(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 663 650**

(21) Número de solicitud: 201830158

(51) Int. Cl.:

G10K 11/178 (2006.01)
H04B 1/12 (2006.01)
H04B 15/00 (2006.01)
H04R 1/10 (2006.01)
H04R 1/30 (2006.01)
G10K 7/00 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

22.02.2018

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

16.04.2018

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)
Avda. Ramiro de Maeztu, nº 7
28040 MADRID ES

(72) Inventor/es:

DE ARCAS CASTRO, Guillermo y
ASENSIO RIVERA, César

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **MÉTODO Y SISTEMA PARA ENMASCARAMIENTO Y CANCELACIÓN SELECTIVA DE RUIDO**

(57) Resumen:

La presente invención se refiere a un método y un sistema para el enmascaramiento y la cancelación selectiva de ruido que comprende: emitir, por un emisor acústico, una señal de ruido conocida previamente; recibir, en unos auriculares receptores, una señal de ruido ambiente que comprende la señal de ruido emitida; extraer al menos una primera característica identificativa de la señal de ruido emitida; en respuesta a la primera característica identificativa, seleccionar una primera señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido emitida en contrafase; y proporcionar en una salida de los auriculares receptores, la primera señal de cancelación de ruido seleccionada, que cancela solo la señal de ruido emitida.

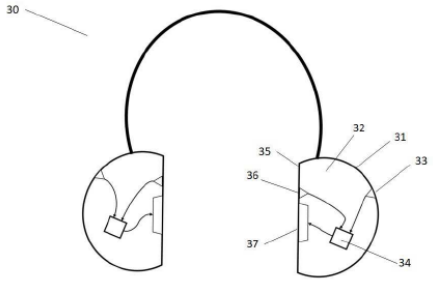

FIG. 3

ES 2 663 650 A1

MÉTODO Y SISTEMA PARA ENMASCARAMIENTO Y CANCELACIÓN SELECTIVA DE RUIDO

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere al campo técnico del procesamiento de audio y más concretamente a los métodos y sistemas para la cancelación selectiva de ruido en ambientes acústicamente degradados a propósito.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

El ruido, dependiendo de su intensidad, es un factor determinante para la consciencia situacional de las personas. La sensación auditiva en entornos acústicamente degradados por ciertos ruidos llega a comprometer la sensorización de un entorno hasta el punto que puede reducir la eficiencia en el desempeño de actividades. Uno de los motivos por los que la sensorización queda comprometida es por el efecto enmascarador que conlleva un ruido de intensidad alta, ya que impide a un ser humano percibir otras señales acústicas, que al ser enmascaradas, le resultan inaudibles en la práctica.

Por ejemplo, un piloto utiliza auriculares en la cabina de un avión para poder mejorar, por un lado, la escucha de las comunicaciones aislando su oído del ruido que se produce en la propia cabina, y por otro lado, protegiendo su oído frente a lesiones auditivas. Sin embargo, la utilización de protectores auditivos en entornos muy ruidosos, puede provocar la no escucha de sonidos de alerta, o de situaciones de peligro en las que la pérdida de consciencia situacional que implica puede ser crítica, por ejemplo en escenarios como intervenciones militares o policiales, donde la pérdida de capacidad acústica puede provocar una demora en la detección de riesgos y capacidad de reacción.

Los ruidos de alta intensidad también se utilizan en dispositivos de alarma en viviendas con la finalidad de solicitar ayuda en el mayor radio posible, pero también para aturdir al intruso de la vivienda con un ruido de alta intensidad. Por el contrario, el mismo

ruido también afecta al propietario de la vivienda, de manera que el efecto enmascarador del ruido de alarma sobre los demás ruidos pueden comprometer su seguridad y llevarle incluso a la confrontación involuntaria con el intruso, ya que les será imposible a ambos detectar ruidos como pisadas, puertas o voces mientras el ruido de alta intensidad esté presente.

En el estado del arte se encuentran auriculares con control activo de ruido, lo que permite mejorar el grado de aislamiento frente al ruido exterior del auricular, favoreciendo la escucha de los sonidos (comunicaciones) producidos en el interior de este. Este tipo de auriculares están destinados a reducir el ruido de fondo, mejorando la calidad de la escucha de las emisiones del propio auricular. Este es el caso de los auriculares de cancelación de ruido divulgados en el documento US 5182774 A, los auriculares con reducción activa de ruido de la patente estadounidense US 9445184 B2 o el método y sistema de cancelación activa de ruido aplicado a auriculares propuesto en el documento EP 3107312 A1. Los problemas con este tipo de soluciones surgen al utilizar los auriculares en zonas o situaciones en los que sería deseable percibir otros sonidos de ambiente, como por ejemplo en una zona de combate, donde conservar o incluso aumentar la consciencia situacional es fundamental.

Algunas otras soluciones, proponen un filtrado selectivo de ciertos ruidos basados en un conocimiento previo de qué sonido no se desea eliminar. Este tipo de soluciones se basan generalmente en el reconocimiento de voz, como por ejemplo en la US2016063997 A1, para ofrecer un discurso limpio eliminando el ruido de ambiente o para permitir la escucha de ciertos sonidos concretos y previamente identificados, como puede ser un nombre o una sirena de policía. Sin embargo, estas soluciones únicamente dejan pasar un tipo de sonidos muy concretos que han tenido que ser totalmente caracterizados previamente, pero en situaciones de alta contaminación acústica serán incapaces de discriminar entre un ruido enmascarador y un ruido de ambiente cualquiera que no ha sido caracterizado.

Por tanto, se echa en falta en el estado del arte una solución que realice un control activo de ruido exclusivamente para un tipo de sonido enmascarador controlado de alta

intensidad que degrada acústicamente y a propósito un ambiente en el que eventualmente se producen sonidos que sí se desean percibir.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Con el fin de alcanzar los objetivos y evitar los inconvenientes mencionados anteriormente, la presente invención describe, en un primer aspecto un método para la cancelación selectiva de ruido que comprende los siguientes pasos:

a) emitir, por un emisor acústico, una señal de ruido conocida previamente;

b) recibir, en un dispositivo receptor, una señal de ruido ambiente, donde la señal de ruido ambiente comprende la señal de ruido emitida por el emisor acústico (donde la señal de ruido emitida por el emisor acústico enmascara cualquier otro ruido ambiente);

c) extraer, en el dispositivo receptor, al menos una primera característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico;

d) en respuesta a la primera característica identificativa, seleccionar una primera señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido enmascarante emitida en contrafase;

e) proporcionar en una salida del dispositivo receptor, la primera señal de cancelación de ruido seleccionada, que cancela, al menos en parte, la señal de ruido emitida por el emisor acústico, en la señal de ruido ambiente.

