

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 987**

51 Int. Cl.:

H04R 29/00 (2006.01)

G08B 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2016 PCT/US2016/025572**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16164268**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2016 E 16718759 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3281134**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento médico con detección de sonido del altavoz**

30 Prioridad:
06.04.2015 US 201562143385 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.01.2020

73 Titular/es:
**GAMBRO LUNDIA AB (100.0%)
P.O. Box 10101
220 10 Lund, SE**

72 Inventor/es:
WEST, WILLIAM JOSEPH

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 738 987 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 de tratamiento médico con detección de sonido del altavoz

5 Antecedentes

La divulgación del presente documento se refiere a dispositivos de tratamiento médico y a métodos para el tratamiento. Más particularmente, la divulgación se refiere a dispositivos de tratamiento médico y métodos que usan uno o más altavoces para difundir sonidos (por ejemplo, alarmas, sonidos de ensayo, etc.) y, por ejemplo, ensayar dichos altavoces.

Los dispositivos de tratamiento médico, tales como dispositivos o sistemas de tratamiento extracorpóreo de sangre, pueden proporcionar cualquier número de tareas de sostenimiento vital (por ejemplo, diálisis, oxigenación, etc.). Dichos dispositivos de tratamiento médico no están exentos de defectos en la máquina y pueden experimentar diversos problemas durante la realización del tratamiento. Por ejemplo, si el dispositivo de tratamiento médico experimenta un defecto o tiene lugar un problema en la terapia, debe notificarse a un usuario del mismo tras la detección, puede iniciarse un procedimiento de reserva o redundante tras la detección o pueden realizarse uno o más de otros procedimientos para corregir la situación.

Por ejemplo, en una o más circunstancias, pueden proporcionarse una o más alarmas a un usuario, tal como visualmente con el uso de una luz de aviso o una nota de alarma sobre una pantalla y/o un sonido de alarma. Por ejemplo, pueden proporcionarse a un usuario diversos sonidos de alarma para varias circunstancias tras la detección de un defecto. Si por cualquier razón el sonido de alarma no suena o no puede oírse, el usuario puede necesitar depender de la alarma o alerta visual para corregir la situación de alarma. Por ejemplo, el sonido de alarma puede no sonar por diversas razones (por ejemplo, un defecto del altavoz, un fallo de conectividad en la cadena de controladores y/o accionadores del dispositivo de tratamiento médico y del altavoz, etc.).

Los dispositivos médicos (por ejemplo, dispositivos médicos que proporcionan terapias) incluyen típicamente sistemas de seguridad que realizan, por ejemplo, ensayos de autodiagnóstico durante el encendido u otros ensayos sobre la marcha (por ejemplo, después de ciclos de alimentación del dispositivo, como parte del sistema de autodiagnóstico en proceso para asegurar que el dispositivo funciona con seguridad, etc.). Por ejemplo, uno o más de dichos ensayos pueden incluir: un ensayo de la tensión de alimentación; ensayo de precisión del reloj, ensayos de salud de baterías; y ensayos de seguridad del sistema tales como, uno o más ensayos para determinar el funcionamiento apropiado de los altavoces del dispositivo.

En muchos casos, por ejemplo, dichos ensayos para determinar el funcionamiento apropiado de alarmas (por ejemplo, funcionalidad del altavoz, funcionalidad de la conectividad del altavoz, funcionalidad del accionador del altavoz, etc.) pueden requerir complicados algoritmos que requieren una cantidad relativamente grande de tiempo de procesamiento adicional. Por ejemplo, este puede ser el caso cuando se usa en dichos algoritmos la frecuencia de los tonos de una alarma sonora.

Sumario

En una o más realizaciones de la presente divulgación, los dispositivos y métodos pueden proporcionar confirmación independiente de que se estaba difundiendo una alarma y era audible para el usuario (por ejemplo, el sonido difundido era suficientemente fuerte para ser oído). Por ejemplo, esto puede implementarse mediante la supervisión por un micrófono, analizando los datos resultantes de dicha supervisión y proporcionando un estado de detección (por ejemplo, con respecto a si la alarma se difundió y era audible para un usuario).

Adicionalmente, por ejemplo, aunque pueden usarse una o más alarmas y/o confirmarse, una o más realizaciones de dispositivos y métodos de la presente divulgación pueden no realizar la comprobación para determinar qué alarma estaba sonando, sino solo determinar que se estaba difundiendo un sonido y era audible para un usuario. Por ejemplo, al menos en una realización, no se realiza la determinación de qué alarma estaba sonando debido a que una finalidad del algoritmo es determinar si la alarma era audible para un usuario, no realizar ensayo de verificación por software de, por ejemplo, la fuente de audio grabada en la máquina. Sin embargo, al menos en una realización, pueden usarse uno o más algoritmos para determinar qué alarma estaba sonando (por ejemplo, uso de la separación de notas para determinar entre dichas alarmas).

Sin embargo, por ejemplo, al menos en una realización, la información de frecuencia de los sonidos no se usa para detectar que se estaba difundiendo una alarma sonora y era audible para un usuario. Por ejemplo, dicha frecuencia de tonos puede no usarse debido a que puede añadir complicación y procesamiento adicional que no es necesario para una detección precisa de la alarma y porque gran parte del contenido de frecuencia se pierde y desplaza desde la fuente al altavoz, micrófono, muestreo digital y acústica del interior de la máquina y del entorno ambiente.

Una o más realizaciones de la presente divulgación proporcionan confirmación independiente de que se estaba difundiendo una señal audible (por ejemplo, un sonido, tal como una alarma o pitido) y era audible para un usuario.

Por ejemplo, dicha confirmación puede llevarse a cabo analizando los resultados de una grabación de audio capturada durante la difusión de la señal de audio esperada.

Al menos en una o más realizaciones, el análisis puede realizarse, por ejemplo, mediante un algoritmo que procesa la grabación, filtra la señal y aplica lógica para detectar la presencia de una señal. Adicionalmente, al menos en una o más realizaciones, el análisis puede incluir una o más de las siguientes características y/o procesos: una parte del algoritmo puede procesar el audio para comparar el alcance del detector y compensar el entorno de grabación predefinido; la señal de audio puede filtrarse para extraer información acerca de cualesquiera señales de audio potenciales en la grabación; un filtro usado puede ser una combinación de un filtro de diferencia/amplitud y un filtro paso bajo de primer orden; un filtro usado puede ser una combinación de filtros que sea fácil computacionalmente y proporcione eficientemente una señal a ser usada para detección; una parte de algoritmo que comprueba la amplitud filtrada respecto a criterios de detección de audio específicos; los criterios que pueden usarse por el algoritmo pueden predeterminarse basándose en la amplitud esperada, duración y el número de señales de audio en la grabación; y/o una parte del algoritmo puede proporcionar una salida de algoritmo de dichas condiciones lógicas indicativa de la presencia de una señal de audio específica en la grabación. Por ejemplo, dicha salida puede ser indicativa de, o prueba de que, el sonido de audio se estaba difundiendo, era audible para un usuario y el altavoz estaba en buen estado de funcionamiento.

Una o más realizaciones de la presente divulgación proporcionan un dispositivo y/o método que puede facilitar una confirmación independiente de una difusión de un sonido de audio (por ejemplo, probar que cuando se ordena sonar una alarma, se estaba ordenando correctamente, era audible para un usuario y el altavoz estaba en buen estado de funcionamiento); que pueden proporcionar criterios y condiciones de detección ajustables para adaptarse a diferentes características de la señal de audio o condiciones medioambientales; que puede proporcionar un algoritmo que sea computacionalmente simple y pueda implementarse con un hardware de bajo coste y aún dar rápidamente resultados; y/o puede proporcionar un algoritmo que sea robusto debido a que compruebe muchas características de la grabación, incluyendo amplitud, duración y número de señales de audio presentes.

Una realización de ejemplo de un dispositivo de tratamiento médico para su uso en proporcionar un tratamiento a un paciente (por ejemplo, que incluye una funcionalidad de confirmación por sonido del altavoz) incluye un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos (por ejemplo, los uno o más tipos de sonidos pueden incluir al menos uno de entre un sonido de alarma y un sonido de ensayo; el sonido de alarma puede incluir una pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia; cada sonido de ensayo puede incluir una nota que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia; etc.). Cada tipo de sonido puede asociarse con una firma sonora predefinida (por ejemplo, la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma puede incluir criterios basados en al menos uno de entre amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas, la firma sonora correspondiente a un sonido de ensayo puede incluir criterios basados en la amplitud y duración de la nota de los mismos). Adicionalmente, el dispositivo puede incluir un transductor acústico para generar una señal sonora representativa de un sonido cuando se difunde por el altavoz y un circuito de procesamiento configurado para ordenar al altavoz difundir un sonido de uno o más tipos de sonidos, supervisar y almacenar la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo cuando el altavoz se espera que difunda un sonido y determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario comparando la señal sonora almacenada con la firma sonora asociada con el tipo de sonido que se ha ordenado difundir.

Una realización de ejemplo de un método para un dispositivo de tratamiento médico (por ejemplo, que incluye una funcionalidad de confirmación por sonido de altavoz) puede incluir proporcionar un dispositivo de tratamiento médico que tenga un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos (por ejemplo, en el que los uno o más tipos de sonidos pueden incluir al menos uno de entre un sonido de alarma y un sonido de ensayo; cada sonido de alarma puede incluir una pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia; cada sonido de ensayo puede incluir una nota que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia; etc.). Adicionalmente, el método puede incluir ordenar al altavoz producir un sonido de los uno o más tipos de sonidos, en el que cada tipo de sonido se asocia con una firma sonora predefinida (por ejemplo, la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma puede incluir criterios basados en al menos uno de entre amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas, la firma sonora correspondiente a un sonido de ensayo puede incluir criterios basados en la amplitud y duración de la nota de los mismos, etc.). Aún más, el método puede incluir supervisar y almacenar una señal sonora generada por un transductor acústico durante un período de tiempo cuando el altavoz se espera que difunda un sonido y determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario comparando la señal sonora almacenada con la firma sonora asociada con el tipo de sonido que se ha ordenado difundir.

Otra realización de ejemplo de un dispositivo de tratamiento médico para su uso en proporcionar un tratamiento a un paciente (por ejemplo, que incluye una funcionalidad de confirmación por sonido del altavoz) puede incluir un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos (por ejemplo, los uno o más tipos de sonidos pueden incluir al menos uno de entre un sonido de alarma y un sonido de ensayo; el sonido de alarma puede incluir una pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia; cada sonido de ensayo puede incluir una nota que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia; etc.). Cada tipo de sonido puede asociarse con una firma sonora predefinida, en la que la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma o un sonido de ensayo es

independiente de la frecuencia. El dispositivo de tratamiento médico puede incluir adicionalmente un transductor acústico para generar una señal sonora representativa de un sonido cuando se difunde por el altavoz y un circuito de procesamiento configurado para ordenar al altavoz difundir un sonido de uno o más tipos de sonidos, supervisar y almacenar la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo cuando el altavoz se espera que difunda un sonido y determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario comparando la señal sonora almacenada con la firma sonora (por ejemplo, que es independiente de la frecuencia) asociada con el tipo de sonido que se ha ordenado difundir.

Otra realización más de ejemplo de un dispositivo de tratamiento médico para su uso en proporcionar un tratamiento a un paciente (por ejemplo, que incluye una funcionalidad de confirmación por sonido de altavoz) puede incluir un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos, en el que los uno o más tipos de sonidos incluye una pluralidad de tipos de sonidos de alarma (por ejemplo, cada tipo de sonido de alarma puede incluir una pluralidad diferente de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia). La pluralidad de tipos de sonidos de alarma puede asociarse con una firma sonora predefinida común, en el que la firma sonora predefinida común se basa al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas de cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma. El dispositivo de tratamiento médico puede incluir adicionalmente un transductor acústico para generar una señal sonora representativa de un sonido cuando se difunde por el altavoz y un circuito de procesamiento configurado para ordenar al altavoz difundir una alarma sonora de entre la pluralidad de tipos de sonidos de alarma, supervisar y almacenar la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo cuando el altavoz se espera que difunda un sonido de alarma y determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y si el sonido de alarma era audible para un usuario comparando la señal sonora almacenada con la firma sonora predefinida común asociada con la pluralidad de tipos de sonidos de alarma.

