

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 801 924**

51 Int. Cl.:

<b>H04R 25/00</b>	(2006.01)	<b>H03G 5/16</b>	(2006.01)
<b>H04R 1/10</b>	(2006.01)	<b>H03G 9/02</b>	(2006.01)
<b>G10L 21/0364</b>	(2013.01)		
<b>A61F 11/08</b>	(2006.01)		
<b>G10L 21/034</b>	(2013.01)		
<b>H03G 3/20</b>	(2006.01)		
<b>H03G 11/00</b>	(2006.01)		
<b>H03G 3/32</b>	(2006.01)		
<b>H03G 5/00</b>	(2006.01)		
<b>H03G 5/02</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2018 PCT/DK2018/050001**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2018 WO18127263**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2018 E 18705828 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3566469**

54 Título: **Inhibidores basados en oligonucleótidos que comprenden un motivo de ácido nucleico bloqueado**

30 Prioridad:

**03.01.2017 DK PA201770002**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.01.2021**

73 Titular/es:

**LIZN APS (100.0%)  
Stejlbjergparken 37  
7120 Vejle Øst, DK**

72 Inventor/es:

**FARVER, NIELS**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 801 924 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de mejora de la inteligibilidad de voz

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la mejora de la comodidad auditiva y el reconocimiento de voz, especialmente en entornos ruidosos y/o condiciones acústicas desafiantes.

Antecedentes de la invención

10 Es una experiencia común que la comunicación de voz en entornos ruidosos es difícil. Especialmente los cócteles, los cafés y las situaciones similares representan un desafío porque la señal (la voz de un compañero de conversación) es muy similar y a menudo menos ruidosa que el ruido (el balbuceo de otras personas). Se requiere mucho esfuerzo mental de una persona con audición normal para discriminar palabras, y se requiere aún más de una persona con incluso una pérdida auditiva muy leve.

15 Muchos algoritmos de supresión de ruido (incluyendo patrones direccionales de micrófono adaptativo) exhiben ganancias sustanciales en la relación señal-ruido (SNR). Sin embargo, a menudo no logran obtener mejores puntajes de reconocimiento de voz en las pruebas prácticas, por ejemplo, debido al procesamiento de artefactos y sonidos no naturales.

Los protectores auditivos pasivos tradicionales generalmente se atenúan demasiado, en particular a frecuencias más altas, lo que empeora aún más el reconocimiento de voz. Además, los protectores auditivos tradicionales causan oclusión (es decir, un usuario percibe una calidad "hueca", "amortiguada" o "estruendosa" de su propia voz debido al bloqueo del canal auditivo sin medidas contrarias).

20 Los llamados tapones para los oídos de músicos destinados a atenuarse uniformemente dentro de un amplio intervalo de frecuencias de audio para no distorsionar la percepción de la música, generalmente atenúan demasiado para ser útiles para comprender el habla en entornos ruidosos. También a menudo no manejan el efecto de oclusión.

25 Los audífonos, por otro lado, están destinados a mejorar la audibilidad mediante el uso de una medida general de amplificación de sonido. Esto a menudo no será útil para personas con audición normal o con audición casi normal que tienen dificultades para comprender la voz en un ambiente ruidoso, como se describió anteriormente. Además, los audífonos convencionales luchan con el efecto de oclusión al proporcionar demasiada ventilación para que el sonido conducido por el hueso de la propia voz que escape del canal auditivo, pero por lo tanto también evitan cualquier atenuación de las frecuencias graves, o al proporcionar una ventilación muy pequeña dando lugar a efectos de oclusión cuando el usuario habla. Un audífono de ejemplo se divulga en el documento EP 2 434 780 A1.

30 Sería muy ventajoso y útil un dispositivo auditivo dirigido a uno o más de los desafíos mencionados anteriormente para mejorar la comodidad auditiva y/o el reconocimiento del habla en entornos ruidosos para personas con audición normal o con audición casi normal.

Resumen de la invención

35 Los inventores han identificado los problemas y desafíos mencionados anteriormente, en particular relacionados con la comodidad de escucha y la inteligibilidad de las conversaciones en entornos ruidosos, y posteriormente realizaron la invención que se describe a continuación. Los inventores se han dado cuenta de cómo combinar y aplicar una serie de resultados bien conocidos de investigación y teorías de la psicoacústica y la audiología con características novedosas para lograr un efecto técnico combinado ventajoso y han proporcionado una ayuda auditiva para que una persona tenga una mayor capacidad para participar en conversación con una persona frente a él/ella.

40 La presente invención se relaciona con un sistema de mejora de la inteligibilidad de voz de acuerdo con la reivindicación 1.

Un efecto ventajoso de una realización de la presente invención es que la ventilación de la ruta de atenuación acústica reduce el efecto de oclusión, incluso a pesar de la atenuación aplicada desde la porción orientada hacia el medio ambiente hasta la porción orientada hacia el canal auditivo de la ruta acústicamente atenuante.

45 Mediante una realización de la presente invención, se optimiza el Nivel de Presión Sonora (SPL) de presentación para una mayor inteligibilidad. Cuando la voz se presenta a niveles muy bajos, es difícil de entender porque las señales importantes de la voz no son audibles, lo que dificulta la discriminación de los fonemas. A medida que aumenta el nivel, el reconocimiento de voz aumenta hasta que en algún momento el reconocimiento comienza a deteriorarse al aumentar el nivel. Este fenómeno a menudo se conoce como el efecto 'reversión'. En situaciones de fiestas de cóctel, el SPL ambiental general generalmente está por encima del punto de reversión. De acuerdo con una realización, la ruta de atenuación acústica aplica una atenuación nominal, aumentando así la inteligibilidad de la voz alta o la voz en entornos ruidosos. Además, de acuerdo con una realización, la ruta electroacústica también puede aplicar una ganancia negativa para aumentar la inteligibilidad de la voz.