En una de las realizaciones de la invención, emitir la señal de ruido comprende los pasos previos de: proporcionar a una primera base de datos un catálogo de señales de ruido asociadas a diferentes características; seleccionar una señal de ruido de las proporcionadas a la primera base de datos; generar la señal de ruido seleccionada de acuerdo a sus características asociadas; y amplificar la señal generada.

Adicionalmente, en una de las realizaciones de la invención se contempla adaptar la señal de cancelación de ruido seleccionada mediante un controlador adaptativo

realimentado desde un micrófono de error dispuesto en el dispositivo receptor. Así, ventajosamente puede ajustarse la señal de cancelación emitida al contexto real del usuario y minimizar el posible error.

El controlador adaptativo, de acuerdo a una de las realizaciones particulares de la invención comprende: recibir, por el micrófono de error, una señal de ruido que comprende la señal de ruido ambiente y la primera señal de cancelación de ruido generada, donde al menos una parte de la señal emitida por el emisor acústico no ha sido cancelada totalmente por dicha primera señal de cancelación; extraer al menos una segunda característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico; en respuesta a la segunda característica identificativa, seleccionar una segunda señal de cancelación de ruido; y proporcionar al controlador adaptativo, la segunda señal de cancelación de ruido seleccionada, para cancelar en la señal de ruido recibida por el micrófono de error la parte de la señal emitida por el emisor acústico no cancelada por la primera señal de cancelación.

La interacción de los módulos puede retroalimentar los auriculares de la invención y, de acuerdo a diferentes realizaciones de la invención, adaptar simplemente la primera señal de cancelación de ruido seleccionada en función de la señal de ruido enmascaradora recibida o, según una configuración más precisa, adaptar la primera señal de cancelación de ruido en función de la señal que capta el micrófono de error, la cual contribuye a la mejora del proceso efectuando un control adaptativo que minimiza la señal de error.

Opcionalmente, en una realización de la invención donde la primera señal de cancelación proporcionada a la salida del dispositivo receptor interfiere con la señal de ruido ambiente, se contempla además: recibir en el dispositivo receptor una señal de ruido generada como resultado de la interferencia de la señal de ruido ambiente y la primera señal de cancelación; y amplificar en el dispositivo receptor la señal de ruido recibida en el paso anterior. Ventajosamente se consigue así mejorar la consciencia situacional del usuario y proporcionarle al usuario de los auriculares de la presente invención, no sólo el enmascaramiento de los ruidos que pueda producir con sus movimientos o su voz, sino que

también se le proporciona ventajosamente una capacidad de escucha del ambiente aumentada.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema para la cancelación selectiva de ruido que comprende:

- un emisor acústico configurado para emitir una señal de ruido conocida previamente;

- un dispositivo receptor, preferentemente unos auriculares, configurado para recibir una señal de ruido ambiente, donde la señal de ruido ambiente comprende la señal de ruido emitida por el emisor acústico (donde la señal de ruido emitida por el emisor acústico tiene unas características tales que enmascara cualquier otro sonido ambiente); extraer al menos una característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico; en respuesta a la característica identificativa, seleccionar una señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido emitida en contrafase; proporcionar en una salida la señal de cancelación de ruido seleccionada, para cancelar en la señal de ruido ambiente la señal de ruido emitida por el emisor acústico.

El emisor acústico, de acuerdo a una realización particular de la presente invención, comprende los siguientes elementos: una primera base de datos configurada para almacenar un catálogo de señales de ruido con diferentes características; un módulo generador de señales configurado para generar una señal de ruido basada en características seleccionadas de la primera base de datos; un módulo amplificador conectado al módulo generador de señales; y un altavoz conectado al módulo amplificador y configurado para emitir la señal de ruido generada.

El dispositivo receptor, de acuerdo a una realización particular de la presente invención, comprende: un micrófono detector configurado para recibir la señal de ruido ambiente; un módulo de procesado configurado para extraer la característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico; en respuesta a la característica

identificativa, seleccionar una señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido emitida en contrafase; y proporcionar la señal de cancelación de ruido seleccionada; y un altavoz configurado para emitir la señal de cancelación de ruido proporcionada por el módulo de procesado.

El módulo de procesado, según una realización particular de la invención, comprende: un módulo de extracción de características de la señal de ruido ambiente recibida por el micrófono detector; una segunda base de datos con información de las características de las señales de ruido del catálogo almacenado en la primera base de datos (donde la información de la segunda base de datos contiene la misma información que la primera base de datos o al menos parte de ella); y un módulo re-generador de señales configurado para generar una señal de cancelación de ruido a partir de la información de la segunda base de datos.

En una de las realizaciones de la invención se contempla disponer el micrófono detector en una cara exterior de la cazoleta del auricular y disponer el altavoz en una cara interior de la cazoleta del auricular.

Adicionalmente, la presente invención contempla en una de sus realizaciones un micrófono de error dispuesto en la cara interior del auricular, configurado para recibir una señal de ruido que comprende la señal de ruido ambiente y la señal de cancelación de ruido generada, y donde el módulo el módulo de procesado comprende además un lazo de realimentación configurado para alimentar un controlador adaptativo con la señal de ruido recibida por el micrófono de error, donde el controlador adaptativo también se alimenta desde el módulo re-generador de señales.

A diferencia de otras soluciones del estado del arte, donde habitualmente se pretende eliminar la totalidad del ruido exterior que penetra en el auricular, la presente invención pretende, de acuerdo a todo lo anterior, realizar un control activo de ruido exclusivamente

para un tipo de sonido, generado expresa y artificialmente para interferir en la percepción del ambiente de cualquier otro usuario en la zona de cobertura.