En uno o más de los sistemas y/o métodos de ejemplo, los uno o más tipos de sonidos pueden incluir una pluralidad de tipos de sonidos de alarma (por ejemplo, en el que cada tipo de sonido de alarma puede incluir una pluralidad diferente de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia). La pluralidad de tipos de sonidos de alarma puede asociarse con una firma sonora predefinida común (por ejemplo, la firma sonora predefinida común puede basarse al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas de cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma. En dicha circunstancia, por ejemplo, ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos puede incluir ordenar al altavoz difundir un sonido de alarma de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma y, adicionalmente, determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario puede incluir determinar si altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y si el sonido de alarma era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con la firma sonora predefinida común asociada con la pluralidad de tipos de sonidos de alarma.

Adicionalmente, en uno o más de los sistemas y/o métodos de ejemplo, los uno o más tipos de sonidos pueden incluir una pluralidad de tipos de sonidos de alarma, en el que cada tipo de sonido de alarma puede incluir una pluralidad diferente de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia. Cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma puede asociarse con una firma sonora predefinida, en el que la firma sonora predefinida se basa al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas de cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma y la separación entre la pluralidad de notas separadas. Adicionalmente, por ejemplo, en dicha circunstancia, ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos puede incluir ordenar al altavoz difundir un sonido de alarma de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma y, adicionalmente, determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario puede incluir determinar si altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y si el sonido de alarma era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con las firmas sonoras predefinidas asociadas con los tipos de sonidos de alarma.

Una o más de las realizaciones de dispositivos y/o métodos descritos en el presente documento pueden incluir una o más de las siguientes características y/o procesos: los criterios de una firma sonora correspondiente a un sonido de alarma o un sonido de ensayo pueden ser independientes de la frecuencia; donde el sonido es un sonido de ensayo, comparar la señal sonora almacenada con la firma sonora del sonido de ensayo puede incluir filtrar la señal sonora generada por el transductor acústico para proporcionar una señal sonora filtrada y comparar la amplitud de la señal sonora filtrada con un umbral de amplitud de la firma sonora (por ejemplo, un sonido de ensayo puede detectarse si la amplitud del sonido filtrado es mayor que el umbral de amplitud durante un tiempo que supera un umbral de tiempo de duración de la firma sonora); donde el sonido es un sonido de alarma, comparar la señal sonora almacenada con la firma sonora del sonido de alarma puede incluir filtrar la señal sonora generada por el transductor acústico para proporcionar una señal sonora filtrada y comparar la amplitud de la señal sonora filtrada con un umbral de amplitud de la firma sonora (por ejemplo, una nota de la pluralidad de notas que definen el sonido de alarma que se está detectando si la amplitud del sonido filtrado es mayor que el umbral de amplitud durante un tiempo que supera un umbral de tiempo de duración de la nota de la firma sonora y se detecta un sonido de alarma si el número de notas detectadas supera un número predeterminado dentro de un umbral de tiempo de duración de alarma de la firma sonora); filtrar la señal sonora generada por el transductor acústico puede incluir aplicar un filtro de amplitud/diferencia a la señal sonora y alisar a continuación la señal para proporcionar la señal sonora filtrada; aplicar un filtro de amplitud/diferencia a la señal sonora puede incluir realizar una derivada de la señal sonora; ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos puede incluir ordenar al altavoz difundir al menos dos sonidos de alarma diferentes que tienen

diferentes patrones de notas separadas (por ejemplo, en el que puede determinarse si el altavoz era operativo para difundir cada uno de los al menos dos sonidos de alarma diferentes); cada sonido de alarma de los al menos dos tipos diferentes de sonidos de alarma que tienen diferentes patrones de notas separadas puede incluir una o más notas que tienen al menos una de entre una amplitud diferente, una duración diferente y una frecuencia diferente de al menos otra nota de un sonido de alarma diferente; ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos puede incluir ordenar al altavoz difundir un sonido usando un accionador asociado con circuitos de control del dispositivo de tratamiento médico que controla el tratamiento de un paciente (por ejemplo, en el que puede determinarse si el altavoz era operativo para difundir el sonido; confirmando así el funcionamiento del accionador) y ordenar al altavoz difundir un sonido basándose en el uso de un accionador asociado con circuitos diferentes a los del circuito de control del dispositivo de tratamiento médico (por ejemplo, en el que puede determinarse si el altavoz era operativo para difundir el sonido; confirmando así la operación del accionador adicional); ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos puede incluir ordenar a un altavoz principal difundir un sonido (por ejemplo, en el que puede determinarse si el altavoz principal era operativo para difundir el sonido y ordenar a un altavoz de reserva difundir un sonido (por ejemplo, en el que puede determinarse si el altavoz de reserva era operativo para difundir el sonido); el dispositivo de tratamiento médico puede ser un aparato de tratamiento extracorpóreo de sangre; y/o los circuitos de procesamiento pueden configurarse para, o el método puede incluir, dar alarma o permitir que el dispositivo de tratamiento médico se coloque en un modo para proporcionar el tratamiento basándose en si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario.

El sumario anterior de la presente divulgación no se pretende que describa cada realización o cada implementación del mismo. Las ventajas, junto con una comprensión más completa de la presente divulgación, se harán evidentes y se apreciarán por referencia a la descripción detallada siguiente y a las reivindicaciones tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo de tratamiento médico de ejemplo que incluye aparato de entrada, aparato de salida (por ejemplo, aparato de visualización) y aparato de tratamiento que puede incluir funcionalidad de confirmación del sonido del altavoz como se ha descrito en el presente documento.

La FIG. 2 es una ilustración de un sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre de ejemplo que puede incluir funcionalidad de confirmación del sonido del altavoz tal como se describe en el presente documento.

La FIG. 3 es una ilustración gráfica de ejemplo de una pluralidad de sonidos de alarma, por ejemplo, para su uso en la descripción de la confirmación de sonido del altavoz.

La FIG. 4 es una ilustración gráfica de ejemplo de un sonido de ensayo, por ejemplo, para su uso en la descripción de la confirmación de sonido del altavoz.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques que representa una realización de ejemplo de un método que incluye confirmación de sonido del altavoz para un dispositivo de tratamiento médico, por ejemplo, tal como se muestra en general en las FIGS. 1-2.

La FIG. 6 es un diagrama de bloques de entrada/salida que muestra una realización de ejemplo de la funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz para un dispositivo de tratamiento médico, por ejemplo, tal como se muestra en general en las FIGS. 1-2.

La FIG. 7 es un diagrama de bloques que representa en general, y también una realización de implementación de ejemplo, para proporcionar confirmación de sonido del altavoz para un dispositivo de tratamiento médico, por ejemplo, tal como se muestra en general en las FIGS. 1-2.

Las FIGS. 8A-8B son representaciones gráficas de señales sonoras filtradas para su uso en la descripción de una o más realizaciones de confirmación de sonido del altavoz para un dispositivo de tratamiento médico, por ejemplo, tal como se muestra en general en las FIGS. 1-2.

Descripción detallada de las realizaciones de ejemplo

En la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas, se hace referencia a las figuras adjuntas de los dibujos que forman parte de la misma y que muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas que pueden ponerse en práctica. Se ha de entender que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden realizarse cambios estructurales sin apartarse de (por ejemplo, no obstante cayendo dentro de) el alcance de la divulgación presentada mediante el presente documento. La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Los dispositivos y métodos de ejemplo que proporcionan la funcionalidad de confirmación del altavoz para su uso en tratamientos médicos tales como, por ejemplo, tratamiento extracorpóreo de sangre, se describirán con referencia a las FIGS. 1-8. Será evidente para un experto en la materia que los elementos o procesos de una realización pueden

usarse en combinación con elementos o procesos de otras realizaciones y que las posibles realizaciones de dichos dispositivos y métodos que usan combinaciones de características expuestas en el presente documento no está limitada a las realizaciones específicas mostradas en las figuras y/o descritas en el presente documento. Adicionalmente, se reconocerá que las realizaciones descritas en el presente documento pueden incluir muchos elementos que no están necesariamente mostrados a escala. Aún más, se reconocerá que los tiempos de los procesos y el tamaño y forma de diversos elementos del presente documento pueden modificarse y aún caer dentro del alcance de la presente divulgación, aunque ciertos tiempos, una o más formas y/o tamaños o tipos de elementos, puedan ser ventajoso sobre otros.

Los dispositivos de ejemplo (por ejemplo, sistemas) y/o métodos pueden usar, o utilizar, la funcionalidad de confirmación del altavoz tal como se ha descrito en el presente documento para un sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre o para cualquier otro dispositivo o sistema de tratamiento médico (por ejemplo, sistemas de ventilación de cuidados intensivos, sistemas de bombas de infusión, sistemas de diálisis, sistemas de supervisión del paciente, sistemas de supervisión de la presión sanguínea, sistemas de diálisis peritoneal, etc.) que pueden beneficiarse del mismo. Dicha funcionalidad de confirmación del altavoz puede proporcionar un proceso para confirmación independiente de que se estaba difundiendo una alarma sonora y era audible para un usuario (por ejemplo, puede oírse por un usuario). Por ejemplo, dicho sonido de alarma puede difundirse mediante cualquier número de tipos de altavoces (por ejemplo, un altavoz principal de un dispositivo de tratamiento médico, un altavoz de reserva de un dispositivo de tratamiento médico, etc.).

El dispositivo de tratamiento médico 10 de ejemplo representado en la FIG. 1 puede usarse para ejecutar, o realizar, los métodos de ejemplo y/o procesos descritos en el presente documento. En al menos una realización, el dispositivo 10 puede ser una máquina para el tratamiento extracorpóreo de sangre (por ejemplo, véase la FIG. 2). El dispositivo 10 podría, por ejemplo, ser alternativamente un dispositivo de procesamiento sanguíneo o un dispositivo de preparación de un componente sanguíneo u otro aparato médico para suministro/recogida de fluidos.

Como se muestra, el dispositivo de tratamiento médico 10 de ejemplo incluye un aparato informático 12 (por ejemplo, uno o más procesadores). El aparato informático 12 puede configurarse para recibir entradas desde el aparato de entrada 20 y transmitir salidas al aparato de salida 22 (por ejemplo, aparato de visualización). Adicionalmente, el aparato informático 12 puede incluir almacenamiento de datos 14 (por ejemplo, memoria no volátil y volátil). El almacenamiento de datos 14 puede permitir el acceso a programas o rutinas de procesamiento 16 (por ejemplo, rutinas de control del tratamiento, rutinas de ensayo, rutinas de detección de sonido, rutinas para la visualización de información, etc.) y uno o más de otros tipos de datos 18 (por ejemplo, parámetros de operación, criterios de firma sonora para su uso al proporcionar la funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz, archivos de arranque, elementos gráficos, variables, imágenes, macros, etc.) que pueden emplearse para realizar, o llevar a cabo, métodos y/o procesos de ejemplo (por ejemplo, visualizar interfaces de usuario gráficas, acceder a datos almacenados en la memoria para su uso al proporcionar confirmación de sonido del altavoz, enviar alarmas, ejecutar un tratamiento, determinar problemas con un tratamiento, detectar defectos del sistema, filtrar procesos, detectar sonido, notificar a los operadores/usuarios los problemas, etc.) para su uso en la realización de un tratamiento médico.

El aparato informático 12 puede acoplarse operativamente al aparato de entrada 20 y al aparato de salida 22 para, por ejemplo, transmitir datos a y desde cada uno de los aparatos de entrada 20 y de los aparatos de salida 22. Por ejemplo, el aparato informático 12 puede acoplarse eléctricamente a cada uno de los aparatos de entrada 20 y de los aparatos de salida 22 usando, por ejemplo, conexiones eléctricas analógicas, conexiones eléctricas digitales, conexiones inalámbricas, conexiones basadas en bus, etc. Un operador puede proporcionar entradas al aparato de entrada 20 para manipular, o modificar, un tratamiento médico.