50

- Una característica ventajosa de la presente invención es el procesamiento pasivo de graves, mediante el cual se atenúan acústicamente las frecuencias por debajo de la frecuencia de corte de paso bajo. Muchos algoritmos convencionales de supresión de ruido (incluyendo los patrones direccionales de micrófono adaptativo) exhiben ganancias sustanciales en SNR. Sin embargo, a menudo no logran obtener mejores puntajes de reconocimiento de voz en las pruebas prácticas, porque estos algoritmos son propensos a producir 'fallas' o sonidos no naturales que atraen la atención del usuario, reduciendo así el enfoque o incluso enmascarando la voz que va a ser reconocida. Esto es evitado por la presente invención.
- La presente invención es ventajosa al facilitar una estancia prolongada en entornos ruidosos o de alguna otra manera estridente aplicando una ligera atenuación general. Por ejemplo, una atenuación general de 3 dB puede reducir la exposición al ruido en un 50% o, alternativamente, permitir que el usuario permanezca el doble de tiempo en una situación para que los oídos estén sujetos a la misma exposición al ruido como sería el caso sin el sistema.
- Para aumentar aún más la protección contra la exposición a sonidos fuertes, es ventajoso incluir medios para limitar el pico de SPL suministrado al canal auditivo. Esto puede hacerse ya sea en la ruta de atenuación acústica, en la ruta electroacústica o en ambas. Dichos medios de limitación de pico pueden incluir mecanismos acústicos, tales como implementados por ranuras estrechas, electromecánicas, tales como implementados usando membranas delgadas con movimiento limitado. Además, pueden emplearse medios electroacústicos, tales como simplemente reducir la ganancia eléctrica cuando se detectan sonidos fuertes y/o emitiendo una réplica de fase invertida de un sonido para ser atenuado a través del altavoz.
- La pérdida auditiva inducida por ruido es a menudo más prominente alrededor de 3 kHz debido a la resonancia del canal auditivo abierto. Por lo tanto, es especialmente ventajoso incluir un mecanismo de reducción de ganancia que limite la potencia transmitida al oído alrededor de 3 kHz.
- De acuerdo con la invención, dicha atenuación nominal está en el intervalo de 2 dB a 10 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 2 dB a 8 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 2 dB a 6 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 2 dB a 5 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 3 dB a 5 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 3 dB a 4 dB a 500 Hz.
- De acuerdo con la invención, dicha frecuencia de corte de paso bajo está en el intervalo de 600 Hz a 1200 Hz, tal como 700 Hz a 1000 Hz, tal como 750 Hz a 900 Hz, tal como 800 Hz, donde la frecuencia de corte de paso bajo es la frecuencia de esquina de 3 dB.
- En una realización, dicha característica de paso bajo es esencialmente plana desde 50 Hz hasta dicha frecuencia de corte.
- En una realización, dicha ruta electroacústica está dispuesta con una función de transferencia desde dicha porción orientada al entorno hasta dicha porción orientada al canal auditivo que tiene una característica de paso alto que tiene una frecuencia de corte de paso alto y en la que dicha ruta electroacústica está dispuesta para aplicar una ganancia de paso alto para frecuencias superiores a dicha frecuencia de corte de paso alto.
- De acuerdo con la invención, una ganancia variable designa un bloque de procesamiento de señal que tiene una ganancia controlable, permitiendo así que la ruta electroacústica aplique una ganancia de paso alto. Se observa que la ganancia puede ser negativa o positiva.
- De acuerdo con una realización de la invención, la aplicación de una ganancia de paso alta en relación con el sistema facilita un bajo consumo de energía, un uso ventajoso de altavoces, etc.
- De acuerdo con una realización de la invención, la aplicación de una característica de paso bajo facilita menos enmascaramiento de componentes de alta frecuencia procesados por dicha ruta electroacústica.
- En una realización, dicha frecuencia de corte de paso bajo y dicha frecuencia de corte de paso alto establecen una frecuencia de cruce entre dicha ruta de atenuación acústica y dicha ruta electroacústica.
- El uso de los dos tipos diferentes de rutas facilita el establecimiento de una función de transferencia híbrida a través de la combinación de la función de transferencia de la ruta electroacústica y la función de transferencia de la ruta acústicamente atenuante. Un efecto ventajoso de la función de transferencia combinada es que el algoritmo de control del sistema puede centrarse únicamente en el control de frecuencias por encima de la frecuencia de cruce.
- En una realización, dicha ganancia de paso alto es controlable entre una ganancia mínima y una ganancia máxima.
- En una realización, dicha ganancia de paso alto está en el intervalo de -30 dB a +20 dB a 3 kHz, tal como en el intervalo de -25 dB a +15 dB a 3 kHz, tal como en el intervalo de -20 dB a +10 dB a 3 kHz.
- En una realización, dicha frecuencia de corte de paso alto está en el intervalo de 600 Hz a 1200 Hz, tal como 700 Hz a 1000 Hz, tal como 750 Hz a 900 Hz, donde la frecuencia de corte de paso alto es la frecuencia de esquina de 3 dB.
- En una realización, dicha característica de paso alto es esencialmente plana desde dicha frecuencia de corte al menos hasta 5 kHz, tal 7 kHz.

- En una realización, dicho tapón para los oídos comprende un controlador de ganancia dispuesto para controlar dicha ganancia variable.
- En una realización, dicho control de dicha ganancia variable se basa en una señal de dicho micrófono.
- En una realización, dicho control de dicha ganancia variable se basa en un nivel de una señal de dicho micrófono.
- 5 En una realización, dicha ruta electroacústica comprende un preamplificador y filtro de micrófono.
- En una realización, al menos una de dicha función de transferencia de la ruta electroacústica y dicha función de transferencia de la ruta de atenuación acústica comprende una ganancia de compensación de resonancia de oído abierto.
- 10 La inserción de un tapón para los oídos en el canal auditivo cambia la respuesta de frecuencia natural del oído abierto, más notable alrededor de la resonancia del oído abierto alrededor de 3 kHz. En una realización ventajosa, este cambio se compensa aplicando una ganancia similar a esa frecuencia. La compensación puede aplicarse, por ejemplo, en el preamplificador de micrófono, la ganancia variable, entre la ganancia variable y el altavoz, o acústicamente en la ruta desde el altavoz hasta el canal auditivo.
- 15 En una realización, se implementa digitalmente dicho controlador de ganancia y se proporciona un convertidor de análogo a digital entre dicho micrófono y dicho controlador de ganancia.
- En una realización, dicha ganancia variable tiene una entrada de control digital conectada a dicho controlador de ganancia.
- En una realización, dicho micrófono es un micrófono direccional, tal como un micrófono de hipercardiode.
- 20 El uso de un micrófono direccional puede mejorar significativamente la relación señal/ruido (SNR). Varios estudios han demostrado que el uso de micrófonos direccionales en los audífonos es la forma más efectiva y confiable de mejorar la relación señal/ruido y, por lo tanto, el reconocimiento de voz en una situación de cóctel. Aunque una realización preferida de la presente invención solo reproduce la señal del micrófono a frecuencias superiores a dicha frecuencia de cruce, el uso de un micrófono direccional todavía mejora la SNR de la realización.
- En una realización, dicha ganancia variable es análoga.
- 25 En una realización, dicho controlador de ganancia es digital.
- En una realización, dicho altavoz es un altavoz electrodinámico.
- En una realización, dicho tapón para los oídos funciona con batería, tal como con una batería recargable.
- 30 En una realización, el sistema comprende medios de limitación de pico, tales como un sistema limitador de pico, para atenuar sonidos fuertes. Esto es ventajoso para aumentar la protección del usuario contra la exposición a sonidos fuertes. Los medios de limitación de pico están dispuestos para limitar el nivel de presión de sonido pico (SPL) entregado al canal auditivo.
- 35 En una realización, los medios de limitación de pico, por ejemplo, sistema limitador de pico, comprende un limitador de pico dispuesto en dicho camino de atenuación acústica. Esto puede implementarse ventajosamente proporcionando una o más ranuras estrechas en dicha ventilación para limitar la cantidad de potencia acústica que se puede conducir a través de la ventilación.
- 40 En una realización, dichos medios de limitación de pico, por ejemplo, sistema limitador de pico, comprende un limitador de pico dispuesto en dicha ruta electroacústica. Esto puede implementarse mediante un limitador de pico electromecánico dispuesto en dicho micrófono y/o dicho altavoz, por ejemplo, limitando la excursión de membrana del micrófono o el altavoz. Alternativamente, se puede implementar ventajosamente un limitador de pico en la ruta electroacústica por un limitador de pico electrónico dispuesto para aplicar una atenuación a los sonidos recibidos por dicho micrófono que tiene un nivel que excede un umbral de limitación de pico predeterminado, y/o dispuesto para producir mediante dicho altavoz una réplica de fase invertida de los sonidos recibidos por dicho micrófono que tiene un nivel que excede un umbral de limitación de pico predeterminado.
- 45 En una realización, dichos medios de limitación de pico, por ejemplo, el sistema limitador de picos, para atenuar los sonidos fuertes, está dispuesto con una atenuación máxima alrededor de una frecuencia de 3 kHz. La limitación de pico, es decir, la protección contra la pérdida auditiva inducida por el ruido al limitar la potencia transmitida al oído, se centra ventajosamente en la frecuencia de resonancia del canal auditivo abierto, ya que la pérdida auditiva inducida por el ruido es a menudo más prominente en esta frecuencia.
- 50 En una realización, dicho al menos un tapón para los oídos comprende dos tapones para los oídos, uno para cada canal auditivo de la persona, y en el que se disponen dichos dos tapones para los oídos para coordinar configuraciones entre ellos.

Los dibujos

Se describirá a continuación la invención con referencia a los dibujos donde

La Figura 1 es un gráfico que ilustra la ganancia de inserción frente a la frecuencia para la ruta de ventilación y la ruta de ganancia variable de acuerdo con una realización de la invención.

- 5 La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una realización de un sistema de mejora de la inteligibilidad de voz de acuerdo con la invención.

La Figura 3 muestra un escenario de uso típico,

La Figura 4 ilustra un tapón para los oídos de acuerdo con una realización de la invención insertado en un canal auditivo.

- 10 La Figura 5 ilustra configuraciones de ventilación de acuerdo con realizaciones de las invenciones, y

La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques general de una realización de la invención.