Las ventajas de la presente invención son múltiples y dependiendo del escenario de aplicación cobran más importancia unas u otras, pero en general pueden destacarse algunas como: la generación, por parte del emisor acústico, de un sonido intimidador y/o disuasorio que genere malestar y molestia en un intruso, así como que entorpece la ejecución de tareas y sus comunicaciones; el enmascaramiento de sonidos existentes en la zona de cobertura del emisor acústico; derivado de lo anterior, la reducción de la consciencia situacional en la zona de cobertura del emisor acústico; la mejora relativa de la consciencia situacional de los portadores de la invención frente a los que no la portan; la mejora de la privacidad acústica para los portadores de la invención frente a otros oyentes; y la integración con otros sistemas de comunicación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción de la invención y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de sus características, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización de la misma, se acompaña un conjunto de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se han representado las siguientes figuras:

- La **figura 1** muestra un diagrama general de bloques de una unidad acústica de la presente invención.
- La **figura 2** muestra un diagrama de bloques de una realización de una unidad acústica, con detalle de la unidad de control.
- La **figura 3** muestra unos auriculares a modo de ejemplo de un dispositivo receptor de la presente invención.
- La **figura 4** muestra un diagrama de bloques con detalle de los flujos de señal que interactúan con los auriculares y detalle de la unidad de procesado.
- Las **figuras 5A, 5B y 5C** representan el efecto de cancelación de señales en contrafase.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención divulga un método y un sistema para la cancelación selectiva de ruido en un ambiente acústicamente degradado por un ruido de alta intensidad (generado por la propia invención) que enmascara, al menos en parte, el resto de sonidos de ambiente en la zona de cobertura.

El sistema comprende un sistema de emisión sonora, que genera dicho ruido enmascarante y produce así un ambiente acústico opaco que oculta los sonidos de ambiente, y un dispositivo receptor, preferentemente unos auriculares, diseñado para eliminar el ruido enmascarante generado por el sistema de emisión sonora.

El ruido enmascarante tiene una estructura que permite una detección sencilla por el dispositivo receptor de la invención. Así, las características de frecuencia y dinámica que se seleccionan para el catálogo corresponden a ruidos estacionarios, o a lo sumo con diversas fases estacionarias, con componentes frecuenciales discretas (señales tonales), en lugar ruidos con carácter aleatorio que resultan más complicados detectar y cancelar.

En una de las realizaciones de la invención, antes de seleccionar una señal de ruido de las disponibles en el catálogo de señales del sistema de emisión sonora, se captura previamente el sonido de ambiente y se analiza una o varias de sus características para, en función de ellas, seleccionar la señal de ruido más apropiada de las disponibles en el catálogo. Por ejemplo, la intensidad del ruido ambiente puede medirse con un sonómetro y, de acuerdo a la intensidad medida, determinar la intensidad del ruido enmascarador a emitir. Normalmente la intensidad del ruido enmascarador se establece en un valor igual o superior a la del sonido ambiente detectado, pero en algunas realizaciones la intensidad del ruido enmascarador se establece en un valor menor al de la intensidad detectada del sonido ambiente para que este ruido no resulte muy evidente. En cambio, aunque la intensidad del ruido enmascarador sea menor que la del sonido ambiente, el efecto enmascarador sigue produciéndose en parte, aunque obviamente en menor medida.

Alternativamente, en una realización particular de la invención, este ruido enmascarante se genera con una intensidad relativamente alta, lo que permite enmascarar la mayoría de los sonidos ambiente sin necesidad de analizarlos previamente. Preferentemente el nivel de presión sonora a 1 metro del emisor acústico se sitúa en un rango entre los 60 dB (por ejemplo, el nivel de una conversación normal) y los 100 dB (por ejemplo, situación de tráfico intenso o sirenas), franja de sonido con conocido efecto sobre el nivel de atención y concentración de las personas, aunque podría elevarse hasta los 120 dB en algunos casos. Dado que la percepción del sonido varía con la frecuencia, dependiendo de la frecuencia se hacen necesarios niveles de sonido diferentes para producir el mismo efecto en el oído humano.

La combinación del sistema de emisión sonora con los auriculares provoca un escenario, en la zona de cobertura del ruido enmascarante, en el que la consciencia situacional de las personas sin auriculares se ve enormemente afectada, mientras que los usuarios de auriculares, de acuerdo a la presente invención, permanecen inmunes al ruido enmascarador. Es decir, los usuarios de los auriculares de la presente invención mantendrán su consciencia situacional auditiva, escuchando todos los sonidos existentes en la zona, salvo el que genera el ruido enmascarador, mientras que el resto de personas en la zona de cobertura únicamente escucharán el ruido enmascarador.

En un escenario con sonido ambiente de muy alta intensidad, el ruido enmascarador, puede no ocultar completamente dicho sonido ambiente, pero en los casos donde el propio sonido ambiente ya hace imposible cualquier comunicación, no tendría ningún efecto tratar de enmascarar el sonido ambiente a terceros. Es decir, la utilidad y los efectos ventajosos de la presente invención se limita a escenarios o a instantes en los que el ruido ambiente se mantiene dentro de ciertos límites de intensidad en relación al nivel sonoro emitido por el emisor acústico y la posición que este ocupa.

En la **figura 1** se muestra un ejemplo de una unidad acústica de la presente invención, la cual comprende una unidad de control 2, un amplificador 3 y un altavoz 4. En una realización preferida de dicha unidad acústica, mostrada en la **figura 2**, la unidad de control

se compone de una base de datos 5, que almacena un catálogo de ruidos enmascaradores (o patrones de ruido) y sus características asociadas (como por ejemplo, tipo, frecuencia, componentes tonales, amplitud, fase…) y un módulo generador 6 del patrón enmascarador, que genera a partir de las características asociadas al ruido seleccionado de la base de datos la señal del patrón emnascarador correspondiente. Esta señal se entrega al amplificador 3 y finalmente el ruido enmascarador 7 es emitido desde el altavoz 4 a la intensidad deseada, provocando el enmascaramiento del ambiente sonoro en la zona de cobertura. Cada patrón emitirá una serie de frecuencias, con una relación de intensidades, y una evolución temporal.

La zona de cobertura queda definida por la distribución espacial de las unidades acústicas, las características del ruido enmascarador (como la intensidad, frecuencia, tipo…) y el tipo de fuente sonora utilizado, donde de acuerdo a diferentes realizaciones se contemplan por ejemplo fuentes sonoras omnidireccionales, que emiten sonido por igual en todas las direcciones del espacio, o fuentes sonoras directivas, que consiguen concentrar un máximo de potencia acústica en una dirección concreta.