Adicionalmente, diversos dispositivos y aparatos pueden acoplarse operativamente al aparato informativo 12 para usarse con el aparato informático 12 para realizar uno o más procedimientos para tratamientos médicos así como la funcionalidad, métodos y/o lógica descrita en el presente documento. Como se muestra, el dispositivo 10 puede incluir aparatos de entrada 20, aparatos de salida 22 (por ejemplo, aparato de visualización, altavoces, etc.) y aparato de tratamiento 24 acoplado operativamente al aparato informático 12 (por ejemplo, de modo que el aparato informático 12 puede configurarse para usar información, o datos, desde el aparato 20, 22, 24 y proporcionar información, o datos, al aparato 20, 22, 24). El aparato de entrada 20 puede incluir cualquier aparato capaz de proporcionar entradas al aparato informativo 12 para realizar la funcionalidad, métodos y/o lógica descrita en el presente documento.

Por ejemplo, el aparato de entrada 20 puede incluir una pantalla táctil (por ejemplo, pantalla táctil capacitiva, pantalla táctil resistiva, pantalla táctil multi-toque, etc.), un ratón, un teclado, una bola de seguimiento, etc. Una pantalla táctil puede superponerse a un aparato de visualización de modo que, por ejemplo, un operador pueda usar la pantalla táctil para interactuar (por ejemplo, mediante toques) con una interfaz de usuario gráfica visualizada sobre el aparato de visualización. Por ejemplo, el aparato de entrada 20 puede permitir a un operador interactuar con una interfaz de usuario gráfica que incluye una zona de alarma que contiene, o representa, información relacionada con la alarma enviada. Adicionalmente, por ejemplo, el aparato de entrada 20 puede permitir a un operador interactuar con una interfaz de usuario gráfica para, por ejemplo, modificar uno o más parámetros del tratamiento, cambiar el tipo de tratamiento, etc. cuando se usa en conjunto con el aparato de visualización (por ejemplo, visualización de la interfaz de usuario gráfica).

5 Un aparato de visualización del aparato de salida 22 puede incluir cualquier aparato capaz de visualizar información para un operador, tal como una interfaz de usuario gráfica, etc., para realizar la funcionalidad, métodos y/o lógica descrita en el presente documento. Por ejemplo, el aparato de visualización puede incluir una pantalla de cristal líquido, una pantalla de diodos emisores de luz orgánicos, una pantalla táctil, una pantalla de tubo de rayos catódicos, etc.

10 Los programas o rutinas de procesamiento 16 pueden incluir programas o rutinas para realizar matemática computacional, matemática de matrices, algoritmos de normalización, algoritmos de comparación o cualquier otro procesamiento requerido para implementar uno o más métodos y/o procesos de ejemplo descritos en el presente documento. Los datos 18 pueden incluir, por ejemplo, parámetros operacionales, archivos de control del tratamiento, interfaces de usuario gráficas, datos de alarma, información de firma sonora (por ejemplo, criterios de firma), datos de fluidos, caudales, volúmenes de fluido, notificaciones, presiones, límites de presión, flujo sanguíneo, límites del flujo sanguíneo, tasas de eliminación de fluido, límites de eliminación de fluido, temperaturas objetivo de la sangre, límites de temperatura de la sangre, heurística indicativa de defecto, resultados de uno o más programas o rutinas de procesamiento empleados de acuerdo con la divulgación del presente documento o cualquier otro dato que pueda ser necesario para llevar a cabo los uno y/o más procesos o métodos descritos en el presente documento.

20 En una o más realizaciones, el dispositivo de tratamiento médico 10 puede implementarse usando uno o más programas informáticos ejecutados sobre ordenadores programables, tales como ordenadores que incluyen, por ejemplo, capacidades de procesamiento, almacenamiento de datos (por ejemplo, memoria volátil o no volátil y/o elementos de almacenamiento), dispositivos de entrada y dispositivos de salida. El código del programa y/o la lógica descrita en el presente documento pueden aplicarse para introducir datos para realizar la funcionalidad descrita en el presente documento y generar la información de salida deseada. La información de salida puede aplicarse como entrada a uno o más de otros dispositivos y/o métodos tal como se describe en el presente documento o como se aplicaría de forma conocida.

30 Los programas usados para implementar los métodos y/o procesos descritos en el presente documento pueden proporcionarse usando cualquier lenguaje programable, o código, por ejemplo, un procedimiento de alto nivel y/o lenguaje de programación orientado a objetos, o código, que sea adecuado para comunicar con un sistema informático. Cualquiera de dichos programas puede, por ejemplo, almacenarse en cualquier dispositivo adecuado, por ejemplo, un medio de almacenamiento, que sea legible mediante un programa de finalidad general o especial ejecutándose en un sistema informático (por ejemplo, que incluye un aparato de procesamiento) para configurar y operar el sistema informático cuando el dispositivo adecuado es leído para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. En otras palabras, al menos en una realización, el dispositivo de tratamiento médico 10 puede implementarse usando un medio de almacenamiento legible por ordenador, configurado con un programa informático, en el que el medio de almacenamiento así configurado hace que el ordenador funcione de forma específica y predefinida para realizar las funciones descritas en el presente documento. Adicionalmente, en al menos una realización, el dispositivo 10 puede describirse como implementado por lógica (por ejemplo, código objeto) codificado en uno o más medios no transitorios que incluyen código para su ejecución y, cuando se ejecuta por un procesador, es operativo para realizar las operaciones tales como los métodos, procesos y/o funcionalidad descritos en el presente documento.

45 El aparato informático 12 puede ser, por ejemplo, cualquier sistema informático fijo o móvil (por ejemplo, un controlador, un microcontrolador, un ordenador personal, miniordenador, etc.). La configuración exacta del aparato informático 12 no es limitativa y esencialmente puede usarse cualquier dispositivo capaz de proporcionar capacidades de cálculo y capacidades de control adecuadas (por ejemplo, control del sistema de alimentación, procesamiento del sistema de seguridad, procesamiento gráfico, control de un aparato de tratamiento médico, etc.).

50 Tal como se describe en el presente documento, un archivo digital puede ser cualquier medio (por ejemplo, memoria volátil o no volátil, un CD-ROM, una tarjeta perforada, una cinta magnética grabable, etc.) conteniendo bits digitales (por ejemplo, codificado en binario, trinario, etc.) que puede ser legible y/o escribible por un el aparato informático 12 descrito el presente documento. También, tal como se describe en el presente documento, un archivo en un formato legible por el usuario puede ser cualquier representación de datos (por ejemplo, texto ASCII, números binarios, números hexadecimales, números decimales, gráficamente, etc.) presentable en cualquier medio (por ejemplo, papel, una pantalla, etc.) legible y/o entendible por un operador.

60 A la vista de lo anterior, será fácilmente evidente que la funcionalidad tal como se describe en una o más realizaciones de acuerdo con la presente divulgación puede implementarse de cualquier manera tal como es conocido para un experto en la materia. En consecuencia, el lenguaje informático, el sistema informático o cualquier otro software/hardware que se haya de usar para implementar los procesos descritos en el presente documento no han de ser limitativos del alcance de los sistemas, procesos o programas (por ejemplo, la funcionalidad proporcionada por dichos sistemas, procesos o programas) descritos en el presente documento.

65 Los métodos y/o la lógica descrita en la presente divulgación, que incluye aquellos atribuidos a los sistemas, o diversos componentes constituyentes, puede implementarse, al menos en parte, en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos (por ejemplo, considerando también agentes tal como se explica en el presente

documento). Por ejemplo, diversos aspectos de las técnicas pueden implementarse dentro de uno o más procesadores, incluyendo uno o más microprocesadores, DSP, ASIC, FPGA o cualquier otro equivalente integrado o un circuito de lógica discreta, así como cualesquiera combinaciones de dichos componentes u otros dispositivos (por ejemplo, considerando también agentes tal como se explica en el presente documento). El término "procesador" o "circuitos de procesamiento" puede referirse en general a cualquiera de los circuitos de lógica anteriores, solos o en combinación con otros circuitos de lógica o cualquier otro circuito equivalente.

Dicho hardware, software y/o firmware puede implementarse dentro del mismo dispositivo o dentro de dispositivos separados para dar soporte a diversas operaciones y funciones descritas en la presente divulgación. Además, cualquiera de los componentes descritos pueden implementarse juntos o por separado como dispositivos lógicos discretos pero interoperativos. La representación de las diferentes características, por ejemplo, usando diagramas de bloques, etc., se pretende que destaque diferentes aspectos funcionales y no implica necesariamente que dichas características deban realizarse mediante componentes de hardware o software separados. Por el contrario, la funcionalidad puede realizarse mediante componentes de hardware o software separados o integrarse dentro de componentes de hardware o software comunes o separados.

Cuando se implementa en software, la funcionalidad adscrita a los sistemas, dispositivos y métodos descritos en la presente divulgación puede realizarse como instrucciones y/o lógica en un medio legible por ordenador tal como RAM, ROM, NVRAM, EEPROM, memoria FLASH, medios magnéticos de almacenamiento de datos, medios ópticos de almacenamiento de datos o similares. Las instrucciones y/o lógica pueden ejecutarse mediante uno o más procesadores para dar soporte a uno o más aspectos de la funcionalidad descrita en la presente divulgación.

El aparato de tratamiento 24 puede incluir cualquier aparato usado por un dispositivo de tratamiento médico de ejemplo (por ejemplo, un sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre capaz de realizar tratamientos extracorpóreos de sangre), tales como, por ejemplo, altavoces, micrófonos, bombas, depósitos, escalas, conjuntos de tratamiento, filtros, sensores de presión, etc. Por ejemplo, el aparato de tratamiento 24 puede incluir uno o más elementos, o componentes, del sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre 100 descrito en el presente documento con referencia a la FIG. 2.

Al menos en una realización, el dispositivo de tratamiento médico 10 puede realizar uno o más tratamientos médicos bajo el control del aparato informático 12 y puede incluir uno o más transductores acústicos o micrófonos (por ejemplo, un micrófono para supervisar el sonido del altavoz para su uso al proporcionar funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz tal como se describe en el presente documento, un micrófono como un dispositivo de entrada para que el aparato informático 12 proporcione archivos de audio grabados, etc.). Por ejemplo, dichos micrófonos pueden controlarse por el aparato informático 12 para ser operativos durante cualquier período de tiempo deseado (por ejemplo, dichos micrófonos pueden estar encendidos en todo momento en que la máquina esté encendida, dichos micrófonos pueden estar encendidos u operativos durante un corto período de tiempo, dichos micrófonos pueden usarse para supervisar el sonido durante un periodo de tiempo en el que se espera que el altavoz difunda sonido, etc.). Dichos micrófonos pueden ser cualquier transductor acústico adecuado para su uso en la conversión de las vibraciones de ondas sonoras en una señal sonora eléctrica que puede almacenarse y/o analizarse, tales como, por ejemplo, al proporcionar la funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz tal como se describe en el presente documento. Adicionalmente, la señal sonora eléctrica puede muestrearse, puede emplearse una conversión analógica a digital para proporcionar una representación digital de la misma, etc., por ejemplo, para proporcionar una señal sonora que pueda supervisarse, almacenarse y/o analizarse.

Al menos en una realización, el dispositivo 10 puede realizar uno o más tratamientos médicos bajo el control del aparato informático 12 y puede incluir uno o más altavoces (por ejemplo, un altavoz principal, un altavoz de reserva, etc.) para hacer sonar o difundir un sonido de alarma bajo el control del aparato informático 12. Dichos altavoces pueden ser de cualquier forma adecuada y accionarse para difundir sonidos de cualquier forma adecuada. Por ejemplo, pueden usarse convertidores de digital a analógico para proporcionar una señal analógica para el accionamiento del altavoz basándose en un comando digital enviado por un aparato informático 12. Adicionalmente, por ejemplo, pueden usarse códec para proporcionar una señal analógica para el accionamiento del altavoz. Dado que la funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz descrita en el presente documento es independiente de la configuración real del altavoz (por ejemplo, independiente de los componentes del altavoz, del accionador del altavoz, de los circuitos de potencia del altavoz, etc.), dicha funcionalidad de confirmación descrita en el presente documento puede aplicarse a cualquier configuración de altavoz a la que se ordena difundir un sonido.

