

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 319**

51 Int. Cl.:

G06F 17/30 (2006.01)

H04R 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2011 PCT/CH2011/000174**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2013 WO2013013326**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2011 E 11745477 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2566424**

54 Título: **Generación de un archivo de audio adaptado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2017

73 Titular/es:
**MY TINNITUS HAS GONE AG (100.0%)
c/o Ameseder & Jud AG Bleicherweg 45
8002 Zürich, CH**

72 Inventor/es:
HAEFELI, OLIVER

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 606 319 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

Generación de un archivo de audio adaptado

Campo técnico

5 La idea está relacionada con un equipo y un método para generar un archivo de audio adaptado, y con un elemento de programa para ordenador correspondiente.

Técnica antecedente

A pesar del crecimiento de la investigación centrada en el fenómeno de los acúfenos y las terapias relacionadas, todavía no se comprende totalmente el fenómeno de los acúfenos, y las terapias se orientan en su mayoría a luchar contra los síntomas en lugar de su causa.

10 En el documento "Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity" (La audición de música con muesca personalizada reduce el volumen de los acúfenos y la actividad del córtex auditivo relacionado con los acúfenos)" de Hidehiko Okamoto y otros, Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, (PNAS), 107(3) 19 de enero de 2010, recuperado y al que se ha accedido a través de Internet en <http://www.pnas.org/content/107/3/1207.full.pdf>, se introdujo un enfoque prometedor
15 el 7 de junio de 2011.

Según dicho artículo, la causa del fenómeno de los acúfenos se puede localizar más en las actividades neuronales del córtex que en cualquier otro lugar. En una región auditiva central, las neuronas del córtex auditivo pueden perder su capacidad de excitación como consecuencia de una pérdida de audición centrada en torno a una frecuencia determinada, esto es, dichas neuronas ya no pueden excitarse como resultado de un impacto de sonido
20 correspondiente a la frecuencia asociada a la pérdida de audición. Sin embargo, en lo que sigue estas neuronas pueden llegar a ser sensibles a las frecuencias contiguas como resultado de una reconexión de estas neuronas a las regiones auditivas vecinas del córtex. Este efecto puede ser interpretado como una reorganización maladaptativa del córtex auditivo. Una actividad neuronal espontánea sincronizada en dicha región puede causar los acúfenos por la sencilla razón de que dichas regiones auditivas se caracterizarían por menores redes inhibitorias laterales. Al
25 exponer ahora al paciente a una música con las frecuencias de los acúfenos cortadas en la música, las neuronas correspondientes a las frecuencias de los acúfenos se pueden volver a entrenar con el fin de reducir su reorganización maladaptativa del córtex auditivo.

El documento WO 2008/087157 A2 divulga un dispositivo para el tratamiento de los acúfenos que comprende unos medios de generación capaces de generar una señal de audio, y medios de transducción conectados a los medios
30 de generación con el fin de reproducir la señal de audio. El dispositivo también comprende medios de filtro interpuestos entre los medios de generación y los medios de transducción con el fin de filtrar y suprimir sustancialmente la señal de audio al menos en correspondencia con un intervalo de frecuencias alrededor de la frecuencia dominante de los acúfenos, con el fin de obtener una ventana de silencio que tenga una anchura o amplitud seleccionada alrededor de dicha frecuencia dominante de los acúfenos.

35 El documento WO 00/56120 A1 divulga un método y un dispositivo de los acúfenos para proporcionar alivio a una persona que sufre los efectos perturbadores de los acúfenos. El método se puede implementar enteramente mediante software con el fin de modificar espectralmente una señal de audio de acuerdo con un algoritmo de enmascaramiento predeterminado que modifica la intensidad de la señal de audio en frecuencias seleccionadas. Se describe un algoritmo de enmascaramiento predeterminado que proporciona un enmascaramiento intermitente de
40 los acúfenos en donde, en un nivel de audición confortable, se oscurecen completamente los acúfenos durante los picos de la señal de audio, mientras la percepción de los mismos emerge ocasionalmente durante los valles. En la práctica se ha descubierto que dicho enmascaramiento intermitente proporciona una sensación inmediata de alivio, control y relajación para la persona, al tiempo que permite una percepción suficiente de los acúfenos para que se produzca la habituación y el tratamiento a largo plazo.

45 En el documento US 2010/158262 A1 se divulga un audífono que se utiliza en un test audiométrico, que incluye una sección de salida de audio, un control de volumen, un dispositivo de conmutación y un procesador. La sección de salida de audio genera una serie de sonidos de prueba en secuencia, en una serie de frecuencias de prueba correspondientes, y le aplica cada uno de los sonidos de prueba a la persona que utilizará el audífono. El control de volumen se utiliza para ajustar la amplitud de cada uno de los sonidos de prueba a un nivel auditivo justo por encima
50 del umbral de audición de la persona a la frecuencia de audición correspondiente. Cuando se determina el nivel de volumen de umbral apropiado, se acciona el dispositivo de conmutación con el fin de generar una señal de control. Basándose en la operación del control de volumen y del dispositivo de conmutación para cada uno de los sonidos de prueba a cada una de las frecuencias de prueba, el procesador determina una pluralidad de niveles de audición umbral asociados a las correspondientes frecuencias de prueba. Los niveles de audición umbral definen
55 colectivamente un perfil de amplitud frente a frecuencia que el procesador aplica en el procesamiento de las señales digitales de audio durante la utilización normal del audífono.

En el documento US 2007/133832 A1 se divulgan un sistema y un método para aliviar los acúfenos, la hiperacusia

5 y/o la pérdida de audición. Un método incluye manipular una señal de audio, asociar la señal de audio con información de sincronización, y transmitirle la señal de audio y la información de sincronización a un primer dispositivo de nivel de oído y a un segundo dispositivo de nivel de oído. El método incluye, además, emitir la señal de audio de forma sustancialmente simultánea en el primer dispositivo de nivel de oído y el segundo dispositivo de nivel de oído, basándose al menos en parte en la información de sincronización.

10 En el documento WO 2011/127930 A1, publicado después de la fecha de presentación presente, se divulga un audífono adaptado para aliviar los acúfenos de un usuario, comprendiendo dicho audífono unos medios de entrada de audio, una unidad de procesamiento de la señal y un transductor de salida, en donde el audífono comprende, además, un filtro supresor de banda configurado para identificar los acúfenos de un usuario, en donde el audífono comprende, además, medios de conmutación y medios de control de conmutación para controlar la conmutación de dicho filtro supresor de banda en y fuera de la ruta de la señal entre los medios de entrada de audio y el transductor de salida en respuesta a un evento activador predeterminado. En el documento "Notched Music Therapy for Tinnitus – A Do It Yourself Video Guide to Taylor Made Therapy in Support Forum (Terapia de Música con Muesca para los Acúfenos – Una Guía Vídeo Hágalo Usted Mismo para una Terapia personalizada en el Foro de Asistencia)", Tinnitus Support Forum, 2010-05-13. XP55054986, URL: <http://tinnitussupport92262.yuku.com/topic/10887/Notched-Music-Therapy-Tinnitus-Self-Video-Guide-Tail?page=2#.UTCpUayoF7m>, recuperado en 2013-03-01, se divulga una plataforma de pruebas que incluye un ordenador iMac en el que se ejecuta el software "Tinnitus Tamer" para medir la frecuencia de los acúfenos, y después de que se hayan introducido manualmente las frecuencias de corte se ejecuta el software "WavePad" para aplicar una característica de las frecuencias.

20 **Divulgación de la invención**

En consecuencia, un objeto general de la invención consiste en proporcionar un equipo y un método para generar un archivo de audio adaptado de acuerdo con una preferencia musical del usuario, permitiendo reaccionar a los cambios en las características del trastorno auditivo del usuario.