El dispositivo receptor preferentemente consiste en un dispositivo de tipo auricular. Los auriculares, en combinación con la señal generada por las unidades acústicas descritas anteriormente, realizan un control activo del ruido. El objetivo es generar una señal “anti-ruido” en contrafase con el ruido enmascarador generado previamente y que, estando el usuario dentro de la zona de cobertura, se encontrará presente en la cazoleta de los auriculares.

El sonido existente en la zona de cobertura de la invención se representa en la **figura 5**.**A** Dicho sonido existente está compuesto por el conjunto de sonidos pre-existentes en la zona (sonido de ambiente 40) más un sonido enmascarador 7 que añade la invención. El sonido enmascarador que genera la invención consiste en una señal acústica producida por la vibración del aire con unas determinadas características temporales. De forma sincronizada, los auriculares generan una señal acústica de cancelación selectiva del sonido enmascarador (antiruido 8) que, en el interior de los auriculares, se suma al sonido allí

existente. Mientras que en unos auriculares con control activo de ruido convencionales, el anti-ruido debe ajustarse de tal manera que provoque un efecto opuesto (en contrafase) al ruido existente en los auriculares, para que las ondas en contrafase se anulen, en la presente invención, el anti-ruido únicamente anula la parte que se corresponde con el ruido enmascarador que la propia invención genera, de tal manera que un usuario en la zona de cobertura haciendo uso de los auriculares con la señal de cancelación selectiva del sonido enmascarador, tal y como se muestra en la **figura 5.C**, percibe únicamente el sonido ambiente 40 ya que el sonido enmascarador 7 es cancelado en el interior del auricular por dicha señal de cancelación selectiva del sonido enmascarador 8, dado que ambas señales son idénticas pero de signo contrario. Por el contrario, un usuario en la zona de cobertura que no hace uso de los auriculares de la presente invención, recibe, tal y cómo se muestra en la **figura 5.B** las señales correspondientes al sonido ambiente 40 más el ruido enmascarador 7, lo que significa que únicamente percibirá el sonido enmascarador, ya que éste oculta el sonido ambiente.

La señal “anti-ruido”, que se genera en los auriculares de la presente invención, únicamente persigue cancelar el efecto del ruido enmascarador, permitiendo así ventajosamente la escucha por parte del usuario de los auriculares del resto de sonidos existentes en la zona de cobertura. Por esta razón, resulta fundamental disponer de una señal de referencia relacionada con el sonido enmascarador.

La **figura 3** muestra unos auriculares 30 con una configuración de ejemplo, donde en una cara externa 31 de la cazoleta 32 se dispone un micrófono detector 33 del que obtener la señal de referencia buscada. El micrófono detector capta el ambiente sonoro existente en el exterior de dicha cazoleta, es decir, el ruido ambiente más el ruido enmascarador generado. En el interior de la cazoleta se dispone una unidad de procesado 34, la cual detecta la presencia del sonido enmascarador en la señal del ambiente sonoro y determina y regenera el patrón de emisión utilizado por los emisores acústicos. En una cara interna 35 de la cazoleta del auricular se dispone un micrófono de error 36 (del que se podría prescindir en ciertos escenarios estáticos o si es asumible una cancelación parcial), que determina el nivel de ruido enmascarador que se mantiene en el interior del auricular y, por tanto escucha el usuario en sus auriculares, a pesar de la señal de cancelación emitida desde un altavoz

37 dispuesto en la cara interna de la cazoleta del auricular. Adicionalmente, en una de las realizaciones, la unidad de proceso además amplifica el resto de sonidos del entorno.

La **figura 4** muestra un diagrama de bloques de los componentes del auricular, según una realización de la invención y los flujos de señales implicadas. Así, un ruido ambiente 40 y el ruido enmascarador 7 generado por uno o varios emisores acústicos se combinan de forma natural en la zona de cobertura y son captados por el micrófono detector 33 del auricular como un único ambiente sonoro. El micrófono detector capta este ambiente sonoro y entrega la señal a la unidad de procesado 34, concretamente a un módulo de extracción de características 41.

El módulo de extracción de características realiza un análisis temporal y frecuencial de la señal, para detectar en ella patrones que delaten la presencia del ruido enmascarador en la señal del ambiente sonoro. Para ello, se obtiene un vector de características que contiene los valores medidos de una serie de parámetros seleccionados, como por ejemplo tipo de ruido, componentes tonales o fase, a todas las posibles frecuencias para determinar la relación entre unas y otras, así como la estructura temporal. Del análisis de estas mediciones se determina el parecido entre el sonido que se está recibiendo y los sonidos disponibles en la base de datos 43. Si el parecido supera un umbral preestablecido, se considera detectado el ruido enmascarador y, en ese caso, a partir de las características extraídas, se determina el patrón de emisión utilizado por el emisor acústico, mediante un módulo re-generador 42 con acceso a la base de datos 43 en la que ha sido almacenado previamente un catálogo de ruidos enmascaradores y sus características asociadas (como por ejemplo, tipo, frecuencia, componentes tonales, amplitud, fase…).

El módulo re-generador del patrón enmascarador entrega la señal de referencia a un controlador adaptativo 44. La señal de referencia se genera a partir de las características definidas en el catálogo de ruidos enmascaradores 43, y es ajustada en función de las características detectadas en el módulo de extracción de características 41. Dicha señal regenerada será el equivalente a la presencia del ruido enmascarador en el interior de los auriculares con la invención desactivada, pero en oposición de fase, para actuar como anti-

ruido. Este control activo de ruido se efectúa mediante un algoritmo adaptativo feedforward, con el objetivo de anular la influencia del ruido enmascarador en la cazoleta del auricular.

A la salida del controlador adaptativo se genera la señal anti-ruido o de cancelación de ruido, que es emitida por el altavoz 37 del auricular en contrafase con la señal de ruido enmascarador, de manera que la interferencia acústica 45 que se genera elimina la presencia del sonido enmascarador en el interior del auricular.

