

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 834 442**

(51) Int. Cl.:
G10K 11/178 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2012 PCT/IB2012/052333**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.11.2012 WO12153294**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2012 E 12782754 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 2707871**

(54) Título: **Sistema y método de control del ruido**

(30) Prioridad:

11.05.2011 US 201161484722 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2021

(73) Titular/es:

**SILENTIUM LTD. (100.0%)
2 Bergman Street, Tamar Science Park
Rehovot, 76703, IL**

(72) Inventor/es:

**CHERKASSKY, DANIEL;
BARATH, JOSSEF y
RUBIN, OFIRA**

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 834 442 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 y método de control del ruido

Antecedentes

El ruido, en general, y el ruido tonal, en particular, son muy molestos. El ruido de baja frecuencia es muy penetrante, recorre distancias muy largas y es difícil de atenuar utilizando las medidas tradicionales de control pasivo.

La tecnología de control pasivo del ruido, que generalmente implica la utilización de materiales absorbentes o divisiones del ruido, cerramientos, barreras y silenciadores, puede ser voluminosa, ineficaz y bastante cara a bajas frecuencias. El control del ruido activo (ANC – Active Noise Control, en inglés), por otro lado, puede ser muy eficaz y relativamente más económico en la reducción del ruido de baja frecuencia.

10 El control del ruido activo (ANC) es una tecnología que utiliza ruido para reducir el ruido. Se basa en el principio de superposición de ondas sonoras. En general, el sonido es una onda que se desplaza en el espacio. Si se puede crear una segunda onda sonora adicional que tenga la misma amplitud, pero una fase opuesta a la primera onda sonora, la primera onda puede ser cancelada totalmente. La segunda onda sonora se denomina "antruido".

15 El documento EP 2119628 da a conocer un dispositivo y un sistema de reducción del ruido que incluye un micrófono, para detectar el ruido emitido por una fuente de ruido, un controlador de ruido, para generar una señal sonora de control para reducir el ruido detectado por el micrófono en base a la información del micrófono, y un altavoz, para emitir un sonido de control en base a la señal sonora de control procedente del controlador de ruido, en el que están dispuestos una pluralidad de micrófonos y altavoces para cada asiento, y están dispuestos una pluralidad de micrófonos en mayor densidad para cada asiento en una dirección específica.

20 El documento de S. M. KUO et al, "ACTIVE NOISE CONTROL: A TUTORIAL REVIEW", Actas del IEEE, IEEE. NUEVA YORK, EE. UU., (199906), vol. 87, nº 6, páginas 943 a 973, da a conocer un algoritmo adaptativo de base para el control del ruido activo en base a un control preventivo de banda ancha de un solo canal.

25 El documento EP 2251860 da a conocer un sistema de control del ruido activo que genera una señal antruido para activar un primer grupo de altavoces que incluye, como mínimo, un altavoz, para producir ondas sonoras que interfieran destructivamente con un sonido no deseado en, como mínimo, una zona silenciosa.

El documento US 7.039.207 da a conocer un sistema de entretenimiento y apaciguamiento para ser utilizado con un asiento de automóvil para niños, que tiene altavoces montados en el asiento de automóvil para niños con una pluralidad de fuentes de audio y un sistema de audio antruido acoplado al asiento de automóvil para niños.

30 El documento WO92/05538 da a conocer un sistema de cancelación del ruido activo que detecta el ruido ambiental y le aplica un procesamiento electroacústico para producir una señal acústica para cancelar el ruido ambiental.

El documento US 2010/131269 describe usos de una señal de tono lateral mejorada en una operación de cancelación del ruido activo.

35 El documento WO 2010/124176 da a conocer la identificación de señales de fuente independientes en una señal de audio para proporcionar una ecualización independiente para cada una de ellas, de manera separada de las operaciones de cancelación del ruido.

Compendio

Se proporciona un sistema de control del ruido activo tal como se expone en la reivindicación 1, un reposacabezas, tal como se expone en la reivindicación 12, un método, tal como se expone en la reivindicación 13 y un producto que incluye un medio de almacenamiento no transitorio, tal como se expone en la reivindicación 14.

40 Algunas realizaciones demostrativas incluyen dispositivos, sistemas y métodos de control del ruido.

En la presente invención, un sistema de control del ruido activo incluye un controlador para controlar el ruido en el interior de una zona predefinida de control del ruido, el controlador debe recibir una pluralidad de entradas de ruido que representan el ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido, que están definidas con respecto a la zona predefinida de control del ruido, para recibir una pluralidad de entradas de ruido residual que representan el ruido residual acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido residual, que están situadas en el interior de la zona predefinida de control del ruido, para determinar un patrón de control del ruido, en base a la pluralidad de entradas de ruido y a la pluralidad de entradas de ruido residual, y para emitir el patrón de control del ruido, como mínimo, a un transductor acústico.

50 En la presente invención, el controlador incluye un extractor, para extraer de la pluralidad de entradas de ruido una pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, que son estadísticamente independientes, en donde el controlador puede determinar el patrón de control del ruido en base a, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto de entre la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos.

En la presente invención, el controlador selecciona el, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto de entre la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos en base a uno o varios atributos de patrón acústico predefinido de, como mínimo, un patrón de ruido predefinido para ser controlado en el interior de la zona de control del ruido.

- 5 En algunas realizaciones demostrativas, los atributos del patrón acústico comprenden, como mínimo, un atributo seleccionado del grupo que consiste en amplitud, energía, fase, frecuencia, dirección y propiedades estadísticas.

En la presente invención, el controlador extrae la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos aplicando una función de extracción predefinida a la pluralidad de entradas de ruido.

- 10 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador debe determinar el patrón de control del ruido para reducir, como mínimo, un parámetro de ruido en el interior de la zona de control del ruido, incluyendo el parámetro de ruido, como mínimo, un parámetro seleccionado del grupo que consiste en energía y amplitud.

En algunas realizaciones demostrativas, el controlador debe determinar el patrón de control del ruido para reducir selectivamente uno o varios primeros patrones de ruido predefinidos en el interior de la zona de control del ruido, sin reducir uno o varios segundos patrones de ruido en el interior de la zona de control del ruido.

- 15 En algunas realizaciones demostrativas, la zona de control del ruido está situada en el interior de un vehículo, en donde uno o varios primeros patrones de ruido incluyen, como mínimo, un patrón seleccionado del grupo que consiste en un patrón de ruido de la carretera, un patrón de ruido del viento y un patrón de ruido del motor, y en donde uno o varios primeros patrones de ruido incluyen, como mínimo, un patrón seleccionado del grupo que consiste en un patrón de ruido de audio de un dispositivo de audio situado en el interior del vehículo, un patrón de ruido de bocina y un patrón de ruido de sirena o cualquier otra señal funcional / de peligro.

20 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador debe determinar el patrón de control del ruido sin tener información relacionada con uno o varios atributos de fuente de ruido de una o varias fuentes de ruido reales que generan el ruido acústico en la pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido.

- 25 En algunas realizaciones demostrativas, los atributos de la fuente de ruido incluyen, como mínimo, un atributo seleccionado del grupo que consiste en varias fuentes de ruido, una ubicación de las fuentes de ruido, un tipo de fuentes de ruido y uno o varios atributos de uno o varios más patrones de ruido generados por una o varias de las fuentes de ruido.

En algunas realizaciones demostrativas, las ubicaciones de detección de ruido están distribuidas en un cerramiento que rodea la zona de control del ruido.

- 30 En algunas realizaciones demostrativas, el sistema incluye uno o varios primeros sensores acústicos, para detectar el ruido acústico en una o varias de la pluralidad de ubicaciones de detección de ruido; y uno o varios segundos sensores acústicos, para detectar el ruido acústico residual en una o varias de la pluralidad de ubicaciones de detección de ruido residual.

- 35 En algunas realizaciones demostrativas, un método de control del ruido activo puede incluir determinar el ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido, que se definen con respecto a una zona predefinida de control del ruido; determinar el ruido residual acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido residual, que están situadas en el interior de la zona predefinida de control del ruido; determinar un patrón de control del ruido para controlar el ruido acústico en el interior de la zona de control del ruido, en base al ruido acústico en la pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido y el ruido acústico residual en la pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido residual; y enviar el patrón de control, como mínimo, a un transductor acústico.

- 40 En algunas realizaciones demostrativas, un método de control del ruido puede incluir determinar un patrón de control del ruido para controlar el ruido acústico en el interior de una zona predefinida de control del ruido, en base al ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido, que están definidas con respecto a la zona predefinida de control del ruido, y al ruido acústico residual en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido residual, que están situadas en el interior de la zona predefinida de control del ruido; y enviar el patrón de control, como mínimo, a un transductor acústico.

Breve descripción de los dibujos

- 45 Por sencillez y claridad de la ilustración, los elementos que se muestran en las figuras no han sido dibujados necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden estar exageradas con respecto a otros elementos, para mayor claridad de la presentación. Además, los números de referencia pueden estar repetidos entre las figuras, para indicar elementos correspondientes o análogos. Las figuras están enumeradas a continuación.

La figura 1 es una ilustración de diagrama de bloques esquemático de un sistema de control del ruido activo (ANC), de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una ilustración esquemática de un esquema de despliegue de componentes del sistema ANC de la figura 1, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

5 La figura 3 es una ilustración de diagrama de bloques esquemático de un controlador, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

La figura 4 es una ilustración de diagrama de bloques esquemático de un extractor, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

10 La figura 5 es una ilustración de diagrama de bloques esquemático de una unidad de predicción de múltiples entradas y múltiples salidas, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

La figura 6 es una ilustración de diagrama de bloques esquemático de un controlador que incluye un selector de patrones de ruido, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

La figura 7 es una ilustración conceptual de un sistema ANC de reposacabezas, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

15 La figura 8 es una ilustración esquemática de diagrama de flujo de un método de control del ruido, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

La figura 9 es una ilustración de diagrama de bloques esquemático de un artículo de fabricación, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.

Descripción detallada

20 Las explicaciones del presente documento que utilizan términos tales como, por ejemplo, "procesamiento", "cálculo", "calcular", "determinar", "establecer", "analizar", "verificar", o similares, pueden hacer referencia a una operación u operaciones y/o a un proceso o procesos de un ordenador, una plataforma informática, un sistema informático u otro dispositivo informático electrónico, que manipula y/o transforma datos representados como cantidades físicas (por ejemplo, electrónicas) en los registros y/o memorias del ordenador en otros datos representados, de manera similar, como cantidades físicas en los registros y/o memorias del ordenador o en otro medio de almacenamiento de información que pueda almacenar instrucciones para realizar operaciones y/o procesos.

Los términos "pluralidad" y "una pluralidad", tal como se utilizan en el presente documento incluyen, por ejemplo, "múltiples" o "dos o más". Por ejemplo, "una pluralidad de elementos" incluye dos o más elementos.

30 Algunas porciones de la siguiente descripción detallada se presentan en términos de algoritmos y representaciones simbólicas de operaciones sobre bits de datos o señales digitales binarias en una memoria de ordenador. Estas descripciones y representaciones algorítmicas pueden ser las técnicas utilizadas por los expertos en las técnicas de procesamiento de datos para transmitir la esencia de su trabajo a otros expertos en la técnica.