25 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un equipo para generar un archivo de audio adaptado tal como se define en la reivindicación 1. El equipo comprende una unidad de identificación para permitir la identificación de un rango de frecuencias asociado a un trastorno auditivo del usuario del equipo, y una unidad de adaptación para adaptar una característica de las frecuencias de un archivo de audio que representa una pista de música en donde la adaptación está sujeta al rango de frecuencias identificado. Adicionalmente, se proporciona un reproductor de audio para reproducir el archivo de audio adaptado.

30 La idea se basa en la asunción de que un paciente que sufre un trastorno auditivo, como por ejemplo los acúfenos mencionados más arriba, puede experimentar estados de audición que varían con el tiempo o, en relación con el trastorno auditivo específico de los acúfenos, puede experimentar una frecuencia de los acúfenos que varía con el tiempo, por ejemplo. Con el fin de evitar las repetidas visitas a médicos y/o especialistas para audífonos de algún tipo, el presente equipo le permite a un usuario identificar por sí mismo/a las características de sus acúfenos con ayuda del equipo. Dicha ayuda puede, por ejemplo, incluir la unidad de identificación que controla el reproductor de audio para reproducir diversas muestras de sonido, diferenciándose dichas muestras de sonido entre sí en al menos un parámetro, como por ejemplo la frecuencia o el rango de frecuencias, el volumen, o las características del sonido. De este modo, el equipo permite reproducir muestras de sonido para el usuario que el usuario puede comparar con su percepción de los acúfenos. En un modo de realización, el equipo se puede programar para emitir secuencialmente muestras de sonido con frecuencias crecientes o decrecientes a la espera de que el usuario confirme a través de medios arbitrarios de entrada la muestra de sonido que coincide mejor con su percepción de los acúfenos. Las muestras de sonido pueden variar no sólo en frecuencia, sino también en el volumen o en una combinación de ambos. Además, o independientemente de lo anterior, las muestras de sonido también pueden variar en una característica del sonido. Una característica de sonido puede, por ejemplo, describir la apariencia básica del sonido. Algunos ejemplos de características de sonido pueden ser el ruido, silbidos, zumbidos, etc.

En este contexto, el equipo puede permitir la identificación del rango de frecuencias de los acúfenos a los que está expuesto el usuario, proporcionando muestras de sonido que, o bien son prefabricados y almacenado preferiblemente en forma de muestras de sonido digital en una memoria del equipo, y se le hacen llegar al usuario a través del reproductor de audio, o proporcionando muestras de sonido que se construyen sobre la marcha a partir de una o más muestras de sonido básicas por medio de interacción con el usuario. En el primer modo de realización se le puede pedir al usuario que, a través de unos medios de entrada, como por ejemplo una pantalla táctil, confirme, rechace o modifique la muestra de sonido recibida. Una vez que una muestra de sonido ha sido confirmada por el usuario, el equipo puede tomar el rango de frecuencias de esa muestra de sonido como representación del rango de frecuencias de los acúfenos que el usuario está percibiendo. En el último modo de realización, a partir de una muestra de sonido básica reproducida para el usuario, el usuario puede indicar, de nuevo preferiblemente a través de unos medios de entrada adecuados tales como, por ejemplo, una pantalla táctil, cómo se debe modificar la muestra de sonido básica con el fin de que se adapte mejor a la percepción de los acúfenos. Dicha indicación se puede expresar solicitando un sonido más agudo o más grave en términos de frecuencia, con un mayor o menor volumen, o con una característica de sonido diferente. Una interfaz adecuada para semejante interacción puede ser una pantalla táctil que incluya una pantalla que muestre visualmente unos botones de entrada. En respuesta a dicha entrada el equipo puede, en consecuencia, modificar automáticamente la muestra sonido básico, por ejemplo,

mediante la aplicación de unas configuraciones diferentes del filtro a la muestra de sonido básica, y puede reproducir la muestra de sonido básica modificada para el usuario.

5 La aplicación de unas configuraciones diferentes del filtro se puede realizar regulando un ecualizador o, más en general, un modificador de sonido del equipo, y concretamente regulando un ecualizador o un modificador de sonido del reproductor de audio. El procedimiento indicado más arriba se puede repetir de forma iterativa hasta que el usuario confirme que una de las muestras de sonido básicas modificadas es la muestra de sonido que mejor se adapta a su percepción de los acúfenos.

10 En otro modo de realización, pueden no construirse sobre la marcha unas muestras de sonido nuevas o diferentes a partir de una muestra de sonido básica, sino que en su lugar se pueden extraer de una base de datos de muestras de sonido almacenada en el equipo o en una memoria externa conectable al equipo. En este escenario, la entrada del usuario puede incluir una o más entre las siguientes: confirmación o rechazo de la muestra de sonido en curso, o petición de la siguiente muestra de sonido. La interfaz de la unidad de identificación para el usuario puede incluir preferiblemente una pantalla que permita la entrada del usuario y ofrezca preferiblemente opciones de selección. Dichas opciones de selección pueden depender adaptativamente del paso que se haya alcanzado en el proceso de identificación. Por ejemplo, una vez que el usuario puede haber confirmado que un rango de frecuencias es equivalente a la percepción de los acúfenos, las opciones de entrada siguientes pueden referirse únicamente al volumen y a la característica del sonido. Una opción de entrada posterior puede referirse también o adicionalmente a una escala más fina del rango de frecuencias seleccionado en el primer paso, con el fin de identificar las frecuencias objetivo con una mayor resolución. En un modo de realización alternativo, la unidad de identificación reproduce automáticamente una multitud de muestras de sonido en una secuencia predefinida, y el usuario puede confirmar, por ejemplo pulsando un botón, cuál es la muestra de audio que más se ajusta a con su percepción de los acúfenos.

15 A este respecto, la unidad de identificación puede no identificar necesariamente las características de los acúfenos de un modo totalmente automatizado, aunque sí puede proporcionar una ayuda importante, especialmente proporcionándole muestras de sonido al usuario para compararlas con la percepción de los acúfenos, y puede proporcionar una interfaz interactiva con el usuario para solicitarle al menos una de las siguientes acciones: confirmación, rechazo o modificación de la muestra de sonido en curso/más reciente.

20 En el presente contexto, un rango de frecuencias que describe la percepción de los acúfenos, o asignado a una muestra de sonido, o que se aplicará posteriormente a un archivo de audio, puede incluir preferiblemente o bien una sola frecuencia, o múltiples frecuencias próximas, preferiblemente en el rango audible. Así pues, el rango de frecuencias representará fundamentalmente la altura del tono de los acúfenos percibido por el usuario, independientemente si se trata de la altura de un único tono o la altura de tonos combinados cubriendo múltiples frecuencias.

25 El reproductor de audio como componente del equipo puede implementarse mediante software, hardware, firmware, o una combinación de los mismos, y ser adecuado para la reproducción de archivos de audio y, preferiblemente, archivos de audio almacenados en forma digital. El reproductor de audio puede incluir un convertidor D/A para convertir un flujo de audio digital generado durante la lectura del archivo de audio digital en una señal analógica que se alimenta a los altavoces integrados en el equipo, o a unos auriculares o altavoces que se pueden conectar al equipo.

30 La una o más muestras de sonido que incluyen una muestra de sonido básica pueden ser proporcionadas por el equipo en formato digital y como tales puede ser almacenadas en un formato de archivo digital, como por ejemplo wav, mp3, mp4 u otros.

35 El uno o más archivos de audio que representan una o más pistas de música pueden estar disponibles en el mismo formato wav, mp3, mp4 u otros. Mientras las muestras de sonido se pueden diseñar específicamente para permitir la identificación de los acúfenos y como tales pueden consistir, por ejemplo, en eventos de una sola frecuencia o espectros de ruido definidos, los archivos de audio representan preferentemente pistas musicales de cualquier tipo que resulte agradable escuchar en función de las preferencias del usuario. Estos archivos de audio pueden ser descargables desde Internet, o se pueden encontrar almacenados en otros medios, como por ejemplo un CD, un DVD u otros.