El micrófono de error 36 permite un ajuste fino de la cancelación selectiva de ruido al establecer un lazo de realimentación 46 en la unidad de procesado que adapta el funcionamiento del controlador 44. A pesar de que la interferencia provocada por la señal de cancelación generada por el módulo re-generador 42 persigue la cancelación completa del ruido enmascarador, hay circunstancias que afectan al comportamiento, como por ejemplo los movimientos del usuario o su orientación, que pueden provocar cambios de amplitud y fase del sonido enmascarador percibido, con el resultado de que una parte del ruido enmascarador no se anule en interior del auricular y, por tanto, llegue a los oídos del usuario. La disposición del micrófono de error en la cara interior de la cazoleta del auricular permite así captar la señal de ruido presente en el interior del auricular y proporcionarla al lazo de realimentación 46, de manera que se minimice en el auricular la presencia de ruido enmascarador. El lazo de realimentación, que supone una segunda entrada para el controlador adaptativo, tiene un funcionamiento análogo al descrito anteriormente, es decir, un módulo de extracción de características 47 recibe la señal captada por el micrófono de error y detecta la presencia del ruido enmascarador, o al menos parte de él, en dicha señal. Extrae las principales características (tipo, componentes tonales, fase…) y, a partir de las características extraídas, determina el patrón de emisión utilizado por el emisor acústico, mediante un módulo re-generador 48 con acceso a una base de datos 49 en la que ha sido almacenado previamente un catálogo de ruidos enmascaradores y sus características asociadas (como por ejemplo, tipo, frecuencia, componentes tonales, amplitud, fase…). Así el sistema completo será inmune a las variaciones del patrón, amplitud y fase que se produce en los desplazamientos del usuario por la zona de cobertura.

Como resultado de la configuración y funcionamiento anteriormente descrito, el ruido enmascarador generado se anula en el interior del auricular, y el usuario únicamente escuchará los sonidos propios del ambiente, mientras que el resto de personas en la zona de cobertura de los emisores de acústicos ven reducida su audición y consciencia situacional por el efecto del ruido enmascarador.

En una de las realizaciones de la invención, se incorpora una capa de comunicaciones a los auriculares, proporcionando una eventual señal de comunicación 50, originada por otro usuario y transmitida de forma inalámbrica, que se combina en la unidad de procesado con la señal de salida del controlador adaptativo antes de ser ambas entregadas al altavoz de salida del auricular para su emisión.

En una de las realizaciones de la invención, que mejora la percepción de los usuarios del sonido ambiente, la unidad de procesado amplifica la señal obtenida por el micrófono de error 36 en un amplificador 51. La señal de salida del amplificador 51 se entrega, por un lado, al controlador adaptativo 44 después de pasar por el lazo de realimentación 46 y, por otro lado, a la entrada del altavoz 37 directamente. De esta manera, el altavoz recibe en su entrada una señal que resulta de la suma de dos señales diferentes: la señal de cancelación generada por el módulo re-generador 48 y la señal obtenida por el micrófono de error amplificada (que contiene la señal de sonido ambiente y la parte del ruido enmascarador que no ha sido cancelada). Como resultado de esta suma de señales, la señal de cancelación que emite el altavoz, realmente contiene no sólo la señal en contrafase correspondiente a la parte del ruido enmascarador presente, sino que también contiene parte de la señal de sonido ambiente, en fase, para sumarse a la señal de sonido ambiente en el interior del auricular y proporcionar al usuario una señal de mayor intensidad.

El protocolo de utilización de la presente invención comprende: en primer lugar, la ubicación de la fuente sonora enmascaradora en la zona de cobertura que se quiere definir distribuyendo espacialmente por ella uno o varios emisores acústicos; la selección del patrón de ruido enmascarador, que puede ser voluntaria o puede realizarse de manera aleatoria; el accionamiento de la fuente sonora, para comenzar a emitir el ruido

enmascarador y generar una cierta contaminación acústica en la zona de cobertura; el accionamiento de los auriculares por parte del usuario; y el ajuste fino de los auriculares, para lograr la máxima eficacia en función del usuario y características concretas de la fijación de los mismos, donde el usuario puede realizar un ajuste manual (de poca escala) en la amplitud y/o fase de la señal de cancelación (anti-ruido), para optimizar el efecto de cancelación en función de la fijación de los auriculares en su cabeza.

Entre las posibles aplicaciones de la presente invención se enumeran a modo de ejemplo tres de ellas:

En un primer escenario, dos usuarios desean mantener una conversación de carácter privado, pero el ambiente que les rodea no ofrece ninguna garantía para ello. La presente invención ventajosamente les proporciona la privacidad que desean evitando una eventual escucha por parte de un tercero. Los usuarios pueden optar por acudir a un recinto cerrado, donde ya se encuentran instalados varios emisores acústicos que proporcionan una zona de cobertura perfectamente definida, o bien optar por un emisor acústico portátil que pueden usar en cualquier parte. Una vez provistos cada uno de ellos de los auriculares de la presente invención, al activar el emisor acústico se generará un ruido enmascarador que hará imposible a terceros detectar la conversación privada de los dos usuarios, ya que la intensidad del ruido enmascarador es mucho mayor que la conversación privada. Los dos usuarios pueden mantener su conversación con total privacidad y en un volumen normal, ya que para ellos el ruido enmascarador es imperceptible gracias a la señal de cancelación de ruido selectiva que se genera en sus auriculares, totalmente sincronizados con los patrones de emisiones de los emisores acústicos.

En un segundo escenario, la presente invención se integra en un sistema de alarma de una vivienda. El emisor acústico de una alarma tradicional se sustituye por un emisor acústico de acuerdo a la presente invención, o se complementa, para que el sonido de alarma emitido se seleccione de un catálogo de sonidos cuyas características sean conocidas previamente. Ante la detección por parte del sistema de alarma de un intruso, comienza la emisión de un ruido de alta intensidad seleccionado que, además de los

objetivos tradicionales de disuadir al intruso haciéndole saber que ha sido detectado y de solicitar ayuda a vecinos o policía en las cercanías de la vivienda, se añade el objetivo de aturdirle acústicamente enmascarando el resto de sonidos de ambiente.

Ventajosamente, el propietario de la vivienda, haciendo uso de los auriculares de la presente invención y gracias a la sincronización con el sonido de la alarma (totalmente caracterizado y conocido previamente) emite una señal de cancelación de dicho sonido en los auriculares. Así, el propietario incrementa su seguridad en caso de buscar una vía de escape, ya que es inmune al ruido de la alarma, pero puede escuchar perfectamente los demás sonidos de ambiente generados por el intruso, como pisadas o puertas, y evitar una confrontación. Al mismo tiempo, gracias al ruido enmascarador emitido por la alarma, el propietario se mantiene “invisible” acústicamente de cara al intruso.