Descripción detallada

- 15 La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques general de una realización de la invención. Comprende un tapón 201 para los oídos insertado en un canal 218 auditivo de una persona. El canal auditivo termina en la membrana 219 timpánica. El tapón 201 para los oídos tiene una porción 401 de cara al canal auditivo y una porción 402 de cara al entorno. El límite entre la porción de cara al canal auditivo y la porción de cara al medio ambiente está en la circunferencia del tapón para los oídos donde generalmente está en contacto con el canal auditivo, es decir, conecta sustancialmente el canal auditivo.

- 20 El tapón 201 para los oídos comprende una ruta 214 acústicamente atenuante que comprende una ventilación 214 que acopla acústicamente el entorno al canal auditivo mediante una función de transferencia de paso bajo que atenúa la banda de paso por debajo de la frecuencia de corte de paso bajo, por ejemplo, entre 2 dB y 10 dB, como se explica con más detalle a continuación.

- 25 El tapón 201 para los oídos también comprende una ruta electroacústica que comprende un micrófono 202, preferiblemente un micrófono direccional, una ganancia 204 variable, es decir, un bloque de procesamiento de señal con ganancia controlable, y un altavoz 209. La ruta electroacústica facilita la reproducción de sonidos desde el entorno en el canal 218 auditivo.

- 30 La Fig. 1 es un gráfico que ilustra la ganancia de inserción frente a la frecuencia para la ruta acústicamente atenuante y la ruta electroacústica de acuerdo con una realización de la invención. La ganancia IG de inserción de 0 dB corresponde a la función de transferencia del ambiente a la membrana 219 timpánica con canal auditivo abierto, es decir, sin un tapón para los oídos insertado. Las curvas 101, 102, 103, 104 de ganancia de inserción ilustradas, muestran la diferencia con la situación del oído abierto lograda al insertar el tapón 201 para los oídos, con la curva 101 ilustrando la ganancia de inserción lograda por la ruta acústicamente atenuante, y las curvas 102, 103 y 104 que ilustran varias ganancias de inserción obtenibles por la ruta electroacústica.

- 35 La ruta acústicamente atenuante aplica una función 101 con una característica de paso bajo con una frecuencia de corte de aproximadamente 800 Hz. La característica de paso bajo es sustancialmente plana en una banda desde aproximadamente 50 Hz hasta la frecuencia de corte, pero con una atenuación  $G_0$  nominal de entre 2 dB y 10 dB, p. 3-4 dB. Por lo tanto, en comparación con el escenario de oído abierto, la ventilación 214 provoca una atenuación general de los graves y un bloqueo significativo de los componentes de sonido por encima de la frecuencia de corte.

- 40 La ruta electroacústica aplica una función de transferencia con ganancia 102, 103, 104 variable, con una característica de paso alto con una frecuencia de corte de aproximadamente 800 Hz, es decir, sustancialmente igual a la frecuencia de corte del filtro de paso bajo acústico. La característica de paso alto es sustancialmente plana en una banda desde aproximadamente la frecuencia de corte hasta, por ejemplo 5 kHz, 7 kHz o superior. La ganancia 102 variable en la banda plana puede, por ejemplo, ajustarse para que coincida con la atenuación  $G_0$  nominal de la curva 101 para presentar en combinación una respuesta de frecuencia natural de los sonidos ambientales, pero a un nivel de presión sonora generalmente reducido (SPL). La ganancia variable en otra situación puede reducirse aún más, por ejemplo, a una ganancia  $G_{MIN}$  mínima de acuerdo con la curva 103 para permitir al usuario descansar o proteger sus oídos. La ganancia variable puede establecerse, en una situación de, por ejemplo, conversación, en una ganancia aumentada, por ejemplo, de acuerdo con la curva 104, para enfatizar las consonantes y mejorar la inteligibilidad de la voz.

- 50 La Fig. 2 ilustra un diagrama de bloques de una realización de un sistema de mejora de la inteligibilidad de la voz de acuerdo con la invención. El sistema comprende uno o dos tapones 201 para los oídos adecuados para insertar en los canales 218 auditivos de una persona.

Cada tapón 201 para los oídos tiene una forma externa para bloquear generalmente el canal auditivo, pero comprende una ventilación 214 que acopla acústicamente el canal 218 auditivo al entorno de la persona. La ventilación puede

estar provista con un paño 213 de amortiguación de ventilación en uno o ambos extremos, aquí mostrado en el extremo del canal auditivo de la ventilación. La ventilación 214 está dispuesta para permitir que el sonido ambiental llegue a la membrana 219 timpánica de la persona, sin embargo, a un nivel atenuado. La atenuación proporcionada por la ventilación 214 depende preferiblemente de la frecuencia, preferiblemente como un filtro de paso bajo, preferiblemente de acuerdo con la curva 101 de atenuación de ventilación de la Fig. 1.

De acuerdo con la invención, una frecuencia  $f_x$  de corte de ventilación de la curva 101 de atenuación de ventilación se encuentra en el intervalo de 600 Hz a 1200 Hz, por ejemplo, alrededor de 800 Hz, por debajo del cual la ventilación 214 aplica una atenuación  $G_0$  nominal de, por ejemplo, entre 3 dB y 9 dB, preferiblemente alrededor de 3 dB. Por encima de la frecuencia de corte de ventilación, la curva de atenuación de ventilación se despliega, bloqueando así las frecuencias más altas.

Se puede realizar la ventilación de atenuación de varias maneras comúnmente conocidas por los expertos en la técnica usando combinaciones de material de amortiguación o paño de amortiguación y segmentos de conducto de diámetro variable. Es un objetivo de diseño tener una atenuación esencialmente independiente de la frecuencia entre 2dB y 10dB en el intervalo de frecuencia desde 50 Hz hasta la frecuencia de corte, al mismo tiempo que se mantiene una impedancia de entrada esencialmente baja de la ventilación como se ve desde la porción 401 de cara al canal auditivo. Con el fin de mantener el diseño simple y compacto, se debe hacer una compensación entre el efecto beneficioso de la ventilación sobre la oclusión y su atenuación del sonido transmitido desde la porción 402 de cara al entorno hasta la porción orientada hacia el canal auditivo. En una realización preferida, se ha encontrado que se puede lograr una atenuación de alrededor de 4 dB mientras se mantiene una impresión subjetivamente aceptable del efecto de oclusión.

Aunque la ventilación 214 se establece preferiblemente como un conducto, por ejemplo, que tiene una longitud de 5 mm y un diámetro de 1.5 mm, puede establecerse en realizaciones alternativas como una combinación de dos o más conductos. El o los conductos pueden estar ramificados ya sea en uno o ambos extremos. Los orificios en los extremos de los conductos pueden tener los mismos diámetros diferentes en comparación con el diámetro del conducto, y pueden cubrirse con un paño 213 de amortiguación en ya sea uno o ambos extremos para aplicar la amortiguación y/o para evitar que los conductos se obstruyan por los desechos. Se ilustran ejemplos de realizaciones de ventilación en las Figs. 5A - 5C, donde se forma una ventilación 214 por uno o más conductos 514. Un conducto 514 en la Fig. 5A, dos conductos 514 en la Fig. 5C, y un conducto 514 ramificado en la Fig. 5B. Se observa que se puede ramificar el conducto ramificado ya sea en uno o ambos extremos, y en dos o más ramificaciones. Las ventilaciones 214 en las figuras se extienden desde una porción 402 de cara al entorno del tapón 201 para los oídos hasta una porción 401 de cara al canal auditivo del tapón 201 para los oídos.

La ruta 214 acústicamente atenuante puede comprender en una realización además medios de limitación de picos, por ejemplo, implementados por ranuras estrechas, para proporcionar protección al usuario contra la exposición a sonidos fuertes. Esto se puede combinar con otros medios para la limitación de pico de SPL implementados en la ruta electroacústica como se describe a continuación.

Además de la ventilación 214, cada tapón 201 para los oídos comprende un micrófono 202, una ganancia 204 variable y un altavoz 209, estableciendo así una ruta alternativa para el audio entre el entorno y el canal 218 auditivo. Como se describió anteriormente con referencia a la Fig. 1, esta ruta alternativa proporciona una ganancia variable, preferiblemente implementada como un filtro de paso alto, que preferiblemente tiene una frecuencia de corte en el mismo intervalo que la frecuencia de corte de la ventilación 214, aplicando así una ganancia variable a frecuencias superiores a esa frecuencia, como se ilustra en la Fig. 1.