40 Después de haberse identificado el rango de frecuencias relevante, se pueden adaptar uno o más archivos de audio en función del rango de frecuencias identificado. De acuerdo con el artículo "Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity", se suprime el rango de frecuencias identificado en la banda de frecuencia del archivo de audio. En este sentido, el espectro de frecuencias del archivo de audio se adaptará filtrando el rango de frecuencias identificado. En tal sentido, la unidad de adaptación representa una característica del filtro de eliminación de banda actuando sobre el archivo de audio para generar el archivo de audio adaptado.

45 Después de haberse identificado el rango de frecuencias relevante, se pueden adaptar uno o más archivos de audio en función del rango de frecuencias identificado. De acuerdo con el artículo "Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity", se suprime el rango de frecuencias identificado en la banda de frecuencia del archivo de audio. En este sentido, el espectro de frecuencias del archivo de audio se adaptará filtrando el rango de frecuencias identificado. En tal sentido, la unidad de adaptación representa una característica del filtro de eliminación de banda actuando sobre el archivo de audio para generar el archivo de audio adaptado.

50 En otro modo de realización, la unidad de adaptación puede comprender una capacidad de cálculo adicional para derivar una característica de las frecuencias más sofisticada a partir del rango de frecuencias identificado con el fin de aplicarla a los archivos de audio. De acuerdo con la invención, la unidad de adaptación acentúa las frecuencias

5 en los bordes de la banda objeto. La unidad de adaptación puede ser en particular una unidad de filtro, y se puede implementar mediante software, hardware, firmware, o una combinación de los mismos. Se puede definir una función de transferencia de la característica de las frecuencias por medio de unos coeficientes de filtro, y la unidad de adaptación puede aplicar un algoritmo para derivar los coeficientes de filtro apropiados a partir del rango de frecuencias identificado. Dicho algoritmo puede tener en cuenta la "listenability" (audibilidad) de la música y, en consecuencia, mantener una versión agradable de la pista de música a pesar de cortar un rango de frecuencias de la misma.

10 La aplicación de la característica de las frecuencias resultante al archivo de audio se puede producir sobre la marcha, esto es, la adaptación se puede realizar en el reproductor de audio, por ejemplo mediante un ecualizador o un modificador de sonido, y puede modificar cada uno de los flujos de audio generados a partir de un archivo de audio. En este escenario, la unidad de adaptación puede aplicar los ajustes correspondientes del ecualizador o modificador de sonido. En este escenario, la unidad de adaptación puede aplicar los ajustes al ecualizador o modificador de sonido únicamente cuando dicho modo haya sido seleccionado por el usuario. En un modo de realización muy preferido, los ajustes sólo pueden ser aplicados a un conjunto de archivos de audio seleccionados por el usuario. En este modo de realización, el usuario puede seleccionar sólo las pistas de música con las que se siente confortable, con las que puede mejorar el alivio de los acúfenos.

15 En otro escenario, la unidad de adaptación se puede aplicar al fichero de audio fuera de línea, sin reproducción de la pista de música asociada. En este escenario, en respuesta a la selección de uno o más archivos de audio entre preferiblemente todos los archivos de audio disponibles, los archivos de audio seleccionados se adaptan en función del rango de frecuencias identificado, y la versión adaptada del archivo de audio, es decir, el archivo de audio adaptado, se almacena preferiblemente en una memoria del equipo.

20 El selector para seleccionar los archivos de audio que es necesario manipular puede contener una interfaz, por ejemplo, que le ofrezca al usuario uno o más de los siguientes elementos: título, intérprete, álbum, etc. El usuario puede seleccionar los archivos de audio preferidos, por ejemplo, pulsando con el dedo en una región asociada en una pantalla táctil. Así pues, el equipo puede contener la versión original del archivo de audio y su versión adaptada. Por lo tanto, el usuario puede seleccionar en cualquier momento la versión que desea escuchar, por ejemplo, por medio de un segundo selector, de nuevo preferiblemente en forma de una interfaz como, por ejemplo, una pantalla táctil. En este modo de realización la unidad de adaptación se implementa preferiblemente como una unidad de filtro digital. El ecualizador o modificador de sonido mencionado más arriba se puede incorporar en forma digital o analógica para sintonizar las frecuencias en el espectro de audio.

25 En otro modo de realización puede haber un tercer selector disponible para escoger entre reproducir los archivos de audio o reproducir los archivos de audio adaptados en respuesta a la activación del reproductor de audio. Por este medio se puede ajustar el modo respectivo cuando se inicia el reproductor de audio.

30 El equipo es un dispositivo electrónico móvil autónomo que contiene la unidad de identificación, el modificador de frecuencia y el reproductor de audio en una carcasa común del dispositivo electrónico móvil. Dicho dispositivo electrónico móvil es un teléfono móvil, y, más concretamente, un teléfono inteligente. Los teléfonos inteligentes de hoy en día pueden ser una elección ideal para implementar todas las funciones del equipo ya que disponen de la potencia de cálculo suficiente para soportar la unidad de identificación y la unidad de adaptación, y proporcionan una interfaz de usuario mejorada en forma de pantalla táctil que facilita la interacción con el usuario en la identificación de las características de los acúfenos. Además, la mayor parte de los teléfonos inteligentes de hoy en día incluyen una función de reproducción de audio propiamente dicha.

35 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para generar un archivo de audio adaptado en un teléfono móvil tal como se define en la reivindicación 1. En él se soporta una identificación de un rango de frecuencias asociado al trastorno auditivo de un usuario. También se adapta una característica de las frecuencias de un archivo de audio que representa una pista de música en función del rango de frecuencias identificado. Se reproduce el archivo de audio adaptado. Preferiblemente, todos estos pasos pueden ser ejecutados por el teléfono móvil.

40 Preferiblemente, el paso etapa de identificar el rango de frecuencias incluye reproducir una o más muestras de sonido para el usuario y determinar el rango de frecuencias en respuesta a la recepción de una entrada de usuario.

45 El paso de adaptar la característica de las frecuencias del archivo de audio incluye preferiblemente filtrar el archivo de audio en el rango de frecuencias identificado, e incluye preferiblemente la supresión del rango de frecuencias identificado en el archivo de audio.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un elemento legible por un ordenador tal como se define en la reivindicación 13. En particular, el elemento legible por un ordenador puede ser lo que se denomina una "app" que puede ser distribuida para su instalación en un teléfono inteligente.

55 En un modo de realización preferido, el elemento legible por un ordenador se puede almacenar en un medio legible por ordenador, como por ejemplo un disco duro, una memoria de estado sólido o cualquier otro medio de almacenamiento. El medio legible por ordenador puede ser un medio en el interior del dispositivo electrónico móvil,

esto es, residente en el equipo de destino en el que se ejecutará/utilizará la aplicación representada por el elemento de programa para ordenador. En un modo de realización alternativo, el medio legible por ordenador puede ser parte de un sistema servidor o un sistema de almacenamiento conectado a un sistema servidor que aloja la aplicación representada por el elemento legible por un ordenador disponible para ser descargada a los usuarios a través de una red de transmisión adecuada, como por ejemplo Internet, o una red de datos inalámbrica, por ejemplo 3G.

Y, por último, se proporciona una señal eléctrica de transmisión que representa a dicho elemento legible por un ordenador durante la transmisión, preferiblemente durante la transmisión desde un servidor al dispositivo electrónico móvil.