En un tercer escenario, la invención tiene aplicación en operaciones policiales y militares. El objetivo es similar al descrito en el caso de uso en un sistema de alarma de una vivienda, ya que los usuarios (combatientes) que utilicen el sistema obtendrán una mejora relativa de su audición en un entorno acústicamente degradado por el ruido enmascarador de alta intensidad emitido. El ruido producido por los combatientes durante las operaciones puede delatar su presencia. La presencia del ruido enmascarador oculta todo sonido asociado a dichas actuaciones (referido a un concepto visual, el efecto conseguido es equivalente a hacerse de noche). Así, mediante la utilización de los auriculares de la invención, se permite superar esta dificultad a los usuarios de dichos auriculares, de forma que sus acciones quedan ocultas al ser enmascaradas por el ruido, mientras que dichos usuarios continúan pudiendo escuchar el resto de sonidos de ambiente.

La zona de cobertura puede definirse de distintas maneras. Pueden distribuirse emisores acústicos en un área donde se prevea una confrontación o pueden utilizarse emisores acústicos portátiles para prevenir una confrontación inesperada. Al activar los emisores acústicos, el sonido de ambiente resulta inaudible para las personas que no utilizan los auriculares de la invención, por lo que los que sí los utilizan pueden, entre otras ventajas, comunicarse de forma privada.

La presente invención no debe verse limitada a la forma de realización aquí descrita. Otras configuraciones pueden ser realizadas por los expertos en la materia a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el ámbito de la invención queda definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para la cancelación selectiva de ruido caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

a) emitir, por un emisor acústico (1), una señal de ruido (7) conocida previamente;

b) recibir, en un dispositivo receptor (30), una señal de ruido ambiente, donde la señal de ruido ambiente comprende la señal de ruido (7) emitida por el emisor acústico;

c) extraer, en el dispositivo receptor (30), al menos una primera característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico (1);

d) en respuesta a la primera característica identificativa, seleccionar una primera señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido (7) emitida en contrafase;

e) proporcionar en una salida del dispositivo receptor, la primera señal de cancelación de ruido seleccionada, que cancela, al menos en parte, la señal de ruido emitida por el emisor acústico, en la señal de ruido ambiente.

2. Método de acuerdo a la reivindicación 1 donde emitir la señal de ruido comprende los pasos previos de:

- proporcionar a una primera base de datos (5) un catálogo de señales de ruido asociadas a diferentes características;

- seleccionar una señal de ruido de las proporcionadas a la primera base de datos;

- generar la señal de ruido seleccionada de acuerdo a sus características asociadas; y

- amplificar la señal generada.

3. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende adaptar la señal de cancelación de ruido seleccionada mediante un controlador adaptativo (44) realimentado desde un micrófono de error (36) dispuesto en el dispositivo receptor.

4. Método de acuerdo a la reivindicación 3 donde realimentar el controlador adaptativo comprende:

- recibir, por el micrófono de error, una señal de ruido que comprende la señal de ruido ambiente y la primera señal de cancelación de ruido generada, donde al menos una parte de la señal emitida por el emisor acústico no ha sido cancelada totalmente por dicha primera señal de cancelación;

- extraer al menos una segunda característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico;

- en respuesta a la segunda característica identificativa, seleccionar una segunda señal de cancelación de ruido; y

- proporcionar al controlador adaptativo, la segunda señal de cancelación de ruido seleccionada, para cancelar en la señal de ruido recibida por el micrófono de error la parte de la señal emitida por el emisor acústico no cancelada por la primera señal de cancelación.

5. Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera señal de cancelación proporcionada a la salida del dispositivo receptor interfiere con la señal de ruido ambiente, que además comprende:

- recibir en el dispositivo receptor una señal de ruido generada como resultado de la interferencia de la señal de ruido ambiente y la primera señal de cancelación; y

- amplificar en el dispositivo receptor la señal de ruido recibida en el paso anterior.

6. Sistema para la cancelación selectiva de ruido caracterizado por que comprende:

- un emisor acústico (1) configurado para emitir una señal de ruido conocida previamente;

- un dispositivo receptor (30) configurado para recibir una señal de ruido ambiente, donde la señal de ruido ambiente comprende la señal de ruido emitida (7) por el emisor acústico; extraer al menos una característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico; en respuesta a la característica identificativa, seleccionar una señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido emitida en contrafase; proporcionar en una salida la señal de cancelación de

ruido seleccionada, para cancelar en la señal de ruido ambiente la señal de ruido emitida por el emisor acústico.

7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, donde el emisor acústico comprende:

- una primera base de datos (5) configurada para almacenar un catálogo de señales de ruido con diferentes características;

- un módulo generador (6) de señales configurado para generar una señal de ruido basada en características seleccionadas de la primera base de datos;

- un módulo amplificador (3) conectado al módulo generador de señales; y

- un altavoz (4) conectado al módulo amplificador y configurado para emitir la señal de ruido generada.

8. Sistema de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 6-7, donde el dispositivo receptor comprende:

- un micrófono detector (33) configurado para recibir la señal de ruido ambiente;

- un módulo de procesado (34) configurado para extraer la característica identificativa de la señal de ruido emitida por el emisor acústico; en respuesta a la característica identificativa, seleccionar una señal de cancelación de ruido que se corresponde con la señal de ruido emitida en contrafase; y proporcionar la señal de cancelación de ruido seleccionada; y

- un altavoz (4) configurado para emitir la señal de cancelación de ruido proporcionada por el módulo de procesado.

9. Sistema de acuerdo a la reivindicación 8, donde el módulo de procesado comprende:

- un módulo de extracción de características (41) de la señal de ruido ambiente recibida por el micrófono detector;

- una segunda base de datos (43) con información de las características de las señales de ruido del catálogo almacenado en la primera base de datos; y

- un módulo re-generador (42) de señales configurado para generar una señal de cancelación de ruido a partir de la información de la segunda base de datos.

10. Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 6-9 donde el dispositivo receptor son unos auriculares inalámbricos.

11. Sistema de acuerdo a las reivindicaciones 8 y 10, donde el micrófono detector está dispuesto en una cara exterior (31) de la cazoleta (32) del auricular y el altavoz está dispuesto en una cara interior (35) de la cazoleta del auricular.