35 Aquí, y en general, se considera que un algoritmo es una secuencia autocoherente de actos u operaciones que conducen a un resultado deseado. Estos, incluyen manipulaciones físicas de cantidades físicas. Generalmente, aunque no necesariamente, estas cantidades adoptan la forma de señales eléctricas o magnéticas que pueden ser almacenadas, transferidas, combinadas, comparadas y manipuladas de otra manera. En ocasiones ha resultado conveniente, principalmente por razones de utilización común, referirse a estas señales como bits, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números o similares. Se debe comprender, no obstante, que todos estos, y otros, términos similares deben ser asociados con las cantidades físicas apropiadas, y son simplemente etiquetas prácticas aplicadas a estas cantidades.

40 La presente invención incluye sistemas y métodos que pueden ser implementados de manera eficiente para controlar el ruido, por ejemplo, para reducir o eliminar el ruido indeseable, por ejemplo, como mínimo, el ruido de frecuencias en general bajas, tal como se describe a continuación.

45 La presente invención incluye métodos y/o sistemas de control del ruido activo (ANC) configurados para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios patrones acústicos ("patrones principales") producidos por una o varias fuentes de ruido, que pueden incluir fuentes de ruido conocidas y/o desconocidas.

50 En la presente invención, un sistema ANC está configurado para producir un patrón de control del ruido ("patrón secundario"), por ejemplo, que incluye un patrón de ruido destructivo, que puede estar basado en uno o varios de los patrones principales, por ejemplo, de tal manera que una zona de ruido controlado, por ejemplo, una zona de ruido reducido, por ejemplo, una zona tranquila, puede ser creada mediante una combinación de los patrones principal y secundario.

En la presente invención, el sistema ANC está configurado para controlar, reducir y/o eliminar el ruido en el interior de una ubicación, zona o zona predefinida ("la zona de control del ruido", también conocida como la "zona tranquila" o "Quiet Bubble™"), por ejemplo, sin tener en cuenta una información a priori acerca de los patrones principales y/o de las una o varias fuentes de ruido, y/o sin utilizar la misma.

5 Por ejemplo, el sistema ANC puede ser configurado para controlar, reducir y/o eliminar el ruido en el interior de la zona de control del ruido, por ejemplo, con independencia de, sin tener en cuenta y/o sin conocer de antemano uno o varios atributos de una o varias de las fuentes de ruido y/o uno o varios de los patrones principales, por ejemplo, el número, tipo, ubicación y/u otros atributos de uno o varios de los patrones principales y/o una o varias de las fuentes de ruido.

10 La presente invención se describe en el presente documento con respecto a los sistemas y/o métodos ANC configurados para reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios patrones acústicos en el interior de una zona tranquila.

15 En la presente invención, los sistemas y/o métodos ANC están configurados para controlar de cualquier otra manera la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios patrones acústicos en el interior de la zona de control del ruido, por ejemplo, para afectar, alterar y/o modificar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios patrones acústicos en el interior de una zona predefinida.

20 En la presente invención, los sistemas y/o métodos ANC pueden ser configurados para reducir y/o eliminar selectivamente la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios tipos de patrones acústicos en el interior de la zona de control del ruido y/o para aumentar selectivamente y/o amplificar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios tipos de patrones acústicos en el interior de la zona de control del ruido; y/o para mantener y/o preservar selectivamente la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios de otros tipos de patrones acústicos en el interior de la zona de control del ruido.

25 En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC puede ser configurado para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios de los patrones principales en el interior de la zona tranquila.

30 En la presente invención, el sistema ANC está configurado para controlar, reducir y/o eliminar el ruido en el interior de la zona de control del ruido de una manera selectiva y/o configurable, por ejemplo, en base a uno o varios atributos predefinidos del patrón de ruido, de tal manera que, por ejemplo, la energía del ruido, la amplitud de onda, la fase, la frecuencia, dirección y/o las propiedades estadísticas de uno o varios primeros patrones principales pueden verse afectadas por el patrón secundario, mientras que el patrón secundario puede tener un efecto reducido, o incluso ningún efecto, sobre la energía del ruido, la amplitud de onda, la fase, la frecuencia, la dirección y/o las propiedades estadísticas de uno o varios segundos patrones principales, por ejemplo, tal como se describe a continuación.

35 En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC puede ser configurado para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los patrones principales en una envolvente o cerramiento predefinido que rodea y/o limita la zona de control del ruido.

40 En un ejemplo, la zona de control del ruido puede incluir una zona bidimensional, por ejemplo, que define una zona en la que la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios de los patrones principales deben ser controladas, reducidas y/o eliminadas.

45 De acuerdo con este ejemplo, el sistema ANC puede estar configurado para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los patrones principales a lo largo de un perímetro que rodea la zona de control del ruido.

50 En un ejemplo, la zona de control del ruido puede incluir una zona tridimensional, por ejemplo, que define un volumen en el que la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios de los patrones principales deben ser controladas, reducidas y/o eliminadas. De acuerdo con este ejemplo, el sistema ANC puede estar configurado para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los patrones principales en una superficie que limita el volumen tridimensional.

55 En un ejemplo, la zona de control del ruido puede incluir un volumen esférico y el sistema ANC puede estar configurado para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los patrones principales en una superficie del volumen esférico.

60 En otro ejemplo, la zona de control del ruido puede incluir un volumen cúbico y el sistema ANC puede ser configurado para controlar, reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los patrones principales en una superficie del volumen cúbico.

- En otras realizaciones, la zona de control del ruido puede incluir cualquier otro volumen adecuado, que puede ser definido, por ejemplo, en base a uno o varios atributos de una ubicación en la que se debe mantener la zona de control del ruido.
- 5 A continuación, se hace referencia a la figura 1, que ilustra esquemáticamente un sistema ANC 100, de acuerdo con la presente invención. También se hace referencia a la figura 2, que ilustra esquemáticamente un esquema de despliegue 200 de componentes del sistema ANC 100, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas.
- En la presente invención, el sistema ANC 100 incluye un controlador 102 para controlar el ruido en el interior de una zona 110 de control del ruido predefinida, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.
- 10 En algunas realizaciones demostrativas, la zona 110 de control del ruido puede incluir una zona tridimensional. Por ejemplo, la zona 110 de control del ruido puede incluir una zona esférica.
- En la presente invención, el controlador 102 está configurado para recibir una pluralidad de entradas de ruido 104 que representan ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones 105 predefinidas de detección de ruido, que están definidas con respecto a la zona 110 de control del ruido.
- 15 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede recibir entradas de ruido 104 de uno o varios sensores acústicos, por ejemplo, micrófonos, acelerómetros, tacómetros y similares, situados en una o varias de las ubicaciones 105, y/o de uno o varios sensores virtuales configurados para estimar el ruido acústico en una o varias de las ubicaciones 105, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.
- 20 En la presente invención, el controlador 102 está configurado para recibir una pluralidad de entradas de ruido residual 106 que representan el ruido residual acústico en una pluralidad de ubicaciones 107 predefinidas de detección del ruido residual, que están situadas en el interior de la zona 110 de control del ruido.
- En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede recibir entradas de ruido residual 106 de uno o varios sensores acústicos, por ejemplo, micrófonos, acelerómetros, tacómetros y similares, situados en una o varias de las ubicaciones 107, y/o de uno o varios sensores virtuales configurados para estimar el ruido residual en una o varias de las ubicaciones 107, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.
- 25 En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC 100 puede incluir, como mínimo, un transductor acústico 108, por ejemplo, un altavoz. El controlador 102 puede controlar el transductor acústico 108 para generar un patrón de control del ruido acústico configurado para controlar el ruido en el interior de la zona 110 de control del ruido, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.
- 30 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede estar configurado para determinar una señal de control del ruido 109, en base a las entradas de ruido 104 y a las entradas de ruido residual 106, y para emitir la señal de control del ruido 109 para controlar el transductor acústico 108, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.
- 35 En algunas realizaciones demostrativas, el, como mínimo, un transductor acústico 108 puede incluir, por ejemplo, una matriz de uno o varios transductores acústicos, por ejemplo, como mínimo, un altavoz, adecuado para producir el patrón de control del ruido en base a la señal de control del ruido 109.
- En algunas realizaciones demostrativas, el, como mínimo, un transductor acústico 108 puede estar posicionado en una o varias ubicaciones, que pueden ser determinadas en base a uno o varios atributos de la zona 110 de control del ruido, por ejemplo, un tamaño y/o forma de la zona 110, una o varias entradas de atributos 104 esperados, uno o varios atributos esperados de una o varias fuentes de ruido 202 real potenciales , por ejemplo, una ubicación esperada y/o direccionalidad de las fuentes de ruido 202 en relación con la zona 110 de control del ruido, una serie de fuentes de ruido 202, y similares.
- 40 En un ejemplo, el transductor acústico 108 puede incluir una matriz de altavoces que incluye un número predefinido, denominado M, de altavoces, o una fuente acústica multicanal. Por ejemplo, el transductor acústico 108 incluye el número de pieza del altavoz AI 4.0, comercializado por la firma Cerwin-Vega Inc., Chatsworth, California, y similares.
- 45 En algunas realizaciones demostrativas, el transductor acústico 108 puede incluir una matriz de altavoces implementada utilizando una “fuente acústica compacta” adecuada, posicionada en una ubicación adecuada, por ejemplo, externa a la zona 110. En otro ejemplo, la matriz de altavoces puede ser implementada utilizando una pluralidad de altavoces distribuidos en el espacio, por ejemplo, alrededor de la zona 110 de control del ruido.
- 50 En algunas realizaciones demostrativas, las ubicaciones 105 pueden estar distribuidas externamente a la zona 110 de control del ruido. Por ejemplo, una o varias de las ubicaciones 105 pueden estar distribuidas en una envolvente o cerramiento que rodea la zona 110 de control del ruido, o cerca de la misma.
- Por ejemplo, si la zona 110 de control del ruido está definida por un volumen esférico, entonces una o varias de las ubicaciones 105 pueden estar distribuidas sobre una superficie del volumen esférico y/o externa al volumen esférico.