En una realización preferida, las frecuencias de corte de la ventilación 214 de paso bajo y de la variable 204 de ganancia de paso alto son preferiblemente cercanas, por ejemplo, menos de 100 Hz de separación, preferiblemente menos de 50 Hz de separación, y por lo tanto se puede denotar una frecuencia de cruce  $f_x$ .

El micrófono 202 está acoplado al entorno de la persona fuera del canal 218 auditivo, y puede comprender cualquier dispositivo sensible al sonido, por ejemplo, uno o más micrófonos electret en miniatura. El micrófono 202 puede comprender preferiblemente un micrófono direccional, por ejemplo, uno o más elementos transductores dispuestos con conductos de sonido para proporcionar un patrón de sensibilidad direccional de, por ejemplo, forma hipercardiode, tan conocida por la persona experta en diseño de micrófonos.

Se puede implementar la ganancia 204 variable, por ejemplo, usando un convertidor digital a análogo multiplicador, o alguna otra forma de un amplificador de ganancia programable, por ejemplo, un amplificador con retroalimentación conmutada.

En una realización preferida, la ruta de audio desde el micrófono 202 a través de la ganancia 204 variable hasta el altavoz 209 es una ruta de baja latencia para evitar el retraso entre la ruta 214 de ventilación acústica y la ruta 204 de ganancia variable eléctrica tanto como sea posible. Por lo tanto, la ganancia 204 variable se implementa preferiblemente como un diseño análogo, por ejemplo, con retroalimentación conmutada, porque los diseños digitales rápidos tienen un consumo y/o precio de energía significativamente mayor.

El altavoz 209 está dispuesto en el tapón 201 para los oídos para que produzca sonido en el canal 218 auditivo con base en la salida de la ganancia 204 variable. Preferiblemente, se proporciona un conducto 211 de altavoz con un

pañó 210 amortiguador de entrada de conducto de altavoz y/o un pañó 212 amortiguador de salida de conducto de altavoz entre el altavoz 209 y el canal 218 auditivo, para evitar resonancias no deseadas. El pañó 213 amortiguador de ventilaci3n y el pañó 212 amortiguador de salida del conducto de altavoz pueden comprender un pañó amortiguador com3n. El altavoz puede comprender uno o m3s transductores electroac3sticos que producen sonido a partir de señales el3ctricas, por ejemplo, un altavoz piezoel3ctrico, un receptor de armadura equilibrada o preferiblemente un altavoz electrodinámico.

Se puede proporcionar un preamplificador y un filtro 203 de micrófono para acondicionar la señal del micrófono, por ejemplo, con respecto a la respuesta de frecuencia, ecualizaci3n, etc. Por ejemplo, el filtro 203 de micrófono puede compensar la respuesta de frecuencia de micrófono no ideal y/o agregar ecualizaci3n para compensar la resonancia del canal auditivo abierto, que se modifica cuando se inserta el tap3n para los oídos.

Se debe incorporar la ecualizaci3n para compensar la resonancia modificada del canal auditivo en el sistema, pero puede implementarse en varios lugares en la ruta de la señal seg3n sea conveniente. En una realizaci3n preferida, se implementa el impulso a 3 kHz usando un filtrado electr3nico establecido alrededor de la etapa del amplificador de salida para el altavoz 209. En otra realizaci3n preferida, se crea una resonancia adecuada ajustando los volúmenes de aire cerca de la membrana del altavoz, así como la forma del conducto 211 sonido.

Se proporciona un controlador 206 de ganancia variable para controlar la ganancia 204 variable. Como se ilustra en la Fig. 2, se implementa preferiblemente el controlador 206 de ganancia variable usando un m3dulo de software que se ejecuta en un controlador digital, por ejemplo, un procesador ARM Cortex-MO. Aunque el canal principal con ganancia 204 variable es preferiblemente un canal an3logo como se describi3 anteriormente, el canal lateral puede implementarse preferiblemente en el dominio digital para permitir una implementaci3n compacta y programable, preferiblemente integrando todos los subsistemas requeridos, por ejemplo, el convertidor 205 an3logo a digital, el convertidor 207 digital a an3logo, el controlador 206 de ganancia variable, un controlador 215 de sistema y canales de entrada/salida para componentes adicionales. El procesador puede incluso comprender una interfaz 216 de comunicaci3n incorporada, por ejemplo, una interfaz de comunicaci3n inalámbrica Bluetooth. En una realizaci3n alternativa, la cadena lateral es an3logo como el canal principal. En una realizaci3n alternativa, el canal principal, en particular la ganancia variable, tambi3n se implementa mediante un m3dulo de software en el procesador.

Se dispone el controlador 206 de ganancia variable para recibir y analizar la señal de audio desde el micrófono, y sobre la base del mismo controlar la ganancia 204 variable. En una realizaci3n, la rata de muestreo del convertidor 205 an3logo a digital no necesita satisfacer los requisitos de audio habituales ya que la señal muestreada se usa simplemente para control, mientras que es la señal preferiblemente an3logo del canal principal que es procesada por la ganancia 204 variable y enviada al altavoz 209. En una realizaci3n, la rata de muestreo del convertidor 205 an3logo a digital puede estar, por ejemplo, en el intervalo de 8 kHz a 24 kHz.

En una realizaci3n, el controlador 206 de ganancia controla el modo operativo y la ganancia 204 variable con base en un nivel y/o contenido de la señal del micrófono. Por ejemplo, se puede seleccionar un modo operativo de atenuaci3n general con base en la determinaci3n de una señal de micrófono de ruido generalmente alto y sin componentes del habla. Por ejemplo, se puede seleccionar un modo operativo de ganancia positiva peri3dica al determinar una señal de voz a un nivel general de ruido de fondo por debajo de un umbral predeterminado, para mejorar la inteligibilidad de voz haciendo énfasis en las consonantes. Por ejemplo, se puede seleccionar un modo operativo de ganancia positiva generalmente aumentada al determinar una señal de voz en un ambiente muy ruidoso y ruidoso, donde el énfasis peri3dico de las consonantes puede ser imposible debido a que se interceptan diversas conversaciones o sonidos similares a consonantes.

La ganancia de la ganancia 204 variable se controla en una realizaci3n preferida por el controlador 206 de ganancia variable sobre la base de un modelo heurístico que utiliza un espectro de potencia de la señal del micrófono a corto plazo como entrada. En una realizaci3n preferida, el controlador 206 de ganancia variable est3 dispuesto para detectar ciertas condiciones, por ejemplo, cuando los espectros de modulaci3n cumplen ciertos criterios, y en respuesta a esto utilizan la ganancia 204 variable de diferentes maneras, por ejemplo, como un compresor silábico para destacar las consonantes. Esto, por ejemplo, puede ser ventajoso para mejorar la inteligibilidad de la voz, pero puede causar que otras categorías de audio, por ejemplo, música, suenen antinatural. Las ciertas condiciones detectadas por el controlador de ganancia variable pueden, por ejemplo, relacionarse con diferentes categorías de audio, por ejemplo para distinguir entre la voz y otros sonidos, o más categorías, por ejemplo voz, música y ruido, o incluso más categorías, tal como distinguir entre unidades de sonido individuales de voz, por ejemplo unidades de tipo vocal y unidades de tipo consonante, para poder cambiar un modo de control de ganancia variable en dependencia de la categoría de audio recibida actualmente. En una realizaci3n preferida, por ejemplo, la compresi3n silábica mencionada anteriormente se puede aplicar para hacer que las consonantes se destaquen, pero solo cuando se detectan o es probable que ocurran consonantes relevantes. Incluso con una frecuencia de muestreo relativamente baja en la cadena lateral y sin retraso en el canal principal, la rata unitaria de la voz es lo suficientemente lenta como para dejar tiempo para cambiar de modo y enfatizar el resto de una unidad de voz específica que conduce a una mejora significativa de la inteligibilidad.