12. Sistema de acuerdo a las reivindicaciones 9 y 10, que además comprende un micrófono de error (36) dispuesto en la cara interior del auricular, configurado para recibir una señal de ruido que comprende la señal de ruido ambiente y la señal de cancelación de ruido generada, y donde el módulo el módulo de procesado comprende además un lazo de realimentación (46) configurado para alimentar un controlador adaptativo (44) con la señal de ruido recibida por el micrófono de error, donde el controlador adaptativo también se alimenta desde el módulo re-generador de señales (42).

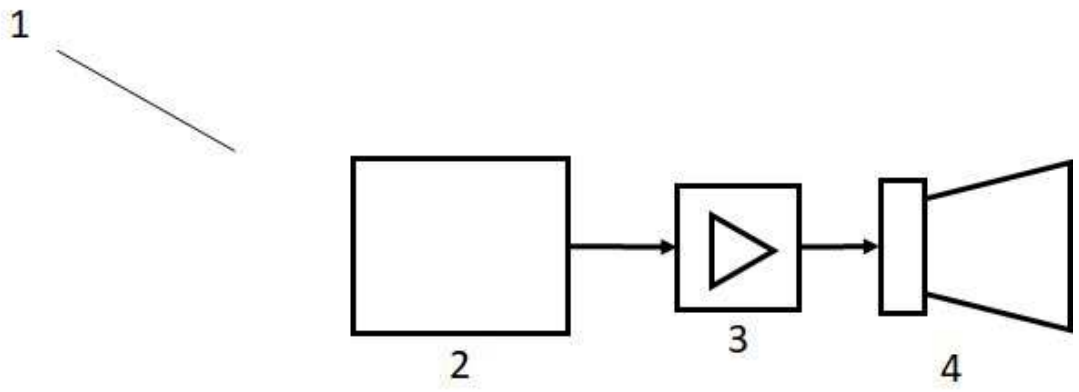

FIG. 1

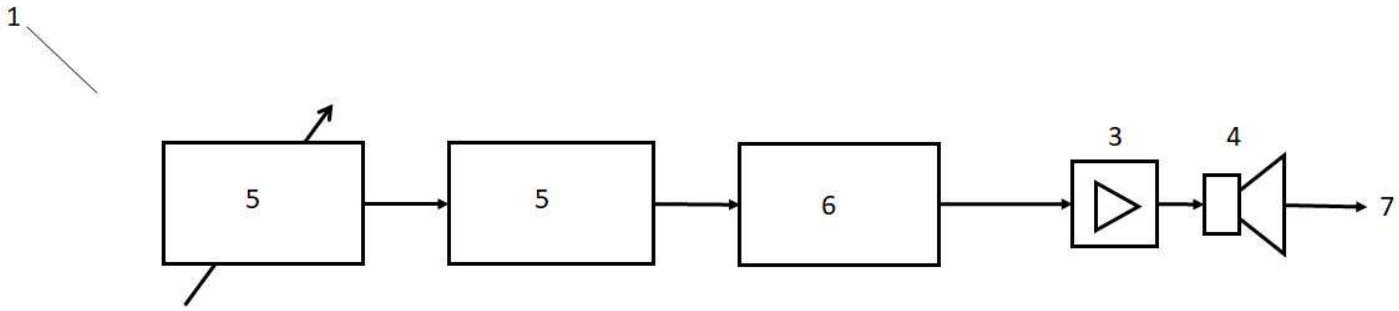

FIG.2

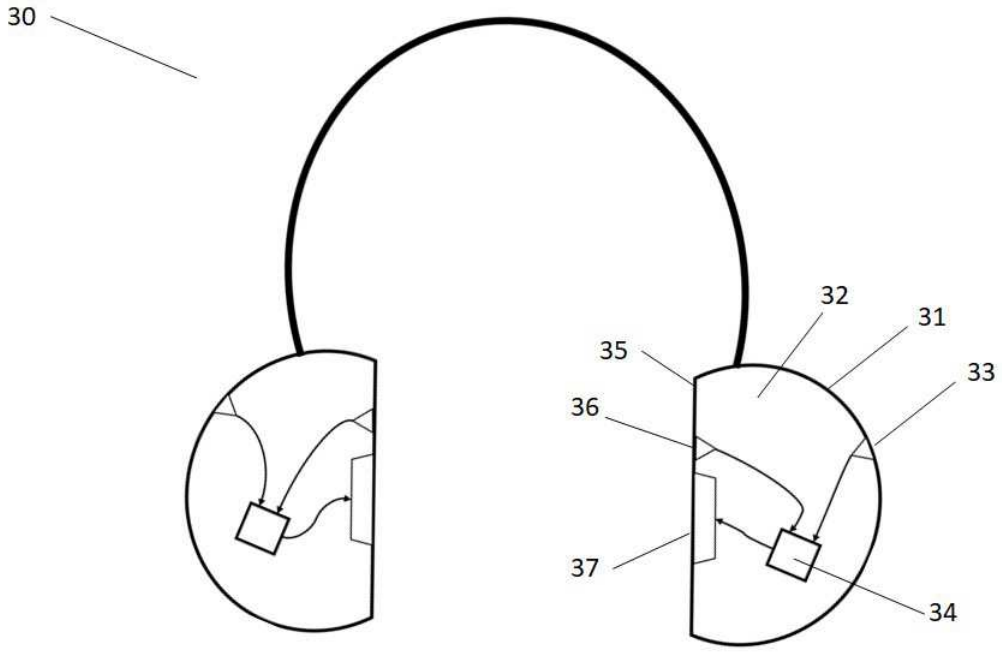

FIG. 3

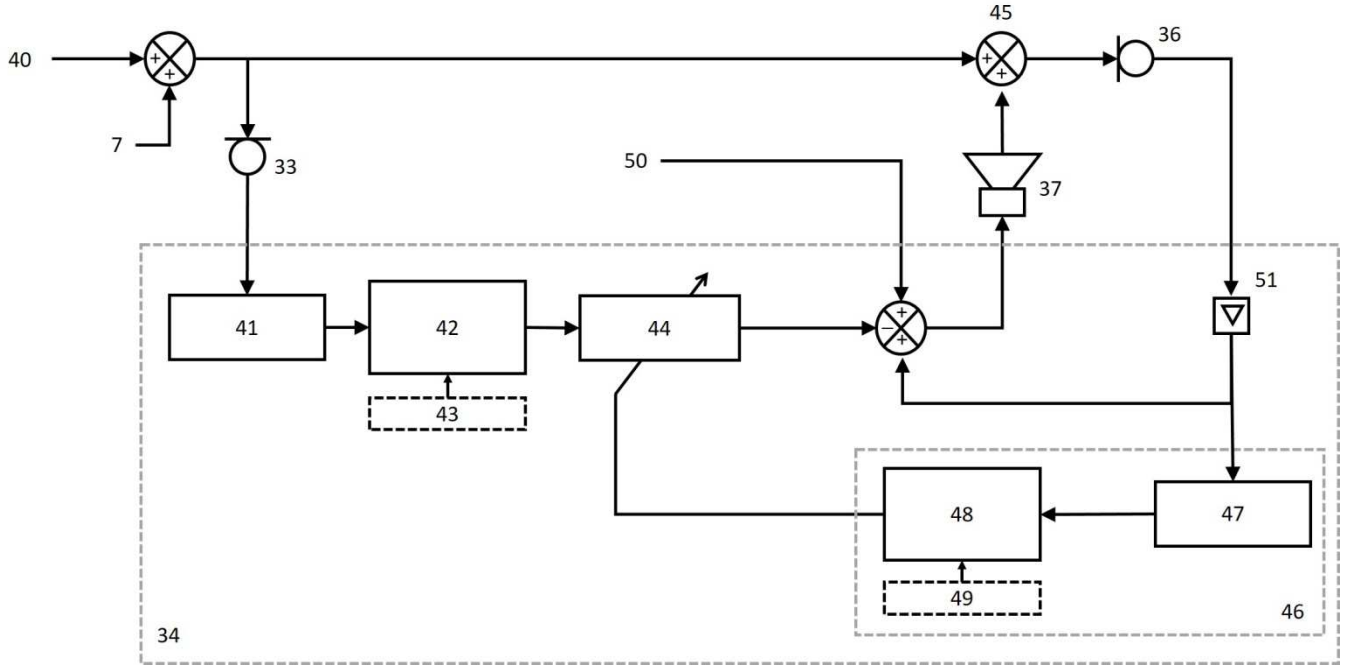

FIG. 4

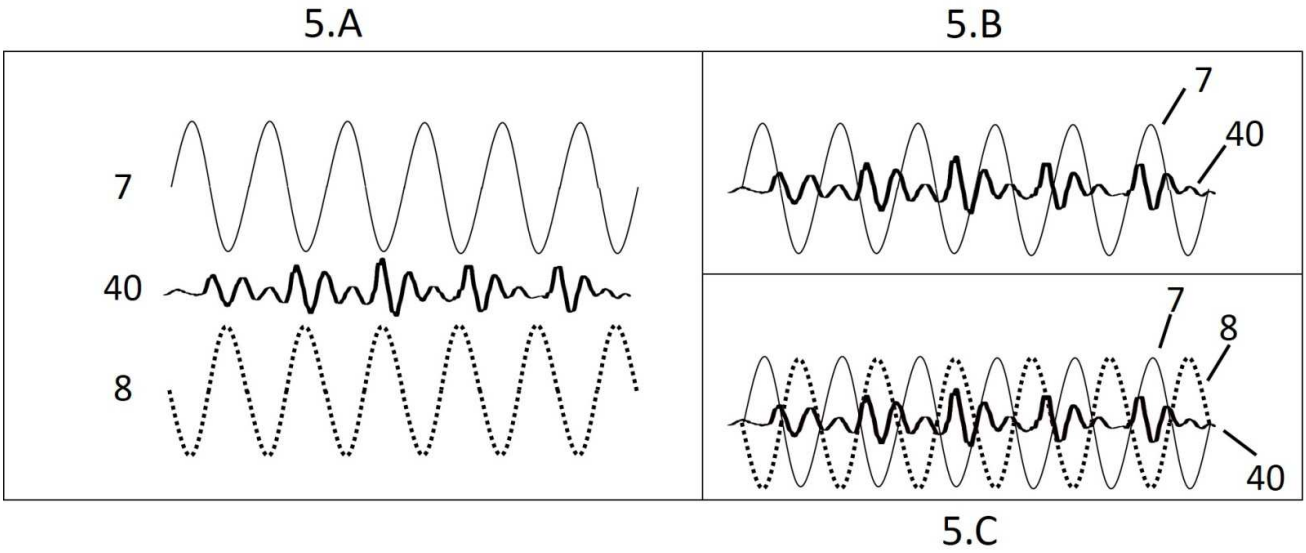

FIG. 5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201830158

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 22.02.2018

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	EP 0639962 A1 (NOISE CANCELLATION TECH) 01/03/1995, resumen; figuras; párrafos 1, 2, 5, 6, 10-15 y 18-20.	1-12