Los modos de realización descritos más arriba pueden ayudar en el tratamiento de trastornos auditivos tales como los acúfenos, pero no se limitan a esto, en el sentido de que el usuario puede ser libre de aplicar una característica de las frecuencias a cualquier pista de música preferida. La elección de la música preferida puede ayudar al tratamiento en el sentido de que una atmósfera confortable puede mejorar la curación. Por otro lado, esta música adaptada puede estar disponible para ser escuchada por el usuario de forma permanente. Y el usuario puede reaccionar inmediatamente a las modificaciones de las características de la audición, como por ejemplo un desplazamiento de frecuencia o una reducción de la intensidad sonora en el caso de los acúfenos, mediante la medición de nuevo del rango de frecuencias soportado por el equipo utilizado, y puede aplicar inmediatamente los resultados de dicha medición a las pistas de música preferidas mediante la aplicación a las pistas de música de una nueva característica de las frecuencias determinada. En este sentido, el equipo comprende un dispositivo compacto para la mejora de los trastornos auditivos. Un dispositivo autónomo semejante no sólo es capaz de reproducir música adaptada al trastorno auditivo, sino también es capaz de permitir la identificación de un rango de frecuencias asociado al trastorno auditivo, monitorizar el rango de frecuencias a lo largo del tiempo, y adaptar las pistas de música preferidas en función del rango de frecuencias identificado. En particular, se puede realizar varias veces la medición del trastorno auditivo a discreción del usuario y en este sentido se pueden obtener mejores resultados de la medición debido a que el usuario no se ve expuesto a situaciones potencialmente estresantes ante el médico y como resultado de que el usuario sea posiblemente más sensible a la medición. Asimismo, los trastornos auditivos pueden pasar por periodos en los que desaparecen o se reducen aparentemente. Dichos periodos podrán ser excluidos de la medición ya que el equipo de medición se encuentra disponible permanentemente.

En un modo de realización preferido, el equipo está adaptado para registrar un historial de los rangos de frecuencia identificados a lo largo del tiempo. Los rangos de frecuencia individuales o dicho historial se pueden exportar o transmitir a terceras partes externas, como por ejemplo médicos, proveedores de audífonos, etc. Mediante dicho historial se puede diseñar un régimen de tratamiento y se puede tomar una acción correctiva. Dicho historial, que puede estar representado por unos conjuntos de datos, incluyendo cada conjunto, por ejemplo, una marca de tiempo, un identificador de usuario y un rango de frecuencias identificado, se puede transmitir electrónicamente de forma automática o bajo demanda al sistema informático de unos médicos y permitir que los médicos controlen y tomen medidas en función de los datos transmitidos.

En un modo de realización alternativo se pueden transmitir electrónicamente un conjunto de datos y/o un historial a un receptor en Internet, representando dicho receptor, por ejemplo, un servicio de monitorización de progreso que se ofrece a los usuarios del equipo. Dicho servicio puede evaluar los datos recibidos y proporcionarle recomendaciones o asesoramiento al usuario acerca de cómo mejorar la utilización del equipo. Dichas recomendaciones pueden incluir, por ejemplo, recomendaciones de identificación del rango de frecuencias con mayor o menor frecuencia, u otras. De este modo, en un modo de realización preferido se puede utilizar el equipo de la presente solicitud de forma interactiva con los médicos u otros terceros.

En otro modo de realización, la unidad de identificación puede solicitarle además al usuario que indique su estado general/humor/estado mental, por ejemplo, solicitándole que introduzca esos datos sobre una escala. Dicha información se puede vincular al rango de frecuencias identificado, y puede permitir una mejor supervisión del estado general del usuario y/o proporcionar información adicional sobre en cómo mejorar el tratamiento. Dicha información se puede incluir además en uno de los conjuntos de datos mencionados más arriba.

Los modos de realización descritos pertenecen igualmente al equipo, al método, al elemento de programa para ordenador, el medio legible por ordenador y la señal eléctrica de transmisión. A partir de diferentes combinaciones de los modos de realización pueden surgir efectos sinérgicos, aunque podrían no ser descritos en detalle.

Breve descripción de los dibujos

Los modos de realización que se han definido más arriba y las características y ventajas adicionales de la presente invención también se pueden derivar de los ejemplos de los modos de realización que se describen de aquí en adelante, los cuales se explican haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos, las figuras muestran:

la FIG. 1, una vista esquemática de un teléfono móvil de acuerdo con un modo de realización de la presente invención,

las FIG. 2 a 5, unos diagramas de bloques de diversos componentes de un equipo de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención,

la FIG. 6, una característica del filtro aplicable a archivos de audio,

la FIG. 7, un diagrama de bloques de un dispositivo electrónico portátil de acuerdo con un modo de realización de la presente invención,

la FIG. 8, un sistema que dispone de un medio para la descarga de software,

- 5 la FIG. 9, un diagrama de flujo de un método de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, y
las FIG. 10 a 10c, subrutinas del método como el que se ilustra en la FIG. 9.

Modos para llevar a la práctica la invención

En las diversas figuras, los componentes similares o relacionados se indican con los mismos números de referencia.

- 10 La FIG. 1 ilustra una vista esquemática de un teléfono móvil de acuerdo con un modo de realización de la presente invención. El teléfono móvil 1 es un teléfono inteligente que comprende una pantalla 2 que constituye una interfaz 21 para el usuario. El teléfono móvil 1 comprende, i.a., una carcasa 3 y un conector 41 para unos auriculares 4.

- 15 Las FIG. 2 a 5 ilustran diagramas de bloques de los componentes de un equipo de acuerdo con algunos modos de realización de la presente invención. En la FIG. 2, un motor 5 de software incluye una unidad 51 de identificación y una unidad 52 adaptación, que pueden actuar en un reproductor 6 de audio. La unidad 51 de identificación permite
20 identificar, por ejemplo, un rango de frecuencias <fr> de los acúfenos de un usuario. El rango de frecuencias <fr> es introducido en la unidad 52 adaptación, la cual convierte el rango de frecuencias <fr> en una característica de las frecuencias, que en este modo de realización concreto es una característica del filtro, o construye una característica de las frecuencias a partir del rango de frecuencias <fr> identificado. Dicha característica de las frecuencias es aplicada por la unidad 52 de adaptación a un archivo de audio <af>, que se almacena preferiblemente en una
25 memoria del equipo. El archivo de audio filtrado <aaf>, también llamado archivo de audio adaptado <aaf> se introduce en el reproductor 6 de audio para ser reproducido para el usuario. La reproducción del archivo de audio adaptado <aaf> se puede iniciar activando de acuerdo con ello el proceso de modificación de archivos de audio <af>, o se puede ser iniciada por un usuario con independencia de la construcción de los archivos de audio adaptados <aaf> en cualquier momento posterior en el tiempo.

- 25 En el diagrama de bloques de la FIG. 3 se ilustra de una forma diferente para adaptar archivos de audio <af>. Esta forma se puede designar como adaptación "sobre la marcha", en la que un modificador 61 de sonido del reproductor 6 de audio es controlado por la unidad 52 adaptación por medio de una señal de control <ctrl(fr)> con el fin de implementar la característica de las frecuencias que se deriva del rango de frecuencias <fr> identificado. El modificador 61 de sonido sintoniza el archivo de audio <af> mientras está siendo reproducido, de tal forma que el
30 reproductor 6 de audio puede reproducir el archivo de audio adaptado <aaf> para el usuario. En este modo de realización, puede no ser necesario almacenar los archivos de audio adaptados <aaf> en el dispositivo electrónico, y se pueden almacenar solamente los archivos de audio <af> como lo es la característica de las frecuencias basada en el rango de frecuencias fr identificado.

- 35 La FIG. 4 muestra otro diagrama de bloques centrado en la generación de muestras de sonido <sosx> en lugar de archivos de audio adaptados <aaf>. Una muestra de sonido básica <bsos> puede ser almacenada en el equipo, y para permitir la identificación del rango de frecuencias <fr> relevante, la unidad 51 de identificación controla un modificador 61 de sonido del reproductor 6 de audio mediante una señal de control <ctrl(ui)> para generar una muestra de sonido <sosx> por medio de una muestra básica de sonido <bsos>. La señal de control <ctrl(ui)> depende de la entrada del usuario <ui> que puede denotar una modificación, como por ejemplo aumentar la
40 frecuencia o reducir la frecuencia con respecto a la muestra de sonido <sosx> más reciente reproducida. La unidad 51 de identificación convierte dicha entrada del usuario <ui> en la señal de control <ctrl(ui)> con el fin de ajustar la configuración de modificador de sonido para, por ejemplo, generar una muestra de sonido <sosx+1> a partir de la muestra de sonido básica <bsos> que tenga un tono más agudo que la muestra de sonido <sosx> anterior reproducida. En un modo de realización alternativo, una señal de control <ctrl> hace que el modificador 61 de sonido reproduzca las muestras de sonido <sosx> en un orden determinado.