Por ejemplo, un altavoz puede controlarse mediante un procesador de control de tratamiento para enviar un sonido de alarma (por ejemplo, un accionador bajo el control de un procesador de control del tratamiento puede controlarse para accionar el altavoz para difundir uno o más sonidos, tales como, un sonido de ensayo, un sonido de alarma, etc.). Adicionalmente, por ejemplo, puede controlarse un altavoz mediante uno o más procesadores, no relacionados y/o independientes del procesador de control del tratamiento, para enviar un sólido de alarma (por ejemplo, un accionador bajo el control de un procesador independiente del procesador de control del tratamiento, tales como, un procesador de seguridad, pueden controlarse para accionar el altavoz para difundir uno o más sonidos, tales como, un sonido de ensayo, un sonido de alarma, etc.). Por ejemplo, el dispositivo de tratamiento médico 10 puede incluir un altavoz primario controlable mediante un procesador de control del tratamiento (por ejemplo, un procesador que controla el

tratamiento de un paciente y capaz de detectar situaciones de alarma que puedan requerir controlar un sonido de alarma a ser difundido (por ejemplo, producido, hecho audible, etc.). Adicionalmente, por ejemplo, el dispositivo de tratamiento médico 10 puede incluir un altavoz de reserva controlable mediante un procesador del sistema de seguridad (por ejemplo, un procesador configurado para proporcionar redundancia, supervisar el funcionamiento del control del tratamiento, etc.). Por ejemplo, un altavoz de reserva puede usarse si un altavoz principal experimenta problemas (por ejemplo, la funcionalidad de confirmación del sonido ha detectado un problema con el altavoz principal, un sonido que se ha ordenado sea difundido no se ha confirmado, el sonido que se ha ordenado sea difundido se ha detectado como inaudible de modo que un usuario no puede oír el sonido de alarma, etc.).

El dispositivo de tratamiento médico 10 (por ejemplo, dispositivos que proporcionan terapias médicas) puede configurarse (por ejemplo, tal como con el uso de un procesador de sistema de seguridad) para realizar, por ejemplo, autodiagnósticos de encendido o diversos otros ensayos sobre la marcha (por ejemplo, cuando el dispositivo de tratamiento es encendido por un usuario, después de ciclos de alimentación del dispositivo, como parte del sistema de autodiagnóstico en proceso para asegurar que el dispositivo funciona con seguridad, etc.). Por ejemplo, uno o más de dichos ensayos pueden incluir: un ensayo de la tensión de alimentación; ensayo de precisión del reloj, ensayos de salud de baterías; y ensayos tales como, uno o más ensayos para determinar el funcionamiento apropiado de los altavoces del dispositivo. Por ejemplo, ensayos de confirmación de sonido del altavoz para determinar el funcionamiento apropiado de alarmas (por ejemplo, funcionalidad del altavoz, funcionalidad de la conectividad del altavoz, funcionalidad del accionador del altavoz, etc.) pueden realizarse bajo el control del aparato informático 12.

Por ejemplo, cuando el dispositivo de tratamiento médico 10 es encendido, puede realizarse un autodiagnóstico de encendido (un ensayo POST) para confirmar que un altavoz principal y un altavoz de reserva están operativos para difundir un sonido de ensayo y confirmar que el sonido de ensayo era audible para un usuario (por ejemplo, pueden difundirse pitidos cortos únicos a diferentes frecuencias). Adicionalmente, por ejemplo, cuando el dispositivo de tratamiento médico 10 es encendido, pueden realizarse también uno o más ensayos de confirmación de la alarma audible para confirmar que al menos un altavoz principal es operativo para difundir uno o más sonidos de alarma (por ejemplo, en donde dichos sonidos de alarma pueden ser una pluralidad de diferentes tipos de sonidos de alarma, tales como alarmas de alta prioridad, de media prioridad y de baja prioridad) y para confirmar que dichas alarmas eran audibles para un usuario.

Los algoritmos descritos en el presente documento para realizar la confirmación de sonido del altavoz pueden ponerse en funcionamiento desde cualquier modo operativo del dispositivo de tratamiento médico 10. Por ejemplo, dicha funcionalidad puede usarse en un modo de ensayo POST, puede usarse en y/o durante el suministro en modo de terapia, puede usarse en un modo de servicio o en cualquier otro momento según sea necesario para detectar la presencia de audio (por ejemplo, para determinar si el altavoz era operativo para difundir un sonido y si el sonido era audible para un usuario).

Como se usa en el presente documento, cuando se determina que un sonido de alarma es audible para un usuario, se determina que el sonido de alarma supera una cierta amplitud o nivel de volumen capaz de ser oído por un usuario. En otras palabras, un sonido de alarma inaudible puede confirmarse que ha sido difundido, pero puede no cumplir con el umbral de ser oído por un usuario (por ejemplo, el sonido puede no ser suficientemente alto, la amplitud del sonido puede no ser suficientemente grande para ser oído o puede no exceder algún otro umbral mínimo de nivel de amplitud).

Tal como se ilustra en las FIGS. 3-4, el altavoz del dispositivo de tratamiento médico 10 puede configurarse para difundir uno o más tipos de sonidos. Aunque puede difundirse cualquier sonido, en una o más realizaciones, el altavoz puede configurarse para difundir al menos sonidos de alarma y sonidos de ensayo. Por ejemplo, la FIG. 3 muestra una ilustración gráfica de una realización de ejemplo de una pluralidad de diferentes tipos de sonidos de alarma que incluyen una alarma de alta prioridad 200, una alarma de media prioridad 202 y una alarma de baja prioridad 204. Cada uno de los sonidos de alarma mostrados en la FIG. 3 incluyen una pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia (es decir, una frecuencia fundamental).

Por ejemplo, con referencia a la FIG. 3, la alarma de alta prioridad 200 incluye cinco notas que incluyen un primer conjunto de tres notas igualmente separadas 210 (es decir, separadas por un tiempo 212, tal como, por ejemplo, 120 ms) y un segundo conjunto de dos notas que tienen la misma separación (es decir, separadas por el tiempo 212, tal como, por ejemplo, 120 ms) como el primer conjunto. Sin embargo, el primer conjunto de notas está separado del segundo conjunto por una duración de tiempo 214 (por ejemplo, 390 ms) que es más larga que el tiempo de separación 212 entre las notas dentro del primer y segundo conjuntos. Cada una de las notas 210 tiene un tiempo de duración 216) por ejemplo, 150 ms con un tiempo de elevación de 25 ms y un tiempo de caída de 25 ms). La frecuencia (por ejemplo, frecuencia fundamental) de dichas notas 210 puede ser de aproximadamente 262 Hz (por ejemplo, una nota Do). La amplitud de la primera nota de la alarma de alta prioridad 200 se muestra que es ligeramente menor que las otras notas 210 de la alarma de alta prioridad 200.

Adicionalmente, por ejemplo, con referencia a la FIG. 3, la alarma de media prioridad 202 incluye tres notas igualmente separadas 220 (es decir, separadas por un tiempo 222, tal como, por ejemplo, 120 ms). Cada una de las notas 220 tiene un tiempo de duración 226) por ejemplo, 280 ms con un tiempo de elevación de 30 ms y un tiempo de caída de 100 ms). La frecuencia (por ejemplo, frecuencia fundamental) de dichas notas 220 puede ser de aproximadamente

262 Hz (por ejemplo, una nota Do). La amplitud de la primera nota 220 de la alarma de media prioridad 202 se muestra que es ligeramente menor que las otras notas 220 de la alarma de media prioridad 202. Aún más, por ejemplo, con referencia a la FIG. 3, la alarma de baja prioridad 204 incluye dos notas separadas 230 (es decir, separadas por un tiempo 232, tal como, por ejemplo, 170 ms). Cada una de las notas 230 tiene un tiempo de duración 236 por ejemplo, 280 ms con un tiempo de elevación de 30 ms y un tiempo de caída de 100 ms). La frecuencia (por ejemplo, frecuencia fundamental) de dichas notas 230 puede ser de aproximadamente 262 Hz (por ejemplo, una nota Do). Las amplitudes de las notas 230 de la alarma de baja prioridad 200 son sustancialmente las mismas.

Se reconocerá que los sonidos de alarma pueden incluir características variadas dentro de un sonido de alarma y entre sonidos de alarma y que la presente divulgación no está limitada a ningún perfil o perfiles de sonidos de alarma particulares. Por ejemplo, la duración de las notas puede diferir, el número de notas pueden diferir, la frecuencia de las notas puede diferir, la separación entre notas puede diferir y la duración de las notas puede diferir, dentro de cada uno de los sonidos de alarma de una pluralidad de tipos de sonidos de alarma y también entre dichos tipos de sonidos de alarma.

Adicionalmente, por ejemplo, la FIG. 4 es una ilustración gráfica de una realización de ejemplo de un sonido de ensayo 240 (por ejemplo, un pitido usado en un ensayo POST para confirmar el funcionamiento de uno o más altavoces). Por ejemplo, un sonido de ensayo puede incluir una nota (o una pluralidad en otras) que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia (es decir, una frecuencia fundamental). Como se muestra en la FIG. 4, por ejemplo, la nota 242 del sonido de ensayo 240 tiene un tiempo de duración 246 (por ejemplo, aproximadamente 50 ms con un tiempo de elevación de aproximadamente 10 ms y un tiempo de caída de aproximadamente 12,5 ms). La frecuencia (por ejemplo, frecuencia fundamental) de la nota 242 puede ser de aproximadamente 2777 Hz (por ejemplo, un tono más alto que la nota Do). La amplitud de la nota de ensayo se muestra también en la FIG. 4.

Se reconocerá que el sonido de ensayo puede ser de características variadas y que la presente divulgación no se limita a ningún perfil o perfiles de sonidos de ensayo particulares. Por ejemplo, la duración de la nota puede diferir, el número de notas puede diferir (por ejemplo, dos notas en lugar de una con una separación entre ellas como un sonido de alarma), la frecuencia de las notas puede diferir, etc.

En consecuencia, por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 3-4, cada tipo de sonido (por ejemplo, un sonido de alarma, un sonido de ensayo, etc.) se asocia con una firma sonora predefinida. Dichas firmas sonoras se usan por el dispositivo de tratamiento médico de modo que cuando lo difunden como resultado de una situación de alarma, un usuario puede distinguir entre diferentes tipos de sonidos de alarma, diferentes sonidos de ensayo, etc. Dichas firmas sonoras incluyen criterios que pueden usarse para proporcionar la funcionalidad de detección de sonido del altavoz (por ejemplo, para determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario). Por ejemplo, como se describe adicionalmente en el presente documento, la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma puede incluir criterios basados en al menos uno de entre amplitud y duración de al menos dos notas de una pluralidad de notas separadas. Adicionalmente, por ejemplo, como se describe adicionalmente en el presente documento, la firma sonora correspondiente a un sonido de ensayo puede incluir criterios basados en la amplitud y duración de la nota de los mismos.