- En otro ejemplo, una o varias ubicaciones 105 pueden ser distribuidas en cualquier combinación de ubicaciones en el volumen esférico y/o externas al mismo, por ejemplo, una o varias ubicaciones que rodean el volumen esférico.
- En algunas realizaciones demostrativas, las ubicaciones 107 pueden estar distribuidas en el interior de la zona 110 de control del ruido, por ejemplo, en las proximidades de la envolvente de la zona 110 de control del ruido.
- 5 Por ejemplo, si la zona 110 tranquila está definida por un volumen esférico, entonces las ubicaciones 107 pueden estar distribuidas en una superficie esférica que tiene un radio, que es menor que el radio de la zona 110 de control del ruido.
- 10 En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC 100 puede incluir uno o varios primeros sensores acústicos ("sensores principales") para detectar el ruido acústico en una o varias de la pluralidad de ubicaciones 105 de detección del ruido.
- En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC 100 puede incluir uno o varios segundos sensores acústicos ("sensores de error") para detectar el ruido acústico residual en una o varias de la pluralidad de ubicaciones 107 de detección de ruido residual.
- 15 En algunas realizaciones demostrativas, uno o varios de los sensores de error y/o uno o varios de los sensores principales pueden ser implementados utilizando uno o varios "sensores virtuales" ("micrófonos virtuales"). Un micrófono virtual correspondiente a una ubicación de micrófono particular puede ser implementada mediante cualquier algoritmo y/o método adecuado capaz de evaluar un patrón acústico, que habría sido detectado por un sensor acústico real situado en la ubicación de micrófono particular.
- 20 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede estar configurado para simular y/o realizar la funcionalidad del micrófono virtual, por ejemplo, estimando y/o evaluando el patrón de ruido acústico en la ubicación particular del micrófono virtual.
- En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC 100 puede incluir una primera matriz 219 de uno o varios sensores principales, por ejemplo, micrófonos, acelerómetros, tacómetros y similares, configurados para detectar los patrones principales en una o varias de las ubicaciones 105. Por ejemplo, los sensores principales pueden incluir uno o varios sensores para detectar los patrones principales en una superficie esférica que define una zona 110 esférica de control del ruido.
- 25 Por ejemplo, la matriz 219 puede incluir el número de pieza del micrófono ECM6AP, comercializado por la firma ARIQ Electronics Co. Ltd., Taoyuan, Taiwán. El micrófono puede emitir una señal de ruido 104 que incluye, por ejemplo, una secuencia de N muestras por segundo. Por ejemplo, N puede ser 41.100 muestras por segundo, por ejemplo, si el micrófono funciona a una frecuencia de muestreo de aproximadamente 44,1 KHz. La señal de ruido 104 puede incluir cualquier otra señal adecuada que tenga cualquier otra frecuencia de muestreo adecuada y/o cualquier otro atributo adecuado.
- 30 En algunas realizaciones demostrativas, uno o varios de los sensores de la matriz 219 pueden ser implementados utilizando uno o varios "sensores virtuales". Por ejemplo, la matriz 219 puede ser implementada mediante una combinación de, como mínimo, un micrófono y, como mínimo, un micrófono virtual. Un micrófono virtual correspondiente a una ubicación de micrófono particular de las ubicaciones 105 puede ser implementado mediante cualquier algoritmo y/o método adecuado, por ejemplo, como parte del controlador 102 o de cualquier otro elemento del sistema 100, capaz de evaluar un patrón acústico, que habría sido detectado por un sensor acústico situado en la ubicación particular del micrófono. Por ejemplo, el controlador 102 puede estar configurado para evaluar el patrón acústico del micrófono virtual en base a, como mínimo, un patrón acústico real detectado por el, como mínimo, un micrófono de la matriz 219.
- 35 En algunas realizaciones demostrativas, el sistema ANC 100 puede incluir una segunda matriz 221 de uno o varios sensores de error, por ejemplo, micrófonos, configurados para detectar el ruido acústico residual en una o varias de las ubicaciones 107. Por ejemplo, los sensores de error pueden incluir uno o varios sensores para detectar los patrones de ruido acústico residual en una superficie esférica en el interior de la zona 110 de control del ruido esférico.
- 40 En algunas realizaciones demostrativas, uno o varios de los sensores de la matriz 221 pueden ser implementados utilizando uno o varios "sensores virtuales". Por ejemplo, la matriz 221 puede incluir una combinación de, como mínimo, un micrófono y, como mínimo, un micrófono virtual. Un micrófono virtual correspondiente a una ubicación de micrófono particular de las ubicaciones 107 puede ser implementado mediante cualquier algoritmo y/o método adecuado, por ejemplo, como parte del controlador 102 o de cualquier otro elemento del sistema 100, capaz de evaluar un patrón acústico, que habría sido detectado por un sensor acústico situado en la ubicación particular del micrófono. Por ejemplo, el controlador 102 puede estar configurado para evaluar el patrón acústico del micrófono virtual en base a, como mínimo, un patrón acústico real detectado por el, como mínimo, un micrófono de la matriz 221.
- 45 En algunas realizaciones demostrativas, uno o varios de los sensores de la matriz 221 pueden ser implementados utilizando uno o varios "sensores virtuales". Por ejemplo, la matriz 221 puede incluir una combinación de, como mínimo, un micrófono y, como mínimo, un micrófono virtual. Un micrófono virtual correspondiente a una ubicación de micrófono particular de las ubicaciones 107 puede ser implementado mediante cualquier algoritmo y/o método adecuado, por ejemplo, como parte del controlador 102 o de cualquier otro elemento del sistema 100, capaz de evaluar un patrón acústico, que habría sido detectado por un sensor acústico situado en la ubicación particular del micrófono. Por ejemplo, el controlador 102 puede estar configurado para evaluar el patrón acústico del micrófono virtual en base a, como mínimo, un patrón acústico real detectado por el, como mínimo, un micrófono de la matriz 221.

En algunas realizaciones demostrativas, el número, ubicación y/o distribución de las ubicaciones 105 y/o 107, y/o el número, ubicación y/o distribución de uno o varios sensores acústicos en una o varias de las ubicaciones 105 y 107 pueden ser determinados en base a un tamaño de la zona 110 de control del ruido o de una envolvente de la zona 110 de control del ruido, una forma de la zona 110 de control del ruido o de la envolvente de la zona 110 de control del ruido, uno o varios atributos de los sensores acústicos que serán situados en una o varias de las ubicaciones 105 y/o 107, por ejemplo, una frecuencia de muestreo de los sensores y similares.

5 En un ejemplo, uno o varios sensores acústicos, por ejemplo, micrófonos, acelerómetros, tacómetros y similares, pueden estar desplegados en las ubicaciones 105 y/o 107 de acuerdo con el teorema de muestreo espacial, por ejemplo, tal como se define a continuación mediante la Ecuación 1.

10 Por ejemplo, se puede determinar un número de sensores principales, una distancia entre los sensores principales, varios sensores de error y/o una distancia entre los sensores de error de acuerdo con el teorema de muestreo espacial, por ejemplo, tal como se define a continuación mediante la Ecuación 1.

15 En un ejemplo, los sensores principales y/o los sensores de error pueden estar distribuidos, por ejemplo, uniformemente distribuidos, con una distancia, designada con d , entre ellos. Por ejemplo, la distancia d puede ser determinada como sigue:

$$d \leq \frac{c}{2 \cdot f} \quad (1)$$

en donde c denota la velocidad del sonido y F_{max} denota una frecuencia máxima a la que se desea el control del ruido.

20 Por ejemplo, en caso de que la frecuencia máxima de interés sea $F_{max} = 100$ [Hz], la distancia d puede ser determinada como

$$d \leq \frac{343}{2 \cdot 100} = 1,71[m].$$

25 Tal como se muestra en la figura 2, el esquema de despliegue 200 está configurado con respecto a una zona 110 de control del ruido circular o esférica. Por ejemplo, las ubicaciones 105 están distribuidas, por ejemplo, distribuidas sustancialmente de manera uniforme, de manera esférica o circular alrededor de la zona 110 de control del ruido, y las ubicaciones 107 están distribuidas, por ejemplo, distribuidas sustancialmente de manera uniforme, de una manera esférica o circular en el interior de la zona 110 de control del ruido.

No obstante, en otras realizaciones, los componentes del sistema ANC 100 pueden ser desplegados de acuerdo con cualquier otro esquema de despliegue que incluye cualquier distribución adecuada de las ubicaciones 105 y/o 107, por ejemplo, configurados con respecto a una zona de control del ruido de cualquier otra forma adecuada.

30 En la presente invención, el controlador 102 está configurado para determinar el patrón de control del ruido que se reducirá de acuerdo con, como mínimo, un parámetro de ruido, por ejemplo, energía, amplitud, fase, frecuencia, dirección y/o propiedades estadísticas en el interior de la zona 110 de control del ruido, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.

35 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede determinar el patrón de control del ruido para reducir selectivamente uno o varios primeros patrones de ruido predefinidos en el interior de la zona 110 de control del ruido, mientras que no reduce uno o varios segundos patrones de ruido en el interior de la zona 110 de control del ruido, por ejemplo, tal como se describe a continuación.

40 En una realización demostrativa, la zona 110 de control del ruido puede estar situada en el interior de un vehículo, y el controlador 102 puede determinar el patrón de control del ruido para reducir selectivamente uno o varios primeros patrones de ruido, por ejemplo, que incluyen un patrón de ruido de la carretera, un patrón de ruido del viento y/o un patrón de ruido del motor, pero sin reducir uno o varios segundos patrones de ruido, por ejemplo, que incluyen un patrón de ruido de audio de un dispositivo de audio situado en el interior del vehículo, un patrón de ruido de bocina, un patrón de ruido de sirena, un patrón de ruido de peligro de un peligro, un patrón de ruido de alarma de una señal de alarma, un patrón de ruido de una señal informativa, y similares.

45 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede determinar el patrón de control del ruido sin tener información relacionada con uno o varios atributos de fuente de ruido de una o varias de las fuentes de ruido 202 reales que generan el ruido acústico en las ubicaciones 105 de detección de ruido.

50 Por ejemplo, los atributos de la fuente de ruido pueden incluir varias fuentes de ruido 202, una ubicación de las fuentes de ruido 202, un tipo de fuentes de ruido 202 y/o uno o varios atributos de uno o varios patrones de ruido generados por una o varias de las fuentes de ruido 202.

En la presente invención, el controlador 102 está configurado para extraer de la pluralidad de entradas de ruido 104 una pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, que son estadísticamente independientes.

En la presente invención, el controlador 102 incluye un extractor para extraer la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, por ejemplo, tal como se describe a continuación con referencia a la figura 4.

5 La frase "patrones acústicos disjuntos" tal como se utiliza en el presente documento puede hacer referencia a una pluralidad de patrones acústicos, que son independientes con respecto a, como mínimo, una característica y/o atributo, por ejemplo, energía, amplitud, fase, frecuencia, dirección, uno o varios parámetros estadísticos. propiedades de la señal y similares.

10 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede extraer la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos aplicando una función de extracción predefinida a la pluralidad de entradas de ruido 104, por ejemplo, tal como se describe a continuación con referencia a la figura 4.

15 En algunas realizaciones demostrativas, la extracción de los patrones acústicos disjuntos se puede utilizar, por ejemplo, para modelar el patrón principal de entradas 104 como una combinación del número predefinido de patrones acústicos disjuntos, por ejemplo, correspondiente a un número respectivo de fuentes acústicas modeladas disjuntas.

Este modelado puede ser útil, por ejemplo, para aumentar una eficiencia, por ejemplo, la eficiencia informática, reducir la complejidad, por ejemplo, la complejidad matemática y/o informática, que puede resultar del procesamiento del patrón principal, sin, tener, por ejemplo, información a priori con respecto al patrón principal y/o las una o varias fuentes de ruido 202 reales.

20 Adicional o alternativamente, la extracción de los patrones acústicos disjuntos puede permitir controlar selectivamente el ruido en el interior de la zona 110 de control del ruido, por ejemplo, de acuerdo con uno o varios atributos y/o tipos de ruido predefinidos, por ejemplo, tal como se describe a continuación.

25 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 102 puede determinar la señal de control del ruido 109 para generar el patrón de control del ruido en base a, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto de la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos.

En la presente invención, el controlador 102 selecciona el, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto ("el patrón acústico de referencia seleccionado") de la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos en base a uno o varios atributos de patrón acústico predefinidos de, como mínimo, un patrón de ruido predefinido para ser controlado en el interior de la zona 110 de control del ruido.

30 En algunas realizaciones demostrativas, los atributos del patrón acústico pueden incluir una amplitud, energía, fase, frecuencia, dirección y/o una o varias propiedades estadísticas de la señal del patrón de ruido predefinido.

En algunas realizaciones demostrativas, los atributos del patrón acústico predefinido pueden estar relacionados con atributos esperados y/o estimados de un patrón de ruido esperado que afecta a la zona 110 de control del ruido.

35 En un ejemplo, el sistema ANC 100 puede ser implementada en un entorno, por ejemplo, una habitación, en la que un usuario puede querer escuchar señales acústicas de un primer tipo, por ejemplo, una televisión situada en el interior de la habitación, mientras reduce y/o elimina las señales acústicas de un segundo tipo, por ejemplo, el ruido del exterior de la habitación. De acuerdo con este ejemplo, el controlador 102 puede ser configurado para modelar las entradas 104 en primer y segundo patrones acústicos separados correspondientes a los primer y segundo tipos de señales acústicas, respectivamente. A continuación, el controlador 102 puede generar la señal de control del ruido 109 para reducir y/o cancelar selectivamente las señales acústicas del segundo tipo, por ejemplo, sin afectar sustancialmente a las señales acústicas del primer tipo.

40 En otro ejemplo, si el sistema ANC 100 está desplegado en el interior de un vehículo, se puede esperar que uno o varios patrones de ruido esperados, que se espera que afecten a la zona 110 de control del ruido, sean generados por uno o varios del ruido de la carretera, el ruido del viento, el ruido del motor y similares. Por consiguiente, el controlador 102 puede estar configurado para seleccionar uno o varios patrones acústicos de referencia en base a uno o varios atributos del patrón de ruido de la carretera, el patrón de ruido del viento y/o el patrón de ruido del motor.

45 A continuación, se hace referencia a la figura 3, que ilustra esquemáticamente un controlador 300, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas. En algunas realizaciones, el controlador 300 puede realizar, por ejemplo, la funcionalidad del controlador 102 (figura 1).

50 En la presente invención, el controlador 300 recibe una pluralidad de entradas 304, por ejemplo, incluidas las entradas 104 (figura 1), que representan el ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido, por ejemplo, las ubicaciones 105 (figura 2), que están definidas con respecto a una zona de control del ruido, por ejemplo, la zona 110 de control del ruido (figura 2). El controlador 300 puede generar una señal

de control del ruido 312 para controlar, como mínimo, un transductor acústico 314, por ejemplo, el transductor acústico 108 (figura 1).

En la presente invención, el controlador 300 incluye un estimador (“unidad de predicción”) 310 para estimar la señal de ruido 312 aplicando una función de estimación a una entrada 308 correspondiente a las entradas 304.

5 En la presente invención, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3, el controlador incluye un extractor 306 para extraer una pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos de las entradas 304, por ejemplo, tal como se describe a continuación. De acuerdo con estas realizaciones, la entrada 308 puede incluir la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos.

10 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 300 puede utilizar la extracción de los patrones acústicos disjuntos para modelar el ruido representado por las entradas 304 como una combinación de un número predefinido de fuentes acústicas modeladas disjuntas que generan el número predefinido de patrones acústicos disjuntos, respectivamente. Este modelado puede ser útil, por ejemplo, para aumentar una eficiencia, por ejemplo, la eficiencia informática, reducir la complejidad, por ejemplo, la complejidad matemática y/o informática, del controlador 300, que puede resultar, por ejemplo, del procesamiento de las entradas 304, sin tener, por ejemplo, información a priori acerca de los atributos de las entradas 304 y/o los atributos de una o varias fuentes de ruido que generan y/o afectan a las entradas 304.

15 Adicional o alternativamente, el controlador 300 puede utilizar los patrones acústicos 308 disjuntos para reducir y/o eliminar el ruido en el interior de la zona 110 de control del ruido (figura 2) de una manera selectiva y/o configurable, por ejemplo, en base a uno o varios atributos de patrones de ruido predefinidos.

20 Por ejemplo, el controlador 300 puede ser configurado para generar una señal de control del ruido 312 en base a los patrones acústicos disjuntos de tal manera que, por ejemplo, la señal de control del ruido 312 puede afectar a la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios primeros patrones principales en una primera manera, mientras que la energía del ruido y/o la amplitud de onda de uno o varios segundos patrones principales pueden verse afectadas de una segunda manera diferente.

25 En un ejemplo, el controlador 300 puede generar una señal de control del ruido 312 configurada para reducir y/o eliminar la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los primeros patrones principales en el interior de la zona de control del ruido, mientras que la energía del ruido y/o la amplitud de onda de los primeros patrones principales pueden no verse afectadas en el interior de la zona de control del ruido.

30 En algunas realizaciones demostrativas, el extractor 306 puede estar configurado para extraer patrones de ruido relacionados con una o varias fuentes y/o patrones de ruido “no deseado”, que pueden estar predefinidos en base a en cualquier atributo adecuado. El controlador 300 puede generar una señal de control del ruido 312 de tal manera que, por ejemplo, solo una porción específica del ruido no deseado será destruida por el patrón producido por el transductor 314.

35 A continuación, se hace referencia a la figura 4, que ilustra esquemáticamente un extractor 400, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas. En algunas realizaciones demostrativas, el extractor 400 puede realizar la funcionalidad del extractor 306 (figura 3).

40 En algunas realizaciones demostrativas, el extractor 400 puede recibir una pluralidad de entradas 408, por ejemplo, incluidas las entradas 104 (figura 1), que representan ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido, por ejemplo, las ubicaciones 105 (figura 2), que están definidas con respecto a una zona de control del ruido, por ejemplo, la zona 110 de control del ruido (figura 2). El extractor 400 puede extraer de las entradas 408 una pluralidad de patrones acústicos de referencia 410 disjuntos, por ejemplo, tal como se describe en detalle a continuación.

45 En algunas realizaciones demostrativas, el extractor 400 puede aplicar un algoritmo de extracción 402 a las entradas 408.

50 En algunas realizaciones demostrativas, el algoritmo de extracción 402 puede representar, por ejemplo, fuentes de ruido desagregadas mediante un enfoque estadístico adecuado, por ejemplo, análisis de componentes independientes (ICA – Independent Component Analysis, en inglés) también conocido en la técnica como separación de fuente a ciegas (BSS – Blind Source Separation, en inglés), y similares.

En algunos ejemplos, el extractor 400 puede incluir un algoritmo de adaptación 404 para adaptar uno o varios parámetros del algoritmo de extracción 402, por ejemplo, en base a, como mínimo, un criterio predeterminado. Por ejemplo, el algoritmo de adaptación 404 puede ser capaz de minimizar una dependencia estadística entre los patrones acústicos de referencia 410 disjuntos, por ejemplo, información mutua (MI – Mutual Information, en inglés), tal como se explica a continuación.

En algunas realizaciones demostrativas, la pluralidad de entradas 408 puede incluir un número predefinido, designado como K' , de entradas correspondientes a una pluralidad respectiva de K' ubicaciones de detección de ruido, por ejemplo, las ubicaciones 105 (figura 2).

5 En algunos ejemplos, el algoritmo de extracción 402 puede generar patrones acústicos de referencia 410 disjuntos que incluyen un número predefinido, designado por K , de patrones acústicos de referencia 410 disjuntos.

En algunas realizaciones demostrativas, el algoritmo de extracción 402 puede determinar los K patrones acústicos de referencia 410 disjuntos correspondientes a una muestra actual del ruido en las K' ubicaciones de detección de ruido.

10 En algunas realizaciones demostrativas, el algoritmo de extracción 402 puede determinar los K patrones acústicos de referencia 410 disjuntos correspondientes a la muestra actual, en base a la muestra actual del ruido en las ubicaciones de detección de ruido K' , y teniendo en cuenta una o varias muestras sucesivas del ruido en las ubicaciones de detección de ruido K' , por ejemplo, un número predefinido, designado i , del ruido en las K' ubicaciones de detección de ruido.

15 Por ejemplo, las entradas 408 correspondientes a una muestra *de orden n*, pueden estar representadas por una matriz, designada $X[n]$, que incluye la muestra *de orden n*, del ruido en las K' ubicaciones de detección de ruido, y sucesivas muestras anteriores del ruido en las K' ubicaciones de detección de ruido. Por ejemplo, las entradas 408 se pueden representar de la siguiente manera:

$$X[n] = \begin{pmatrix} x_1[n] & \dots & x_1[n-I] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{K'}[n] & \dots & x_{K'}[n-I] \end{pmatrix} \quad (2)$$

20 En algunas realizaciones demostrativas, el algoritmo de extracción 402 puede generar patrones acústicos de referencia 410 disjuntos, aplicando una función de extracción a las entradas 408, por ejemplo, como sigue:

$$\hat{S}[n] = F^{-1}(X[n]) \quad (3)$$

en donde F^{-1} designa la función de extracción, y en donde $\hat{S}[n]$ designa un vector de los K patrones acústicos de referencia 410 disjuntos correspondientes a la muestra *de orden n*. Por ejemplo, el vector $\hat{S}[n]$ se puede representar de la siguiente manera:

$$S[n] = \begin{pmatrix} s_1[n] \\ \vdots \\ s_K[n] \end{pmatrix} \quad (4)$$

25 En algunas realizaciones demostrativas, la función F^{-1} puede incluir una función sin memoria, por ejemplo, con respecto a muestras anteriores, o una función que tenga un elemento de memoria.

Por ejemplo, el vector $\hat{S}[n]$ se puede representar de la siguiente manera, por ejemplo, utilizando una función sin memoria:

$$\hat{S}[n] = F^{-1} \begin{pmatrix} x_1[n] \\ \vdots \\ x_K[n] \end{pmatrix} \quad (5)$$

30 El vector $\hat{S}[n]$ se puede representar, por ejemplo, de la siguiente manera, por ejemplo, utilizando una función con memoria:

$$\hat{S}[n] = F^{-1} \begin{pmatrix} x_1[n], x_1[n-1], x_1[n-2], \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_K[n], x_K[n-1], x_K[n-2], \dots \end{pmatrix} \quad (6)$$

En algunas realizaciones demostrativas, la función F^1 puede incluir una función lineal, por ejemplo, tal que cada uno de los elementos del vector S sea una combinación lineal de elementos de la matriz X , o una función no lineal.

Por ejemplo, un elemento de orden i , del vector $\hat{S}[n]$ se puede determinar, por ejemplo, como sigue:

$$s_i[n] = b_i + \sum_{k=1}^K a_{i,k} \cdot x_k \quad (7)$$

- 5 En algunas realizaciones demostrativas, la función F^1 se puede definir en base a uno o varios atributos requeridos predefinidos de los K patrones acústicos de referencia 410 disjuntos, por ejemplo, en base a uno o varios atributos del patrón de ruido predefinido a controlar en el interior de la zona de control del ruido, tal como se ha descrito anteriormente.