- 45 La FIG. 5 ilustra otro diagrama de bloques centrado en la generación de muestras de sonido <sosx>. En este ejemplo, el equipo alberga múltiples muestras de sonido <sosx> diferentes que se pueden seleccionar para ser reproducidas por el reproductor 6 de audio por la unidad 51 de identificación. La selección puede seguir un orden determinado de muestras de sonido <sosx>, por ejemplo, aumentando la frecuencia, o puede depender de la
50 entrada del usuario <ui> que puede ser transformada por la unidad 51 de identificación en la elección correcta de muestra de sonido <sosx(ui)> a reproducir a continuación.

- 55 Una vez que se ha determinado el rango de frecuencias <fr> asociado al trastorno auditivo, se puede adaptar una característica de las frecuencias del uno o más archivos de audio <af> seleccionados en función del rango de frecuencias <fr> determinado. En la FIG. 6a se muestra una característica de las frecuencias de una muestra <Ft(f)> (que no se reivindica) que se ha de aplicar a un archivo de audio <af>, en donde <f> representa la frecuencia. En el presente ejemplo, la característica de las frecuencias <Ft(f)> se puede interpretar como una característica del filtro

de eliminación de banda que filtra las frecuencias alrededor del rango de frecuencias $\langle fr \rangle$ identificado con los bordes suavizados. La FIG. 6b muestra una característica de las frecuencias diferente en forma de una característica del filtro en donde la eliminación de banda en la banda de frecuencia muestra bordes marcados. La FIG. 6c muestra otra característica de las frecuencias en la curva superior en la que se acentúan los bordes de la eliminación de banda.

5 La aplicación de las adaptaciones a rangos de frecuencia cortos, como por ejemplo a los bordes de la eliminación de banda, no afecta demasiado a la música, sino que proporciona un efecto valioso para el trastorno auditivo.

Además, en el presente ejemplo de una característica de las frecuencias $F_t(f)$ de acuerdo con la FIG. 6c, se elevan todas frecuencias de alto nivel, ya que en ese rango la audición del usuario puede no ser la mejor debido a una pérdida de audición o por otras razones, al tiempo que la música a reproducir puede no tener tampoco demasiadas partes en esa región. Dicha elevación de la característica de las frecuencias se puede ilustrar mejor comparándola con la curva inferior que representa una característica de las frecuencias no elevada. Este es el motivo por el que, preferiblemente, se puede amplificar una región de frecuencias que representa unas frecuencias audibles altas, como por ejemplo de 7 kHz a 15 kHz o más, con el fin de maximizar el efecto de los archivos de audio adaptados con respecto a la pérdida de audición del usuario.

15 Es de destacar que dicha modificación de la característica de las frecuencias no se limita a una adaptación en el rango de las altas frecuencias sino que también puede ser aplicable a las partes bajas o medias del rango de frecuencias audibles. Cualquier adaptación/modificación semejante aplicada puede aumentar o reducir las frecuencias asociadas. Por medio de la adaptación de la característica de las frecuencias también fuera del rango de frecuencias identificado se pueden tratar otros trastornos auditivos, como por ejemplo la pérdida de audición. Para

20 identificar esos otros trastornos auditivos se puede utilizar el presente equipo, por ejemplo, como un dispositivo para la identificación de dichos trastornos auditivos. En un modo de realización preferido, el equipo se puede adaptar para practicar una audiometría. En dicha audiometría se pueden reproducir para el usuario mediante el reproductor de audio muestras de sonido que representan frecuencias diferentes. Al usuario se le solicita que indique a través de una interfaz adecuada - por ejemplo, presionando un botón - el instante en el que oye el sonido de la muestra. El

25 resumen de las respuestas de los usuarios en todo el rango de frecuencias audibles da como resultado un audiograma del usuario que indica su capacidad de audición en términos de pérdida de la audición. Por medio de esta información, el presente equipo puede identificar automáticamente las frecuencias o rangos de frecuencias que es necesario adaptar, y, en particular, si se deben amplificar a atenuar. Estos rangos de frecuencias se pueden adaptar consecuentemente en aquella característica de las frecuencias que se deberá aplicar a los archivos de

30 audio.

La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo electrónico de acuerdo con un modo de realización de la presente invención, y, concretamente, de un dispositivo electrónico móvil 8, de una forma más orientada al hardware que en los diagramas de bloque 2 a 5. El dispositivo electrónico incluye una unidad 81 de procesamiento que está conectada mediante un bus interno 89 a, i.a., una memoria no volátil 84, como por ejemplo una ROM, que se puede implementar, por ejemplo, en tecnología Flash, y a una memoria volátil 86, como por ejemplo una RAM, que se puede implementar, por ejemplo, en tecnología DRAM. El indicador de referencia 85 denota una interfaz inalámbrica, como por ejemplo una interfaz 3G para transmitir y recibir datos de forma inalámbrica. El dispositivo electrónico 8 incluye, además, un conversor digital/análogo 82 para generar una salida 83 de audio con señales de audio analógicas. Además, el dispositivo electrónico 8 dispone de una interfaz 87 de usuario que puede ser una

35 interfaz de usuario gráfica que incluya una pantalla y algunos medios de entrada.

Por ejemplo, la interfaz inalámbrica 85 se puede utilizar para recibir archivos de audio de un proveedor. La interfaz 87 de usuario puede permitir la selección y descarga de archivos de audio a través de la interfaz inalámbrica 85. Los archivos de audio se pueden almacenar en la memoria no volátil 84. En la memoria no volátil 84 puede residir un elemento de programa para ordenador que es capaz de identificar el rango de frecuencias del trastorno auditivo de un usuario, que permite derivar una característica de las frecuencias a partir del rango de frecuencias identificado, que aplica la característica de las frecuencias a un archivo de audio seleccionado con el fin de generar un archivo de audio adaptado, y que, por último, permite reproducir el archivo de audio adaptado. Dicho elemento de programa para ordenador puede ser cargado por la unidad 81 de procesamiento en la memoria volátil 86 para su ejecución.

40

45

En este contexto, la interfaz 87 de usuario puede estar implicada en la solicitud de una entrada del usuario en relación con el rango de frecuencias que más se ajusta a la percepción de los acúfenos. En un modo de realización, se le pueden enviar al usuario muestras de sonido. Esas muestras de sonido pueden estar almacenadas en la memoria no volátil 84 y ser enviadas a través de un conversor 82 D/A a la salida 83 de audio, que puede ser un conector para auriculares, por ejemplo. Una vez que se ha determinado el rango de frecuencias, la unidad 81 de procesamiento puede almacenar esta información en una de las memorias 84 u 86 y, a partir del rango de

50

55

frecuencias, en un modo de realización concreto puede generar una característica del filtro. La característica del filtro puede ser almacenada en cualquiera de las memorias 84 u 86, y ser aplicada a un flujo de audio que representa un archivo de audio que está siendo cargado para ser reproducido a través de los componentes 82 y 83.

La FIG. 8 muestra un sistema 7 para descargar un elemento legible por un ordenador que pueda ser utilizado con el teléfono móvil 1. El sistema puede incluir un servidor 71 que incluye medios de almacenamiento. El indicador de referencia 72 se refiere a una red de transmisión, como por ejemplo internet. Un teléfono móvil 1 recibe el elemento legible por un ordenador, también denominado "app" en este contexto, el cual durante la transmisión está

60

representado por una señal de transmisión eléctrica <ets>.

La FIG. 9 muestra un diagrama de flujo de parte de un método de la presente invención. En el paso S1, se inicia el método, por ejemplo, presionando sobre un icono que representa la "tinnitus app" en el dispositivo electrónico móvil. En el paso S2, la "app" permite la identificación de un rango de frecuencias asociado al trastorno auditivo de un usuario del dispositivo electrónico móvil, tal como se ha indicado en los modos de realización anteriores. En el paso S3 se adapta una característica de las frecuencias de un archivo de audio que representa una pista de música de acuerdo con el rango de frecuencias identificado. En el paso S4, el dispositivo electrónico espera una entrada del usuario para iniciar la reproducción del archivo de audio adaptado. Si se recibe dicha entrada (Sí), se reproduce el archivo de audio adaptado. Si no se recibe (No), el proceso puede esperar a cualquier otra entrada semejante en el futuro.

La FIG. 10a representa un diagrama de flujo de un modo de realización que representa el paso S2 de la FIG. 9 de forma más detallada. En el paso S21 se selecciona una primera muestra de sonido para ser reproducida para el usuario. En el paso S22 se reproduce la muestra de sonido seleccionada para el usuario, y en el paso S23 se verifica si la interfaz de usuario acepta (Sí) la muestra de sonido, o rechaza (No) la muestra de sonido. En caso de que en el paso S23 se rechace (No) la muestra de sonido, en el paso S21 se selecciona una muestra de sonido diferente y el proceso continúa. La selección de muestras de sonido puede seguir una secuencia determinada de muestras de sonido, o puede tener en cuenta la elección del usuario, o, incluso, puede consistir en la modificación de muestras de sonido existentes en función de una entrada del usuario. En caso de que en el paso S23 se acepte (Sí) la muestra de sonido, en el paso S24 se le pasa el rango de frecuencias de la muestra de sonido aceptada a un proceso que genera la característica de las frecuencias deseada, lo que puede estar representado por el paso S3 en la FIG. 9.

En un proceso alternativo de acuerdo con la FIG. 10b, que representa el paso S2 de la FIG. 9 de forma más detallada, en el paso S25 se determina una muestra de sonido básica para ser reproducida para el usuario. En el paso S26 se reproduce la muestra de sonido básica para el usuario, y en el paso S27 se verifica si la interfaz de usuario acepta (Sí) la muestra de sonido, o rechaza (No) la muestra de sonido. En caso de que en el paso S27 se rechace (No) la muestra de sonido, en el paso S29 se selecciona un ajuste para ser aplicado a la muestra de sonido básica y el paso S25 se le aplica a la muestra de sonido básica con el fin de generar una muestra de sonido diferente de la muestra de sonido básica. En caso de que en el paso S27 se acepte (Sí) la muestra de sonido, se le pasa el rango de frecuencias de la muestra de sonido aceptada a un proceso que genera la característica de las frecuencias deseada, lo que puede estar representado por el paso S3 en la FIG. 9.

En la FIG. 10c se explica con mayor detalle el paso S3 de la FIG. 9. En este modo de realización, en el paso S31 se recibe el rango de frecuencias. En el paso S32 se determina una característica de las frecuencias a partir del rango de frecuencias recibido. En el paso S33 se selecciona un archivo de audio de forma automática, o en respuesta a una entrada del usuario. En el paso S34 se le aplica la característica de las frecuencias al archivo de audio seleccionado, y el archivo de audio adaptado de este modo se almacena en el dispositivo electrónico.

Aunque se han mostrado y descrito algunos modos de realización de la presente invención actualmente preferidos, se debe entender claramente que la invención no se limita a los mismos, sino que se puede realizar y poner en práctica de diversas maneras diferentes dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo para la generación de un archivo de audio adaptado, que comprende
una unidad (51) de identificación para permitir la identificación de un rango de frecuencias (fr) asociado a un trastorno auditivo de un usuario del equipo,
5 una unidad (52) de adaptación para adaptar una característica de las frecuencias de un archivo de audio (af) que representa una pista de música, en donde la adaptación depende del rango de frecuencias (fr) identificado, y
un reproductor (6) de audio para reproducir el archivo de audio adaptado (aaf),
equipo que es un dispositivo electrónico móvil (8) autónomo que contiene la unidad (51) de identificación, la unidad (52) de adaptación y el reproductor (6) de audio en una carcasa común del dispositivo electrónico móvil (8),
10 equipo que es un teléfono móvil,
en donde la unidad (52) de adaptación está adaptada para determinar una característica de las frecuencias a partir del rango de frecuencias (fr) identificado que es necesario aplicar al archivo de audio (af) para generar el archivo de audio adaptado (aaf), característica de las frecuencias que representa una característica del filtro de eliminación de banda para filtrar el rango de frecuencias identificado, y
15 en donde la unidad (52) de adaptación está adaptada para acentuar las frecuencias en los bordes de la banda objetivo.
2. Un equipo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad (51) de identificación está adaptada para controlar el reproductor (6) de audio para reproducir muestras de sonido (sosx) que difieren en al menos una de estas características: la frecuencia, el volumen y una característica de sonido.
- 20 3. Un equipo de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad (51) de identificación comprende una base de datos para almacenar las múltiples muestras de sonido (sosx) diferentes en al menos una de estas características: la frecuencia, el volumen y una característica de sonido.
4. Un equipo de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, que comprende un modificador (61) de sonido para generar las múltiples muestras de sonido (sosx) diferentes en al menos una de estas características: la frecuencia, el volumen y una característica de sonido a partir de una muestra de sonido básica (bsos).
25
5. Un equipo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 4, que comprende una interfaz gráfica (21) para solicitar al menos una de estas alternativas: aceptación, rechazo y modificación de la muestra de sonido (sosx) reproducida.
6. Un equipo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad (52) de adaptación está adaptada para filtrar o suprimir el rango de frecuencias (fr) identificado en el archivo de audio (af) para generar el archivo de audio adaptado (aaf).
30
7. Un equipo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un primer selector para seleccionar de una lista de archivos de audio (af) almacenados en el equipo uno o más archivos de audio (af) para ser adaptados por la unidad (52) de adaptación.
- 35 8. Un equipo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un segundo selector para escoger entre reproducir el archivo de audio (af) o reproducir el archivo de audio adaptado (aaf) en respuesta a una solicitud de reproducción de una pista de música asociada al archivo de audio (af).
9. Un equipo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un tercer selector para escoger entre reproducir archivos de audio (af) o reproducir archivos de audio adaptados (aaf) en respuesta a una activación del reproductor (6) de audio.
40
10. Un método para generar un archivo de audio adaptado en un teléfono móvil, ejecutando dicho teléfono móvil los pasos de
permitir la identificación de un rango de frecuencias (fr) asociado a un trastorno auditivo de un usuario del teléfono móvil,
45 construir una característica de las frecuencias basada en el rango de frecuencias (fr) identificado, característica de las frecuencias que representa una característica del filtro de eliminación de banda para filtrar el rango de frecuencias (fr) identificado, e incluye frecuencias acentuadas en los bordes de la banda objetivo,
adaptar una característica de las frecuencias de un archivo de audio (af) que representa una pista de música en función del rango de frecuencias (fr) identificado mediante la aplicación de la característica de las frecuencias construida al archivo de audio, y
50