Los dispositivos de ejemplo (por ejemplo, sistemas) y métodos de ejemplo realizados, o usados, por dichos sistemas de ejemplo, descritos en el presente documento que pueden proporcionar la funcionalidad de detección de sonido del altavoz pueden incluir sistemas tales como, por ejemplo, sistemas de diálisis. El término general de "diálisis" tal como se usa en el presente documento incluye hemodiálisis, hemofiltración, hemodiafiltración, hemoperfusión, diálisis hepática e intercambio terapéutico de plasma (TPE), entre otros procedimientos de tratamiento similares. Generalmente en diálisis, se lleva la sangre fuera del cuerpo y se expone a un dispositivo de tratamiento para separar sustancias de la misma y/o para añadir sustancias a la misma y se devuelve a continuación al cuerpo. Aunque los sistemas de tratamiento extracorpóreo de sangre capaces de realizar la diálisis en general (tal como se ha definido anteriormente, incluyendo TPE) se describirán en el presente documento con referencia al sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre de ejemplo de la FIG. 2, otros sistemas tales como los de infusión de fármacos, realización de terapia continua de reemplazo renal (CRRT), oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO), hemoperfusión, diálisis hepática, aféresis, TPE, etc. pueden beneficiarse de los dispositivos (por ejemplo, sistemas o aparatos) o métodos descritos en el presente documento y la presente divulgación no está limitada a ningún sistema de tratamiento particular.

Con referencia a la FIG. 2, se representa una realización ilustrativa de un sistema o aparato de tratamiento extracorpóreo de sangre 100, que incluye todas las características descritas con referencia al dispositivo 10 mostrado en la FIG. 1. El sistema 100 incluye una carcasa 110 que tiene una cara frontal 112. El sistema 100 incluye adicionalmente una o más bombas 120 usadas para mover líquidos a través del sistema como parte de un proceso de tratamiento. Aunque las bombas 120 se representan en la forma de bombas peristálticas, las bombas usadas en el sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre descritas en el presente documento pueden proporcionarse en una variedad de formas alternativas, por ejemplo, bombas de pistón, bombas para su uso con jeringas, bombas de diafragma, etc.

El sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre 100 incluye también, en una o más realizaciones, una pantalla 160

usada para transmitir información a un operador o usuario. La pantalla 160 puede servir también como un dispositivo de entrada si, por ejemplo, la pantalla 160 está en la forma de una pantalla táctil. Adicionalmente, por ejemplo, el sistema 100 puede incluir uno o más altavoces 113 para difusión de sonidos, tal como, por ejemplo, sonidos de alarma, sonidos de ensayo, etc. Aún más, por ejemplo, el sistema 100 puede incluir uno o más micrófonos 117 para entrada de información por parte del usuario, para supervisar los sonidos difundidos para su uso en la funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz, etc.

El sistema de tratamiento extracorpóreo de sangre 100 incluye también una o más escalas de depósito 130, cada una de las cuales se configura para mantener y pesar un depósito 132. Las escalas de depósito 130 se sitúan por debajo de un extremo inferior 114 de la carcasa 110, al menos en parte debido a que los depósitos 132 se fijan típicamente a, y cuelgan desde, las escalas de depósito 130.

Por ejemplo, el sistema 100 puede implementarse mediante una arquitectura de sistema generalizada que, por ejemplo, puede incluir un controlador del sistema de alimentación para su uso en proporcionar alimentación a diversos componentes del dispositivo de tratamiento médico, un procesador de control del tratamiento, por ejemplo, configurado para controlar el rendimiento de un tratamiento en un paciente y un procesador de seguridad, por ejemplo, configurado para vigilar o supervisar el procesador de control de tratamiento o las operaciones controladas por él que pueden todas acoplarse en una red de comunicación.

El sistema 100, tal como se muestra en la FIG. 2, examina típicamente de modo continuo como está funcionando un dispositivo como parte de un ensayo de autodiagnóstico en la alimentación y como parte del auto-ensayo del sistema sobre la marcha para asegurar que el dispositivo continúa funcionando con seguridad. Por ejemplo, los problemas pueden detectarse mediante la realización de uno o más de diversos ensayos (por ejemplo, tales como defectos de máquina, problemas de terapia, etc.) que dan como resultado uno o más tipos de sonidos de alarma (por ejemplo, alarmas de alta prioridad, alarmas de baja prioridad, alarmas de media prioridad, alarmas de perfusión, alarmas generales del sistema, etc.). Adicionalmente, por ejemplo, pueden realizarse también diversos ensayos de confirmación de sonido del altavoz tal como se ha descrito en el presente documento (por ejemplo, ensayos de altavoz POST, ensayos de altavoz sobre la marcha para ensayar la continuidad del altavoz cada vez que se enciende, etc.).

Un método 300 para un dispositivo de tratamiento médico que proporciona la funcionalidad de confirmación de sonido del altavoz se muestra en la FIG. 5 y se describirá con referencia a una o más de las figuras (por ejemplo, FIGS. 1-4 y 6-8). Por ejemplo, el método 300 puede incluir la reproducción de un tipo de sonido (bloque 302) por ejemplo, audio, tal como uno de una pluralidad de sonidos de alarma, un sonido de ensayo, etc.). Por ejemplo, tal como se describe en el presente documento, la reproducción del sonido puede iniciarse por la detección de una condición de alarma, ejecución de un ensayo POST, etc. Por ejemplo, dicho sonido de alarma puede reproducirse durante la terapia, durante los ensayos POST, en modo de servicio, etc. Adicionalmente, por ejemplo, el audio puede reproducirse bajo el control de un procesador de control del tratamiento, procesador de control de seguridad o cualquier otro circuito de control de un dispositivo de tratamiento médico (por ejemplo, el dispositivo 10, el sistema 100, etc.).

En una realización, puede realizarse una determinación de si detectar o no el audio que se está reproduciendo (bloque 304) (por ejemplo, si el método 300 necesita grabar audio (bloque 308) y proporcionar detección de sonido del altavoz o si no necesita ser llevado a cabo y el proceso se completa (bloque 306)). Por ejemplo, en una o más realizaciones, la confirmación de sonido del altavoz puede hacerse innecesaria y el método 300 puede realizarse (bloque 306) incluso aunque se reproduzca audio (bloque 302). Por ejemplo, el audio que se está reproduciendo puede ser una alarma de audio de alta prioridad (por ejemplo, véase la FIG. 3) que se repite a sí misma múltiples veces. Si, por ejemplo, el proceso de confirmación de sonido del altavoz determinó, después de que se reprodujera la alarma de audio de alta prioridad la primera vez, que el altavoz era operativo para difundir la alarma de audio de alta prioridad y que la alarma era audible para un usuario, entonces cuando la alarma de audio de alta prioridad se reproduce la segunda, o tercera, vez, el proceso 300 puede determinar que es innecesario confirmar adicionalmente la difusión de la alarma de audio de alta prioridad.

Si, sin embargo, si se determina que la confirmación de sonido del altavoz ha de realizarse con respecto al audio reproducido (bloque 302), entonces, de acuerdo con el bloque de decisión 304, se usa el transductor acústico para grabar el audio reproducido (bloque 308). Por ejemplo, el transductor acústico puede usarse para generar una señal sonora representativa del sonido de audio reproducido cuando se difundió por el altavoz. Por ejemplo, el transductor acústico puede configurarse para grabar el audio reproducido o sonido durante un periodo de tiempo en el que se espera que el altavoz difunda el sonido. Por ejemplo, si el audio reproducido es un sonido de ensayo, el transductor acústico puede configurarse durante un periodo de tiempo correspondiente a la duración de un sonido de ensayo (por ejemplo, incluyendo una cierta cantidad de tiempo antes y después del tiempo de difusión esperado) para grabar el sonido. Análogamente, por ejemplo, si el audio reproducido es un sonido, tal como un sonido de alarma, el transductor acústico puede configurarse durante un breve tiempo correspondiente a la duración del sonido de alarma (por ejemplo, incluyendo un cierto tiempo antes y después del tiempo de difusión esperado del sonido de alarma) para grabar el sonido.

El audio grabado puede almacenarse para análisis mediante un algoritmo o proceso de detección de sonido (bloque 310) o el audio puede presentarse, en tiempo real, para análisis mediante un algoritmo o proceso de detección de

sonido (bloque 310) (por ejemplo, puede almacenarse en una memoria no volátil, memoria volátil, etc.; puede presentarse para análisis en tiempo real, dentro de un cierto marco de tiempo, etc.; dicho análisis puede realizarse según se controla por el aparato informático del dispositivo de tratamiento médico; etc.). Generalmente, en una o más realizaciones, la entrada de audio 340 puede ser cualquier entrada representativa de la señal sonora (por ejemplo, detectada por el transductor acústico), incluyendo, por ejemplo, una señal de audio en bruto, una señal de audio comprimida (por ejemplo, comprimida usando MP3, AAC, FLAC, WMA, etc.), contenido de una señal de audio comprimida (por ejemplo, el contenido de frecuencia y contornos de volumen de una señal de audio comprimida en MP3), etc. Al menos en una realización tal como se muestra en la FIG. 5 y también en el diagrama de entrada/salida de la FIG. 6, la entrada de audio (ENTR_AUDIO) 340 (por ejemplo, un sonido de ensayo o un sonido de alarma), por ejemplo, tal como después del preprocesamiento usando escalado, filtrado, etc., puede someterse mediante un algoritmo de análisis 350 del algoritmo de detección de sonido 310 dando como resultado una salida indicativa de si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario (por ejemplo, si un sonido de ensayo que se ha ordenado difundir fue difundido realmente por el altavoz y era realmente audible para un usuario (POST_DETECTADO 342) o si un sonido de alarma que se ha ordenado difundir se difundió realmente por el altavoz y era realmente audible para un usuario (ALARMA_DETECTADA 344). Adicionalmente, como se muestra en la FIG. 6, puede proporcionarse una salida de señal filtrada (SAL_FILTRO 341) como una salida para su uso en uno o más de otros procesos del sistema (por ejemplo, diagnósticos, etc.).

Si, por ejemplo, en una o más realizaciones, la salida o decisión 342 del algoritmo de análisis 350 determina que se detectó un sonido de ensayo que se ordenó difundir (bloque 302) confirmando que el altavoz era operativo para difundir el sonido de ensayo y que el sonido de ensayo era audible para un usuario (bloque 312), entonces se completa el método 300 (bloque 306). Si, por ejemplo, en una o más realizaciones, la salida o decisión 342 del algoritmo de análisis 350 determina que no se detectó un sonido de ensayo que se ordenó difundir (bloque 302) confirmando que el altavoz no era operativo para difundir el sonido de ensayo o que el sonido de ensayo no era audible para un usuario (bloque 312), entonces se toman acciones a la vista del ensayo de sonido fracasado (bloque 317). Por ejemplo, dichas acciones pueden incluir reproducir el sonido de ensayo y re-ejecutar la detección del sonido, declarar un defecto del altavoz e invocar al altavoz de reserva, proporcionar una alarma visual de un defecto del sistema, etc.

Si, por ejemplo, en una o más realizaciones, la salida o decisión 344 del algoritmo de análisis 350 determina que se detectó un sonido de alarma que se ordenó difundir (bloque 302) confirmando que el altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y que el sonido de alarma era audible para un usuario (bloque 314), entonces se completa el método 300 (bloque 316). Si, por ejemplo, en una o más realizaciones, la salida o decisión 344 del algoritmo de análisis 350 determina que no se detectó un sonido de alarma de audio que se ordenó difundir (bloque 302) confirmando que el altavoz no era operativo para difundir el sonido de alarma o que el sonido de alarma no era audible para un usuario (bloque 314), entonces se toman acciones a la vista de la detección fracasada (bloque 314). Por ejemplo, puede determinarse si debería realizarse un nuevo ensayo 318. Si, por ejemplo, ha de realizarse un nuevo ensayo 318, entonces el proceso se reinicia mediante la reproducción de la alarma de audio. Si se decide no volver a ensayar 318, entonces se toman acciones a la vista del ensayo de sonido de alarma de audio fracasado (bloque 320). Por ejemplo, dichas acciones pueden incluir declarar un defecto del altavoz y llamar al altavoz de reserva, proporcionar una alarma visual de un defecto del sistema, etc. Una vez se toman dichas acciones (bloque 320), el método 300 está completo (bloque 316).