Se proporciona un controlador 215 de sistema en una realizaci3n preferida para el control general de las diversas partes del sistema. Como se mencion3 anteriormente, el controlador 215 del sistema est3 integrado preferiblemente

en el mismo procesador que implementa el controlador 206 de ganancia variable, pero se puede implementar en otras realizaciones como un procesador separado o un circuito lógico más simple. El controlador del sistema puede, por ejemplo, estar dispuesto para controlar el encendido y apagado, el cambio de modo y/o parámetros, la monitorización de la carga y carga de la batería, etc.

- 5 En una realización preferida, el sistema comprende una interfaz 216 de comunicación inalámbrica, preferiblemente una interfaz Bluetooth de baja energía u otra tecnología de comunicación inalámbrica.

Se puede usar la interfaz 216 de comunicación, por ejemplo, para recibir transmisión de audio, por ejemplo, desde un teléfono inteligente, por ejemplo, música o una conversación telefónica, que puede ser procesada por el controlador 215 del sistema y el controlador 206 de ganancia variable e inyectada en el canal de audio principal por el convertidor 207 digital a análogo (DAC) y el punto 208 de suma que va a ser emitido por el altavoz 209.

- 10

En una realización, el sistema de mejora de la inteligibilidad de la voz comprende dos tapones 201 para los oídos, uno para cada canal auditivo de una persona, y se usa la interfaz 216 de comunicación para los dos tapones para los oídos para comunicar configuraciones y parámetros. De este modo, también se facilitan cambios sincronizados de ganancia o modo en ambos tapones para los oídos.

- 15 En una realización, se ejecuta la mayoría del procesamiento de la cadena lateral en un tapón para los oídos y se transfieren el modo resultante y los cambios de parámetros para ser usados en el tapón para los oídos del canal auditivo opuesto, reduciendo así el consumo de energía colectiva de los tapones para los oídos.

La interfaz 216 de comunicación inalámbrica también puede o, en su lugar, usarse para el control remoto del tapón para los oídos.

- 20 En una realización, el tapón 201 para los oídos comprende un conector para una conexión por cable a un dispositivo, por ejemplo, un teléfono inteligente, por ejemplo, para transferir audio y/o datos que van a ser emitidos por el sistema.

En una realización preferida, el controlador 215 del sistema está acoplado comunicativamente a una interfaz 217 de usuario, por ejemplo, a través de un canal de entrada análogo o digital del procesador. La interfaz 217 de usuario puede comprender preferiblemente un sensor capacitivo para control táctil, pero también puede o en cambio comprender un interruptor, un botón pulsador, un dispositivo sensible a la luz, etc. La interfaz de usuario puede comprender alternativamente o además una entrada a control remoto de cualquier tecnología a control remoto tal como control remoto con base en infrarrojos o radiofrecuencia, etc. Se puede usar la interfaz 217 de usuario, en una realización preferida, un área sensible al tacto única de la parte exterior del tapón 201 para los oídos, por ejemplo, para cambiar el modo del dispositivo, por ejemplo entre un modo de mejora de la voz para escuchar conversaciones y un modo de auriculares para transmitir música o llamadas telefónicas desde un teléfono inteligente u otro dispositivo conectado, y un modo de reposo para los oídos que aplica la máxima atenuación para proteger la audición tanto como sea posible.

- 25  
30

En una realización, también se usa el DAC 207 para proporcionar mensajes del sistema y/o retroalimentación a la interacción del usuario en el oído del usuario.

- 35 Cada tapón 201 para los oídos comprende preferiblemente una batería 220 recargable para alimentar la electrónica.

La ruta electroacústica puede comprender en una realización además medios de limitación de pico para proporcionar protección al usuario contra la exposición a sonidos fuertes, por ejemplo, implementado por limitaciones mecánicas del micrófono y/o membranas de altavoces, o por ejemplo implementado electrónicamente reduciendo la ganancia eléctrica cuando se detectan sonidos fuertes y/o emitiendo una réplica de fase invertida de un sonido que va a ser atenuado a través del altavoz. Esto puede combinarse con medios adicionales para la limitación de pico de SPL implementada en la ruta de atenuación acústica como se describió anteriormente.

- 40

La Fig. 3 muestra un escenario de uso típico, por ejemplo, el escenario de fiesta de cóctel mencionado anteriormente, donde una persona 301 que escucha está tratando de escuchar la voz de una persona 302 que habla, mientras se ve perturbada por el ruido 303 de fondo, ilustrado aquí en la forma de conversaciones entre otras personas. La persona 301 que escucha está usando tapones 201 para los oídos de una realización de la presente invención, y por lo tanto percibe una inteligibilidad de la voz mejorada.

- 45

La Fig. 4 ilustra un tapón 201 para los oídos de acuerdo con realización de la invención insertada en un canal 218 auditivo. El tapón 201 para los oídos descansa preferiblemente en el oído 1401 externo de la persona, y está provisto con una punta 1402 de oído flexible para proporcionar un sellado acústico en los canales auditivos de diferentes usuarios. El contacto de la punta 1402 de la oreja con el canal 218 auditivo define un límite entre una porción 401 de cara al canal auditivo y una porción 402 de cara al entorno del tapón 201 para los oídos. El tapón para los oídos comprende una ventilación 214 que acopla acústicamente el entorno con el canal auditivo. Se proporciona una ruta electroacústica que comprende un micrófono 202 en la porción 402 de cara al entorno, un preamplificador 203, una ganancia 204 variable y un altavoz 209 dentro del tapón para los oídos, y se proporciona un conducto 211 de altavoz en la porción 401 de cara al canal auditivo del tapón para los oídos.

- 50  
55

Lista de signos de referencia

En la descripción anterior, los siguientes signos se utilizan para referirse a los dibujos:

	IG	Ganancia de inserción
	$f_x$	Frecuencia de cruce
5	$G_0$	Atenuación nominal
	$G_{MÁX}$	Ganancia máxima
	$G_{MÍN}$	Ganancia mínima
	101	Curva de ganancia de ruta acústicamente atenuante
	102	Curva de ganancia de ruta electroacústica, neutral
10	103	Curva de ganancia de ruta electroacústica, mínima
	104	Curva de ganancia de ruta electroacústica, máxima
	201	Tapón para los oídos
	202	Micrófono
	203	Preamplificador y filtro de micrófono
15	204	Ganancia variable
	205	Convertidor análogo a digital
	206	Controlador de ganancia variable
	207	Convertidor análogo a digital
	208	Punto de suma
20	209	Altavoz
	210	Paño amortiguador de entrada de conducto de altavoz
	211	Conducto de altavoz
	212	Paño amortiguador de salida de altavoz
	213	Paño amortiguador de ventilación
25	214	Ventilación
	215	Controlador de sistema
	216	Interfaz de comunicación
	217	Interfaz de usuario
	218	Canal auditivo
30	219	Membrana timpánica
	220	Batería
	301	Persona que escucha (Portador / Usuario)
	302	Persona que habla (Compañero de conversación)
	303	Ruido de fondo (Voz en competencia)
35	401	Porción de cara al entorno
	402	Porción de cara al canal auditivo
	514	Conducto de ventilación