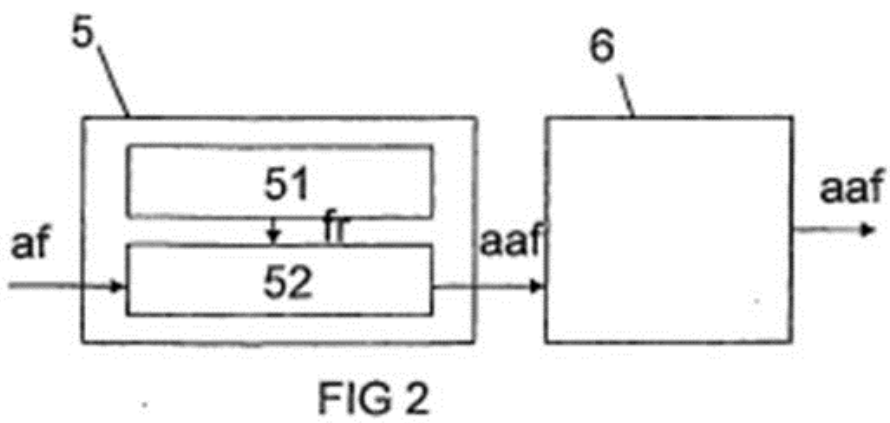
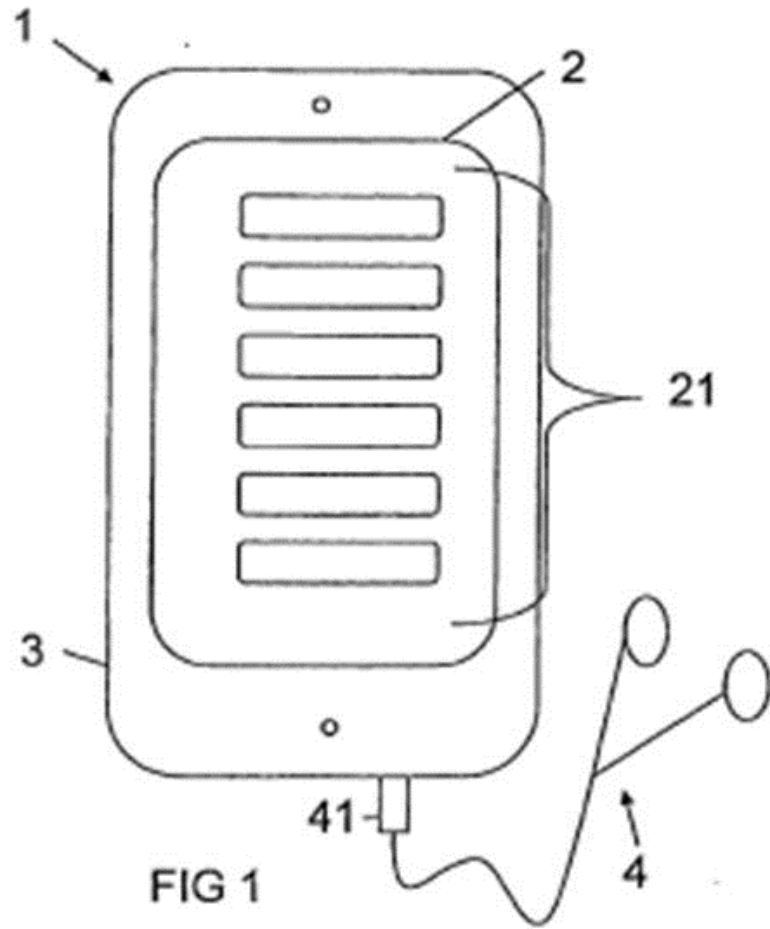
reproducir el archivo de audio adaptado (aaf).

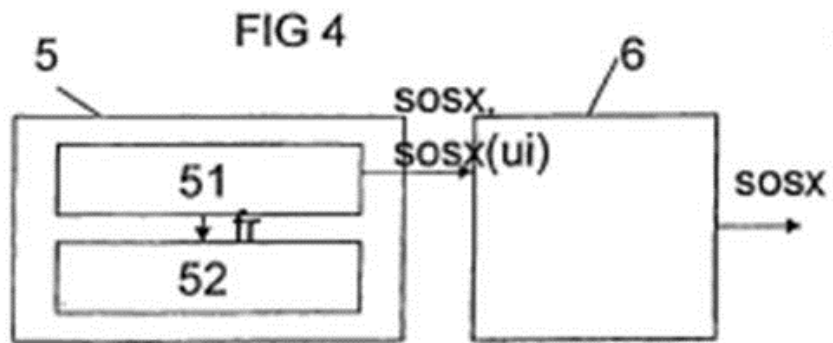
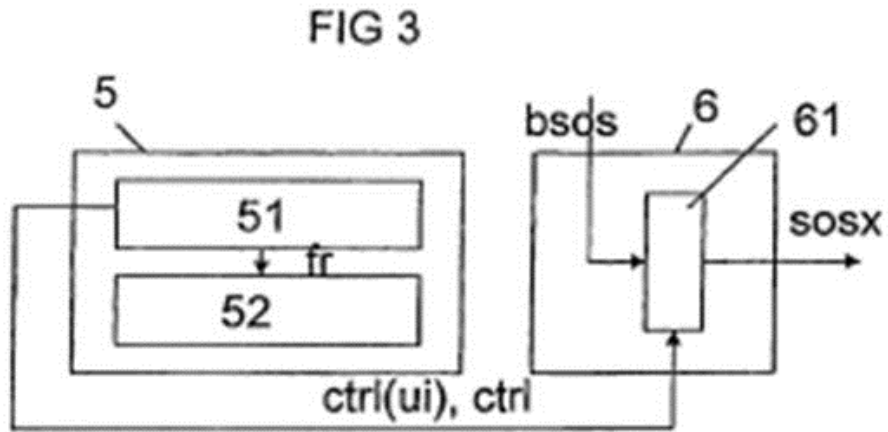
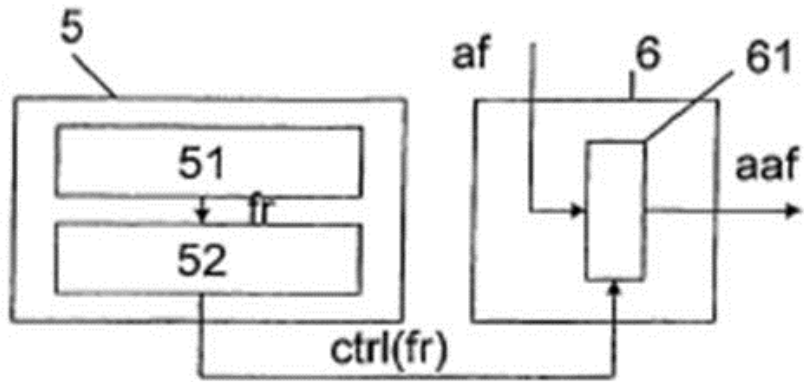
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el paso de identificar el rango de frecuencias (fr) incluye reproducir una o más muestras de sonido (sosx) para el usuario y en respuesta a haber recibido una entrada del usuario que determina el rango de frecuencias (fr).

5 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que el paso de adaptar la característica de las frecuencias del archivo de audio (af) incluye filtrar el archivo de audio (af) en el rango de frecuencias (fr) identificado o suprimir el rango de frecuencias (fr) identificado (fr) en el archivo de audio (af).

10 13. Un elemento legible por un ordenador que comprende medios de código legibles por un ordenador para aplicar un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 10 a 12 cuando se ejecuta en una unidad (81) de procesamiento (81) del teléfono móvil (8).

14. Una señal eléctrica de transmisión que representa un elemento legible por un ordenador de acuerdo con la reivindicación 13.