X	US 5375174 A (DENENBERG JEFFREY N) 20/12/1994, Resumen; figuras; columna 1, línea 59– columna 2, línea 37; columna 4, líneas 33- 53.	1-12
X	JP 2016171926 A (TERUMO CORP) 29/09/2016, Resumen WPI; resumen EPODOC; figuras; párrafos .2, 24, 40 y 52.	1, 2, 6
X	US 2016163303 A1 (BENATTAR BENJAMIN D et al.) 09/06/2016, resumen; figuras; párrafos 2, 17-25, 28, 31, 33-46, 49, 51, 52, 75, 79, 118-120, 124-127, 132, 133, 138, 139, 142, 148, 155, 157, 158 y 163.	1-12
X	WO 9326085 A1 (NOISE CANCELLATION TECH et al.) 23/12/1993, Resumen; figuras; página 1, líneas 3-5; página 2, líneas 9-17 y 27-28; Página 3, líneas 1-8; 28-29; página 4, líneas 1-14; página 5, líneas 8-28 y página 7, líneas 6-8.	1, 3-12
A	US 2012230504 A1 (KURODA KAZUO) 13/09/2012, resumen; figuras; párrafos 2, 6, 13, 17, 19, 20, 23, 25, 46, 55, 76 y 81.	1-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
06.04.2018	A. López Ramiro	1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G10K11/178 (2006.01)
H04B1/12 (2006.01)
H04B15/00 (2006.01)
H04R1/10 (2006.01)
H04R1/30 (2006.01)
G10K7/00 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G10K, H04B, H04R

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC