

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 681**

51 Int. Cl.:

<b>H04M 1/60</b>	(2006.01)
<b>H04R 5/00</b>	(2006.01)
<b>H04R 5/04</b>	(2006.01)
<b>H04R 3/04</b>	(2006.01)
<b>H04S 7/00</b>	(2006.01)
<b>H04S 3/00</b>	(2006.01)
<b>H04R 1/10</b>	(2006.01)
<b>H04R 3/00</b>	(2006.01)
<b>H04R 5/033</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2017 PCT/US2017/025051**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017 WO17200646**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2017 E 17718191 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3459231**

54 Título: **Dispositivo para generar salida de audio**

30 Prioridad:

**18.05.2016 US 201615158505**

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

**18.02.2021**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
5775 Morehouse Drive  
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**KIM, LAE-HOON;  
PARK, HYUN, JIN;  
VISSER, ERIK y  
PERI, RAGHUVVEER**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 806 681 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**

Dispositivo para generar salida de audio

5 **REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS**

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente No Provisional de EE.UU. de propiedad común N. ° 15/158.505 presentada el 18 de mayo de 2016.

10 **CAMPO**

[0002] La presente divulgación se refiere en general a dispositivos que generan salida de audio.

15 **DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA**

[0003] Los avances en la tecnología han dado como resultado dispositivos informáticos más pequeños y más potentes. Por ejemplo, una variedad de dispositivos informáticos personales portátiles, incluyendo teléfonos inalámbricos, tales como teléfonos móviles e inteligentes, *tablets* y ordenadores portátiles, son pequeños, ligeros y fáciles de transportar por los usuarios. Estos dispositivos pueden comunicar paquetes de voz y datos a través de redes inalámbricas. Además, muchos de dichos dispositivos incorporan funcionalidades adicionales, tales como una cámara fotográfica digital, una cámara de vídeo digital, una grabadora digital y un reproductor de archivos de audio. Asimismo, dichos dispositivos pueden procesar instrucciones ejecutables, incluyendo aplicaciones de software, tales como una aplicación de navegador web, que puede usarse para acceder a Internet. Como tal, estos dispositivos pueden incluir capacidades informáticas y de red significativas.

[0004] Algunos dispositivos informáticos se incorporan a los sistemas de realidad virtual. Dicho sistema puede presentar información sensorial virtual (por ejemplo, generada por ordenador) (por ejemplo, información visual, información de audio, etc.) a un usuario. Por ejemplo, un sistema de realidad virtual puede incluir un dispositivo de visualización que visualice objetos virtuales (por ejemplo, generados por ordenador) junto con objetos del mundo real a un usuario. En consecuencia, el usuario puede percibir los objetos virtuales junto con los objetos del mundo real. Además o como alternativa, los sistemas de realidad virtual pueden incluir un dispositivo de salida de audio que presente sonidos virtuales (por ejemplo, generados por ordenador) al usuario. Por ejemplo, un sonido virtual puede corresponder a un objeto virtual. Para ilustrar, un sonido virtual puede corresponder al discurso generado por ordenador asociado con un personaje virtual. Sin embargo, los sistemas de audio de tipo abierto (por ejemplo, los sistemas de audio que no cubren el oído de un individuo por completo) pueden difundir sonido a individuos que no sean el usuario. Además, los sistemas de audio de tipo cerrado (por ejemplo, los sistemas de audio que cubren completamente el oído del individuo) pueden ocluir u ocluir parcialmente el oído de un usuario. La oclusión del oído del usuario causada por el sistema de audio de tipo cerrado puede distorsionar los sonidos que viajan al oído del usuario desde el entorno del mundo real.

[0005] El documento US 2012/020485 A1 divulga un sistema de micrófonos múltiples para realizar el procesamiento selectivo de la localización de una señal acústica, en el que la localización de la fuente se indica mediante direcciones de llegada con respecto a los pares de micrófonos en lados opuestos de un plano sagital medio de la cabeza de un usuario.

[0006] El documento US 2012/215519 A1 describe el aumento espacialmente selectivo de una señal de audio multicanal en auriculares con cancelación activa de ruido (ANC).

50 **BREVE EXPLICACIÓN**

[0007] En un aspecto particular, se proporciona un dispositivo de auriculares como se define en la reivindicación 1. Los rasgos característicos preferentes del dispositivo de auriculares se definen en las reivindicaciones 2-8.

[0008] Otros aspectos, ventajas y rasgos característicos de la presente divulgación resultarán evidentes después de revisar la solicitud completa, incluyendo las siguientes secciones: Breve descripción de los dibujos, Descripción detallada y Reivindicaciones.

60 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**60 **[0009]**

La FIG. 1 es un diagrama de un ejemplo ilustrativo de un dispositivo de auriculares de acuerdo con la presente invención;

65 la FIG. 2 es un diagrama de otro ejemplo ilustrativo de un dispositivo de auriculares de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama de otro ejemplo ilustrativo de un dispositivo de auriculares, útil para comprender la presente invención, pero fuera del alcance de protección de las reivindicaciones;

5 la FIG. 4 es un diagrama de otro ejemplo ilustrativo de un dispositivo de auriculares, útil para comprender la presente invención, pero fuera del alcance de protección de las reivindicaciones;

la FIG. 5 es un diagrama de otro ejemplo ilustrativo de un dispositivo de auriculares, útil para comprender la presente invención, pero fuera del alcance de protección de las reivindicaciones; y

10 la FIG. 6 es un diagrama de bloques de un dispositivo que puede incluir un dispositivo de auriculares, fuera del alcance de protección de las reivindicaciones.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

15 **[0010]** A continuación, se describen aspectos particulares de la presente divulgación en referencia a los dibujos. En la descripción, se designan rasgos característicos comunes mediante números de referencia comunes en todos los dibujos. Como se usa en el presente documento, se usa diversa terminología con el propósito de describir implementaciones particulares solamente y no pretende ser limitante. Por ejemplo, las formas en singular "un", "una", "el" y "la" pretenden incluir también las formas en plural, a menos que el contexto lo indique claramente de otro modo. Puede entenderse además que los términos "comprende" y "que comprende" pueden usarse indistintamente con "incluye" o "que incluye". Adicionalmente, se entenderá que el término "en el que" puede usarse indistintamente con "donde". Como se usa en el presente documento, "ejemplar" puede indicar un ejemplo, una implementación y/o un aspecto, y no debe interpretarse como limitante o como indicativo de una preferencia o una implementación preferente. Como se usa en el presente documento, un término ordinal (por ejemplo, "primero", "segundo", "tercero", etc.) usado para modificar un elemento, tal como una estructura, un componente, una operación, etc. no indica por sí mismo ninguna prioridad u orden del elemento con respecto a otro elemento, sino más bien distingue meramente el elemento de otro elemento que tenga un mismo nombre (excepto para el uso del término ordinal). Como se usa en el presente documento, el término "conjunto" se refiere a una agrupación de uno o más elementos, y el término "pluralidad" se refiere a múltiples elementos.

**[0011]** Se divulga un dispositivo para la salida de audio. El dispositivo puede incluirse en un sistema de audio de tipo cerrado. El dispositivo puede reproducir sonidos de una fuente de sonido fuera del sistema de audio de tipo cerrado para compensar la distorsión de los sonidos debido a la oclusión del oído de un individuo causada por el sistema de audio de tipo cerrado. El dispositivo de la presente invención reproduce los sonidos de tal manera que indica la dirección de la fuente de sonido al individuo.

**[0012]** Con referencia a la FIG. 1, se representa y se designa en general con 100 una implementación ilustrativa de un dispositivo de auriculares. El dispositivo de auriculares 100 está configurado para generar salida de audio. Por ejemplo, el dispositivo de auriculares 100 puede configurarse para reproducir un sonido de referencia originario del exterior del dispositivo de auriculares 100. El dispositivo de auriculares 100 puede reproducir el sonido de referencia de manera que conserve una indicación de una dirección de origen del sonido de referencia (por ejemplo, una diferencia de fase entre el sonido detectado en el oído derecho de un usuario y el sonido detectado en un oído izquierdo del usuario, el volumen del sonido detectado por el oído derecho del usuario y detectado por el oído izquierdo del usuario, etc.).

**[0013]** El dispositivo 100 incluye un primer auricular 108 y un segundo auricular 118. El dispositivo de auriculares 100 puede corresponder a auriculares de tipo cerrado. En consecuencia, los auriculares 108, 118 pueden corresponder a los auriculares que están configurados para cubrir los oídos de un usuario o a los auriculares configurados para cubrir el canal auditivo del usuario. El primer auricular 108 puede incluir un primer micrófono 110 (por ejemplo, un micrófono de referencia) y un primer altavoz 112. El segundo auricular 118 puede incluir un segundo micrófono 120 (por ejemplo, un micrófono de referencia) y un segundo altavoz 122.

**[0014]** El primer altavoz 112 y el segundo altavoz 122 pueden estar situados para emitir audio al oído del usuario cuando el usuario use el dispositivo de auriculares 100. El primer micrófono 110 y el segundo micrófono 120 pueden situarse para capturar sonidos que alcancen el exterior de los auriculares 108, 118. Dado que los auriculares 108, 118 están configurados para cubrir los oídos del usuario, los micrófonos 110, 120 pueden recibir un sonido como lo recibirían normalmente los oídos del usuario en ausencia del dispositivo de auriculares 100.

**[0015]** El primer auricular 108 puede incluir además un tercer micrófono 114 (por ejemplo, un micrófono de retroalimentación). El tercer micrófono 114 puede colocarse de modo que el tercer micrófono 114 reciba (por ejemplo, detecte) sonidos que lleguen al primer oído mientras el usuario lleva el dispositivo de auriculares 100. Para ilustrar, el tercer micrófono 114 puede situarse dentro de un auricular (por ejemplo, con el primer altavoz 112) o en una porción de un audífono configurado para insertarse en un oído humano (por ejemplo, con el primer altavoz 112). El tercer micrófono 114 puede recibir sonidos que se originen fuera del dispositivo de auriculares 100 distorsionados por el primer auricular 108 que cubre el primer oído. Además, el tercer micrófono 114 puede recibir

salida de sonido por el primer altavoz 112.

**[0016]** El segundo auricular 118 puede incluir además un cuarto micrófono 124 (por ejemplo, un micrófono de retroalimentación). El cuarto micrófono 124 puede situarse de modo que el cuarto micrófono 124 reciba (por ejemplo, detecte) sonidos que lleguen al segundo oído mientras el usuario lleva el dispositivo de auriculares 100. Para ilustrar, el cuarto micrófono 124 puede situarse dentro de un auricular (por ejemplo, con el segundo altavoz 122) o en una porción de un audífono configurado para insertarse en un oído humano (por ejemplo, con el segundo altavoz 122). El cuarto micrófono 124 puede recibir sonidos que se originen fuera del dispositivo de auriculares 100 distorsionados por el segundo auricular 118 que cubre el segundo oído. Además, el cuarto micrófono 124 puede recibir salida de sonido por el segundo altavoz 122.

**[0017]** El dispositivo de auriculares 100 incluye además un procesador 102 y una memoria 104. El controlador 102 puede corresponder a un procesador (por ejemplo, una unidad de procesador central, un procesador de señales digitales, etc.). Como se explica más adelante con referencia a la FIG. 6, el controlador 102 puede incluirse en un dispositivo diferente que esté en comunicación con el dispositivo de auriculares 100 en algunos ejemplos. La memoria 104 puede incluir una memoria de acceso aleatorio, una memoria de acceso aleatorio estática, una unidad de estado sólido, una unidad de disco duro o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria. La memoria 104 puede almacenar datos de filtro 106 (por ejemplo, uno o más coeficientes de filtro). En ejemplos particulares, los datos de filtro 106 pueden corresponder a un único filtro o a una pluralidad de filtros (por ejemplo, cada uno de los auriculares 108, 118 puede tener un filtro correspondiente diferente). En ejemplos particulares, el primer auricular 108 y el segundo auricular 118 pueden tener cada uno un controlador correspondiente distinto. Además, o como alternativa, el primer auricular 108 y el segundo auricular 118 pueden tener cada uno un dispositivo de memoria correspondiente distinto. El uno o más filtros pueden incluir filtros de hardware, filtros de software o una combinación de los mismos.

