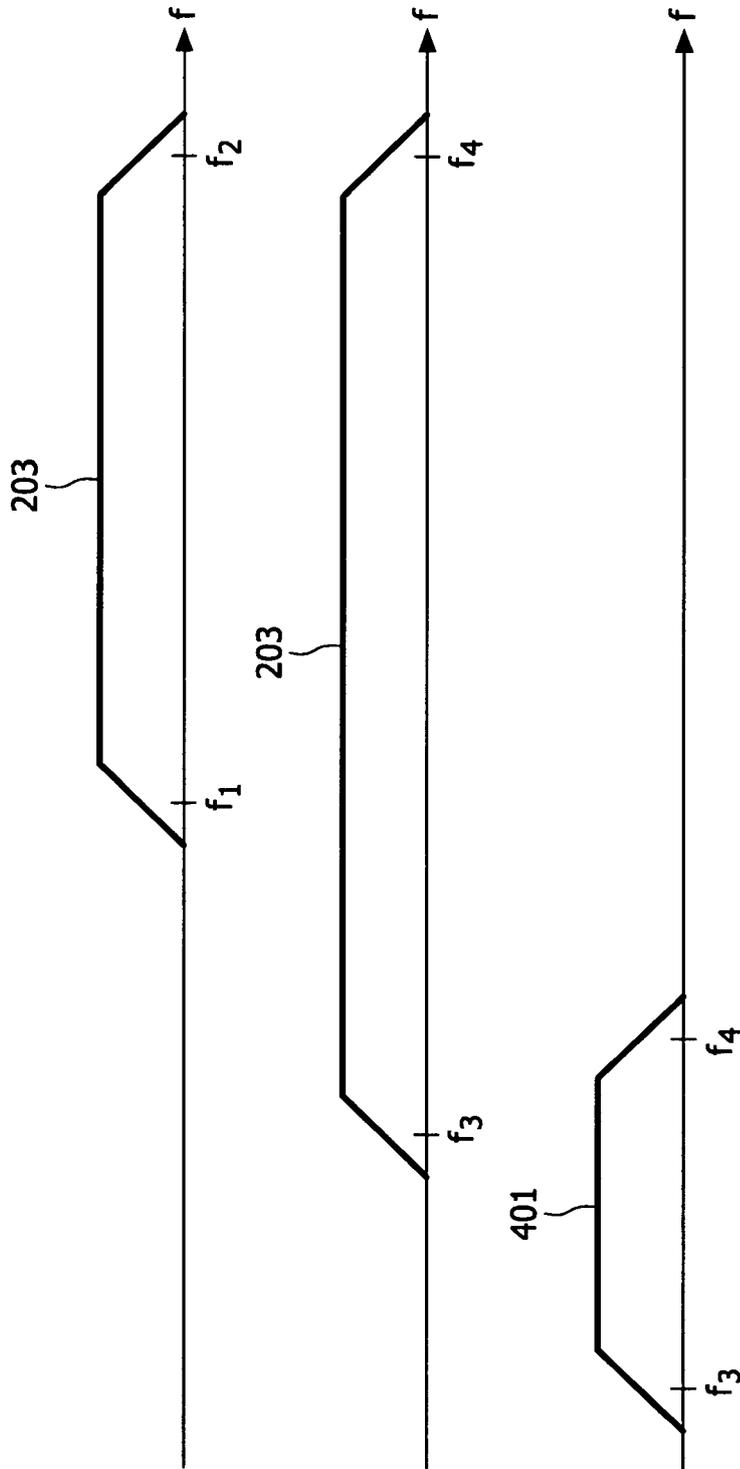


FIG. 4