- 10 En algunas realizaciones demostrativas, la función F^1 puede incluir, por ejemplo, una función de asignación lineal con memoria. Por ejemplo, la operación $F^1(\cdot)$ Puede denotar una operación de convolución, por ejemplo, tal que el vector $\hat{S}[n]$ se puede determinar de acuerdo con la Ecuación 3 convolucionando la función F^1 con la matriz $X[n]$.

Por ejemplo, el vector $\hat{S}[n]$ se puede determinar transformando la Ecuación 3 en un *dominio Z*, por ejemplo, como sigue:

$$\hat{S}(z) = B(z) \cdot X(z) \quad (8)$$

- 15 en donde $B(z)$ designa una matriz de separación.

Por ejemplo, el algoritmo de extracción 402 puede determinar el vector $\hat{S}(z)$ en el dominio z en base a una función de contraste, designada $\phi[\hat{S}(z)]$. Por ejemplo, la función de contraste $\phi[\hat{S}(z)]$ puede estar definida como una información mutua (MI) entre las salidas $\hat{S}(z)$ del algoritmo de extracción 402, por ejemplo, como sigue:

$$\phi[\hat{S}(z)] = I(\hat{s}_1, \dots, \hat{s}_K) = \sum_{k=1}^K H(\hat{s}_k) - H(\hat{S}) \quad (9)$$

- 20 en donde I designa una función de información, y H designa la entropía de Shannon. La función de información $I(X, Y)$ correspondiente a dos variables X, Y se puede definir, por ejemplo, como sigue:

$$I(x, y) = \sum_{y \in Y} \sum_{x \in X} p(x, y) \log \left(\frac{p(x, y)}{p(x)p(y)} \right) \quad (10)$$

donde $p(x, y)$ designa una función de distribución de probabilidad conjunta de X e Y , y $p(x)$ y $p(y)$ designan las funciones de distribución de probabilidad marginal de X e Y , respectivamente.

- 25 Por ejemplo, el extractor 400 puede incluir un estimador de función de contraste 406 para estimar la función de contraste $\phi[\hat{S}(z)]$ en base a la salida del extractor 402, por ejemplo, de acuerdo con la Ecuación 9. La función de contraste $\phi[\hat{S}(z)]$ puede alcanzar un mínimo, por ejemplo, cuando se logra la extracción / separación, por ejemplo, ya que el proceso de separación puede ser una minimización de la información mutua (función de contraste) entre las salidas de una unidad de separación. Por ejemplo, el algoritmo de adaptación 404 puede adaptar la función F^1 detectando el mínimo de la función $\phi[\hat{S}(z)]$.

30 En un ejemplo, la matriz de separación $B(z)$ se puede determinar utilizando un algoritmo iterativo de gradiente natural, por ejemplo, como sigue:

$$B_n(z) = \left(I - \mu \frac{\partial}{\partial B_n(z)} \phi[\hat{S}(z)] \right) B_n(z) \quad (11)$$

en donde μ designa una velocidad de aprendizaje, por ejemplo, una etapa de iteración.

- 35 Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, en otras realizaciones, el controlador 300 puede no incluir el extractor 306. Por consiguiente, la entrada 308 puede incluir las entradas 304 y/o cualquier otra entrada basada en las entradas 304.

- 40 En algunas realizaciones demostrativas, el estimador 310 puede aplicar cualquier función lineal y/o no lineal adecuada a la entrada 308. Por ejemplo, la función de estimación puede incluir una función de estimación no lineal, por ejemplo, una función de base radial.

En algunas realizaciones demostrativas, el estimador 310 puede adaptar uno o varios parámetros de la función de estimación en base a una pluralidad de entradas de ruido residual 316 que representan el ruido acústico residual en

una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido residual, que están situadas en el interior de la zona de control del ruido. Por ejemplo, las entradas 316 pueden incluir las entradas 106 (figura 1) que representan el ruido acústico residual en ubicaciones 107 de detección del ruido residual (figura 2), que están situadas en el interior de la zona 110 de control del ruido (figura 2).

- 5 En algunas realizaciones demostrativas, una o varias de las entradas 316 pueden incluir, como mínimo, una entrada de micrófono virtual correspondiente a un ruido residual (“error de ruido”) detectado, como mínimo, por un sensor de error virtual en, como mínimo, una ubicación particular del sensor de ruido residual de entre las ubicaciones 107 (figura 2). Por ejemplo, el controlador 300 puede evaluar el error de ruido en la ubicación particular del sensor de ruido residual en base a las entradas 308 y a la señal de ruido 312 predicha, por ejemplo, tal como se describe a continuación.

En un ejemplo, el controlador 300 puede utilizar una función de transferencia de altavoz para producir una estimación de un patrón de control del ruido generado por el transductor 314, por ejemplo, aplicando la función de transferencia de altavoz a la señal de ruido 312 predicha. El controlador 300 también puede utilizar una función de transferencia de modulación para producir una estimación del patrón de ruido en la ubicación particular del sensor de ruido residual, por ejemplo, aplicando la función de transferencia de modulación a la señal de ruido representada por la entrada 308. El controlador 300 puede determinar el ruido residual estimado en la ubicación particular del sensor de ruido residual, por ejemplo, restando la estimación del patrón de control del ruido de la estimación del patrón de ruido.

- 20 En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 300 puede estimar una muestra (“la muestra subsiguiente”) del patrón de ruido que sucede a una muestra actual del patrón de ruido, por ejemplo, en base a la muestra actual y/o a una o varias muestras previas del patrón de ruido. El controlador 300 puede proporcionar la señal de control del ruido 312, de tal manera que el transductor 312 puede producir el patrón de control del ruido en base a la muestra sucesiva estimada, por ejemplo, de tal manera que el patrón de control del ruido puede alcanzar la ubicación particular del sensor de ruido residual sustancialmente al mismo tiempo que el ruido. El patrón alcanza la misma ubicación particular del sensor de ruido residual.

25 En algunas realizaciones demostrativas, el estimador 310 puede incluir una unidad de predicción de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO – Multi-Input Multi-Output, en inglés) configurada, por ejemplo, para generar una pluralidad de patrones de control del ruido correspondientes a la muestra de orden n , por ejemplo, que incluye M patrones de control, designados $y_1(n)$, ... , $y_M(n)$, para conducir una pluralidad de M transductores acústicos respectivos, por ejemplo, basados en las entradas 308.

A continuación, se hace referencia a la figura 5, que ilustra esquemáticamente una unidad de predicción 500 MIMO, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas. En algunas realizaciones demostrativas, la unidad de predicción 500 MIMO puede realizar la funcionalidad del estimador 310 (figura 3).

30 Tal como se muestra en la figura 4, la unidad de predicción 500 puede estar configurada para recibir una entrada 502 que incluye el vector $\hat{S}[n]$, por ejemplo, como salida del extractor 306 (figura 3), y para activar la matriz de altavoces 502 que incluye los transductores acústicos M . Por ejemplo, la unidad de predicción 500 puede generar una salida de controlador 501 que incluye los M patrones de control del ruido $y_1(n)$, ... , $y_M(n)$, para activar una pluralidad de M transductores acústicos respectivos, por ejemplo, en base a las entradas 308.

35 En algunas realizaciones demostrativas, puede ocurrir una interferencia (diáfonia) entre dos o más de los M transductores acústicos de la matriz 502, por ejemplo, cuando dos o más, por ejemplo, todos, los M transductores acústicos generan el patrón de ruido de control, por ejemplo, simultáneamente.

40 En algunas realizaciones demostrativas, la unidad de predicción 500 puede generar la salida 501 configurada para controlar la matriz 502 para generar un patrón de control del ruido sustancialmente óptimo, por ejemplo, mientras optimiza simultáneamente las señales de entrada a cada altavoz en la matriz 502. Por ejemplo, la unidad de predicción 500 puede controlar los altavoces multicanal de la matriz 502, por ejemplo, mientras se cancela la interfaz entre los altavoces.

45 En un ejemplo, la unidad de predicción 500 puede utilizar una función lineal con memoria. Por ejemplo, la unidad de predicción 500 puede determinar un patrón de control del ruido, designado $Y_m[n]$, correspondiente a un altavoz de orden m de la matriz 502 con respecto a la muestra de orden n , del patrón primario, por ejemplo, como sigue:

$$y_m[n] = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{I-1} w_{km}[i] s_k[n-i] \quad (12)$$

50 en donde $s_k[n]$ designa el patrón acústico de referencia de orden k disjunto, por ejemplo, recibido del extractor 306 (figura 3), y $w_{km}[i]$ designa un coeficiente de filtro de predicción configurado para impulsar el altavoz de orden m en base al patrón acústico de referencia de orden k disjunto, por ejemplo, tal como se describe a continuación.

En otro ejemplo, la unidad de predicción 500 puede implementar cualquier otro algoritmo de predicción adecuado, por ejemplo, lineal o no lineal, que tenga o no tenga memoria, y similares, para determinar la salida 501.

En algunas realizaciones demostrativas, la unidad de predicción 500 puede optimizar los coeficientes del filtro de predicción $w_{km}[i]$, por ejemplo, en base a una pluralidad de una pluralidad de entradas de ruido residual 504, por ejemplo, que incluyen una pluralidad de entradas de ruido residual 316. Por ejemplo, la unidad de predicción 500 puede optimizar los coeficientes del filtro de predicción $w_{km}[i]$ para lograr la máxima interferencia destructiva en las ubicaciones 107 de detección de error residual (figura 2). Por ejemplo, las ubicaciones 107 pueden incluir L ubicaciones, y las entradas 504 pueden incluir L componentes de ruido residual, designados $e_1[n], e_2[n], \dots, e_L[n]$.

En algunas realizaciones demostrativas, la unidad de predicción 500 puede optimizar los coeficientes del filtro de predicción $w_{km}[i]$ en base a, por ejemplo, un criterio de error cuadrático medio mínimo (MMSE – Minimum Mean Square Error, en inglés), o cualquier otro criterio adecuado. Por ejemplo, una función de coste, designada J , para coeficientes de filtro de predicción de optimización $w_{km}[i]$ se puede definir, por ejemplo, como la energía total de los componentes del ruido residual $e_1[n], e_2[n], \dots, e_L[n]$ en las ubicaciones 107 (figura 2), por ejemplo, de la siguiente manera:

$$J = E \left\{ \sum_{l=1}^L e_l^2[n] \right\} \quad (13)$$

En algunas realizaciones demostrativas, un patrón de ruido residual, designado $e_l[n]$, en una ubicación de orden l , se puede expresar, por ejemplo, como sigue:

$$e_l[n] = d_l[n] - \sum_{m=1}^M \sum_{j=0}^{J-1} stf_{lm}[j] \cdot y_m[n-j] = d_l[n] - \sum_{m=1}^M \sum_{j=0}^{J-1} stf_{lmj}[j] \cdot \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{I-1} w_{km}[i] s_k[n-i] \quad (14)$$

en donde $stf_{lm}[j]$ designa una función de transferencia de ruta que tiene J coeficientes del altavoz de orden m de la matriz 502 en una ubicación de orden l ; y $w_{km}[n]$ designa un vector de ponderación adaptativo del filtro de predicción con I coeficientes que representan la relación entre el patrón acústico de orden k de referencia $s_k[n]$ y la señal de control del altavoz de orden m .