**[0018]** En funcionamiento, el primer micrófono 110 recibe un sonido de referencia desde una fuente de sonido. Por ejemplo, el sonido de referencia puede corresponder a un tono de prueba o a otro sonido emitido por un altavoz como parte de un proceso de calibración para el dispositivo de auriculares 100. De forma alternativa, el sonido de referencia puede corresponder a cualquier otro sonido procedente de una fuente distinta de los altavoces 112, 122. Por ejemplo, el sonido de referencia puede corresponder a una conversación humana, a un perro ladrando, a la bocina de un automóvil o a cualquier otro sonido. El primer micrófono 110 genera una primera señal de audio de referencia 111 en base al sonido de referencia detectado por el primer micrófono 110.

**[0019]** El segundo micrófono 120 también puede recibir el sonido de referencia de la fuente de sonido. Sin embargo, las propiedades del sonido de referencia recibido en el primer micrófono 110 y recibido en el segundo micrófono 120 pueden ser diferentes. Por ejemplo, debido a una orientación del dispositivo de auriculares 100 con respecto a la fuente de sonido, el sonido de referencia detectado en el primer micrófono 110 puede tener una amplitud diferente (por ejemplo, más alta o más baja) que el sonido de referencia detectado en el segundo micrófono 120. Como otro ejemplo, una primera fase del sonido de referencia detectado en el primer micrófono 110 puede ser diferente de una segunda fase del sonido de referencia detectado en el segundo micrófono 120. El segundo micrófono 120 genera una segunda señal de audio de referencia 121 en base al sonido de referencia detectado por el segundo micrófono 120. La primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia 121 pueden tener diferentes propiedades debido a la situación del primer micrófono 110 y del segundo micrófono 120 en relación con la fuente de sonido. Para ilustrar, la primera señal de audio de referencia 111 puede tener una fase diferente que la segunda señal de audio de referencia 121, una amplitud diferente (por ejemplo, un volumen indicativo) que la segunda señal de audio de referencia 121, o una combinación de las mismas.

**[0020]** Los seres humanos pueden usar las propiedades del sonido para determinar la localización de una fuente de sonido. Para ilustrar, una diferencia en el volumen de un sonido detectado por el oído izquierdo de una persona y del sonido detectado por el oído derecho de la persona puede indicar qué oído está más cerca del sonido. Además, la persona puede determinar una dirección específica desde la que se originó el sonido en base a la magnitud de la diferencia. De forma similar, una diferencia de fase (por ejemplo, causada por el sonido que llega a un oído antes que el otro) entre el sonido detectado por el oído izquierdo y el sonido detectado por el oído derecho puede indicar la dirección.

**[0021]** El controlador 102 puede generar una primera señal 107 en base a la primera señal de audio de referencia 111 y una segunda señal 117 en base a la segunda señal de audio de referencia 121. El controlador 102 puede corresponder a diferentes controladores asociados con cada uno de los auriculares 108, 118 y cada una de la primera señal 107 y de la segunda señal 117 se puede generar por uno diferente de los controladores.

**[0022]** En implementaciones particulares, el controlador 102 puede generar la primera señal 107 y la segunda señal 117 usando los datos de filtro 106. Por ejemplo, el controlador 102 puede aplicar los datos de filtro 106 a la primera señal de audio de referencia 111 para generar la primera señal 107. Por tanto, la primera señal 107 puede corresponder a una versión filtrada del sonido de referencia. De forma similar, el controlador 102 puede aplicar los datos de filtro 106 a la segunda señal de audio de referencia 121 para generar la segunda señal 117. Por tanto, la

segunda señal 117 puede corresponder a una versión filtrada del sonido de referencia. En ejemplos particulares, los datos de filtro 106 corresponden a más de un filtro. Para ilustrar, puede usarse un primer filtro para generar la primera señal 107, y puede usarse un segundo filtro para generar la segunda señal 117. El primer altavoz 112 puede generar una primera salida de audio en base a la primera señal 107, y el segundo altavoz 122 puede generar una segunda salida de audio en base a la segunda señal 117.

**[0023]** Los datos de filtro 106 pueden configurarse para reducir la interferencia de sonido experimentada por un usuario del dispositivo de auriculares 100. Por ejemplo, el sonido de referencia puede penetrar en el primer auricular 108 de modo que el oído izquierdo del usuario pueda detectar una primera versión distorsionada (por ejemplo, por el cuerpo del primer auricular 108) del sonido de referencia, así como la primera salida de audio. Los datos de filtro 106 pueden configurarse para reducir un efecto de la primera versión distorsionada del sonido de referencia, como se explica más adelante. Para ilustrar, los datos de filtro 106 pueden configurarse para generar la primera señal 107 de modo que una suma de la primera salida de audio y la primera versión distorsionada del sonido de referencia se aproxima al sonido de referencia. De forma similar, el sonido de referencia puede penetrar en el segundo auricular 118 de modo que el oído derecho del usuario pueda detectar una segunda versión distorsionada (por ejemplo, por el cuerpo del segundo auricular 118) del sonido de referencia, así como la segunda salida de audio. Los datos de filtro 106 pueden configurarse para reducir un efecto de la segunda versión distorsionada del sonido de referencia, como se explica más adelante. Para ilustrar, los datos de filtro 106 pueden configurarse para generar la segunda señal 117 de modo que una suma de la segunda salida de audio y la segunda versión distorsionada del sonido de referencia se aproxima al sonido de referencia.

**[0024]** El tercer micrófono 114 puede recibir la primera salida de audio del primer altavoz 112. Además, el tercer micrófono 114 puede recibir la primera versión distorsionada del sonido de referencia a través del cuerpo del primer auricular 108. El tercer micrófono 114 puede generar una primera señal de audio de retroalimentación 115 en base a la primera salida de audio y a la primera versión distorsionada del sonido de referencia. De forma similar, el cuarto micrófono 124 puede recibir la segunda salida de audio del segundo altavoz 122 y la segunda versión distorsionada del sonido de referencia a través del cuerpo del segundo auricular 118. El cuarto micrófono 124 puede generar una segunda señal de audio de retroalimentación 125 en base a la segunda salida de audio y a la segunda versión distorsionada del sonido de referencia. El controlador 102 puede ajustar los datos de filtro 106 en base a la primera señal de audio de retroalimentación 115 y a la segunda señal de audio de retroalimentación 125 para compensar (por ejemplo, filtrar) los efectos de las versiones distorsionadas de los sonidos de referencia en las primera y segunda salidas.

**[0025]** El controlador 102 puede generar la primera señal 107 y la segunda señal 117 en base a una relación de fase (u otra relación que indique la dirección) entre la primera señal de audio de referencia (por ejemplo, el sonido de referencia detectado en el primer micrófono 110) y la segunda señal de audio de referencia 121 (por ejemplo, el sonido de referencia detectado en el segundo micrófono 120). De acuerdo con la invención, el controlador 102 genera la primera señal 107 y la segunda señal 117 de modo que una primera diferencia de fase entre la primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia 121 es sustancialmente igual a una segunda diferencia de fase entre la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda señal de audio de retroalimentación 125. Por ejemplo, el controlador 102 puede restringir uno o más filtros correspondientes a los datos de filtro 106 cuando genere la primera señal 107 y la segunda señal 117 de modo que la primera diferencia de fase es sustancialmente igual a la segunda diferencia de fase, como se explica más adelante. Dado que la primera señal de audio de retroalimentación 115 corresponde al sonido presentado a un primer oído del usuario (por ejemplo, un oído izquierdo o un oído derecho) y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 corresponde al sonido presentado a un segundo oído del usuario, el usuario puede determinar una localización de la fuente de sonido del sonido de referencia.

**[0026]** Además o como alternativa, el controlador 102 puede generar la primera señal 107 y la segunda señal 117 en base a una relación de amplitud entre la primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia 121. Para ilustrar, el controlador 102 puede generar la primera señal 107 y la segunda señal 117 de modo que una primera relación de una primera amplitud de la primera señal de audio de referencia 111 con respecto a una segunda amplitud de la segunda señal de audio de referencia 121 es sustancialmente igual a una segunda relación de una tercera amplitud de la primera señal de audio de retroalimentación 115 con respecto a una cuarta amplitud de la segunda señal de audio de retroalimentación 125. Por ejemplo, el controlador 102 puede restringir uno o más filtros correspondientes a los datos de filtro 106 al generar la primera señal 107 y la segunda señal 117 de modo que la primera relación sea sustancialmente igual a la segunda relación, como se explica más adelante. Dado que la primera señal de audio de retroalimentación 115 corresponde al sonido presentado a un primer oído del usuario (por ejemplo, un oído izquierdo o un oído derecho) y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 corresponde al sonido presentado a un segundo oído del usuario, el usuario puede determinar una localización de la fuente de sonido del sonido de referencia.

**[0027]** Por lo tanto, el dispositivo de auriculares 100 puede permitir la transmisión de un sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) originario de una fuente externa al dispositivo de auriculares 100. Además, el dispositivo de auriculares 100 puede determinar una o más propiedades de sonido (por ejemplo, amplitud, fase, etc.) del sonido detectado fuera de cada auricular del dispositivo de auriculares 100. El dispositivo de auriculares 100 puede

preservar una o más relaciones entre las propiedades de sonido detectado en cada uno de los auriculares y mantener la(s) relación(es) para generar un sonido transmitido. En consecuencia, el usuario puede determinar una localización de la fuente en base al sonido transmitido.

5 **[0028]** En un caso de uso ilustrativo, un usuario del dispositivo de auriculares 100 puede estar localizado en un entorno ruidoso, tal como una cafetería. En dicho ejemplo, el sonido de referencia ilustrado en la FIG. 1 puede corresponder a un sonido generado dentro de la cafetería. Por ejemplo, el sonido de referencia puede corresponder a la voz de un camarero que le pregunte al usuario su pedido. Como el sonido de referencia se transmite al usuario como la primera salida de audio y la segunda salida de audio, el usuario puede escuchar al camarero incluso mientras está llevando el dispositivo de auriculares 100. Además, dado que la primera salida de audio y la segunda salida de audio pueden tener una o más localizaciones que indiquen relaciones (por ejemplo, diferencia de fase, relaciones de amplitud) que se basan en el sonido de referencia detectado en cada uno de los auriculares 108, 118. En consecuencia, el usuario puede localizar al camarero en base a la primera salida de audio y a la segunda salida de audio incluso si, por ejemplo, la espalda del usuario se vuelve hacia el camarero.

15 **[0029]** Con referencia a la FIG. 2B, se muestra otra implementación del dispositivo de auriculares 100. Como se ilustra en la FIG. 2, el dispositivo de auriculares 100 incluye el primer auricular 108, el segundo auricular 118, el primer micrófono 110, el segundo micrófono 120, el tercer micrófono 114 y el cuarto micrófono 124. Aunque no se muestra, el dispositivo de auriculares 100 de la FIG. 2 puede incluir el primer altavoz 112, el segundo altavoz 122, el controlador 102 y la memoria 104.

25 **[0030]** En el ejemplo de la FIG. 2, el dispositivo de auriculares 100 incluye un primer filtro 202 y un segundo filtro 204. Por tanto, la FIG. 2 ilustra un ejemplo de los datos de filtro 106 correspondientes a dos filtros diferentes. El primer filtro 202 puede incluir hardware o software. De forma similar, el segundo filtro 204 puede incluir hardware o software. En algunos modos de realización, el primer filtro 202 y el segundo filtro 204 pueden corresponder al mismo hardware o software. El primer filtro 202 y el segundo filtro 204 pueden funcionar de manera diferente en base a datos diferentes (por ejemplo, coeficientes de filtro, tales como los datos de filtro 106) que se aplican al hardware o software común. El primer filtro 202 puede corresponder al primer auricular 108, y el segundo filtro 204 puede corresponder al segundo auricular 118. El dispositivo de auriculares 100 como se ilustra en la FIG. 2 incluye además un primer mezclador 201 y un segundo mezclador 211.

35 **[0031]** El primer filtro 202 y el segundo filtro 204 pueden funcionar en una o más subbandas de un espectro de sonido (por ejemplo, correspondiente al rango de frecuencias de sonido audible para humanos). Los primeros filtros 202 y 204 pueden funcionar por separado en múltiples subbandas diferentes dentro del espectro de sonido. La primera señal de audio de retroalimentación 115 puede corresponder al sonido presentado al primer oído del usuario del dispositivo de auriculares 100. La primera señal de audio de retroalimentación 115 puede describirse mediante la ecuación  $y_1(k, t) = H1_{adaptación}(k)x_1(k, t - t_d) + H1_{oclusión}(k)x_1(k, t - t_d)$ , donde  $k$  corresponde a una subbanda del espectro de sonido,  $t - t_d$  corresponde a un período de tiempo,  $x_1(k, t - t_d)$  es una función que describe el sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) en la subbanda detectada por el primer micrófono 110 durante el período de tiempo,  $H1_{adaptación}(k)$  es una función correspondiente al primer filtro 202, y  $H1_{oclusión}(k)$  es una función que describe un efecto de distorsión en la subbanda (por ejemplo, al sonido de referencia) causada por el cuerpo del primer auricular 108. La segunda señal de audio de retroalimentación 125 puede corresponder al sonido presentado a un segundo oído del usuario del dispositivo de auriculares 100. La segunda señal de audio de retroalimentación 125 puede describirse mediante la ecuación  $y_2(k, t) = H2_{adaptación}(k)x_2(k, t - t_d) + H2_{oclusión}(k)x_2(k, t - t_d)$ , donde  $k$  corresponde a la subbanda del espectro de sonido,  $t - t_d$  corresponde al período de tiempo,  $x_2(k, t - t_d)$  es una función que describe el sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) en la subbanda detectada por el segundo micrófono durante el período de tiempo,  $H2_{adaptación}(k)$  es una función correspondiente al segundo filtro 204, y  $H2_{oclusión}(k)$  es una función que describe un efecto de distorsión (por ejemplo, al sonido de referencia) en la subbanda causado por el cuerpo del segundo auricular 118. La primera señal 107 puede describirse mediante la expresión  $H1_{adaptación}(k)x_1(k, t - t_d)$ , y la segunda señal 117 puede describirse mediante la expresión  $H2_{adaptación}(k)x_2(k, t - t_d)$ .

45 **[0032]** Para reducir los efectos de  $H1_{oclusión}(k)x_1(k, t - t_d)$  y la  $H2_{oclusión}(k)x_2(k, t - t_d)$  en el sonido presentado al primer oído y al segundo oído, el controlador 102 puede configurar los filtros 202, 204 de acuerdo con la función

55 
$$H1_{adaptación}(k), H2_{adaptación}(k) \left\| y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d) \right\|^2 + \left\| y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d) \right\|^2.$$
 Por tanto, el controlador 102 puede configurar el primer filtro 202 (por ejemplo,  $H1_{adaptación}(k)$ ) y el segundo filtro 204 (por ejemplo,  $H2_{adaptación}(k)$ ) para reducir la diferencia entre el sonido detectado por el tercer micrófono 114 (por ejemplo,  $y_1(k, t)$ ) y el sonido detectado por el primer micrófono 110 (por ejemplo,  $x_1(k, t - t_d)$ ) y una diferencia entre el sonido detectado por el cuarto micrófono 124 (por ejemplo,  $y_2(k, t)$ ) y el sonido detectado por el segundo micrófono 120 (por ejemplo,  $x_2(k, t - t_d)$ ). En consecuencia, el dispositivo de auriculares 100 puede transmitir un sonido detectado fuera del dispositivo de auriculares 100 y los filtros 202, 204 pueden reducir los efectos de las versiones distorsionadas del sonido en la percepción de un usuario.

60 **[0033]** En un ejemplo ilustrativo, el primer mezclador 201 puede generar una primera señal de error 203 en base

a una diferencia entre la retroalimentación del tercer micrófono 114 (por ejemplo, la primera señal de audio de retroalimentación 115) y la primera señal de audio de referencia 111. La primera señal de error 203 puede representarse por la expresión  $y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)$  o  $\|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2$ . El controlador puede configurar el primer filtro 202 para reducir o minimizar  $\|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2$ . El segundo mezclador 211 puede generar una segunda señal de error 213 en base a una diferencia entre la retroalimentación del cuarto micrófono 124 (por ejemplo, la segunda señal de audio de retroalimentación 125) y la segunda señal de audio de referencia 121. La segunda señal de error 213 puede estar representada por la expresión  $y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)$  o  $\|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2$ . El controlador puede configurar el segundo filtro 204 para reducir o minimizar  $\|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2$ . En consecuencia, el controlador 102 puede configurar el primer filtro 202 y el segundo filtro 204 en base a la función

$$\underset{H1_{adaptación(k)}, H2_{adaptación(k)}}{\operatorname{argmin}} \|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2$$

, como se explicó anteriormente. El controlador 102 puede actualizar el primer filtro 202 y el segundo filtro 204 a medida que el dispositivo de auriculares 100 detecta nuevos sonidos. En consecuencia, el primer filtro 202 y el segundo filtro 204 pueden ser filtros adaptativos.

**[0034]** El controlador 102 puede aplicar una o más restricciones 206 al establecer el primer filtro 202 y el segundo filtro 204. La una o más restricciones pueden basarse en una o más relaciones entre las propiedades de sonido de  $x_1(k, t - t_d)$  y  $x_2(k, t - t_d)$ . Para ilustrar, la una o más restricciones 206 pueden basarse en una relación de fase (por ejemplo, una diferencia de fase) entre  $x_1(k, t - t_d)$  y  $x_2(k, t - t_d)$ , en base a una relación de amplitud entre  $x_1(k, t - t_d)$  y  $x_2(k, t - t_d)$ , en base a otra relación entre  $x_1(k, t - t_d)$  y  $x_2(k, t - t_d)$ , o a una combinación de los mismos.

**[0035]** En un ejemplo particular, el controlador 102 puede determinar coeficientes de filtro (por ejemplo, correspondientes a los datos de filtro 106) del primer filtro 202 y el segundo filtro 204 en base a:

$$\underset{H1_{adaptación(k)}, H2_{adaptación(k)}}{\operatorname{argmin}} \|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2$$

con la restricción de que una primera relación de amplitudes de la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 es igual a (o sustancialmente igual a) una segunda relación de amplitudes de la primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia 121. Esta matriz puede

$$\frac{|y_1(k, t)|}{|y_{12}(k, t)|} = \frac{|x_1(k, t - t_d)|}{|x_2(k, t - t_d)|}$$

expresarse como  $\frac{|y_1(k, t)|}{|y_{12}(k, t)|} = \frac{|x_1(k, t - t_d)|}{|x_2(k, t - t_d)|}$ .

**[0036]** En otro ejemplo, el controlador 102 puede resolver

$$\underset{H1_{adaptación(k)}, H2_{adaptación(k)}}{\operatorname{argmin}} \|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2$$

con la restricción de que una primera diferencia de fase entre la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 es igual a (o sustancialmente igual a) una segunda diferencia de fase entre la primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia 121. La restricción puede expresarse como  $\angle y_1(k, t) - \angle y_2(k, t) = \angle x_1(k, t - t_d) - \angle x_2(k, t - t_d)$ . Como se usa en el presente documento, el símbolo " $\angle$ " indica fase. En algunos ejemplos, el controlador 102 puede aplicar más de una restricción. Por ejemplo, el controlador

$$102 \text{ puede aplicar ambas restricciones } \frac{|y_1(k, t)|}{|y_{12}(k, t)|} = \frac{|x_1(k, t - t_d)|}{|x_2(k, t - t_d)|} \text{ y } \angle y_1(k, t) - \angle y_2(k, t) = \angle x_1(k, t - t_d) - \angle x_2(k, t - t_d).$$

**[0037]** En algunos ejemplos, los filtros 202, 204 pueden corresponder a dispositivos de actualización automática (por ejemplo, dispositivos de filtro adaptativo con controladores dedicados). En dichos ejemplos, la una o más restricciones 206 pueden corresponder a un valor que indique la relación de fase entre  $x_1(k, t - t_d)$  y  $x_2(k, t - t_d)$  (por ejemplo, la diferencia de fase), un valor que indique la relación de amplitud entre  $x_1(k, t - t_d)$  y  $x_2(k, t - t_d)$  (por ejemplo, la relación de amplitud), o una combinación de los mismos. En dichos ejemplos, el controlador 102 puede enviar la una o más restricciones 206 a los filtros 202, 204. El primer filtro 202 puede actualizarse automáticamente en base a la primera señal de error 203 y a la una o más restricciones 206. El segundo filtro 204 puede actualizarse automáticamente en base a la segunda señal de error 213 y a la una o más restricciones 206.

**[0038]** Por tanto, una salida de señal en uno de los auriculares 108, 118 puede basarse en una indicación de sonido detectado en el otro auricular. Por ejemplo, la primera señal 107 puede generarse usando el primer filtro 202 en base a una indicación de la segunda señal de audio de referencia 121 (por ejemplo, la una o más restricciones 206 que se basan en la segunda señal de audio de referencia 121). La indicación de la segunda señal de audio de referencia 121 puede incluir una indicación de un valor de fase o de un valor de amplitud de la segunda señal de audio de referencia 121. La primera señal 107 puede basarse además en una indicación de la segunda señal de audio de retroalimentación 125 (por ejemplo, la una o más restricciones 206 que se basan en la segunda señal de audio de retroalimentación 125).

**[0039]** Al aplicar la(s) restricción(es) 206 a los filtros 202, 204, el controlador 102 puede permitir que un sonido se transmita por el dispositivo de auriculares 100 por los altavoces 112, 122 y se detecte por los micrófonos 114, 124 para mantener las propiedades de sonido del sonido detectado por los micrófonos 110, 120. Por lo tanto, el

dispositivo de auriculares 100 puede presentar el sonido transmitido a un usuario para permitirle determinar el punto de origen de una fuente del sonido.

5 **[0040]** Con referencia a la FIG. 3, se muestra otra implementación del dispositivo de auriculares 100. Como se ilustra en la FIG. 3, el dispositivo de auriculares 100 incluye el primer auricular 108, el segundo auricular 118, el primer micrófono 110, el segundo micrófono 120, el tercer micrófono 114, el cuarto micrófono 124, el primer mezclador 201 y el segundo mezclador 211. Aunque no se muestra, el dispositivo de auriculares 100 de la FIG. 3 puede incluir el primer altavoz 112, el segundo altavoz 122, el controlador 102 y la memoria 104.

10 **[0041]** En el ejemplo de la FIG. 3, el dispositivo de auriculares 100 incluye un filtro 302. Por tanto, la FIG. 3 ilustra un ejemplo de los datos de filtro 106 correspondientes a un filtro. El filtro 302 puede incluir hardware o software. El filtro 302 puede usarse para generar tanto la primera señal 107 como la segunda señal 117. El dispositivo de auriculares 100 de la FIG. 3 incluye además un tercer mezclador 321.

15 **[0042]** El filtro 302 puede funcionar en una o más subbandas de un espectro de sonido (por ejemplo, correspondiente al rango de frecuencias de sonido audible para humanos). Los primeros filtros 202 y 204 pueden funcionar por separado en múltiples subbandas diferentes dentro del espectro de sonido. La primera señal de audio de retroalimentación 115 puede describirse mediante la ecuación  $y_1(k, t) = H_{adaptación}(k)x_1(k, t - t_d) + H1_{oclusión}(k) x_1(k, t - t_d)$ , donde  $k$  corresponde a una subbanda del espectro de sonido,  $t - t_d$  corresponde a un período de tiempo,  $x_1(k, t - t_d)$  es una función que describe el sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) en la subbanda detectada por el primer micrófono 110 durante el período de tiempo,  $H_{adaptación}(k)$  es una función correspondiente al filtro 302, y  $H1_{oclusión}(k)$  es una función que describe un efecto de distorsión en la subbanda (por ejemplo, al sonido de referencia) causado por el cuerpo del primer auricular 108. La segunda señal de audio de retroalimentación 125 puede describirse mediante la ecuación  $y_2(k, t) = H_{adaptación}(k)x_2(k, t - t_d) + H2_{oclusión}(k)x_2(k, t - t_d)$ , donde  $k$  corresponde a la subbanda del espectro de sonido,  $t - t_d$  corresponde al período de tiempo,  $x_2(k, t - t_d)$  es una función que describe el sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) en la subbanda detectado por el segundo micrófono durante el período de tiempo,  $H2_{adaptación}(k)$  es una función correspondiente al segundo filtro 204, y  $H2_{oclusión}(k)$  es una función que describe un efecto de distorsión (por ejemplo, al sonido de referencia) en la subbanda causado por el cuerpo del segundo auricular 118. Por tanto, la primera señal 107 puede describirse mediante la expresión  $H_{adaptación}(k)x_1(k, t - t_d)$  y la segunda señal 117 puede describirse mediante la expresión  $H_{adaptación}(k)x_2(k, t - t_d)$ .