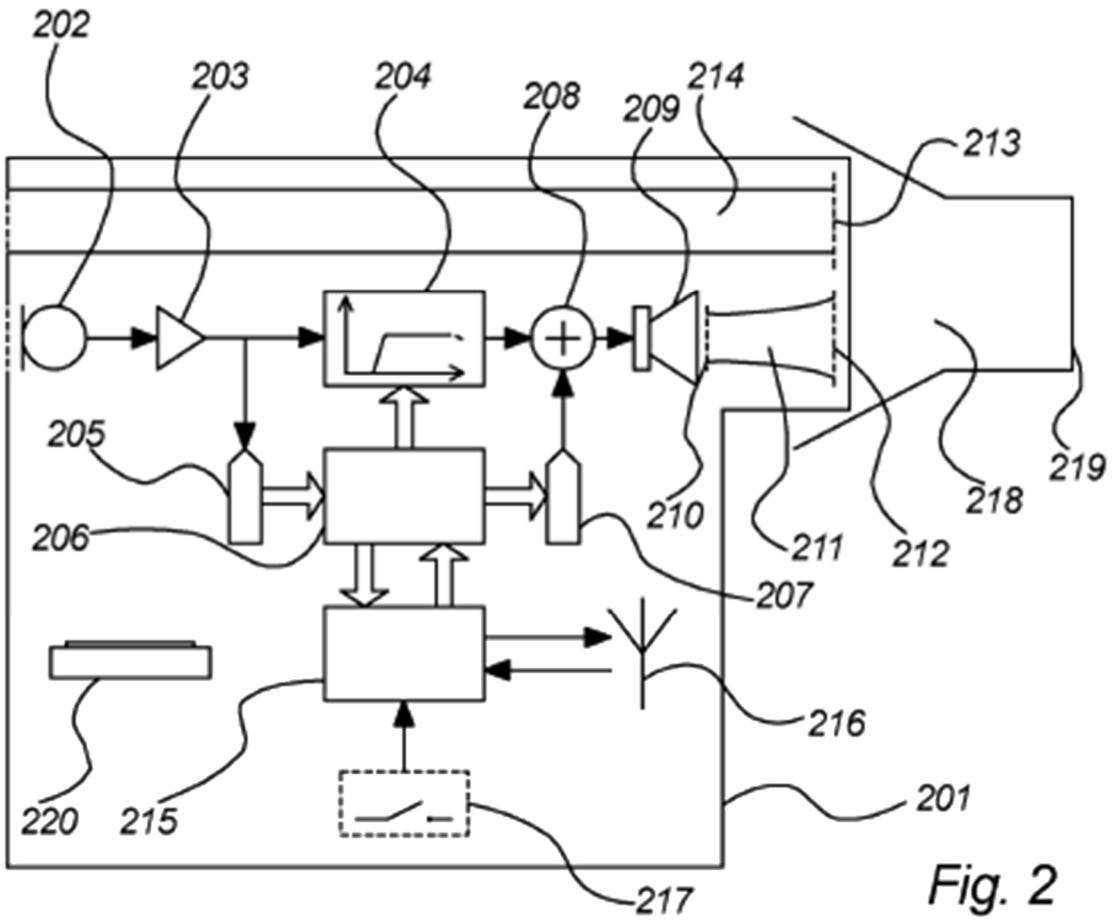
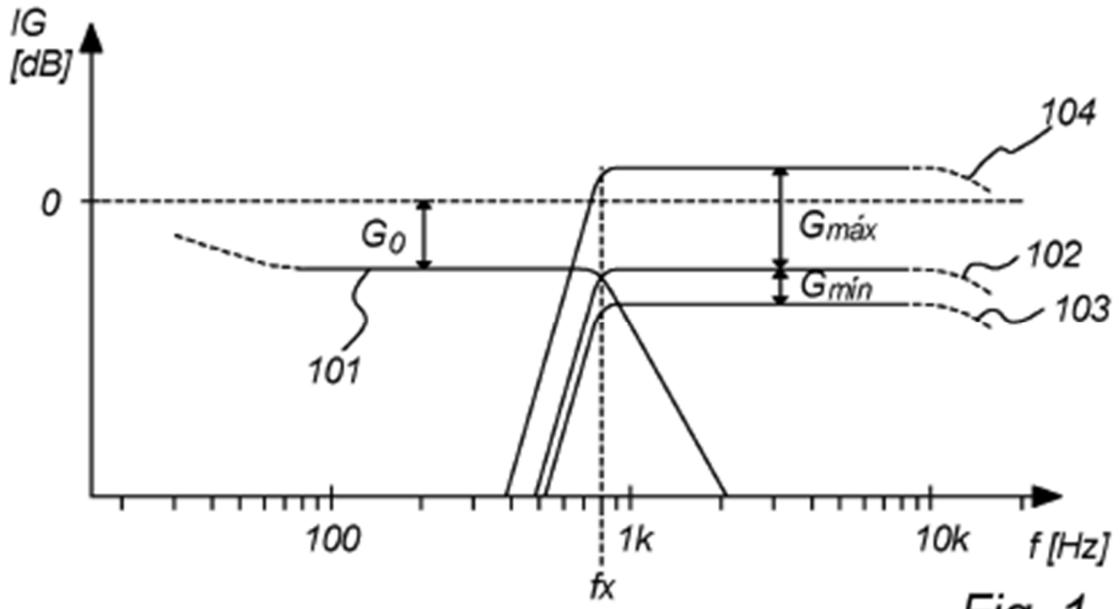
## ES 2 801 924 T3

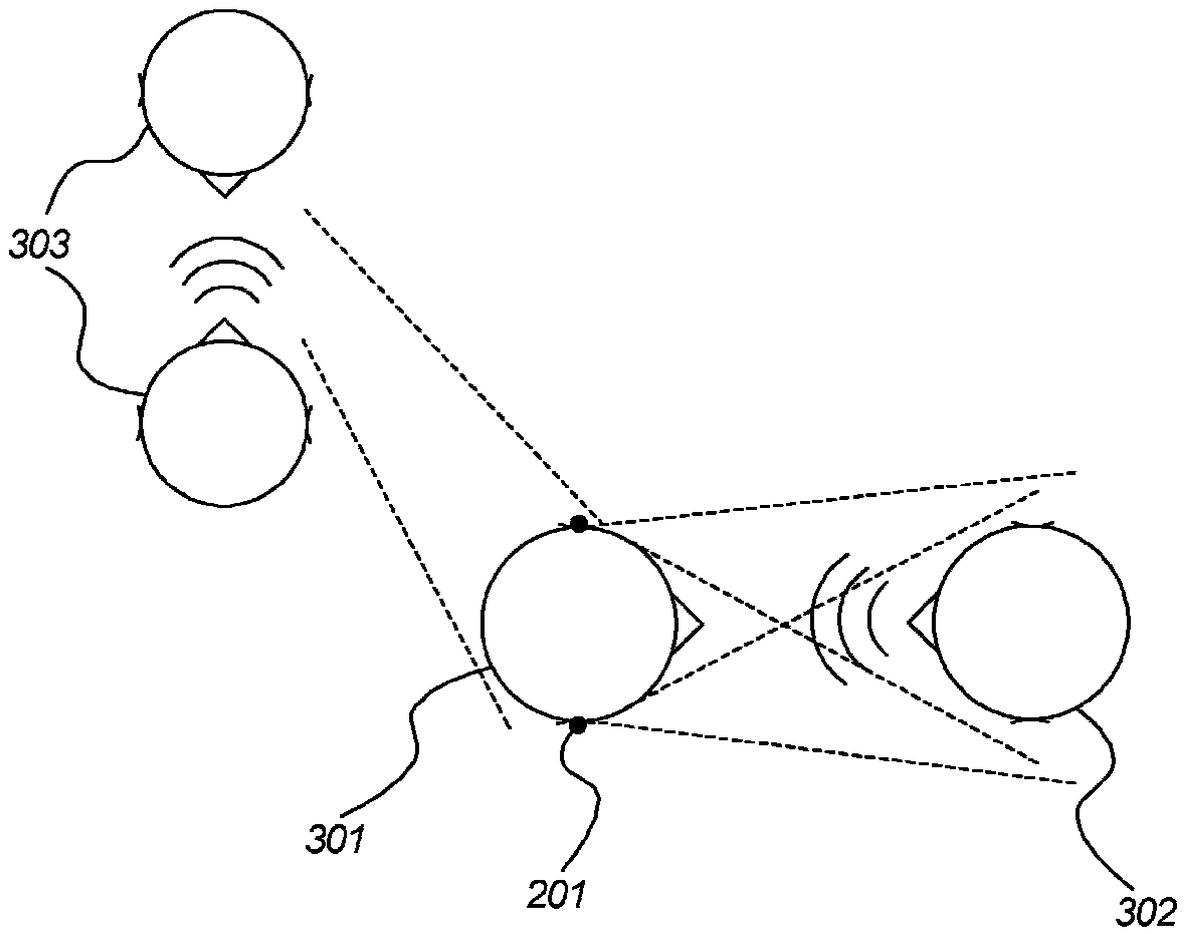
- 1401 Pinna (oído externo)
- 1402 Punta de oreja flexible que proporciona sellado acústico