En algunas realizaciones demostrativas, la unidad de predicción 500 puede optimizar el vector de pesos adaptativos $w_{km}[n]$, por ejemplo, para alcanzar un punto óptimo, por ejemplo, una máxima reducción de ruido. Por ejemplo, la unidad de predicción 500 puede implementar un método de adaptación en base a gradientes, cuando en cada etapa el vector de peso $w_{km}[n]$ se actualiza en una dirección negativa de un gradiente de la función de coste J , por ejemplo, como sigue:

$$\begin{aligned} w_{km}[n+1] &= w_{km}[n] - \frac{\mu_{km}}{2} \cdot \nabla J_{km} \\ \nabla J_{km} &= -2 \sum_{l=1}^L e_l[n] \sum_{i=1}^{I-1} stf_{km}[n] x_k[n-i] \\ w_{km}[n+1] &= w_{km}[n] + \mu_{km} \cdot \sum_{l=1}^L e_l[n] \sum_{i=1}^{I-1} stf_{km}[n] x_k[n-i] \end{aligned} \quad (15)$$

Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, en algunas realizaciones demostrativas, el controlador 300 100 puede ser implementado para alterar, modificar y/o controlar uno o varios atributos acústicos en el interior de una zona de control del ruido, por ejemplo, la zona 110 (figura 2). A continuación, se muestran solo algunas implementaciones demostrativas del controlador 300.

En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 300 puede ser implementado para reducir el ruido no deseado en un vehículo. En un ejemplo, una pluralidad de "tipos" de patrones acústicos pueden estar presentes en el interior del vehículo, por ejemplo, una señal del sistema de audio, una bocina, una sirena, el ruido de la carretera y/o el ruido del viento, que pueden tener lugar simultáneamente.

El extractor 306 puede estar configurado para desagregar los diferentes patrones de ruido y proporcionar al estimador 310 una entrada 308 que incluye solo uno o varios de los patrones de ruido no deseado, por ejemplo, el patrón de ruido de la carretera y/o el patrón de ruido del viento. En consecuencia, el estimador 310 puede controlar el transductor 314 para generar un patrón de control del ruido, que afectará a otros patrones de ruido "deseado", por ejemplo, el patrón de audio, mientras reduce y/o elimina uno o varios patrones de ruido no deseado.

En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 300 puede ser implementado en un escenario de dormitorio, por ejemplo, de tal manera que un "patrón" acústico de ronquidos pueda ser desagregado de un patrón acústico de

una alarma. Por consiguiente, el controlador 300 puede permitir reducir y/o eliminar el patrón acústico de ronquidos, sin afectar al patrón acústico del reloj.

En algunas realizaciones demostrativas, el controlador 300 puede ser configurado para seleccionar uno o varios de los patrones de ruido para ser controlados por el controlador 300. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 6, un controlador 600 puede incluir una unidad de selección 609, por ejemplo, entre un extracto 606 y una unidad de predicción 610. La unidad de selección 609 puede proporcionar selectivamente a la unidad de predicción 610 solo señales con un interés especial, por ejemplo, en base a un criterio predefinido. Por ejemplo, un posible criterio podría ser un comportamiento espectral o temporal específico. Por ejemplo, si la señal que se va a controlar no está superpuesta con la señal que no se va a controlar en el dominio de la frecuencia, entonces el selector 609 puede separar las señales, por ejemplo, utilizando un enfoque de banco de filtros utilizando una pluralidad de filtros para filtrar las frecuencias de la señal a controlar.

La figura 7 ilustra vistas frontal y posterior de un despliegue conceptual de un sistema ANC de reposacabezas 700 configurado para mantener una Quiet Bubble 702 alrededor de la cabeza de un usuario del reposacabezas 700, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas. Tal como se muestra en la figura 7, el sistema ANC de reposacabezas 700 puede incluir dos o más transductores acústicos, por ejemplo, dos transductores 704 colocados a ambos lados del reposacabezas, uno o varios sensores de referencia, por ejemplo, tres sensores de referencia 706 colocados fuera del Quiet Bubble 702, por ejemplo, en la parte posterior del reposacabezas, y dos o más sensores de ruido residual, por ejemplo, cuatro sensores 708 colocados en el interior del Quiet Bubble 700.

La figura 8 es una ilustración esquemática de diagrama de flujo de un método de control del ruido, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas. En algunas realizaciones demostrativas, una o varias operaciones del método de la figura 8 pueden ser realizadas mediante un sistema ANC, por ejemplo, el sistema 100 (figura 1), un controlador, por ejemplo, el controlador 300 (figura 3) y/o cualquier otro componente de un sistema ANC.

Tal como se indica en el bloque 800, el método incluye: determinar el ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido, que se definen con respecto a una zona predefinida de control del ruido. Por ejemplo, el controlador 102 (figura 1) puede recibir entradas de ruido 104 (figura 1) correspondientes a las ubicaciones 105 (figura 2) con respecto a la zona 110 de control del ruido (figura 2). Por ejemplo, las entradas 104 (figura 1) pueden ser determinadas en base a las entradas de uno o varios sensores de ruido real y/o virtual, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

Tal como se indica en el bloque 802, el método incluye determinar el ruido acústico residual en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido residual, que están situadas en el interior de la zona predefinida de control del ruido. Por ejemplo, el controlador 102 (figura 1) puede recibir entradas de ruido residual 106 (figura 1) correspondientes a las ubicaciones 107 (figura 2) con respecto a la zona 110 de control del ruido (figura 2). Por ejemplo, las entradas 106 (figura 1) pueden ser determinadas en base a las entradas de uno o varios sensores de ruido real y/o virtual, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

Tal como se indica en el bloque 804, el método incluye determinar un patrón de control del ruido para controlar el ruido acústico en el interior de la zona de control del ruido, en base a l ruido acústico en la pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido y al ruido residual acústico en la pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección del ruido residual. Por ejemplo, el controlador 102 (figura 1) puede determinar la señal de control del ruido 109 (figura 1), en base a en las entradas de ruido 104 (figura 1) y a las entradas de ruido residual 106 (figura 1), por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente.

Tal como se indica en el bloque 806, el método incluye enviar el patrón de control del ruido a, como mínimo, un transductor acústico. Por ejemplo, el controlador 102 (figura 1) puede emitir la señal 109 para controlar el transductor acústico 108, por ejemplo, tal como se describió anteriormente.

Tal como se indica en el bloque 803, el método incluye extraer de la pluralidad de entradas de ruido una pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, que son estadísticamente independientes con respecto a, como mínimo, un atributo predefinido. Por ejemplo, el extracto 306 (figura 3) puede extraer la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, por ejemplo, tal como se describió anteriormente. Por ejemplo, determinar el patrón de control del ruido puede incluir determinar el patrón de control del ruido en base a, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto de entre la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, por ejemplo, tal como se describió anteriormente.

Se hace referencia a la figura 9, que ilustra esquemáticamente un artículo de fabricación 900, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas. El artículo 900 puede incluir un medio de almacenamiento 902 no transitorio legible por una máquina, para almacenar la lógica 904, que se puede utilizar, por ejemplo, para realizar, como mínimo, parte de la funcionalidad del controlador 102 (figura 1) y/o realizar una o varias operaciones del método de la figura 8. La frase "medio legible por una máquina no transitorio" está dirigida a incluir todos los medios legibles por ordenador, con la única excepción de una señal de propagación transitoria.

En algunas realizaciones demostrativas, el artículo 900 y/o el medio de almacenamiento 902 legible por una máquina puede incluir uno o varios tipos de medios de almacenamiento legibles por un ordenador capaces de

- almacenar datos, que incluyen una memoria volátil, una memoria no volátil, una memoria extraíble o no extraíble, una memoria borrible o no borrible, una memoria que se puede escribir o reescribir, y similares. Por ejemplo, el medio de almacenamiento 902 legible por una máquina puede incluir una RAM, una DRAM, una DRAM de velocidad de datos doble (DDR-DRAM), una SDRAM, una RAM estática (SRAM), ROM, una ROM programable (PROM), una ROM programable borrible (EPROM), una ROM programable eléctricamente borrible (EEPROM), una ROM de disco compacto (CD-ROM), un disco compacto grabable (CD-R), un disco compacto regrabable (CD-RW), una memoria flash (por ejemplo, una memoria flash NOR o NAND), una memoria de contenido direccional (CAM), una memoria de polímero, una memoria de cambio de fase, una memoria ferroeléctrica, una memoria de óxido de nitruro de silicio-óxido de silicio (SONOS), un disco, un disquete, un disco duro, un disco óptico, un disco magnético, un tarjeta, una tarjeta magnética, una tarjeta óptica, una cinta, un casete y similares. Los medios de almacenamiento legibles por un ordenador pueden incluir cualquier medio adecuado involucrado con la descarga o transferencia de un programa informático desde un ordenador remoto a un ordenador solicitante, transportado por señales de datos incorporadas en una onda portadora u otro medio de propagación a través de un enlace de comunicación, por ejemplo, un módem, una conexión de radio o de red.
- En algunas realizaciones demostrativas, la lógica 904 puede incluir instrucciones, datos y/o código, que, si son ejecutados por una máquina, pueden hacer que la máquina realice un método, proceso y/u operaciones tal como las descritas en el presente documento. La máquina puede incluir, por ejemplo, cualquier plataforma de procesamiento, plataforma informática, dispositivo informático, dispositivo de procesamiento, sistema informático, sistema de procesamiento, ordenador, procesador o similar, adecuados, y puede ser implementada utilizando cualquier combinación adecuada de hardware, software, firmware., y similares.

30

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de control del ruido activo, que comprende:

un controlador (102), para controlar el ruido en el interior de una zona predefinida de control del ruido reduciendo o eliminando el ruido de, como mínimo, un patrón de ruido predefinido para ser controlado en el interior de dicha zona de control del ruido, debiendo recibir dicho controlador (102) una pluralidad de entradas de ruido (104) que representan el ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones (105) predefinidas de detección de ruido , que se definen con respecto a dicha zona (110) predefinida de control del ruido , estando configurado el controlador (102) para recibir una pluralidad de entradas de ruido residual (106) que representan ruido acústico residual en una pluralidad de ubicaciones (105) predefinidas de detección de ruido residual , que están situadas en el interior de

- 5 dicha zona predefinida de control del ruido, estando configurado el controlador (102) para determinar un patrón de control del ruido, en base a dicha pluralidad de entradas de ruido (104) y a dicha pluralidad de entradas de ruido residual (106), y para dar salida a dicho patrón de control del ruido, como mínimo, a un transductor acústico, comprendiendo dicho controlador (102) un extractor para extraer dicha pluralidad de entradas de ruido de entre una pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, que son estadísticamente independientes, y que corresponden a una pluralidad respectiva de fuentes de ruido acústico modeladas disjuntas, en donde dicho controlador (102) está configurado para seleccionar de entre dicha pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto correspondiente a, como mínimo, una fuente de ruido acústico modelado que se va a reducir o eliminar en la zona de control del ruido, en donde dicho controlador (102) está configurado para seleccionar dicho, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto en base a uno o varios atributos de patrón acústico predefinidos del, como mínimo, un patrón de ruido predefinido para ser controlado en el interior de dicha zona de control del ruido, estando configurado el controlador (102) para determinar dicho patrón de control del ruido aplicando una función de estimación al, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto seleccionado de entre la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, en donde dicho controlador (102) está configurado para adaptar uno o varios parámetros de la función de estimación en base a la pluralidad de entradas de ruido residual (106).