**[0043]** Para reducir los efectos de la  $H1_{oclusión}(k)x_1(k, t - t_d)$  y la  $H2_{oclusión}(k)x_2(k, t - t_d)$ , el controlador 102 puede configurar el filtro 302 de acuerdo con la función 
$$H_{adaptación}(k) \underset{\text{argmin}}{\|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2}$$
. Por tanto, el controlador 102 puede configurar el filtro 302 (por ejemplo,  $H_{adaptación}(k)$ ) para reducir la diferencia entre el sonido detectado por el tercer micrófono 114 (por ejemplo,  $y_1(k, t)$ ) y el sonido detectado por el primer micrófono 110 (por ejemplo,  $x_1(k, t - t_d)$ ) y una diferencia entre el sonido detectado por el cuarto micrófono 124 (por ejemplo,  $y_2(k, t)$ ) y el sonido detectado por el segundo micrófono 120 (por ejemplo,  $x_2(k, t - t_d)$ ). En consecuencia, el dispositivo de auriculares 100 puede transmitir un sonido detectado fuera del dispositivo de auriculares 100, y el filtro 302 puede reducir los efectos de las versiones distorsionadas del sonido en la percepción de un usuario.

**[0044]** En un ejemplo ilustrativo, el primer mezclador 201 puede generar la primera señal de error 203 en base a una diferencia entre la retroalimentación del tercer micrófono 114 (por ejemplo, la primera señal de audio de retroalimentación 115) y la primera señal de audio de referencia 111. La primera señal de error 203 puede estar representada por la expresión  $y_1(k, t - t_d) - x_1(k, t - t_d)$  o  $\|y_1(k, t - t_d) - x_1(k, t - t_d)\|^2$ . El segundo mezclador 211 puede generar la segunda señal de error 213 en base a una diferencia entre la retroalimentación del cuarto micrófono 124 (por ejemplo, la segunda señal de audio de retroalimentación 125) y la segunda señal de audio de referencia 121. La segunda señal de error 213 puede estar representada por la expresión  $y_2(k, t - t_d) - x_2(k, t - t_d)$  o  $\|y_2(k, t - t_d) - x_2(k, t - t_d)\|^2$ . El tercer mezclador 321 puede generar una tercera señal de error 315 en base a la primera señal de error 203 y la segunda señal de error 213. La tercera señal de error 315 puede estar representada por la expresión  $\|y_1(k, t - t_d) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t - t_d) - x_2(k, t - t_d)\|^2$ . El controlador puede configurar el filtro 302 para reducir o minimizar  $\|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2$ . En consecuencia, el controlador configura el filtro 302 (por ejemplo, configura coeficientes tales como los datos de filtro 106) en base a la función 
$$H_{adaptación}(k) \underset{\text{argmin}}{\|y_1(k, t) - x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - x_2(k, t - t_d)\|^2}$$
, como se explicó anteriormente. El controlador 102 puede actualizar el filtro 302 a medida que el dispositivo de auriculares 100 detecta los sonidos. En consecuencia, el filtro 302 puede ser un filtro adaptativo.

**[0045]** Dado que el filtro 302 (por ejemplo, los datos de filtro 106) se actualizan en base a indicaciones de sonido detectado en ambos auriculares 108, 118, el sonido generado en un auricular puede basarse en el sonido detectado en el otro auricular. Por ejemplo, la primera señal 107 puede generarse usando el filtro 302 que se actualiza en base a la segunda señal de audio de referencia 121.

**[0046]** Al usar el mismo filtro (por ejemplo, el filtro 302), el dispositivo de auriculares 100 puede mantener una o



más relaciones entre  $x_1(k, t - t_d)$  (por ejemplo, la primera señal de audio de referencia 111) y  $x_2(k, t - t_d)$  (por ejemplo, la segunda señal de audio de referencia 121) en  $y_1(k, t)$  (por ejemplo, la primera señal de audio de retroalimentación 115) e  $y_2(k, t)$  (por ejemplo, la segunda señal de audio de retroalimentación 125) sin aplicar una restricción. Por ejemplo, una primera relación de amplitud entre la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda

5  $\frac{|y_1(k, t)|}{|y_2(k, t)|}$  señal de audio de retroalimentación 125 (por ejemplo,  $|y_{12}(k, t)|$ ) puede ser sustancialmente igual a una segunda relación de amplitud entre la primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia  $\frac{|x_1(k, t - t_d)|}{|x_2(k, t - t_d)|}$

121 (por ejemplo,  $|x_2(k, t - t_d)|$ ). Además o como alternativa, una primera relación de fase entre la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 (por ejemplo,  $\angle y_1(k, t) - \angle y_2(k, t)$ ) puede ser sustancialmente igual a una segunda relación de fase entre la primera señal de audio de referencia 111 y la segunda señal de audio de referencia 121 (por ejemplo,  $\angle x_1(k, t - t_d) - \angle x_2(k, t - t_d)$ ). Es decir, el dispositivo de auriculares 100 puede transmitir un sonido a los oídos de un usuario de modo que el sonido transmitido recibido en cada oído mantenga las propiedades indicadoras de dirección.

15 **[0047]** Con referencia a la FIG. 4, se muestra otro ejemplo del dispositivo de auriculares 100. Como se ilustra en la FIG. 4, el dispositivo de auriculares 100 incluye el primer auricular 108 y el segundo auricular 118, el primer micrófono 110, el segundo micrófono 120, el tercer micrófono 114, el cuarto micrófono 124, el primer filtro 202, el segundo filtro 204, el primer mezclador 201 y el segundo mezclador 211. Aunque no se muestra, el dispositivo de auriculares 100 de la FIG. 4 puede incluir el primer altavoz 112, el segundo altavoz 122, el controlador 102 y la memoria 104.

20 **[0048]** En el ejemplo de la FIG. 4, el dispositivo de auriculares 100 incluye además un primer filtro personalizado por el usuario 402 y un segundo filtro personalizado por el usuario 404. Por tanto, la FIG. 4 ilustra un ejemplo de los datos de filtro 106 correspondientes a cuatro filtros diferentes. El primer filtro personalizado por el usuario 402 puede corresponder al primer auricular 108, y el segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede corresponder al segundo auricular 118. Cabe señalar que, mientras que la FIG. 4 ilustra filtros personalizados por el usuario añadidos a la implementación de dos filtros de la FIG. 2, en otros ejemplos, uno o más filtros personalizados por el usuario pueden incorporarse en otras implementaciones, tales como la implementación de filtro único ilustrada en la FIG. 3.

30 **[0049]** En la FIG. 4, el primer filtro personalizado por el usuario 402 se aplica (por ejemplo, por el controlador 102) a la primera señal de audio de referencia 111 para generar la primera señal de audio personalizada 411. En un ejemplo particular, el primer filtro personalizado por el usuario 402 corresponde a un primer oído de un usuario. El primer filtro personalizado por el usuario 402 puede configurarse para aplicar una o más ganancias a las subbandas de frecuencia de señales de entrada en el primer filtro personalizado por el usuario 402. Por ejemplo, el controlador 102 puede determinar el primer filtro personalizado por el usuario 402 en base a la entrada del usuario que indica la percepción de un usuario de una pluralidad de subbandas de frecuencia del espectro de sonido a través del primer oído. La entrada del usuario puede responder a uno o más tonos de prueba emitidos al primer oído (por ejemplo, por el primer auricular 108) sobre la pluralidad de subbandas de frecuencia. La entrada del usuario puede indicar la percepción auditiva del usuario sobre cada una de las subbandas de frecuencia. En consecuencia, el primer filtro personalizado por el usuario 402 puede ajustar los sonidos en base a la percepción auditiva del usuario (por ejemplo, debido a la pérdida auditiva o a otras variaciones) de los sonidos a través del primer oído.

45 **[0050]** El segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede aplicarse (por ejemplo, por el controlador 102) a la segunda señal de audio de referencia 121 para generar la segunda señal de audio personalizada 421. El segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede corresponder a un segundo oído del usuario. El segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede configurarse para aplicar una o más ganancias a las subbandas de frecuencia de señales de entrada en el segundo filtro personalizado por el usuario 404. Por ejemplo, el controlador 102 puede determinar el segundo filtro personalizado por el usuario 404 en base a la entrada del usuario que indica la percepción del usuario de una pluralidad de subbandas de frecuencia del espectro de sonido a través del segundo oído. La entrada del usuario puede responder a uno o más tonos de prueba emitidos al segundo oído (por ejemplo, por el segundo auricular 118) a través de la pluralidad de subbandas de frecuencia. La entrada del usuario puede indicar la percepción auditiva del usuario sobre cada una de las subbandas de frecuencia. En consecuencia, el segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede ajustar los sonidos en base a la percepción auditiva de un usuario (por ejemplo, debido a la pérdida de audición o a otras variaciones) de los sonidos a través del primer oído.

60 **[0051]** En comparación con la FIG. 2, la primera señal de audio personalizada 411 puede reemplazar la primera señal de audio de referencia 111 como entrada al primer filtro 202. De forma similar, la segunda señal de audio personalizada 421 puede reemplazar la segunda señal de audio de referencia 121 como entrada al segundo filtro 204. En consecuencia, las amplitudes de una pluralidad de subbandas de frecuencia de la primera señal 107 pueden adaptarse al primer oído del usuario, y las amplitudes de una pluralidad de subbandas de frecuencia de la

segunda señal 117 pueden adaptarse al segundo oído del usuario.

**[0052]** En la FIG. 4, la primera señal de audio de retroalimentación 115 puede describirse mediante la ecuación  $y_1(k, t - t_d) = H1_{adaptación}(k)H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d) + H1_{oclusión}(k)x_1(k, t - t_d)$ , donde  $k$  corresponde a una subbanda del espectro de sonido,  $t - t_d$  corresponde a un período de tiempo,  $x_1(k, t - t_d)$  es una función que describe el sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) en la subbanda detectada por el primer micrófono 110 durante el período de tiempo,  $H1_{usuario}(k)$  es una función correspondiente al primer filtro personalizado por el usuario 402,  $H1_{adaptación}(k)$  es una función correspondiente al primer filtro 202, y  $H1_{oclusión}(k)$  es una función que describe un efecto de distorsión en la subbanda (por ejemplo, al sonido de referencia) causado por el cuerpo del primer auricular 108. La segunda señal de audio de retroalimentación 125 puede corresponder al sonido presentado a un segundo oído del usuario del dispositivo de auriculares 100. La segunda señal de audio de retroalimentación 125 puede describirse mediante la ecuación  $y_2(k, t) = H2_{adaptación}(k)H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d) + H2_{oclusión}(k)x_2(k, t - t_d)$ , donde  $k$  corresponde a la subbanda del espectro de sonido,  $t - t_d$  corresponde al período de tiempo,  $x_2(k, t - t_d)$  es una función que describe el sonido (por ejemplo, el sonido de referencia) en la subbanda detectada por el segundo micrófono durante el período de tiempo,  $H2_{usuario}(k)$  es una función correspondiente al segundo filtro personalizado por el usuario 404,  $H2_{adaptación}(k)$  es una función correspondiente al segundo filtro 204, y  $H2_{oclusión}(k)$  es una función que describe un efecto de distorsión (por ejemplo, al sonido de referencia) en la subbanda causado por el cuerpo del segundo auricular 118. La primera señal 107 puede describirse mediante la expresión  $H1_{adaptación}(k)x_1(k, t - t_d)$ , y la segunda señal 117 puede describirse mediante la expresión  $H2_{adaptación}(k)x_2(k, t - t_d)$ .