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de mejora de la inteligibilidad de la voz para condiciones acústicas difíciles, donde el sistema de mejora de la inteligibilidad de la voz comprende al menos un tapón (201) para los oídos para la inserción en un canal (218) auditivo de una persona, donde el al menos un tapón para los oídos está dispuesto con una porción (401) de cara al canal auditivo y una porción (402) de cara al entorno, y donde el al menos un tapón para los oídos comprende
- 5 una ruta (214; 214, 213) acústicamente atenuante que comprende una ventilación (214) que acopla dicha porción (402) de cara al entorno con dicha porción (401) de cara al canal auditivo; y
- una ruta (202, 204, 209; 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212) electroacústica que comprende un micrófono (202) en dicha porción (402) de cara al entorno, una ganancia (204) variable y un altavoz (209) en dicha porción orientada
- 10 (401) de cara al canal auditivo;
- en el que dicha ruta (214; 214, 213) acústicamente atenuante está dispuesta con una función de transferencia desde dicha porción (402) de cara al entorno hasta dicha porción (401) de cara al canal auditivo que tiene una característica de paso bajo que tiene una frecuencia de corte de paso bajo y dicho sonido atenuador característico de paso bajo mediante una atenuación ( $G_0$ ) nominal para frecuencias por debajo de dicha frecuencia de corte;
- 15 caracterizado porque dicha atenuación ( $G_0$ ) nominal está en el intervalo de 2 dB a 10 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 2 dB a 8 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 2 dB a 6 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 2 dB a 5 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 3 dB a 5 dB a 500 Hz, tal como en el intervalo de 3 dB a 4 dB a 500 Hz, y
- en el que dicha frecuencia de corte de paso bajo está en el intervalo de 600 Hz a 1200 Hz, tal como 700 Hz a 1000
- 20 Hz, tal como 750 Hz a 900 Hz, tal como 800 Hz, siendo la frecuencia de corte de paso bajo la frecuencia de esquina de 3 dB.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha ventilación (214) comprende un paño (213) de amortiguación de ventilación en al menos un extremo de dicha ventilación (214), tal como en ambos extremos de dicha ventilación (214).
- 25 3. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha característica de paso bajo es esencialmente plana desde 50 Hz hasta dicha frecuencia de corte.
4. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se dispone dicha ruta (202, 204, 209; 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212) electroacústica con una función de transferencia desde dicha porción (402) de cara al entorno hasta dicha porción (401) de cara al canal auditivo que tiene una característica de paso alto que tiene una frecuencia de corte de paso alto y en el que se dispone dicha ruta (202, 204, 209; 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212) electroacústica para aplicar una ganancia (102, 103, 104) de paso alto para frecuencias superiores a dicha frecuencia de corte de paso alto.
- 30 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha frecuencia de corte de paso bajo y dicha frecuencia de corte de paso alto establece una frecuencia ( $f_x$ ) de cruce entre dicha ruta (214; 214, 213) acústicamente atenuante y dicha ruta (202, 204, 209; 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212) electroacústica.
- 35 6. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en el que dicha ganancia de paso alto está en el intervalo de -30 dB a +20 dB a 3 kHz, tal como en el intervalo de -25 dB a +15 dB a 3 kHz, tal como en el intervalo de -20 dB a +10 dB a 3 kHz, y en el que dicha frecuencia de corte de paso alto está en el intervalo de 600 Hz a 1200 Hz, tal como 700 Hz a 1000 Hz, tal como 750 Hz a 900 Hz, tal como 800 Hz, siendo la frecuencia de corte de paso alto la frecuencia de esquina de 3 dB.
- 40 7. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en el que dicha característica de paso alto es esencialmente plana desde dicha frecuencia de corte al menos hasta 5 kHz, tal como 7 kHz.
8. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho tapón (201) para los oídos comprende un controlador (206) de ganancia dispuesto para controlar dicha ganancia (204) variable, preferiblemente con base en una señal de dicho micrófono (202), tal como un nivel de una señal de dicho micrófono (202).
- 45 9. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de dicha función de transferencia de la ruta electroacústica y dicha función de transferencia de la ruta acústicamente atenuante comprende una ganancia de compensación de resonancia de oído abierto.
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8 o de acuerdo con la reivindicación 9 en la medida en que depende de la reivindicación 8, en el que se implementa digitalmente dicho controlador (206) de ganancia y se proporciona un convertidor (205) análogo a digital entre dicho micrófono (202) y dicho controlador (206) de ganancia.
- 50

11. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 o 10 o de acuerdo con la reivindicación 9 en la medida en que depende de la reivindicación 8, en el que dicha ganancia (204) variable tiene una entrada de control digital conectada a dicho controlador (206) de ganancia.
- 5 12. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho micrófono (202) es un micrófono direccional, tal como un micrófono hipercardiode.
13. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha ganancia (204) variable es análoga.
- 10 14. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende medios de limitación de pico, tales como un sistema limitador de pico, para atenuar los sonidos fuertes, y en el que dicho medio de limitación de pico, por ejemplo sistema limitador de pico, comprende un limitador de pico dispuesto en dicha ruta (214; 214, 213) acústicamente atenuante y/o en dicha ruta (202, 204, 209; 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212) electroacústica, preferiblemente dispuestas con una atenuación máxima alrededor de una frecuencia de 3 kHz.
- 15 15. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho al menos un tapón para los oídos comprende dos tapones para los oídos, uno para cada canal auditivo de la persona, y en el que dichos dos tapones para los oídos están dispuestos para coordinar ajustes entre ellos.