En una o más realizaciones, el algoritmo o proceso 310 puede diseñarse para ser llamado desde la terapia, el POST o los modos de servicio según sea necesario para detectar el audio desde un archivo pregrabado. Al menos en una realización, el algoritmo no necesita procesar el audio en tiempo real o ejecutarse después de que se haya determinado que el sonido era audible para un usuario. Después de ser llamado, y después de que se realice el algoritmo 310, el llamante decide qué acción necesita adoptarse, tal como la re-ejecución del ensayo sobre un nuevo conjunto de archivos de audio, declarar un defecto del altavoz e invocar al altavoz de reserva, etc.

El algoritmo de análisis 350 del algoritmo o proceso 310, tal como se muestra en general por los bloques más grandes de la FIG. 7 (por ejemplo, 350, 360 y 370) y también se muestra más específicamente con respecto a una o más implementaciones particulares del algoritmo dentro de los bloques del diagrama de bloques de la FIG. 7 (por ejemplo, una implementación de filtro, una implementación de escalado, lógica para detectar un sonido de ensayo, lógica para detectar un sonido de alarma, etc.), usa las firmas de sonido correspondientes a los diferentes tipos de sonidos (por ejemplo, sonidos de ensayo, uno o más sonidos de alarma de una pluralidad de sonidos de alarma, etc.) para determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido es audible para un usuario (por ejemplo, es mayor que un umbral audible deseado de modo que un usuario sería capaz de oír el sonido). Por ejemplo, el algoritmo 350 confirma si una firma sonora asociada con un sonido que se ordena difundir está presente dentro de un sonido grabado tomado o grabado durante un período de tiempo en el que el altavoz se esperaba que difundiera el sonido. Se usan diversos criterios de firmas sonoras para realizar una determinación de si la firma sonora está presente dentro del sonido grabado.

Por ejemplo, dicho criterio de las firmas sonoras pueden incluir criterios basados en la duración de las notas dentro del sonido (por ejemplo, una nota de sonido de ensayo, una nota o una o más notas de un sonido de alarma, etc.), la amplitud de las notas dentro del sonido, separación entre una o más notas del sonido (por ejemplo, separación entre una o más notas de un sonido de alarma), etc. Sin embargo, al menos en una realización, los criterios de las firmas

sonoras usados para realizar una determinación de si la firma sonora está presente dentro del sonido grabado son independientes de la frecuencia (por ejemplo, reduciendo así la complejidad de los cálculos usados para realizar la determinación).

- 5 Por ejemplo, tal como se describe en el presente documento, los criterios de firma sonora usados para realizar la determinación de si la firma sonora de un sonido de alarma está presente dentro del sonido grabado puede incluir criterios basados al menos en la amplitud y duración de al menos una nota del sonido de alarma (por ejemplo, al menos dos notas de una pluralidad de notas separadas). Adicionalmente, por ejemplo, el criterio de firma sonora usado para realizar la determinación de si la firma sonora de un sonido de ensayo está presente dentro del sonido grabado puede incluir criterios basados en la amplitud y duración de la nota del mismo. Al menos en una realización, pueden usarse criterios de firma sonora separados para cada sonido de alarma de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma para realizar la determinación de si la firma sonora de un sonido de alarma ordenado está presente dentro del sonido grabado. Al menos en una o más de otras realizaciones, puede usarse una firma sonora predefinida común asociada con una pluralidad de tipos de sonidos de alarma para realizar la determinación de si la firma sonora de un sonido de alarma ordenado está presente dentro del sonido grabado (por ejemplo, la firma sonora predefinida común puede basarse en el criterio de denominador común, común a todos de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma).

Por ejemplo, en donde el sonido que se ha ordenado difundir es un sonido de ensayo, el audio grabado de la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo en el que se esperaba que el altavoz difundiera el sonido de ensayo (por ejemplo, una señal sonora escalada y filtrada) se compara con la firma sonora que incluye el criterio de firma sonora (bloque 352) (por ejemplo, pueden difundirse pitidos cortos únicos a diferentes frecuencias por un altavoz teniendo todos los pitidos la misma firma sonora de ensayo o dichos pitidos puede tener diferentes firmas sonoras de ensayo). Al menos en una realización, por ejemplo, la amplitud de la señal sonora se compara con el umbral de amplitud de la firma sonora para el sonido de ensayo. Un sonido de ensayo puede detectarse si la amplitud de la señal sonora es mayor que el umbral de amplitud durante un tiempo que supera un umbral de tiempo de duración de la firma sonora. Por ejemplo, el criterio de firma sonora puede incluir un umbral de amplitud y un umbral de duración que cuando se superan conducen a una confirmación de que el altavoz que se ha ordenado difundir el sonido de ensayo era operativo para hacer esto y el sonido de ensayo era audible para el usuario. Por ejemplo, si la señal sonora grabada incluye una parte de señal que tiene una amplitud que supera el 45 % del volumen normal del sistema (por ejemplo, un volumen del sistema mínimo; que puede usarse como el umbral de amplitud de la firma sonora) durante al menos la mitad de la duración del sonido de ensayo (por ejemplo, una duración mínima, tal como 2 ms; que puede usarse como el umbral de duración de la firma sonora), puede detectarse un sonido de ensayo confirmando que el altavoz era operativo para difundir el sonido de ensayo y que el sonido de ensayo sería audible para un usuario.

Adicionalmente, por ejemplo, pueden difundirse cortos pitidos únicos a diferentes frecuencias por un altavoz para realizar un ensayo POST. Todos los pitidos pueden ser detectables usando el mismo criterio de firma sonora de ensayo o cada pitido puede ser detectable basándose en diferentes criterios de firma sonora de ensayo para cada pitido.

Adicionalmente, por ejemplo, en donde el sonido que se ha ordenado difundir es un sonido de alarma de una pluralidad de diferentes tipos de sonidos de alarma y se usa una firma sonora predefinida común, el audio grabado de la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo en el que se esperaba que el altavoz difundiera el sonido de alarma (por ejemplo, una señal sonora escalada y filtrada) se compara con la firma sonora predefinida común que incluye el criterio de firma sonora (bloque 354). Al menos en una realización, por ejemplo, la amplitud de la señal sonora se compara con un umbral de amplitud de la firma sonora predefinida común para la pluralidad de diferentes tipos de sonidos de alarma. Una o más notas de la pluralidad de notas que definen el sonido de alarma pueden detectarse si la amplitud de la señal sonora es mayor que el umbral de amplitud durante un tiempo que supera un umbral de tiempo de duración de la firma sonora predefinida común. Por ejemplo, el criterio de firma sonora predefinida común para detectar una nota de un sonido de alarma puede incluir un umbral de amplitud y un umbral de duración. Si la existencia de un número predeterminado de notas detectadas dentro de la señal sonora grabada (por ejemplo, determinada basándose en el criterio de señal sonora predefinida común tal como amplitud y duración) supera un número predeterminado de notas dentro de un umbral de tiempo de duración de alarma de la firma sonora predefinida común, entonces se determina que se ha detectado un sonido de alarma. Dicha detección del sonido de alarma confirma que el altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y que el sonido de alarma era audible para un usuario.

Por ejemplo, una firma sonora predefinida común de ejemplo puede incluir criterios que se satisfacen por cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, un criterio de umbral de amplitud para la firma sonora predefinida común para alarmas de alta prioridad, alarmas de media prioridad y alarmas de baja prioridad puede ser una amplitud que exceda el 45 % del volumen normal del sistema (por ejemplo, un volumen del sistema mínimo; que puede usarse como un umbral de amplitud común para todos los tipos de sonidos de alarma).

Adicionalmente, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, un umbral de tiempo de duración de la nota para detectar una nota para alarmas de alta prioridad, alarmas de media prioridad y alarmas de baja prioridad puede basarse en la duración más corta de una nota usada para definir dichas alarmas. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, una alarma de alta prioridad 200 incluye notas 210 que tienen la duración más corta (por ejemplo, 150 ms). En

consecuencia, un criterio de umbral de tiempo de duración de la nota para su uso en la detección de una nota de un sonido de alarma cuando se usa una firma sonora predefinida común puede ser de 100 ms (por ejemplo, una duración de tiempo de nota mínimo; que puede usarse como un umbral de duración de tiempo de nota común para todos los tipos de sonidos de alarma).

Aún más, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, un umbral de número predeterminado de notas para detectar un sonido de alarma para alarmas de alta prioridad, alarmas de media prioridad y alarmas de baja prioridad puede basarse en el menor número de notas usado para definir dichas alarmas. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, la alarma de baja prioridad 204 incluye dos notas 230. En consecuencia, un sonido de alarma en esta realización de ejemplo no puede detectarse hasta que se hayan detectado al menos dos notas.

Aún más adicionalmente, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, un umbral de tiempo de duración de alarma para detectar un sonido de alarma para alarmas de alta prioridad, alarmas de media prioridad y alarmas de baja prioridad puede basarse en la alarma con la duración más corta. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, las al menos dos notas en la alarma de baja prioridad 204 deben detectarse en 0,8 segundos. En consecuencia, un criterio de umbral de tiempo de duración de alarma para su uso en la detección de un sonido de alarma (por ejemplo, con al menos dos notas) cuando se usa una firma sonora predefinida común puede ser de 1 s (por ejemplo, una duración de tiempo de alarma mínimo; que puede usarse como un umbral de duración de tiempo de alarma común para todos los tipos de sonidos de alarma). En otras palabras, cada una de las alarma de alta prioridad, alarma de media prioridad y alarma de baja prioridad incluye al menos dos notas detectables dentro de un tiempo de alarma mínimo de 1 s.

Por lo tanto, al menos en esta realización ilustrativa con este conjunto de ejemplo del criterio de firma sonora común para la alarma de alta prioridad, la alarma de media prioridad y la alarma de baja prioridad, el algoritmo 354 determina si la señal sonora grabada incluye partes de señal reconocibles como notas de un sonido de alarma (por ejemplo, partes de la señal sonora que tienen una amplitud que supera el 45 % del volumen normal del sistema durante al menos un umbral de tiempo de duración de nota de 100 ms). Si existen al menos dos partes de señal representativas de notas en la señal sonora grabada dentro de un umbral de tiempo de alarma mínimo de 1 s, entonces se detecta un sonido de alarma (por ejemplo, confirmar que el altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y que el sonido de alarma sería audible para un usuario).

Adicionalmente, por ejemplo, en donde el sonido que se ha ordenado difundir es una alarma de audio de una pluralidad de diferentes tipos de alarma de audio y cada tipo de sonido de alarma tiene su propia firma sonora separada, el audio grabado de la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo en el que se esperaba que el altavoz difundiera el sonido de alarma (por ejemplo, una señal sonora escalada y filtrada) puede compararse con cada firma sonora separada que incluye el criterio de firma sonora. Por ejemplo, dicha comparación puede realizarse usando uno o más procesos diferentes. Por ejemplo, una comparación de la señal sonora grabada puede compararse con cada una de las firmas sonoras asociadas con cada tipo diferente de sonido de alarma. Adicionalmente, por ejemplo, puede usarse el mismo proceso que usa una firma sonora predefinida común para determinar la existencia de un sonido de alarma y, con ello, puede usarse el criterio de firma sonora basado en la separación entre notas de diferentes tipos de sonidos de alarma para distinguir entre los diferentes tipos de sonidos de alarma. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, la separación de notas entre notas de alarma de alta prioridad es variada e incluye al menos una nota más larga entre los conjuntos de notas que pueden usarse para distinguir la alarma de alta prioridad de las otras alarmas, la separación de nota entre la alarma de prioridad media y la alarma de prioridad baja es diferente (por ejemplo, 120 ms respecto a 170 ms); etc.

Adicionalmente, por ejemplo, cuando se desea distinguir entre el tipo de sonidos de alarma, pueden usarse otras características de las alarmas. Por ejemplo, la duración global del sonido de alarma puede usarse para distinguir las alarmas (por ejemplo, teniendo la alarma de alta prioridad una duración más larga que la alarma de media prioridad y teniendo la alarma de media prioridad una duración más larga que la alarma de baja prioridad), el número de notas detectadas puede usarse para distinguir las alarmas (por ejemplo, teniendo la alarma de alta prioridad más notas que la alarma de media prioridad y teniendo la alarma de media prioridad más notas que la alarma de baja prioridad), etc.