**[0053]** Para reducir los efectos de  $H1_{oclusión}(k)x_1(k, t - t_d)$  y  $H2_{oclusión}(k)x_2(k, t - t_d)$  en el sonido presentado al primer oído y al segundo oído, el controlador 102 puede configurar los filtros 202, 204 de acuerdo con la función

$$\underset{\text{argmin}}{H1_{adaptación}(k), H2_{adaptación}(k)} \|y_1(k, t) - H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)\|^2, \text{ donde}$$

$H1_{usuario}(k)x_1$  corresponde a la primera señal de audio personalizada 411 y  $H2_{usuario}(k)x_2$  corresponde a la segunda señal de audio personalizada 421. Por tanto, el controlador 102 puede configurar el primer filtro 202 (por ejemplo,  $H1_{adaptación}(k)$ ) y el segundo filtro 204 (por ejemplo,  $H2_{adaptación}(k)$ ) para reducir la diferencia entre el sonido detectado por el tercer micrófono 114 (por ejemplo,  $y_1(k, t)$ ) y la salida del primer filtro personalizado por el usuario 402 (por ejemplo,  $H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)$ ) y una diferencia entre el sonido detectado por el cuarto micrófono 124 (por ejemplo,  $y_2(k, t)$ ) y la salida del segundo filtro personalizado por el usuario 404 (por ejemplo,  $H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ ). En consecuencia, el dispositivo de auriculares 100 puede transmitir una versión ajustada de un sonido detectado fuera del dispositivo de auriculares 100, y los filtros 202, 204 pueden reducir los efectos de las versiones distorsionadas del sonido en la percepción de un usuario.

**[0054]** Además, el controlador 102 puede aplicar una o más de las restricciones 206 cuando configure el primer filtro 202 y el segundo filtro 204. La una o más restricciones pueden basarse en una o más relaciones entre las propiedades de sonido de  $H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)$  y el  $H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ . Para ilustrar, la una o más restricciones 206 pueden basarse en una relación de fase (por ejemplo, una diferencia de fase) entre  $H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)$  y  $H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ , en base a una relación de amplitud entre  $H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)$  y  $H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ , en base a otra relación entre  $H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)$  y  $H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ , o una combinación de los mismos.

**[0055]** En un ejemplo particular, el controlador 102 puede determinar los coeficientes de filtro (por ejemplo, correspondientes a los datos de filtro 106) del primer filtro 202 y el segundo filtro 204 en base a:

$$\underset{\text{argmin}}{H1_{adaptación}(k), H2_{adaptación}(k)} \|y_1(k, t) - H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)\|^2 \text{ con la}$$

restricción de que una primera relación de amplitudes de la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 es igual a (o sustancialmente igual a) una segunda relación de amplitudes de la primera señal de audio personalizada 411 y la segunda señal de audio personalizada 421. Es

$$\frac{|y_1(k, t)|}{|y_2(k, t)|} = \frac{|H1_{usuario}(k)||x_1(k, t - t_d)|}{|H2_{usuario}(k)||x_2(k, t - t_d)|}$$

decir, la restricción puede expresarse como  $\frac{|y_1(k, t)|}{|y_2(k, t)|} = \frac{|H1_{usuario}(k)||x_1(k, t - t_d)|}{|H2_{usuario}(k)||x_2(k, t - t_d)|}$

**[0056]** En otro ejemplo, el controlador 102 puede resolver

$$\underset{\text{argmin}}{H1_{adaptación}(k), H2_{adaptación}(k)} \|y_1(k, t) - H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d)\|^2 + \|y_2(k, t) - H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)\|^2 \text{ con la}$$

restricción de que una primera diferencia de fase entre la primera señal de audio de retroalimentación 115 y la segunda señal de audio de retroalimentación 125 es igual a una segunda diferencia de fase entre la primera señal de audio personalizada 411 y la segunda señal de audio personalizada 421. Es decir, la restricción puede expresarse como  $\angle y_1(k, t) - \angle y_2(k, t) = \angle H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d) - \angle H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ . En algunos ejemplos, el controlador 102 puede aplicar más de una restricción. Por ejemplo, el controlador 102 puede aplicar ambas

$$\frac{|y_1(k, t)|}{|y_2(k, t)|} = \frac{|H1_{usuario}(k)||x_1(k, t - t_d)|}{|H2_{usuario}(k)||x_2(k, t - t_d)|}$$

restricciones  $\frac{|y_1(k, t)|}{|y_2(k, t)|} = \frac{|H1_{usuario}(k)||x_1(k, t - t_d)|}{|H2_{usuario}(k)||x_2(k, t - t_d)|}$  y  $\angle y_1(k, t) - \angle y_2(k, t) = \angle H1_{usuario}(k)x_1(k, t - t_d) - \angle H2_{usuario}(k)x_2(k, t - t_d)$ .

**[0057]** Al aplicar la(s) restricción(es) 206 a los filtros 202, 204, el controlador 102 puede habilitar un sonido

personalizado por el usuario transmitido por el dispositivo de auriculares 100 por los altavoces 112, 122 y detectado por los micrófonos 114, 124 para mantener las propiedades de sonido del sonido detectado por los micrófonos 110, 120. Por lo tanto, el dispositivo de auriculares 100 puede presentar el sonido transmitido a un usuario para permitirle determinar el punto de origen de una fuente del sonido.

**[0058]** En el caso de uso del usuario del dispositivo de auriculares 100 en la cafetería, el usuario puede tener una discapacidad auditiva en uno o ambos oídos que afecte a una o más subbandas del espectro de audio. El primer filtro personalizado por el usuario 402 puede aplicar una o más ganancias a las subbandas de la primera señal de audio de referencia 111 en base a un perfil asociado con el oído izquierdo del usuario. Además o como alternativa, el segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede aplicar una o más ganancias a las subbandas de la segunda señal de audio de referencia. En consecuencia, el usuario puede escuchar y localizar al camarero a pesar de la discapacidad auditiva.

**[0059]** Con referencia a la FIG. 5, se muestra otro ejemplo del dispositivo de auriculares 100. Como se ilustra en la FIG. 5, el dispositivo de auriculares 100 incluye el primer auricular 108, el segundo auricular 118, el primer micrófono 110, el segundo micrófono 120, el tercer micrófono 114, el cuarto micrófono 124, el primer filtro 202, el segundo filtro 204, el primer filtro personalizado por el usuario 402, el segundo filtro personalizado por el usuario 404, el primer mezclador 201 y el segundo mezclador 211. Aunque no se muestra, el dispositivo de auriculares 100 de la FIG. 5 puede incluir el primer altavoz 112, el segundo altavoz 122, el controlador 102 y la memoria 104.

**[0060]** La implementación ilustrada en la FIG. 5 puede funcionar como se describe con referencia a la FIG. 4 excepto el primer filtro personalizado por el usuario 402 y el segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede recibir además datos de sonido desde una fuente de sonido adicional. Por ejemplo, el primer filtro personalizado por el usuario 402 puede recibir una primera señal de sonido virtual y el segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede recibir una segunda señal de sonido virtual. El primer filtro personalizado por el usuario 402 puede mezclar el primer sonido virtual con la primera señal de audio de referencia 111 y aplicar una pluralidad de ganancias a las subbandas de frecuencia de la señal mixta para generar la primera señal de audio personalizada 411. La primera señal de sonido virtual puede corresponder a un primer componente (por ejemplo, oído izquierdo u oído derecho) de un sonido virtual (por ejemplo, un sonido generado por ordenador). El controlador 102 puede generar el sonido virtual o recibirlo en el dispositivo de auriculares 100 desde otro dispositivo informático. Por tanto, la primera señal de audio personalizada 411 puede representar el sonido de referencia y el sonido virtual.

**[0061]** El segundo filtro personalizado por el usuario 404 puede mezclar el segundo sonido virtual con la segunda señal de audio de referencia 121 y aplicar una pluralidad de ganancias a las subbandas de frecuencia de la señal mixta para generar la segunda señal de audio personalizada 421. La segunda señal de sonido virtual puede corresponder a un segundo componente (por ejemplo, el oído izquierdo o el oído derecho) del sonido virtual. Por lo tanto, la segunda señal de audio personalizada 421 puede representar el sonido de referencia y el sonido virtual.

**[0062]** Por lo tanto, la FIG. 5 ilustra que el dispositivo de auriculares 100 puede transmitir un sonido detectado a un usuario y puede incluir un sonido virtual en el sonido transmitido. El sonido transmitido puede ajustarse usando uno o más filtros para compensar el sonido que penetra en el cuerpo del dispositivo de auriculares 100. Además, el sonido puede transmitirse a cada oído del usuario de una manera que mantenga la dirección que indica las relaciones entre el sonido que se escucha en el oído izquierdo y el sonido que se escucha en el oído derecho. Cabe destacar que los ejemplos del dispositivo de auriculares 100 ilustrados en las FIGS. 2 y 3 también pueden admitir sonidos virtuales que estén mezclados con sonidos transmitidos. Por ejemplo, el primer filtro 202 puede mezclar la primera señal de audio de referencia 111 con un sonido virtual, el segundo filtro 204 puede mezclar la segunda señal de audio de referencia 121 con un sonido virtual, el filtro 302 puede mezclar la primera señal de audio de referencia 111 con un sonido virtual, o el filtro 302 puede mezclar la segunda señal de audio de referencia 121 con un sonido virtual. Por consiguiente, cualquiera de los modos de realización descritos en el presente documento puede soportar mezclar un sonido virtual con un sonido transmitido a un usuario.

**[0063]** En el caso de uso del usuario del dispositivo de auriculares 100 en la cafetería, el primer sonido virtual y el segundo sonido virtual pueden corresponder a los canales de audio izquierdo y derecho de una salida de música. La primera señal 107 puede incluir la voz del camarero y el canal de audio izquierdo de la salida de música. De forma similar, la segunda señal de audio 117 puede incluir la voz del camarero y la salida de música. En consecuencia, el usuario puede escuchar y localizar al camarero mientras está escuchando música con el dispositivo de auriculares 100.

**[0064]** Con referencia a la FIG. 6, se representa un diagrama de bloques de una implementación ilustrativa particular de un dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de comunicación inalámbrica) y, en general, se designa con 600. En diversas implementaciones, el dispositivo 600 puede tener más o menos componentes de los ilustrados en la FIG. 6.

**[0065]** El dispositivo 600 incluye un procesador 610, tal como una unidad central de procesamiento (CPU) o un procesador de señales digitales (DSP), etc.), acoplado a una memoria 632. El procesador 610 puede incluir o corresponder al controlador 102 ilustrado en la FIG. 1.

**[0066]** La memoria 632 incluye instrucciones 668 (por ejemplo, instrucciones ejecutables) tales como instrucciones legibles por ordenador o instrucciones legibles por procesador. Las instrucciones 668 pueden incluir una o más instrucciones que sean ejecutables por un ordenador, tal como el procesador 610.

**[0067]** La FIG. 6 también ilustra un controlador de pantalla 626 que está acoplado al procesador 610 y a una pantalla 628. También puede acoplarse un codificador/decodificador (CÓDEC) 634 al procesador 610. Los altavoces 636 y los micrófonos 638 pueden acoplarse al CÓDEC 634. Los altavoces 636 pueden corresponder al primer altavoz 112 y al segundo altavoz 122. Los micrófonos 638 pueden corresponder al primer micrófono 110, al segundo micrófono 120, al tercer micrófono 114 y al cuarto micrófono 124.

**[0068]** La FIG. 6 también ilustra que una interfaz inalámbrica 640, tal como un controlador inalámbrico, y un transceptor 646 pueden estar acoplados al procesador 610 y a una antena 642, de modo que los datos inalámbricos recibidos a través de la antena 642, el transceptor 646 y la interfaz inalámbrica 640 puedan proporcionarse al procesador 610. En algunas implementaciones, el procesador 610, el controlador de pantalla 626, la memoria 632, el CÓDEC 634, el controlador inalámbrico 640 y el transceptor 646 están incluidos en un dispositivo de sistema en paquete o de sistema en chip 622. En una implementación particular, un dispositivo de entrada 630 y una fuente de alimentación 644 están acoplados al dispositivo del sistema en chip 622. Además, en una implementación particular, como se ilustra en la FIG. 6, la pantalla 628, el dispositivo de entrada 630, los altavoces 636, los micrófonos 638, la antena 642 y la fuente de alimentación 644 son externos con respecto al dispositivo de sistema en chip 622. En una implementación particular, cada uno de la pantalla 628, el dispositivo de entrada 630, los altavoces 636, los micrófonos 638, la antena 642 y la fuente de alimentación 644 pueden acoplarse a un componente del dispositivo de sistema en chip 622, tal como una interfaz o un controlador.