*Fig. 3*

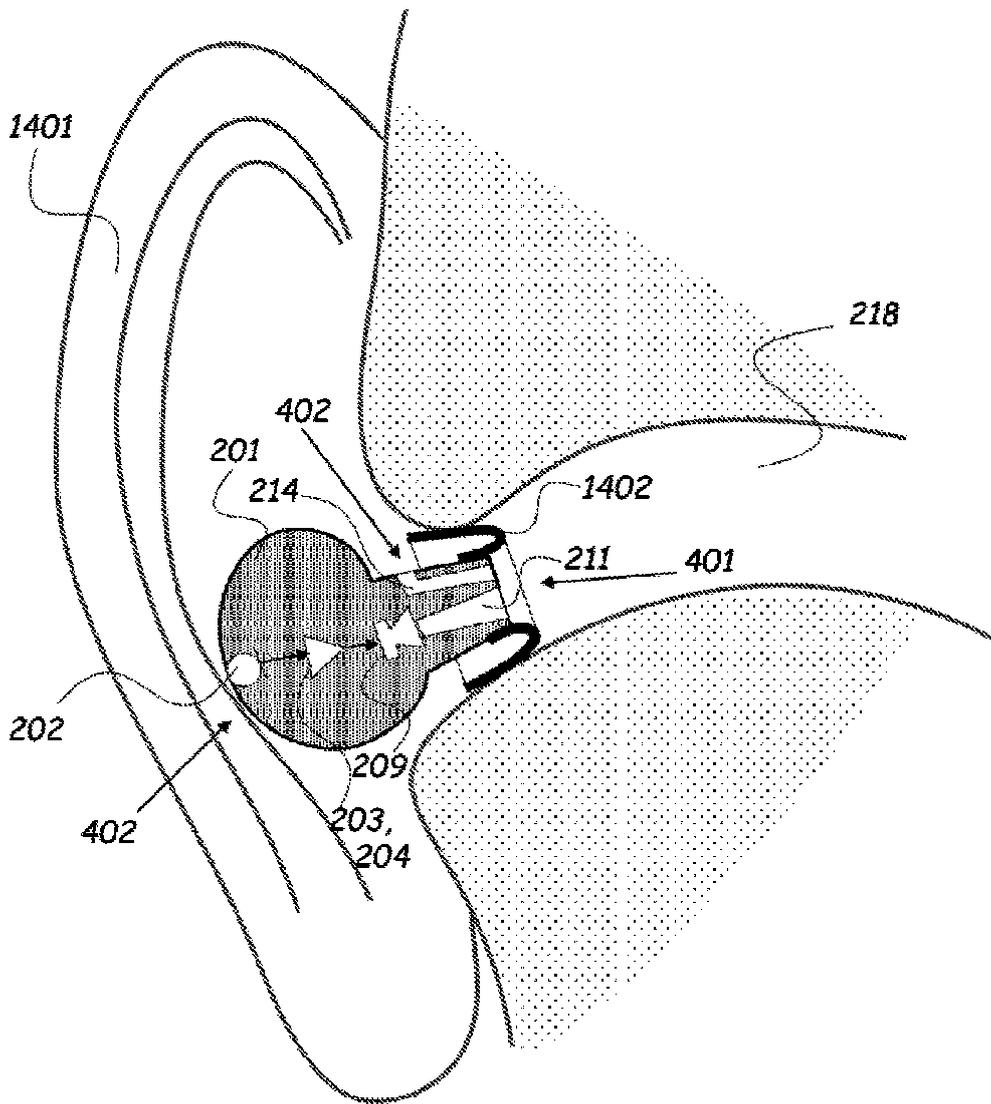


Fig. 4

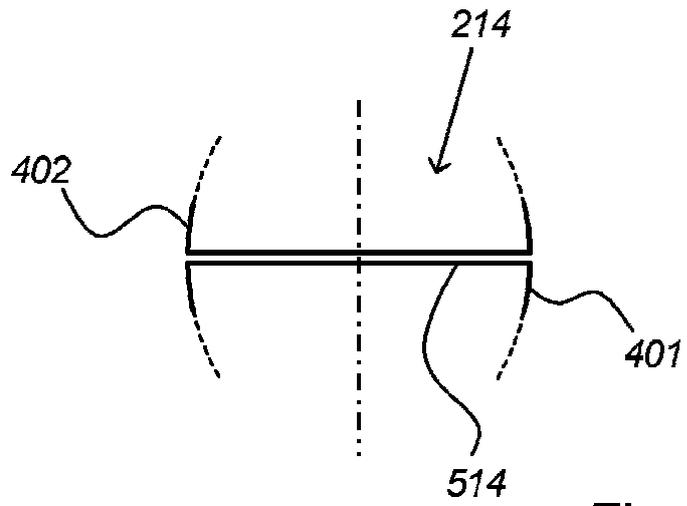


Fig. 5A

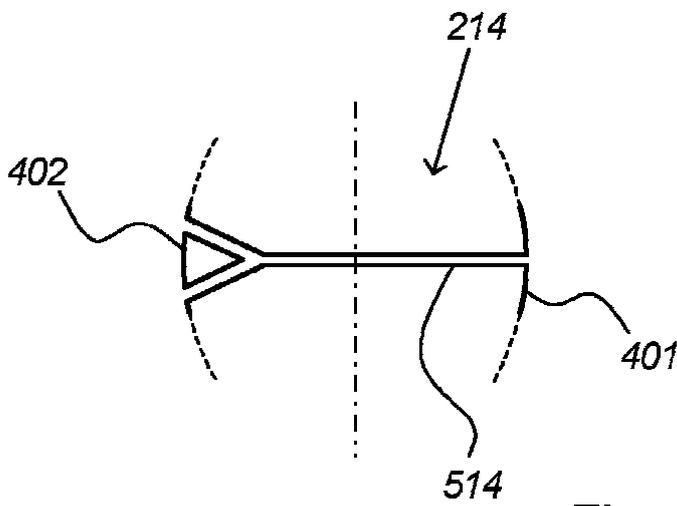


Fig. 5B

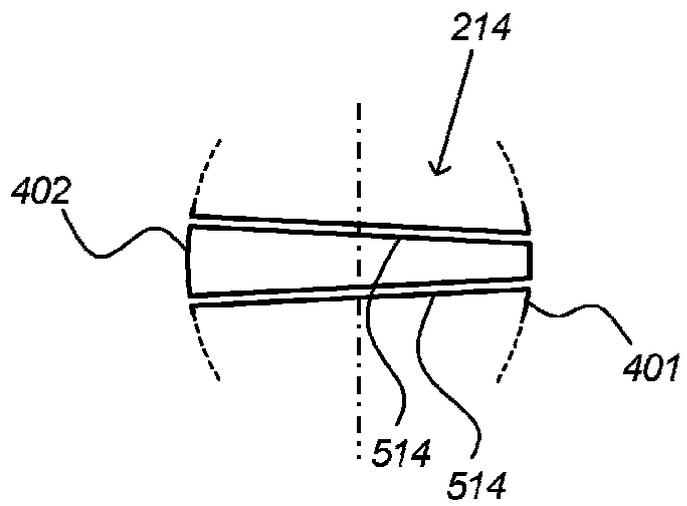


Fig. 5C

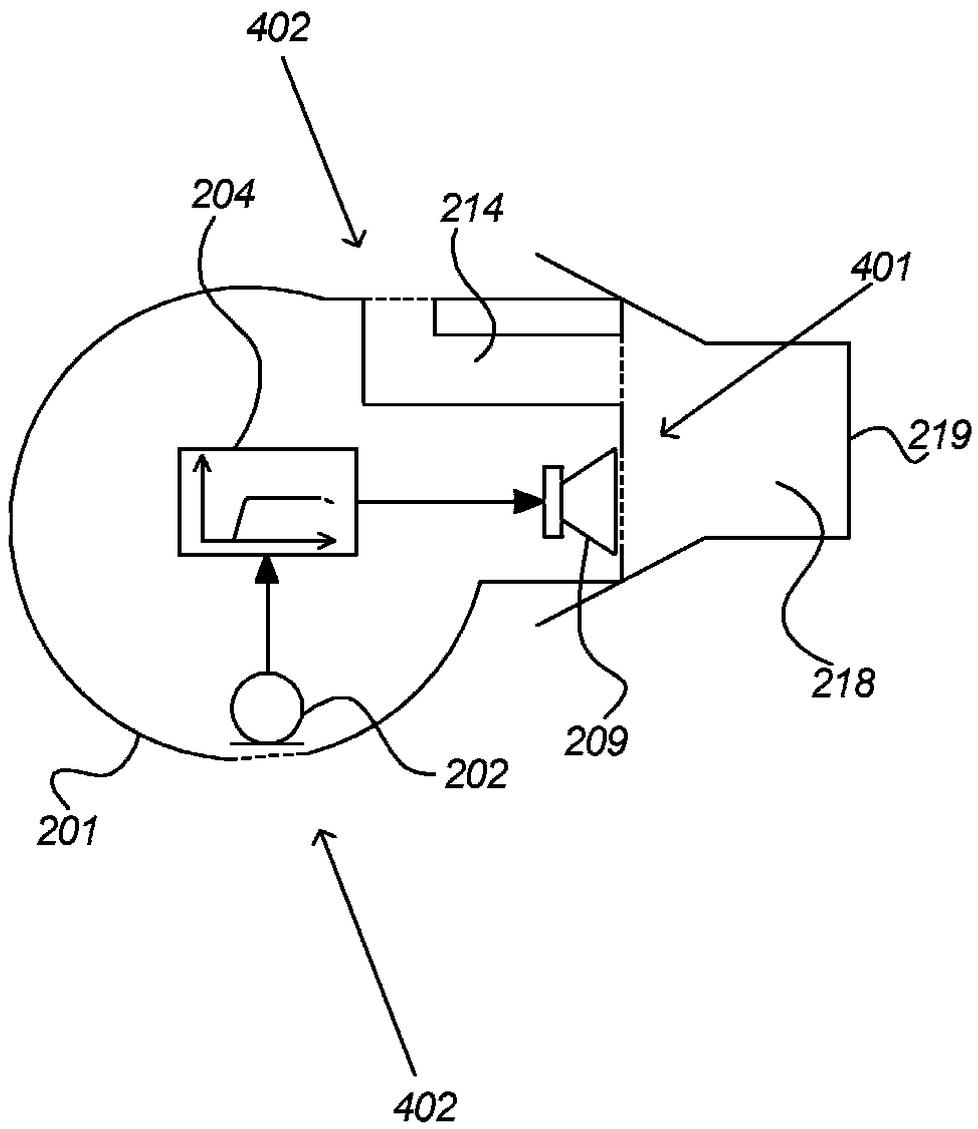


Fig. 6