Como se muestra en la FIG. 7, antes de que se aplique el algoritmo de análisis 350 del algoritmo o proceso 310, pueden realizarse diversos tipos de preprocesamientos sobre la entrada de audio 340, tal como se muestra en general en la FIG. 7 (por ejemplo, 360 y 370). Por ejemplo, la entrada de audio 340 puede escalarse (bloque 360) para incrementar la sensibilidad del detector cuando es necesario, por ejemplo, a bajos volúmenes a costa de menos audios que puedan ser más fáciles de detectar. Adicionalmente, por ejemplo, la señal escalada puede filtrarse (bloque 370) usando una o más de diferentes implementaciones de filtro. Por ejemplo, la señal de interés (por ejemplo, a ser comparada con la firma sonora) puede amplificarse tomando una derivada de la misma, puede aplicarse un filtro de alisado, puede promediarse a lo largo del tiempo, puede integrarse, etc. Se reconocerá que pueden realizarse diversos tipos de preprocesamientos siendo uno o más tipos de procesamiento más beneficiosos que otros para la detección de los sonidos difundidos.

Se muestran una o más implementaciones de ejemplo del algoritmo 310 dentro de los bloques del diagrama de bloques de la FIG. 7 (por ejemplo, una implementación de filtro, una implementación de escalado, lógica para detectar un sonido de ensayo, lógica para detectar un sonido de alarma, etc.). Aunque se muestra y describe una implementación

más detallada, se reconocerá por un experto en la materia que pueden usarse también diversas otras implementaciones que usen los conceptos generales descritos en el presente documento.

Como se muestra en la FIG. 7, en una realización, puede presentarse una señal de audio en bruto 340 (por ejemplo, una entrada de archivo de audio tal como se grabó desde un micrófono; tal como, por ejemplo, un audio modulado en impulsos codificados (PCM) sin comprimir de 16 bits a 24.000 Hz; aunque la entrada de audio necesaria no sea una señal de audio en bruto como se ha descrito previamente en el presente documento y escalada usando preprocesamiento 360 de escalado de entrada. Por ejemplo, dicho escalado de entrada 462 puede incluir primero la conversión de la señal de audio en bruto 342 en una duplicación y a continuación dividirla por 32.768 para adaptarla a un rango de -1 a +1 del detector usado para comparación de amplitud. Adicionalmente, por ejemplo, la señal puede escalarse mediante un factor de escala (por ejemplo, 16) para compensar el audio absorbido dentro de una carcasa del dispositivo de tratamiento médico. Por ejemplo, esto puede incrementar la sensibilidad del detector cuando es necesario a bajos volúmenes a costa de menores audios que puedan ser más fáciles de detectar.

La señal escalada resultante 463 puede presentarse entonces a preprocesamiento de filtro 370. Por ejemplo, el preprocesamiento de filtro 370 puede incluir un primer filtrado de la señal escalada 463 tomando la diferencia y calculando a continuación la amplitud 472-474 (por ejemplo, se realiza un cálculo de diferencia $(z-1)/z$; el resultado se eleva al cuadrado y a continuación se toma la raíz cuadrada del resultado al cuadrado). Adicionalmente, por ejemplo, tomar la derivada de la señal puede proporcionar un proceso para amplificar la señal de interés (por ejemplo, partes de la señal correspondientes a sonidos de ensayo, notas, etc.) sin alterar el contenido en frecuencia.

Puede aplicarse entonces, por ejemplo, un segundo filtro 476 (por ejemplo, para proporcionar alisado de la señal). Por ejemplo, el segundo filtro puede ser un filtro de primer orden simple con una constante de tiempo de 0,005 segundos. Esto puede crear, por ejemplo, una señal de amplitud en claro (por ejemplo, la señal filtrada 500) que puede usarse para detectar la presencia de un sonido de audio cuando se realiza la comparación con el criterio de firma sonora correspondiente al mismo.

La FIG. 8A muestra una salida de señal filtrada 501 de ejemplo después del preprocesamiento de filtrado 370 de una alarma de alta prioridad a múltiples niveles de volumen en un entorno ruidoso. Se observa que la señal filtrada 501 incluye partes de señal 502 correspondientes a notas de la alarma de alta prioridad (véase, la FIG. 3). Se muestran señales filtradas a cuatro volúmenes audibles diferentes en la FIG. 8A (por ejemplo, siendo el volumen audible 517 el 100 % del volumen, siendo el volumen audible 518 el 85 % del volumen, siendo el volumen audible 519 el 65 % del volumen y siendo el volumen audible 520 el 45 % del volumen) para ilustrar los diferentes niveles de volumen audible (por ejemplo, aquellos que pueden ser audibles para un usuario y aquellos que no pueden serlo). La FIG. 8B muestra una salida de señal filtrada 503 de ejemplo después del preprocesamiento de filtrado 370 de un sonido de ensayo (por ejemplo, pitido de POST) a un nivel de volumen en un entorno ruidoso. Se observa que la señal filtrada 503 incluye una parte de señal 504 correspondiente a la nota del sonido de ensayo (véase, la FIG. 4).

La señal filtrada 500 resultante puede presentarse a continuación para análisis mediante el algoritmo 350 para confirmar si está presente una firma sonora (por ejemplo, correspondiente a un sonido de ensayo, un sonido de alarma, etc.) dentro del audio grabado. Por ejemplo, puede aplicarse la lógica del sonido de ensayo 352 para confirmar si está presente una firma sonora de ensayo dentro de la grabación y/o puede aplicarse la lógica del sonido de alarma 354 para confirmar si está presente una firma sonora de alarma dentro de la grabación.

Por ejemplo, en al menos una realización, la lógica de sonido de ensayo 352 puede incluir usar lógica de confirmación 494 para comprobar si la señal filtrada 500 es mayor que o igual a 0,1 (por ejemplo, el criterio de umbral de amplitud 495 de la firma sonora de ensayo) durante 0,02 segundos o 20 ms (por ejemplo, el criterio de umbral de tiempo de duración 496 de la firma sonora de ensayo). Si se confirma por la lógica de confirmación 494 que está presente la firma sonora de ensayo, entonces la señal se bloquea y no puede reponerse por la lógica de cerrojo 497. Se proporciona una salida POST_DETECTADO 342 verdadero tras la confirmación de que está presente el sonido de ensayo. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 8B, tras la satisfacción del criterio de firma sonora, un estado de falso 506 se cambia a un estado de verdadero 508 indicativo de una determinación de que el altavoz era operativo para difundir el sonido de ensayo y que el sonido sería audible para un usuario.

Adicionalmente, por ejemplo, en al menos una realización, la lógica de sonido de alarma 354 puede incluir usar lógica de confirmación 484 para comprobar si la señal filtrada 500 es mayor que o igual a 0,4 (por ejemplo, el criterio de umbral de amplitud 488 de la firma sonora de alarma) durante 0,1 segundos o 100 ms (por ejemplo, el criterio de umbral de tiempo de duración de la nota 489 de la firma sonora de alarma). Si se confirma por la lógica de confirmación de la nota 484 que está presente el criterio de firma sonora de la nota, entonces la lógica de mantenimiento 493 mantiene la cuenta de la nota en uno y continúa buscando partes de señal adicionales que satisfagan el criterio de firma sonora de la nota dentro de 1 segundo (por ejemplo, el criterio de umbral de duración de tiempo de alarma 490 de la firma sonora de alarma). Al mismo tiempo que la lógica de mantenimiento 493 almacena una cuenta de notas cuando se confirma que está presente una nota, dicha cuenta de notas se proporciona también a la lógica de conteo 498.

Si no se confirma que están presentes dos o más notas (por ejemplo, un número predeterminado de criterios de notas

492 de la firma sonora de alarma) dentro del criterio de umbral de duración de tiempo de alarma 490 (por ejemplo, 1 segundo), entonces se realiza una reposición de la lógica de conteo 498 bajo el comando de la lógica de mantenimiento 493. La lógica puede continuar a continuación buscando partes de señal que satisfagan el criterio de firma sonora de la nota durante un período de tiempo (por ejemplo, 1 minuto) tal como se fija por la lógica de conteo 498. Si, sin embargo, se confirma por la lógica de conteo 498 que se han confirmado al menos dos notas dentro de la señal filtrada 500 (por ejemplo, confirmado por la lógica de confirmación de la nota 484) entonces se bloquea una señal de confirmación por la lógica de cerrojo 499 y no puede reponerse. Se proporciona una salida de ALARMA_DETECTADA a verdadero 344 tras la confirmación de que el sonido de alarma está presente dentro de la señal filtrada 500. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 8A, tras la satisfacción del criterio de firma sonora (por ejemplo, al menos dos notas identificadas), se cambia un estado de falso 512 a un estado de verdadero 514 después de que se haya detectado o confirmado la segunda nota, indicativo de una determinación de que el altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y que el sonido era audible para un usuario.

Cada una de las alarma de alta prioridad, alarma de media prioridad y alarma de baja prioridad pueden confirmarse de la misma manera tal como se ha descrito anteriormente cuando se ordena sea difundida por el altavoz (por ejemplo, se usa un criterio de firma sonora predefinido común; siendo común el criterio a todas estas alarmas). En consecuencia, esta lógica no diferencia entre las diferentes alarmas, pero dicha diferenciación podría proporcionarse con lógica adicional (por ejemplo, basada en uno o más de otros criterios de firma sonora tales como la separación de notas).

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de tratamiento médico (10) para su uso en proporcionar un tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo de tratamiento médico:

5 un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos, en el que los uno o más tipos de sonidos comprenden al menos uno de entre un sonido de alarma y un sonido de ensayo, en el que el sonido de alarma comprende una pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que cada sonido de ensayo comprende una nota que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que cada tipo de sonido se asocia con una firma sonora predefinida, en el que la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma comprende criterios basados al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas y adicionalmente en el que la firma sonora correspondiente a un sonido de ensayo comprende criterios basados en la amplitud y duración de la nota de los mismos;

10 un transductor acústico para generar una señal sonora representativa de un sonido cuando se difunde por el altavoz; y

15 circuitos de procesamiento configurados para:

ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos;

20 supervisar y almacenar la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo en el que se espera que el altavoz difunda el sonido; y

determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con la firma sonora asociada con el tipo de sonido que se ha ordenado difundir.

25 2. Un método para un dispositivo de tratamiento médico, en el que el dispositivo de tratamiento médico comprende un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos, en el que los uno o más tipos de sonidos comprenden al menos uno de entre un sonido de alarma y un sonido de ensayo, en el que cada sonido de alarma comprende una pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que cada sonido de ensayo comprende una nota que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que el método comprende:

ordenar al altavoz producir un sonido de los uno o más tipos de sonidos, en el que cada tipo de sonido se asocia con una firma sonora predefinida, en el que la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma comprende criterios basados al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas y adicionalmente en el que la firma sonora correspondiente a un sonido de ensayo comprende criterios basados en la amplitud y duración de la nota de los mismos;

35 supervisar y almacenar una señal sonora generada por un transductor acústico durante un período de tiempo en el que se espera que el altavoz difunda el sonido; y

40 determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con la firma sonora asociada con el tipo de sonido que se ha ordenado difundir.

3. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el criterio de una firma sonora correspondiente a un sonido de alarma o un sonido de ensayo es independiente de la frecuencia.

4. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los uno o más tipos de sonidos comprenden una pluralidad de tipos de sonidos de alarma, en el que cada tipo de sonido de alarma comprende una pluralidad diferente de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que la pluralidad de tipos de sonidos de alarma se asocia con una firma sonora predefinida común, en el que la firma sonora predefinida común se basa al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas de cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma, en el que ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonido comprende ordenar al altavoz difundir un sonido de alarma de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma y adicionalmente en el que determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario comprende determinar si altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y si el sonido de alarma era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con la firma sonora predefinida común asociada con la pluralidad de tipos de sonidos de alarma.