**[0069]** El dispositivo 600 puede incluir un auricular, tal como el dispositivo de auriculares 100. Los auriculares pueden corresponder a unos auriculares de realidad virtual o aumentada configurados para presentar entradas sensoriales visuales o auditivas artificiales (por ejemplo, generadas por ordenador) a un usuario. En modos de realización alternativos, el dispositivo 600 puede incluir un dispositivo de comunicación móvil, un teléfono inteligente, un teléfono celular, un ordenador portátil, un ordenador, una *tablet*, un asistente digital personal, un dispositivo de visualización, una televisión, una consola de videojuegos, un reproductor de música, una radio, un reproductor de vídeo digital, un reproductor de disco de vídeo digital (DVD), un sintonizador, una cámara, un dispositivo de navegación, un vehículo, o cualquier combinación de los mismos en comunicación con o integrada con un auricular.

**[0070]** En una implementación ilustrativa, la memoria 632 incluye o almacena las instrucciones 668 (por ejemplo, instrucciones ejecutables) tales como instrucciones legibles por ordenador o instrucciones legibles por procesador. Por ejemplo, la memoria 632 puede incluir o corresponder a un medio legible por ordenador no transitorio que almacene las instrucciones 668. Las instrucciones 668 pueden incluir una o más instrucciones que sean ejecutables por un ordenador, tal como el procesador 610. Las instrucciones 668, cuando se ejecuten por el procesador 610, pueden causar que el procesador 610 realice cualquiera de las operaciones descritas anteriormente con referencia a las FIGS. 1-5. En particular, las instrucciones 668 pueden causar que el procesador 610 funcione como el controlador 102 descrito anteriormente.

**[0071]** La memoria 632 incluye además múltiples datos de filtro 680. Los datos de filtro 680 pueden corresponder a los datos de filtro 106, el primer filtro 202, el segundo filtro 204, el filtro 302, el primer filtro personalizado por el usuario 402, el segundo filtro personalizado por el usuario 404, o una combinación de los mismos. El procesador 610 puede aplicar los datos de filtro 680 a señales de audio de referencia para generar nuevas señales. En modos de realización alternativos, los datos de filtro 680 pueden corresponder a uno o más filtros de hardware accesibles al procesador 610 en lugar de al software almacenado en la memoria 632.

**[0072]** La memoria 632 incluye además datos de restricción 682. Los datos de restricción 682 pueden corresponder a una o más restricciones 206 descritas anteriormente. El procesador 610 puede aplicar los datos de restricción 682 a los datos de filtro 680 cuando genere señales de audio filtradas para mantener una o más relaciones indicadoras de dirección, como se explicó anteriormente. En algunos ejemplos, la memoria 632 puede no incluir los datos de restricción 682, pero el procesador 610 puede mantener la una o más relaciones indicadoras de dirección como se describió, por ejemplo, con referencia a la FIG. 3 anteriormente.

**[0073]** Junto con los aspectos descritos, un dispositivo de auriculares incluye medios para generar una primera salida de audio. Los medios para generar la primera salida de audio están configurados para generar una primera señal de audio de referencia en base a un sonido de referencia. Los medios para generar la primera salida de audio pueden corresponder al primer auricular 108, a uno o más componentes del primer auricular 108, al controlador 102, a los datos de filtro 106, al primer filtro 202, al filtro 302, al primer filtro personalizado por el usuario 402, al procesador 610, a las instrucciones 668, a los datos de filtro 680, a los altavoces 636, al CÓDEC 634, o a una combinación de los mismos.

**[0074]** El dispositivo de auriculares incluye además medios para generar una segunda salida de audio. Los

medios para generar la segunda salida de audio están configurados para generar una segunda señal de audio de referencia en base al sonido de referencia. Los medios para generar la segunda salida de audio pueden corresponder al segundo auricular 118, a uno o más componentes del segundo auricular 118, al controlador 102, a los datos de filtro 106, al segundo filtro 204, al filtro 302, al segundo filtro personalizado por el usuario 404, al procesador 610, a las instrucciones 668, a los datos de filtro 680, a los altavoces 636, el CÓDEC 634, o a una combinación de los mismos.

**[0075]** El dispositivo de auriculares incluye además medios para generar una primera señal y una segunda señal en base a una relación de fase entre la primera señal de audio de referencia y la segunda señal de audio de referencia. Los medios para generar la primera señal y la segunda señal están configurados para emitir la primera señal a los medios para generar la primera salida de audio y para emitir la segunda señal a los medios para generar la segunda salida de audio. Los medios para generar la primera señal y la segunda señal pueden corresponder al controlador 102, a los datos de filtro 106, al primer filtro 202, al segundo filtro 204, al primer filtro personalizado por el usuario 402, al segundo filtro personalizado por el usuario 404, al procesador 610, a las instrucciones 668, a los datos de filtro 680, al códec 634 o a una combinación de los mismos.

**[0076]** El dispositivo de auriculares puede incluir además primeros medios para detectar el sonido de referencia. Los primeros medios para detectar están incluidos en los medios para generar la primera salida. Los primeros medios para detectar están configurados para generar la señal de audio de referencia en base al sonido de referencia. Los primeros medios para detectar pueden corresponder al tercer micrófono 114 o a los micrófonos 638.

**[0077]** El dispositivo de auriculares puede incluir además segundos medios para detectar el sonido de referencia. Los segundos medios para detectar están incluidos en los medios para generar la segunda salida. Los segundos medios para detectar están configurados para generar la señal de audio de referencia en base al sonido de referencia. El segundo medio para detectar puede corresponder al cuarto micrófono 124 o a los micrófonos 638.

**[0078]** Uno o más de los aspectos divulgados pueden implementarse en un sistema o en un aparato, tal como el dispositivo 600. El dispositivo 600 puede corresponder al dispositivo de auriculares 100 o a otro dispositivo en comunicación con el dispositivo de auriculares 100. Por ejemplo, el procesador 610 del dispositivo 600 puede corresponder al controlador 102. Aunque no se ilustra en las FIGS. 1-5, el dispositivo de auriculares 100 puede incluir una interfaz cableada y/o inalámbrica para intercambiar señales con el dispositivo 600. En consecuencia, el dispositivo 600 puede controlar el dispositivo de auriculares 100, como se describió anteriormente.

**[0079]** El dispositivo 600 puede incluir un dispositivo de comunicaciones, una unidad de datos de localización fija, una unidad de datos de localización móvil, un teléfono móvil, un teléfono celular, un teléfono satelital, un ordenador, una *tablet*, un ordenador portátil, un dispositivo de pantalla, un reproductor de medios, o un ordenador de escritorio. De forma alternativa o adicionalmente, el dispositivo 600 puede incluir un decodificador, una unidad de entretenimiento, un dispositivo de navegación, un asistente digital personal (PDA), un monitor, un monitor de ordenador, un televisor, una radio, una radio satelital, un reproductor de música, un reproductor de música digital, un reproductor de música portátil, un reproductor de vídeo, un reproductor de vídeo digital, un reproductor de disco de vídeo digital (DVD), un reproductor de vídeo digital portátil, un vehículo, un componente integrado dentro de un vehículo, cualquier otro dispositivo que incluya un procesador o que almacene o recupere datos o instrucciones del ordenador, o una combinación de los mismos. Como otro ejemplo ilustrativo y no limitante, el sistema o el aparato pueden incluir unidades remotas, tales como unidades de sistemas de comunicación personal (PCS) portátiles, unidades de datos portátiles tales como dispositivos habilitados para el sistema de posicionamiento global (GPS), equipos de lectura de medidores o cualquier otro dispositivo que incluya un procesador o que almacene o recupere datos o instrucciones del ordenador, o cualquier combinación de los mismos.

**[0080]** En un ejemplo ilustrativo, el dispositivo 600 puede recibir la primera señal de audio de referencia 111, la segunda señal de audio de referencia 121, o una combinación de las mismas desde el dispositivo de auriculares 100. Por ejemplo, el dispositivo 600 puede recibir la primera señal de audio de referencia 111, la segunda señal de audio de referencia 121, o una combinación de las mismas a través de una interfaz cableada (no mostrada), la antena 642, el transceptor 646, la interfaz inalámbrica 640 o una combinación de los mismos. El procesador 600 puede generar la primera señal 107, la segunda señal 117, o una combinación de las mismas, como se describió anteriormente con referencia a las FIGS. 1-5. Además, el dispositivo 600 puede transmitir la primera señal 107, la segunda señal 117, o una combinación de las mismas al dispositivo de auriculares 100 (por ejemplo, a través de la interfaz cableada, la antena 642, el transceptor 646, la interfaz inalámbrica 640 o una combinación de los mismos). Por tanto, el dispositivo 600 que funciona junto con el dispositivo de auriculares 100 puede realizar las operaciones descritas anteriormente con referencia a las FIGS. 1-5. En ejemplos alternativos, el dispositivo 600 y el dispositivo de auriculares 100 pueden intercambiar una combinación diferente de señales para realizar las operaciones descritas anteriormente con referencia a las FIGS. 1-5.

**[0081]** Aunque una o más de las FIGS. 1-6 ilustran sistemas, aparatos y/o procedimientos de acuerdo con las enseñanzas de la divulgación, la divulgación no se limita a estos sistemas, aparatos y/o procedimientos ilustrados. Una o más funciones o componentes de cualquiera de las FIGS. 1-6, como se ilustran o describen en el presente

documento, pueden combinarse con una o más porciones de otras de las FIGS. 1-6. Por consiguiente, ninguna implementación única descrita en el presente documento debe interpretarse como limitante y las implementaciones de la divulgación pueden combinarse adecuadamente sin apartarse de las enseñanzas de la divulgación.

- 5 **[0082]** Los expertos en la técnica apreciarán, además, que los diversos bloques lógicos, configuraciones, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en conexión con las implementaciones divulgadas en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático ejecutado por un ordenador o combinaciones de ambos. Se han descrito anteriormente diversos componentes, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o instrucciones ejecutables por procesador depende de la solicitud particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de distintas formas para cada solicitud particular, pero no se debe interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.
- 10
- 15 **[0083]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con la divulgación del presente documento pueden incorporarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria flash, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble, un disco compacto con memoria de solo lectura (CD-ROM) o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento no transitorio conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar está acoplado al procesador de modo que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC). El ASIC puede residir en un dispositivo informático o en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o en un terminal de usuario.
- 20
- 25
- 30 **[0084]** La descripción anterior de las implementaciones divulgadas se proporciona para permitir que un experto en la técnica elabore o use las implementaciones divulgadas. Diversas modificaciones de estas implementaciones resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras implementaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Por tanto, la presente divulgación no está prevista para limitarse a las implementaciones mostradas en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio posible compatible con los principios y los rasgos característicos
- 35
- novedosos como se define en las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de auriculares (100) que comprende:
  - 5 un primer auricular (108) configurado para:
    - recibir un sonido de referencia en un primer micrófono de referencia (110);
    - generar, en el primer micrófono de referencia, una primera señal de audio de referencia (111) en base al sonido de referencia;
    - 10 recibir una primera señal (107) de un controlador (102);
    - generar, en un primer altavoz (112), una primera salida de audio en base a la primera señal; y
    - 15 generar, en un primer micrófono de retroalimentación (114), una primera señal de audio de retroalimentación (115) en base a la detección de la primera salida de audio y del sonido de referencia;
  - 20 un segundo auricular (118) configurado para:
    - recibir el sonido de referencia en un segundo micrófono de referencia (120);
    - generar, en el segundo micrófono de referencia, una segunda señal de audio de referencia (121) en base al sonido de referencia, teniendo la segunda señal de audio de referencia una primera diferencia de fase con respecto a la primera señal de audio de referencia;
    - 25 recibir una segunda señal (117) del controlador;
    - generar, en un segundo altavoz (122), una segunda salida de audio en base a la segunda señal; y
    - 30 generar, en un segundo micrófono de retroalimentación (124), una segunda señal de audio de retroalimentación (125) en base a la detección de la segunda salida de audio y el sonido de referencia; y
  - 35 el controlador acoplado al primer auricular y al segundo auricular y configurado para:
    - generar la primera señal y la segunda señal en base a la primera diferencia de fase de modo que una segunda diferencia de fase entre la primera señal de audio de retroalimentación y la segunda señal de audio de retroalimentación sea sustancialmente igual a la primera diferencia de fase;
    - 40 proporcionar la primera señal al primer auricular; y
    - proporcionar la segunda señal al segundo auricular.
- 45 2. El dispositivo de auriculares de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para generar la primera señal de modo que se reduzca la diferencia entre la primera señal de audio de retroalimentación y la primera señal de audio de referencia.
- 50 3. El dispositivo inalámbrico de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para:
  - generar una señal de error (203) en base a una diferencia entre la primera señal de audio de retroalimentación y la primera señal de audio de referencia;
  - determinar los coeficientes de filtro de un filtro (202) para reducir la señal de error, en el que los coeficientes de filtro se basan en la primera diferencia de fase; y
  - 55 generar la primera señal aplicando el filtro, en base a los coeficientes de filtro, a la primera señal de audio de referencia.
- 60 4. El dispositivo de auriculares de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para generar la primera señal y la segunda señal en base además a una relación de amplitud entre la primera señal de audio de referencia y la segunda señal de audio de referencia.
- 65 5. El dispositivo de auriculares de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la relación de amplitud corresponde a una primera relación entre una primera amplitud de la primera señal de audio de referencia y una segunda amplitud de la segunda señal de audio de referencia.