2. El sistema (100) de control del ruido activo de la reivindicación 1, en el que dichos uno o varios atributos de patrón acústico comprenden, como mínimo, un atributo seleccionado del grupo que consiste en amplitud, energía, fase, frecuencia, dirección y propiedades estadísticas.

3. El sistema de control del ruido activo de la reivindicación 1 o 2, en el que dicho controlador (102) debe extraer dicha pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos aplicando una función de extracción a dicha pluralidad de entradas de ruido, en el que dicho extractor está configurado para determinar la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos correspondientes a una muestra actual de la pluralidad de entradas de ruido (104) aplicando la función de extracción a la muestra actual de la pluralidad de entradas de ruido y a una o varias muestras previas, en uno o varios momentos anteriores respectivos, de la pluralidad de entradas de ruido (104).

35 4. El sistema (100) de control del ruido activo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el controlador (102) está configurado para utilizar la extracción de la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos correspondientes a la pluralidad respectiva de fuentes acústicas modeladas disjuntas para procesar la pluralidad de entradas de ruido (104) sin información a priori de atributos de fuentes acústicas reales que generan y/o afectan al ruido acústico representado por la pluralidad de entradas de ruido (104).

40 5. El sistema (100) de control del ruido activo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho controlador (102) debe determinar dicho patrón de control del ruido para reducir o eliminar, como mínimo, un parámetro de ruido en el interior de dicha zona de control del ruido, incluyendo el parámetro de ruido, como mínimo, un parámetro seleccionado del grupo que consiste en energía y amplitud.

45 6. El sistema (100) de control del ruido activo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho controlador (102) es para determinar dicho patrón de control del ruido para reducir o eliminar selectivamente uno o varios primeros patrones de ruido predefinidos en el interior de dicha zona de control del ruido, sin reducir uno o varios segundos patrones de ruido en el interior de dicha zona de control del ruido.

7. El sistema (100) de control del ruido activo de la reivindicación 6, en el que dicha zona de control del ruido está situada en el interior de un vehículo,

50 en el que dichos uno o varios primeros patrones de ruido comprenden, como mínimo, un patrón seleccionado del grupo que consiste en un patrón de ruido de la carretera, un patrón de ruido del viento y un patrón de ruido del motor,

55 y en el que dichos uno o varios segundos patrones de ruido comprenden, como mínimo, un patrón seleccionado del grupo que consiste en un patrón del ruido de audio de un dispositivo de audio situado en el interior de dicho vehículo, un patrón del ruido de bocina, un patrón del ruido de sirena, una señal de peligro funcional y una señal de peligro.

8. El sistema (100) de control del ruido activo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho controlador debe determinar dicho patrón de control del ruido sin tener información relacionada con uno o varios atributos de la fuente de ruido de una o varias fuentes de ruido reales que generan el ruido acústico en dicha pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido.

5 9. El sistema de control de ruido activo (100) de la reivindicación 8, en el que dichos atributos de la fuente de ruido incluyen, como mínimo, un atributo seleccionado del grupo que consiste en varias de dichas fuentes de ruido, una ubicación de dichas fuentes de ruido, un tipo de dichas fuentes de ruido, y uno o varios atributos de uno o varios patrones de ruido generados por una o varias de dichas fuentes de ruido.

10 10. El sistema (100) de control del ruido activo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que dichas ubicaciones de detección de ruido están distribuidas en un cerramiento que rodea dicha zona de control del ruido.

11. El sistema (100) de control del ruido activo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende:

uno o varios primeros sensores acústicos, para detectar el ruido acústico en una o varias de dicha pluralidad de ubicaciones de detección de ruido; y

15 uno o varios segundos sensores acústicos, para detectar el ruido acústico residual en una o varias de dicha pluralidad de ubicaciones de detección de ruido residual.

12. Un reposacabezas, que incluye el sistema (100) de control del ruido activo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para mantener dicha zona controlada en ruido alrededor de la cabeza de un usuario de dicho reposacabezas, comprendiendo el reposacabezas:

20 uno o varios primeros sensores acústicos posicionados en la parte posterior de dicho reposacabezas, para detectar el ruido acústico en una o varias de dicha pluralidad de ubicaciones de detección de ruido;

uno o varios segundos sensores acústicos, para detectar el ruido acústico residual en una o varias de dicha pluralidad de ubicaciones de detección de ruido residual;

dicho controlador (102); y

25 dos o más transductores acústicos, posicionados a ambos lados de dicho reposacabezas, para generar un patrón acústico en base a dicho patrón de control del ruido.

13. Un método de control del ruido activo, comprendiendo el método:

determinar un patrón de control del ruido para controlar el ruido acústico en el interior de una zona predefinida de control del ruido reduciendo o eliminando el ruido de, como mínimo, un patrón de ruido predefinido para ser controlado en el interior de dicha zona de control del ruido, determinar el patrón de control del ruido comprende determinar el patrón de control del ruido en base a una pluralidad de entradas de ruido que representan el ruido acústico en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido, que se definen con respecto a dicha zona predefinida de control del ruido, y el ruido acústico residual en una pluralidad de ubicaciones predefinidas de detección de ruido residual, que están situadas en el interior de dicha zona predefinida de control del ruido, en donde la determinación del patrón de control del ruido comprende:

35 extraer de entre la pluralidad de entradas de ruido una pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, que son estadísticamente independientes, y que corresponden a una pluralidad respectiva de fuentes de ruido acústico modeladas disjuntas;

seleccionar de entre dicha pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto correspondiente a, como mínimo, una fuente de ruido acústico modelada que se va a reducir o eliminar en la zona de control del ruido; y

40 determinar dicho patrón de control del ruido aplicando una función de estimación al, como mínimo, a un patrón acústico de referencia disjunto seleccionado de entre la pluralidad de patrones acústicos de referencia disjuntos, en donde la selección de dicho, como mínimo, un patrón acústico de referencia disjunto se basa en uno o varios atributos predefinidos de patrón acústico del, como mínimo, un patrón de ruido predefinido a controlar en el interior de dicha zona de control del ruido, y en donde uno o varios parámetros de la función de estimación se adaptan en base a la pluralidad de entradas de ruido residual; y

45 enviar dicho patrón de control del ruido, como mínimo, a un transductor acústico.

14. Un producto, que incluye un medio de almacenamiento no transitorio que tiene almacenadas en el mismo instrucciones que, cuando son ejecutadas por una máquina, dan como resultado el método de la reivindicación 13.

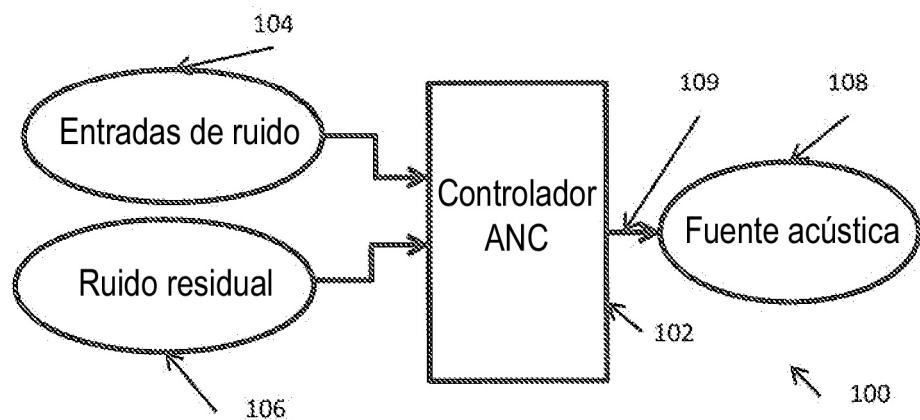


Fig. 1

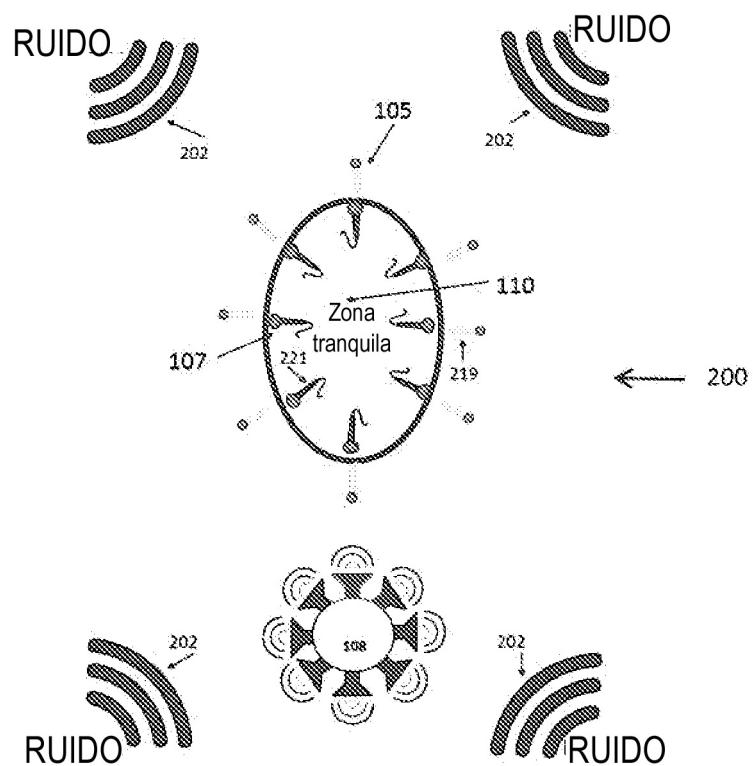


Fig. 2

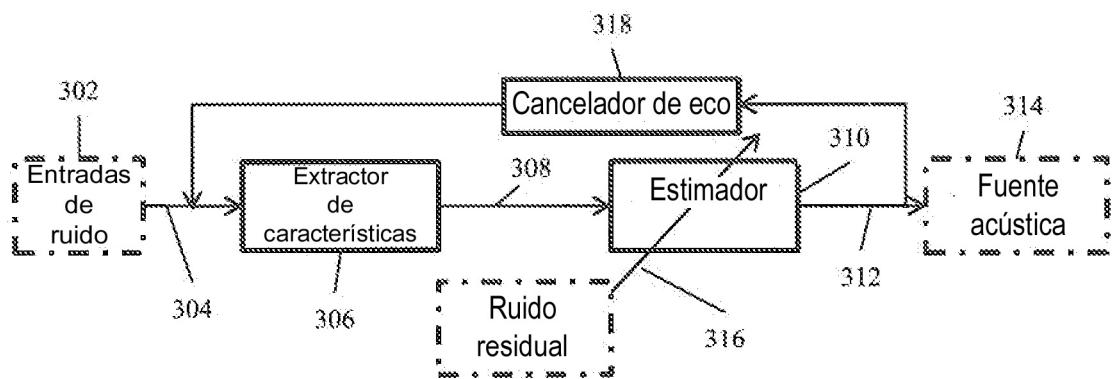


Fig. 3

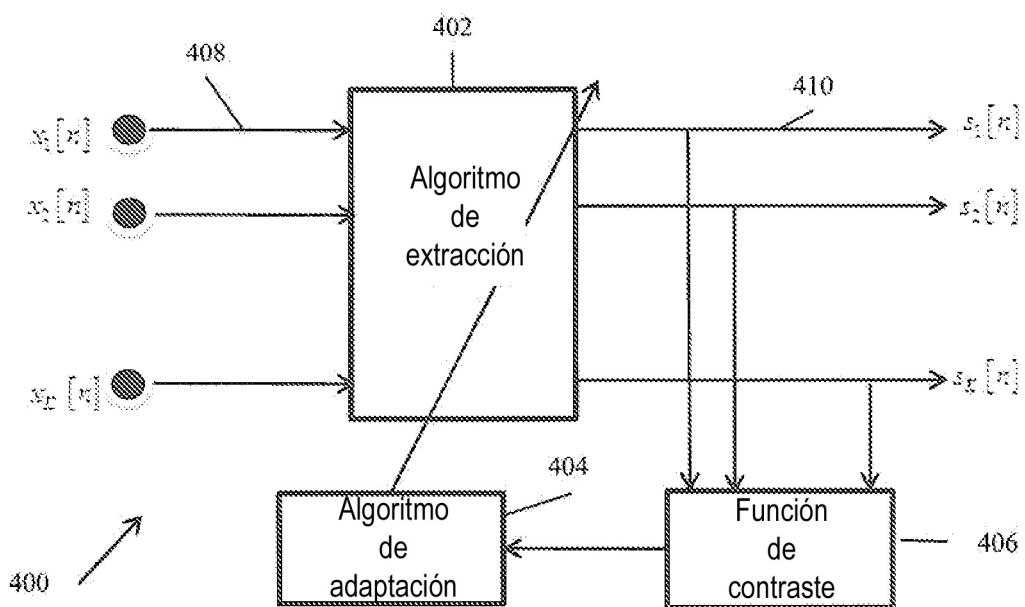


Fig. 4

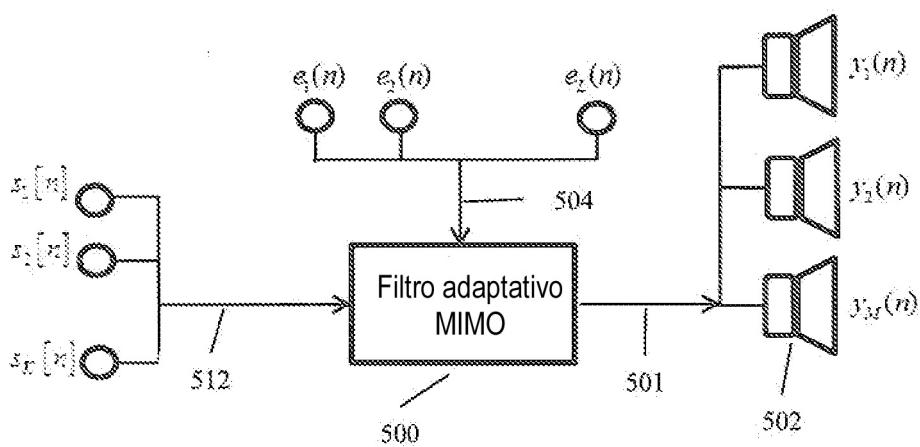


Fig. 5

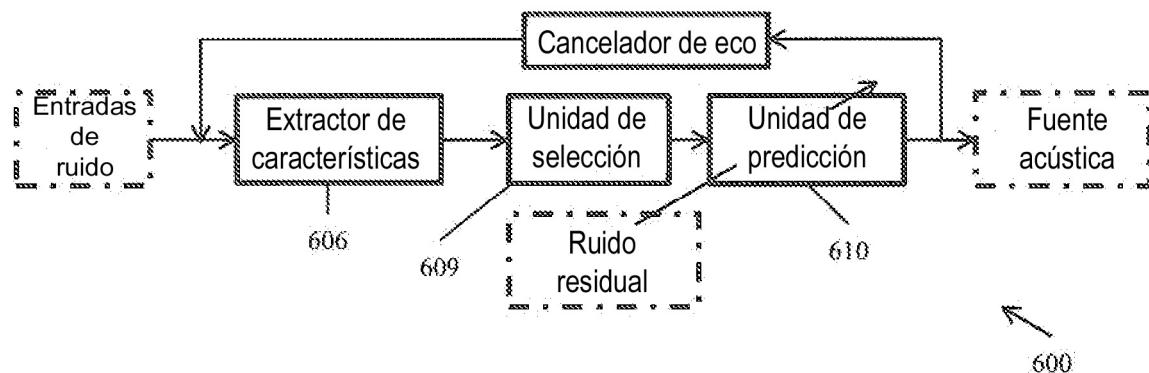


Fig. 6

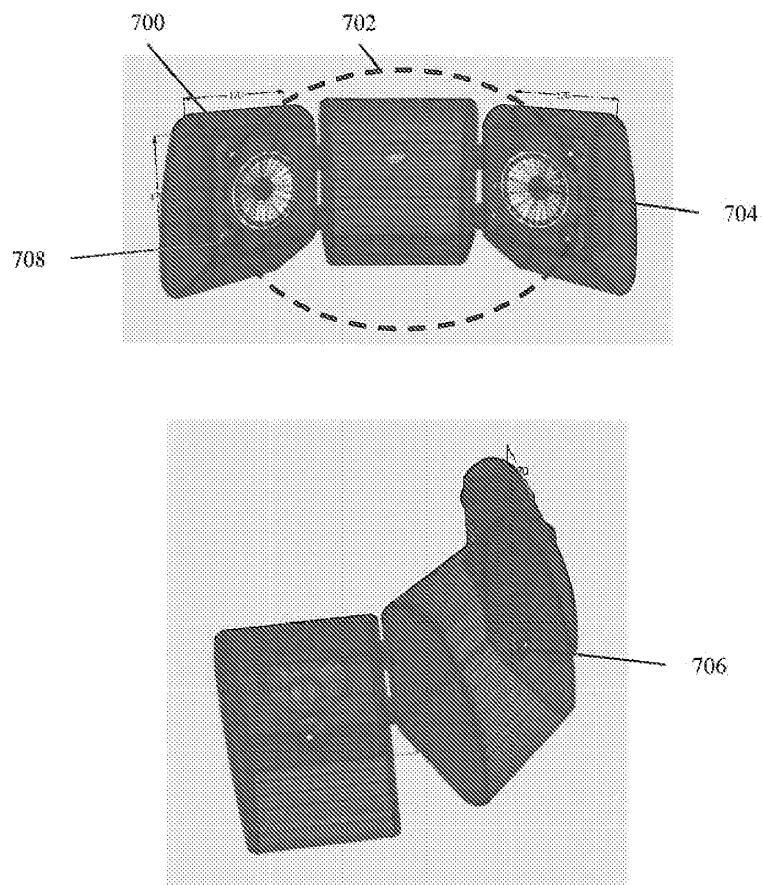


Fig. 7

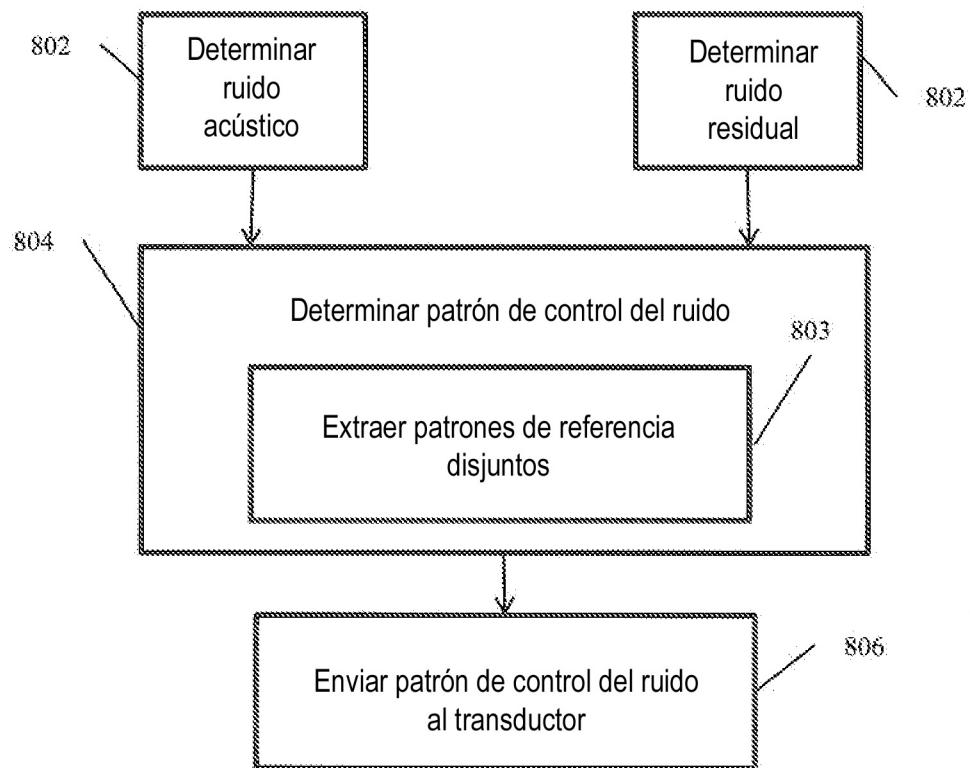


Fig. 8

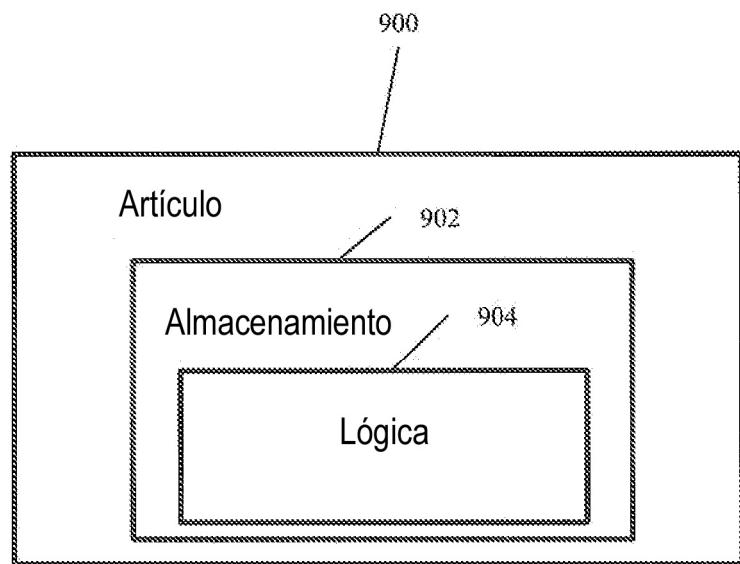


Fig. 9