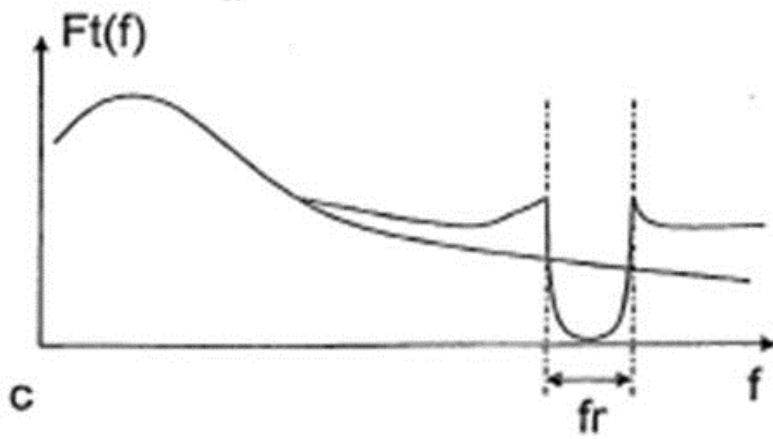
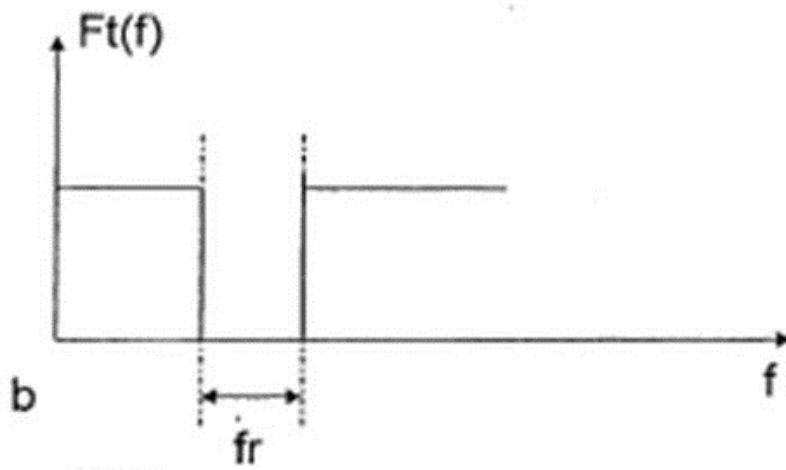
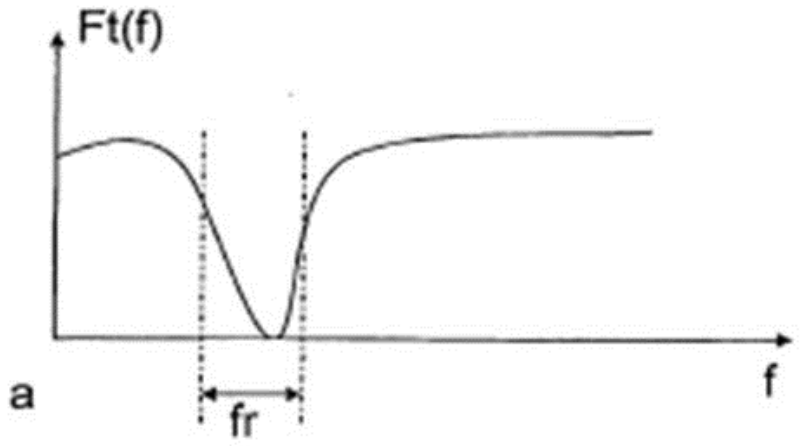


FIG 6

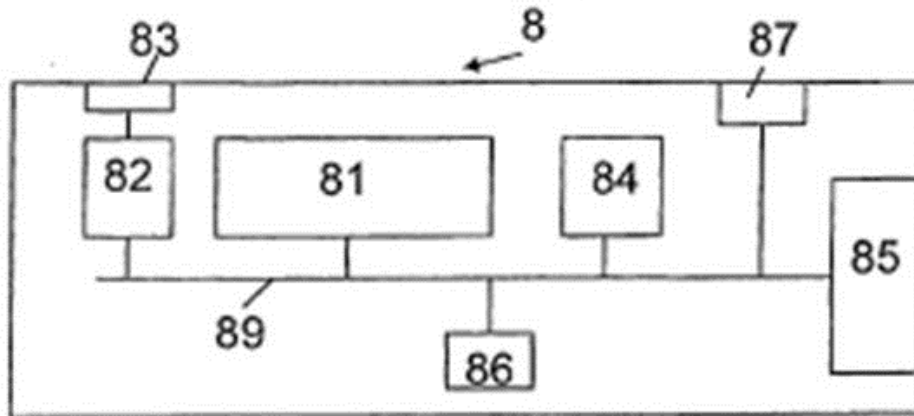


FIG 7

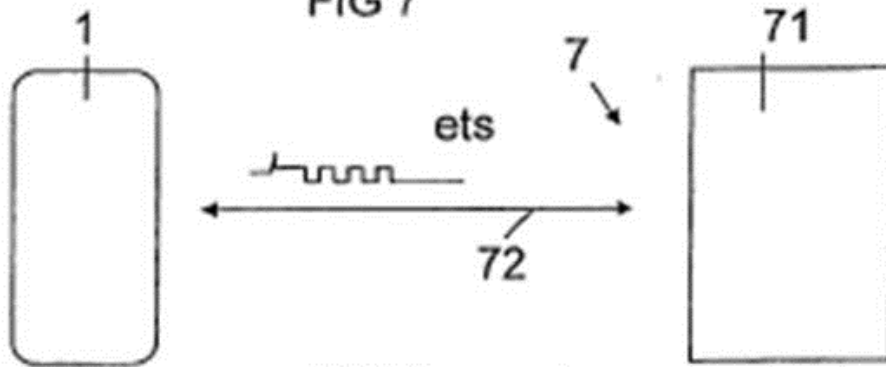


FIG 8

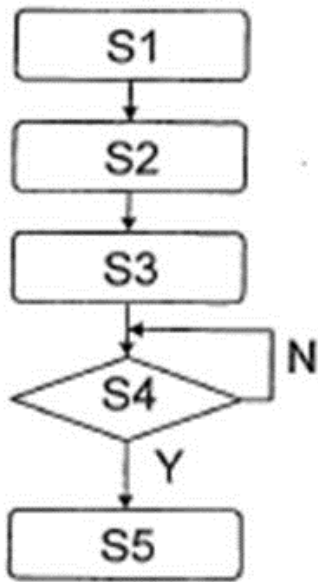


FIG 9

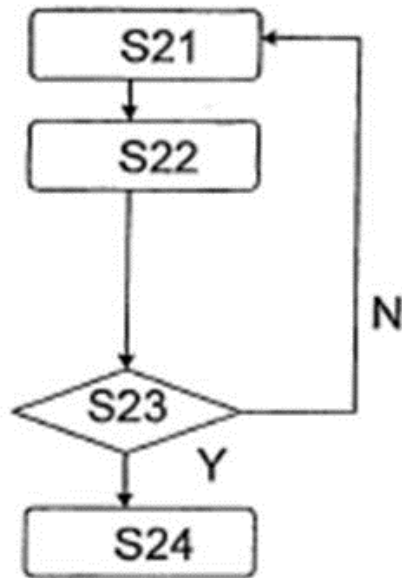


FIG 10a

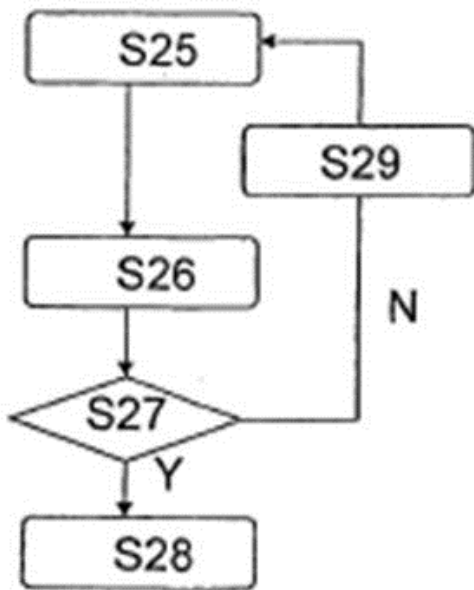


FIG 10b

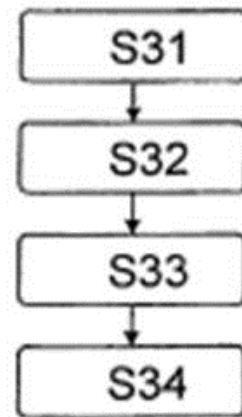


FIG 10c