6. El dispositivo de auriculares de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para generar la primera señal aplicando un primer filtro (202) a la primera señal de audio de referencia.
  - 5 7. El dispositivo de auriculares de la reivindicación 6, en el que el controlador está configurado para generar la segunda señal aplicando un segundo filtro (204) a la segunda señal de audio de referencia.
  8. El dispositivo de auriculares de la reivindicación 7, en el que el primer filtro y el segundo filtro son el mismo filtro.
- 10



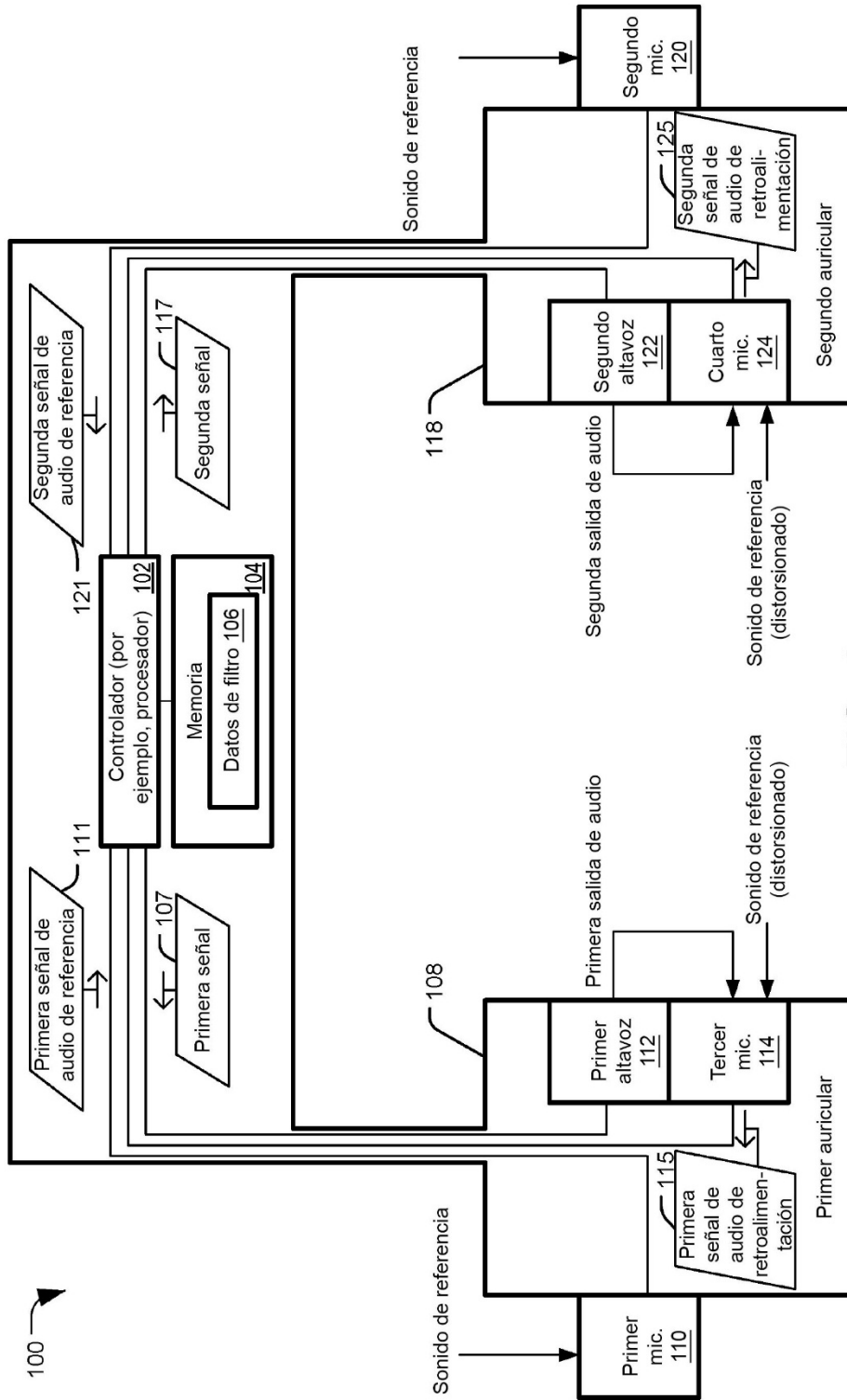
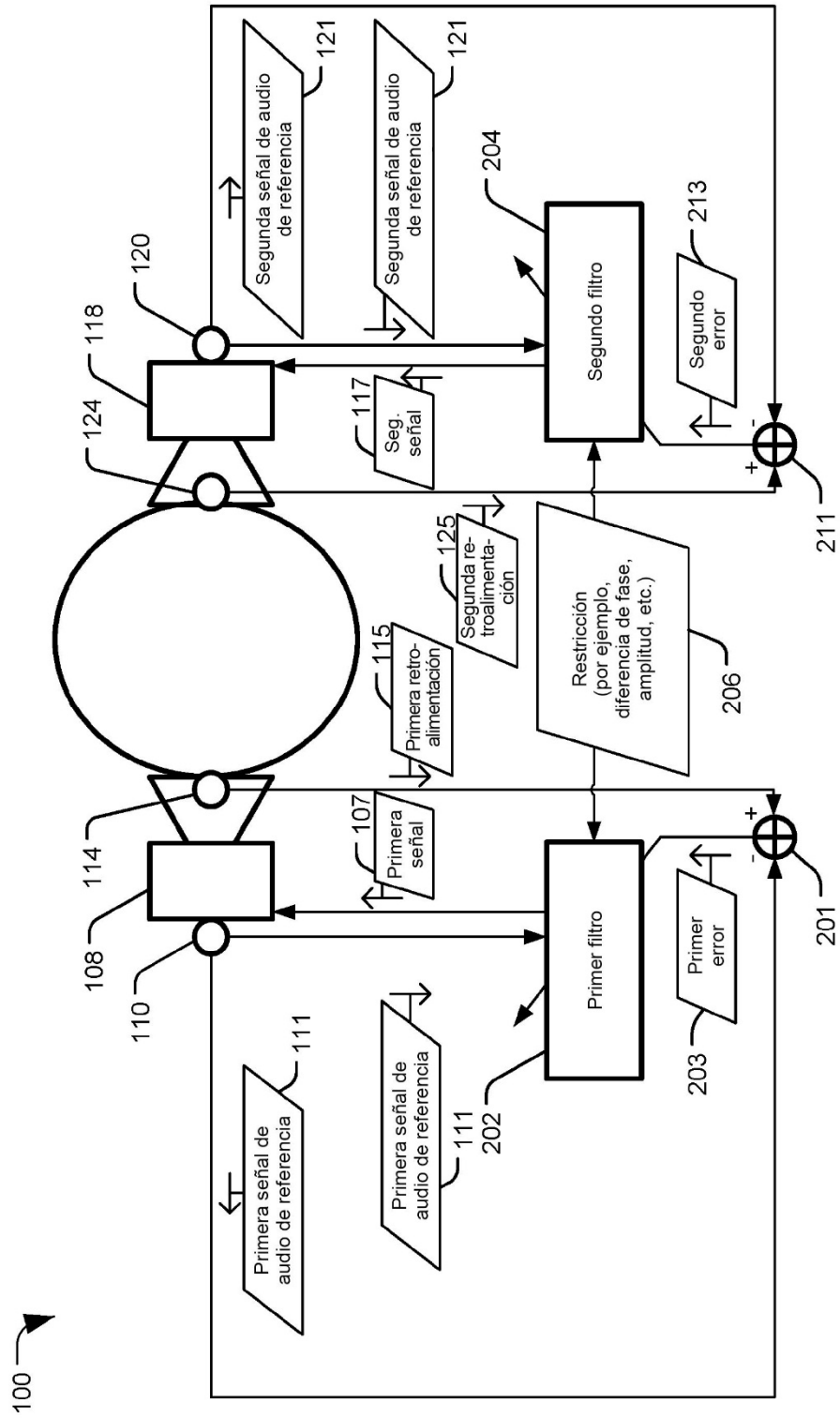
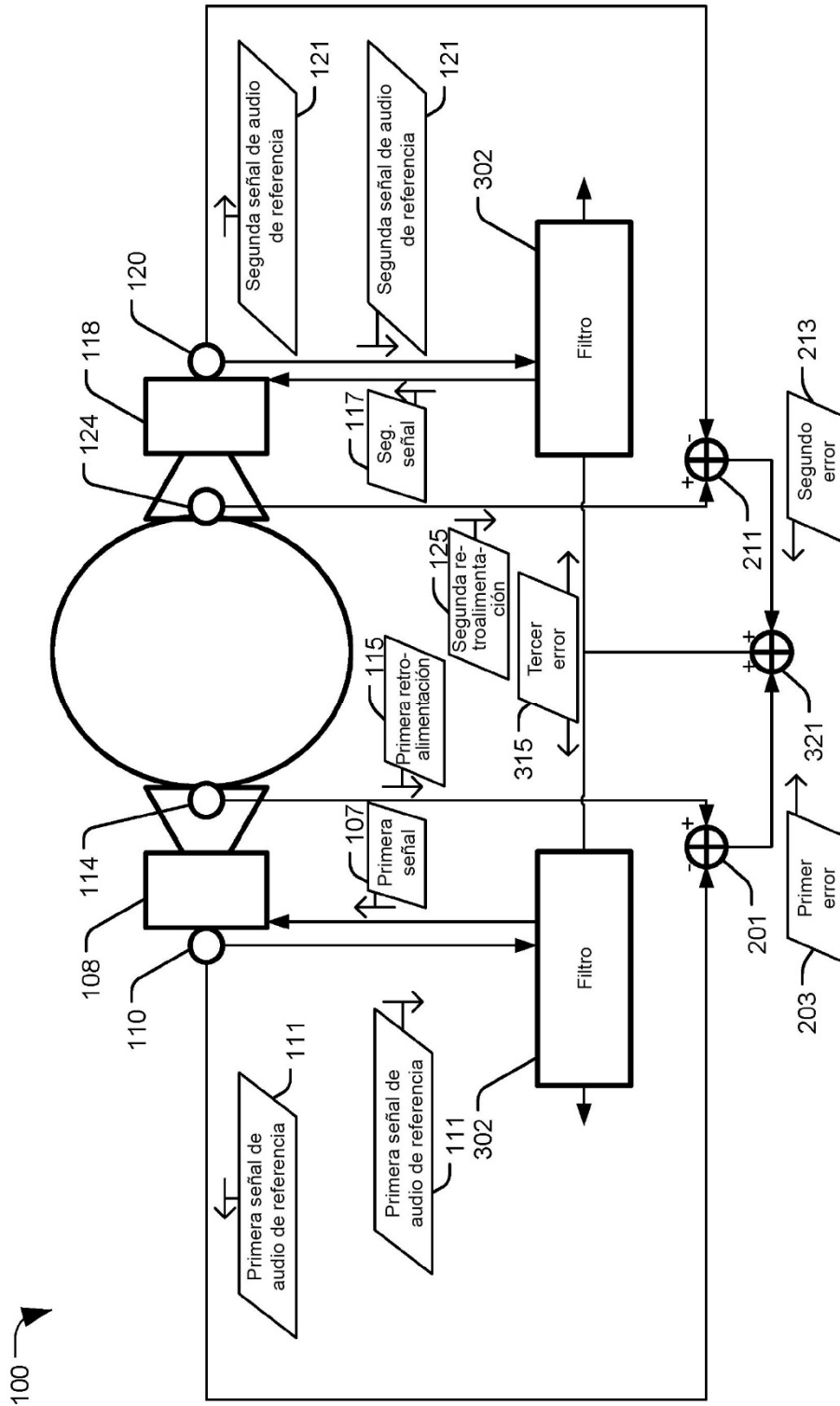


FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**

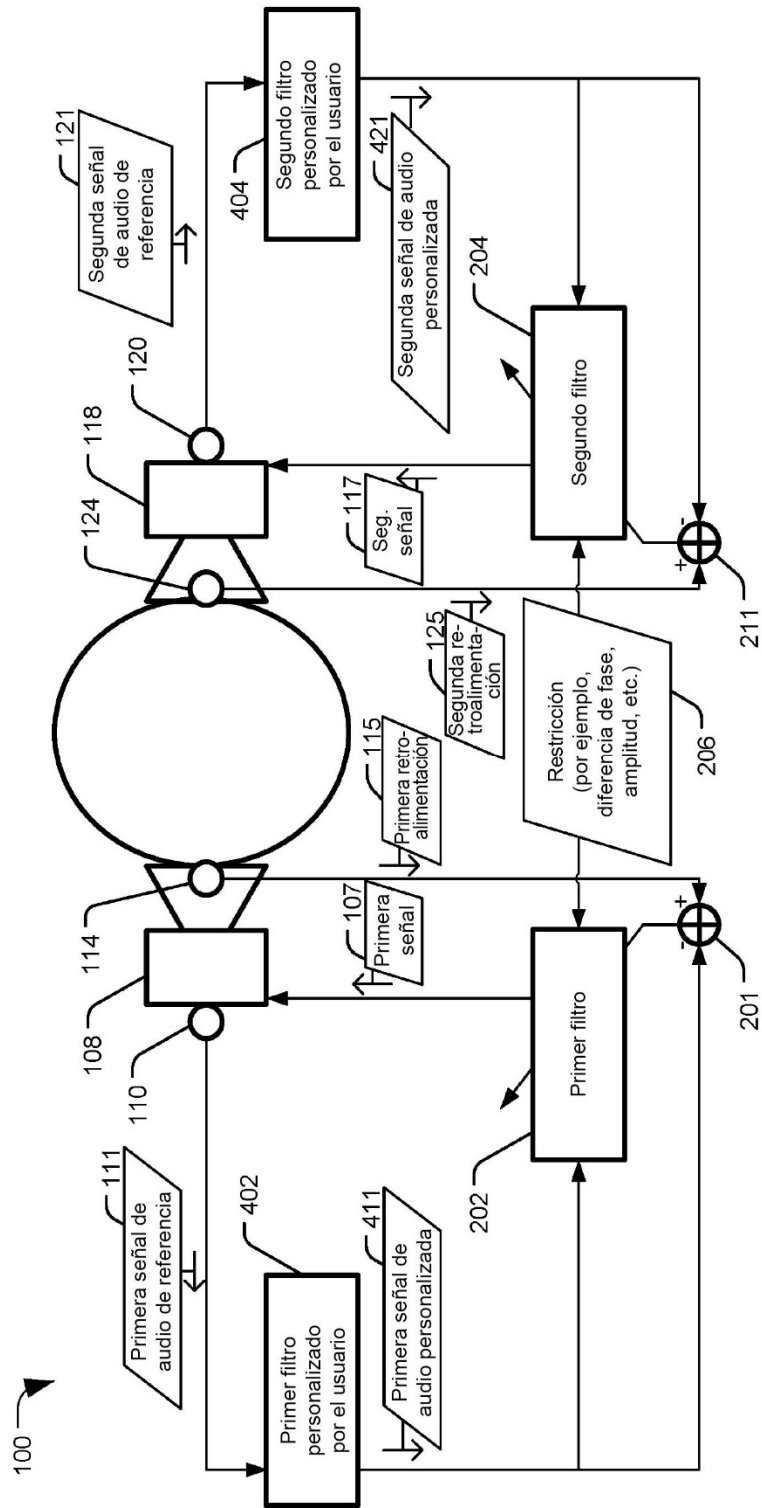


FIG. 4

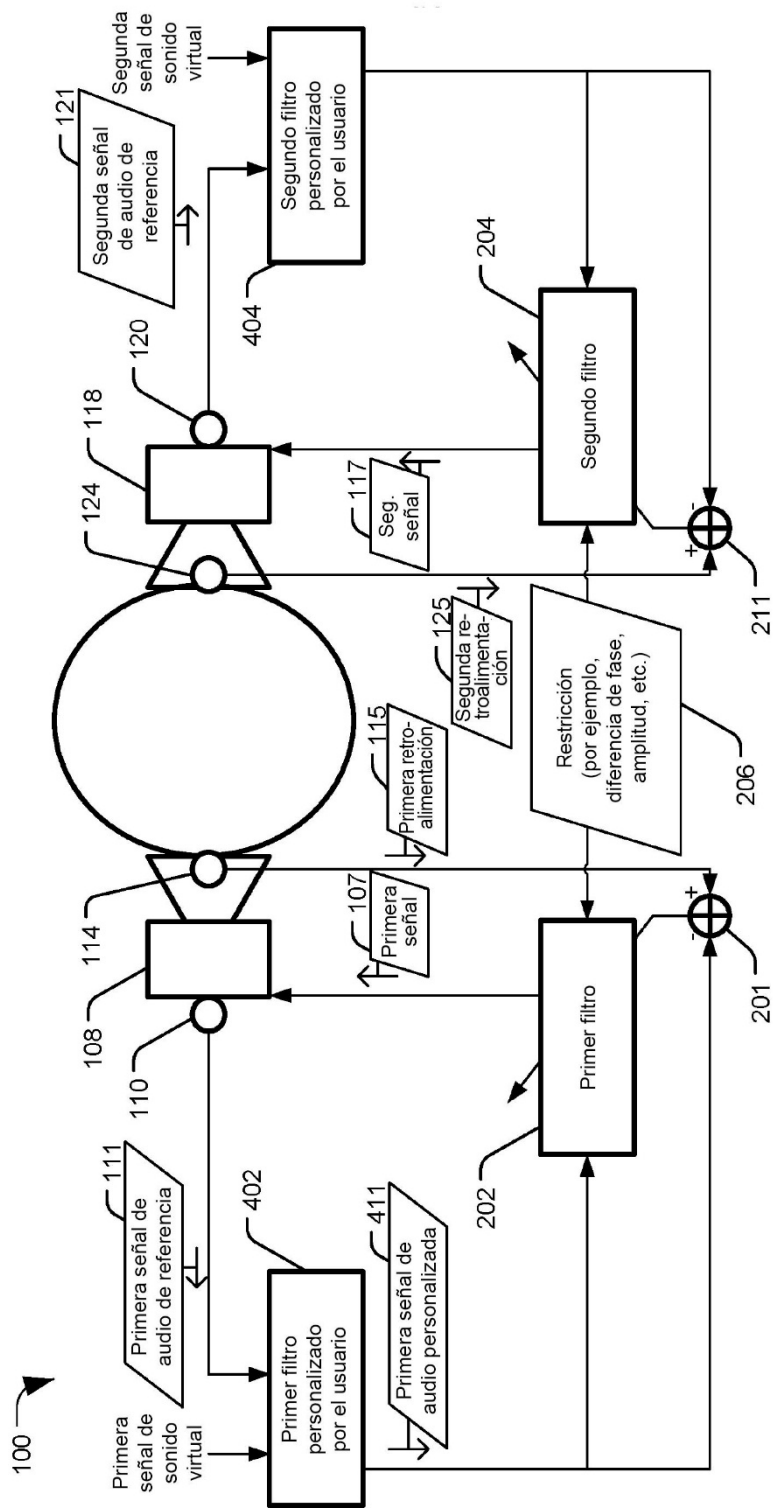
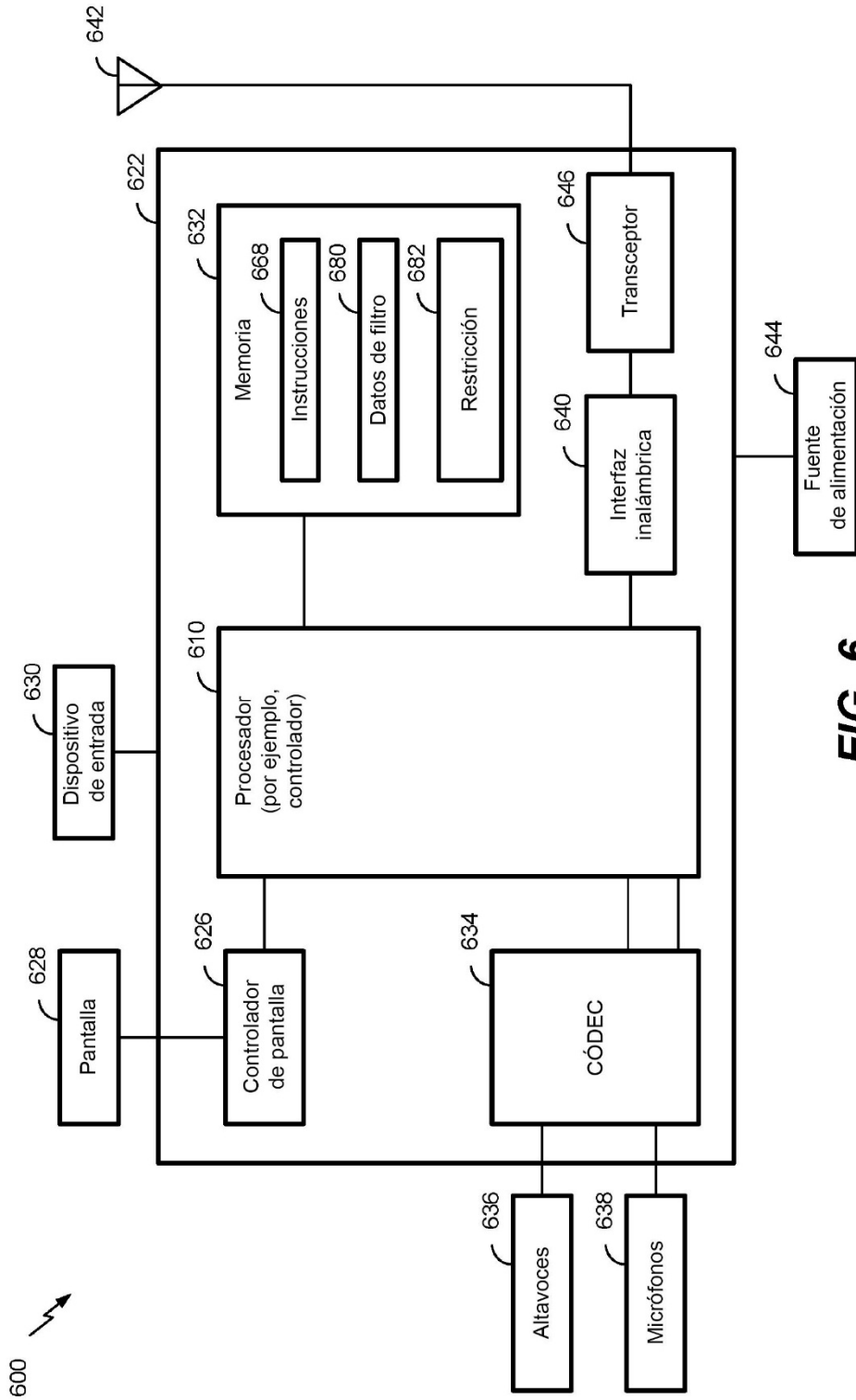


FIG. 5



**FIG. 6**