5. El dispositivo o método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los uno o más tipos de sonidos comprenden una pluralidad de tipos de sonidos de alarma, en el que cada tipo de sonido de alarma comprende una pluralidad diferente de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma se asocia con una firma sonora predefinida, en el que la firma sonora predefinida se basa al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas de cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma y la separación entre la pluralidad de notas separadas,

- 5 en el que ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonido comprende ordenar al altavoz difundir un sonido de alarma de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma y adicionalmente en el que determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario comprende determinar si altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y si el sonido de alarma era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con las firmas sonoras predefinidas asociadas los tipos de sonidos de alarma.
- 10 6. El dispositivo o método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el sonido es un sonido de ensayo y en el que comparar la señal sonora almacenada con la firma sonora del sonido de ensayo comprende:
- 15 filtrar la señal sonora generada por el transductor acústico para proporcionar una señal sonora filtrada; y comparar la amplitud de la señal sonora filtrada con un umbral de amplitud de la firma sonora, en el que se detecta un sonido de ensayo si la amplitud del sonido filtrado es mayor que el umbral de amplitud durante un tiempo que supera un umbral de tiempo de duración de la firma sonora.
- 20 7. El dispositivo o método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el sonido es un sonido de alarma y en el que comparar la señal sonora almacenada con la firma sonora del sonido de alarma comprende:
- 25 filtrar la señal sonora generada por el transductor acústico para proporcionar una señal sonora filtrada; y comparar la amplitud de la señal sonora filtrada con un umbral de amplitud de la firma sonora, en el que se detecta una nota de la pluralidad de notas que definen el sonido de alarma si la amplitud del sonido filtrado es mayor que el umbral de amplitud durante un tiempo que supera un umbral de tiempo de duración de la nota de la firma sonora; determinar la existencia de un número predeterminado de notas detectadas basándose en la firma sonora, en el que se detecta un sonido de alarma si el número de notas detectadas supera un número predeterminado dentro de un umbral de tiempo de duración de alarma de la firma sonora.
- 30 8. El dispositivo o método de la reivindicación 7, en el que filtrar la señal sonora generada por el transductor acústico comprende aplicar un filtro de amplitud/diferencia a la señal sonora y alisar a continuación la señal para proporcionar la señal sonora filtrada, en particular aplicar un filtro de amplitud/diferencia a la señal sonora comprende realizar una derivada de la señal sonora.
- 35 9. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos comprende ordenar al altavoz difundir al menos dos sonidos de alarma diferentes que tienen diferentes patrones de notas separadas, en particular cada sonido de alarma de los al menos dos tipos diferentes de sonidos de alarma que tienen diferentes patrones de notas separadas comprende una o más notas que tienen al menos una de entre una amplitud diferente, una duración diferente y una frecuencia diferente de al menos otra nota de un sonido de alarma diferente y adicionalmente en el que se determina si el altavoz era operativo para difundir cada uno de los al menos dos sonidos de alarma diferentes.
- 40 10. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos comprende ordenar al altavoz difundir un sonido usando un accionador asociado con circuitos de control del dispositivo de tratamiento médico que controla el tratamiento de un paciente y adicionalmente en el que se determina si el altavoz era operativo para difundir el sonido; y
- 45 ordenar al altavoz difundir un sonido basándose en el uso de un accionador asociado con circuitos diferentes de los circuitos de control del dispositivo de tratamiento médico y adicionalmente en el que se determina si el altavoz era operativo para difundir el sonido.
- 50 11. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos comprende: ordenar a un altavoz principal difundir un sonido y adicionalmente en el que se determina si el altavoz principal era operativo para difundir el sonido; y ordenar a un altavoz de reserva difundir un sonido y adicionalmente en el que se determina si el altavoz de reserva era operativo para difundir el sonido.
- 55 12. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el dispositivo comprende un aparato de tratamiento extracorpóreo de sangre.
- 60 13. El dispositivo o método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el circuito de procesamiento se configura adicionalmente para, o el método comprende adicionalmente, dar alarma o permitir que el dispositivo de tratamiento médico se coloque en un modo para proporcionar el tratamiento basándose en si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario.
- 65 14. Un dispositivo de tratamiento médico para su uso en proporcionar un tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo de tratamiento médico:
- un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos, en el que los uno o más tipos de sonidos comprenden al menos uno de entre un sonido de alarma y un sonido de ensayo, en el que el sonido de alarma comprende una

pluralidad de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que cada sonido de ensayo comprende una nota que tiene una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que cada tipo de sonido se asocia con una firma sonora predefinida, en el que la firma sonora correspondiente a un sonido de alarma o un sonido de ensayo es independiente de la frecuencia;

5 un transductor acústico para generar una señal sonora representativa de un sonido cuando se difunde por el altavoz; y circuitos de procesamiento configurados para:

ordenar al altavoz difundir un sonido de los uno o más tipos de sonidos;

10 supervisar y almacenar la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo en el que se espera que el altavoz difunda el sonido; y

determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido y si el sonido era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con la firma sonora asociada con el tipo de sonido que se ha ordenado difundir.

15 15. Un dispositivo de tratamiento médico para su uso en proporcionar un tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo de tratamiento médico:

un altavoz operativo para difundir uno o más tipos de sonidos, en el que los uno o más tipos de sonidos comprenden una pluralidad de tipos de sonidos de alarma, en el que cada tipo de sonido de alarma comprende una pluralidad diferente de notas separadas teniendo cada nota una duración, una amplitud y una frecuencia, en el que la pluralidad de tipos de sonidos de alarma se asocia con una firma sonora predefinida común, en el que la firma sonora predefinida común se basa al menos en la amplitud y duración de al menos dos notas de la pluralidad de notas separadas de cada uno de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma;

20 un transductor acústico para generar una señal sonora representativa de un sonido cuando se difunde por el altavoz; y circuitos de procesamiento configurados para:

ordenar al altavoz difundir un sonido de alarma de la pluralidad de tipos de sonidos de alarma;

30 supervisar y almacenar la señal sonora generada por el transductor acústico durante un período de tiempo en el que se espera que el altavoz difunda el sonido de alarma; y

determinar si el altavoz era operativo para difundir el sonido de alarma y si el sonido de alarma era audible para un usuario mediante la comparación de la señal sonora almacenada con la firma sonora predefinida común asociada con la pluralidad de tipos de sonidos de alarma.

35

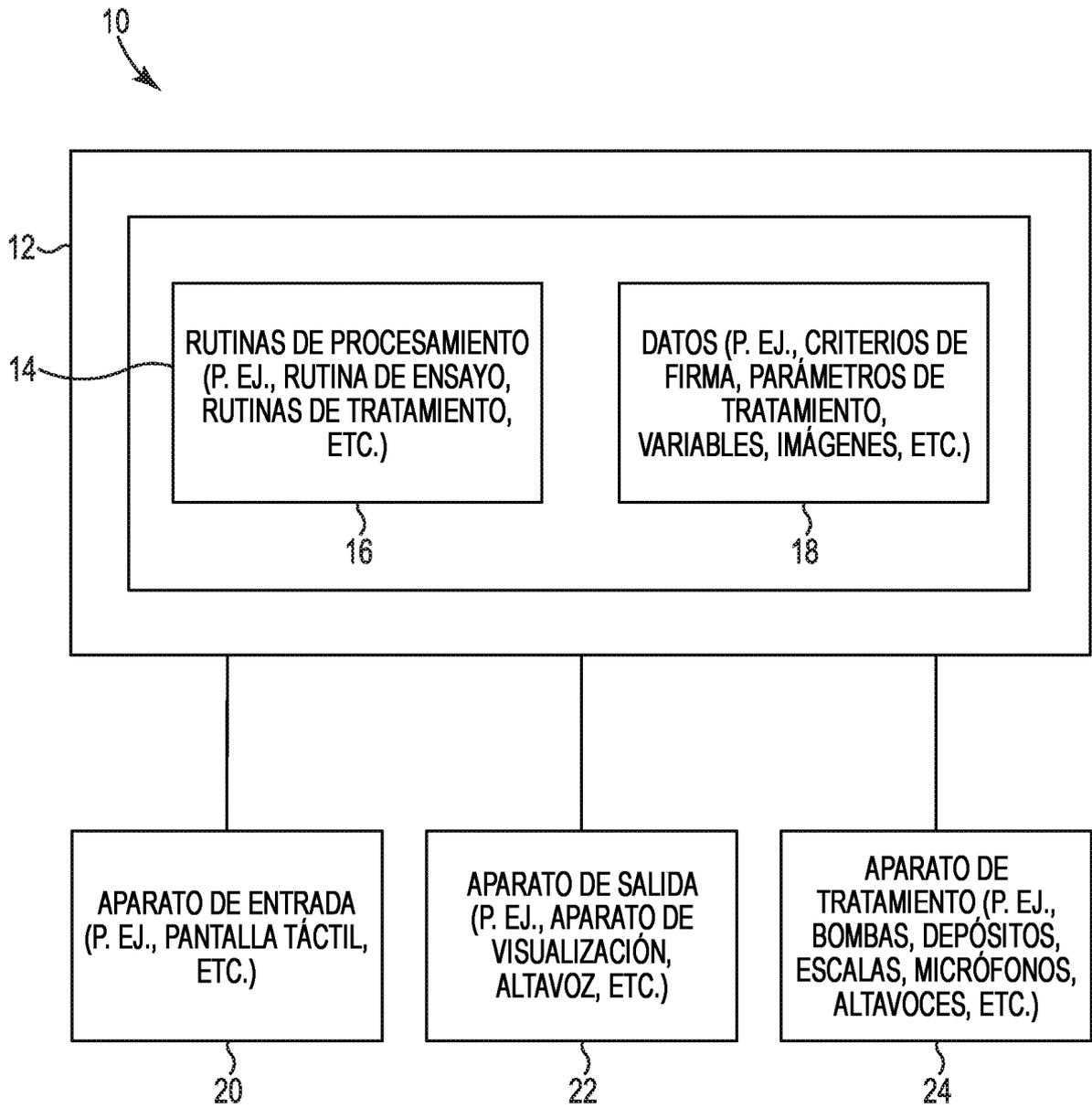


FIG. 1

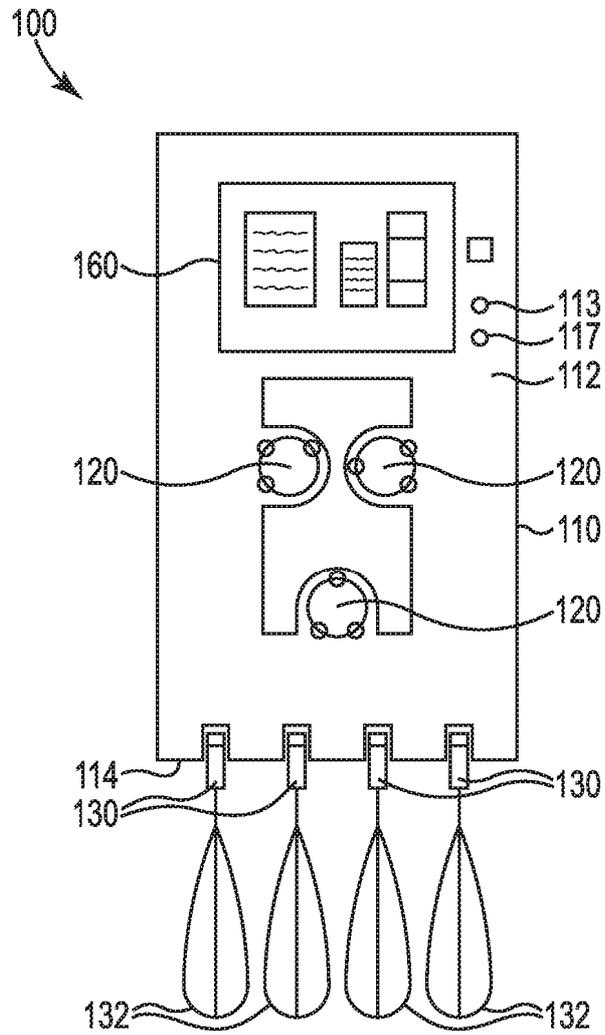


FIG. 2

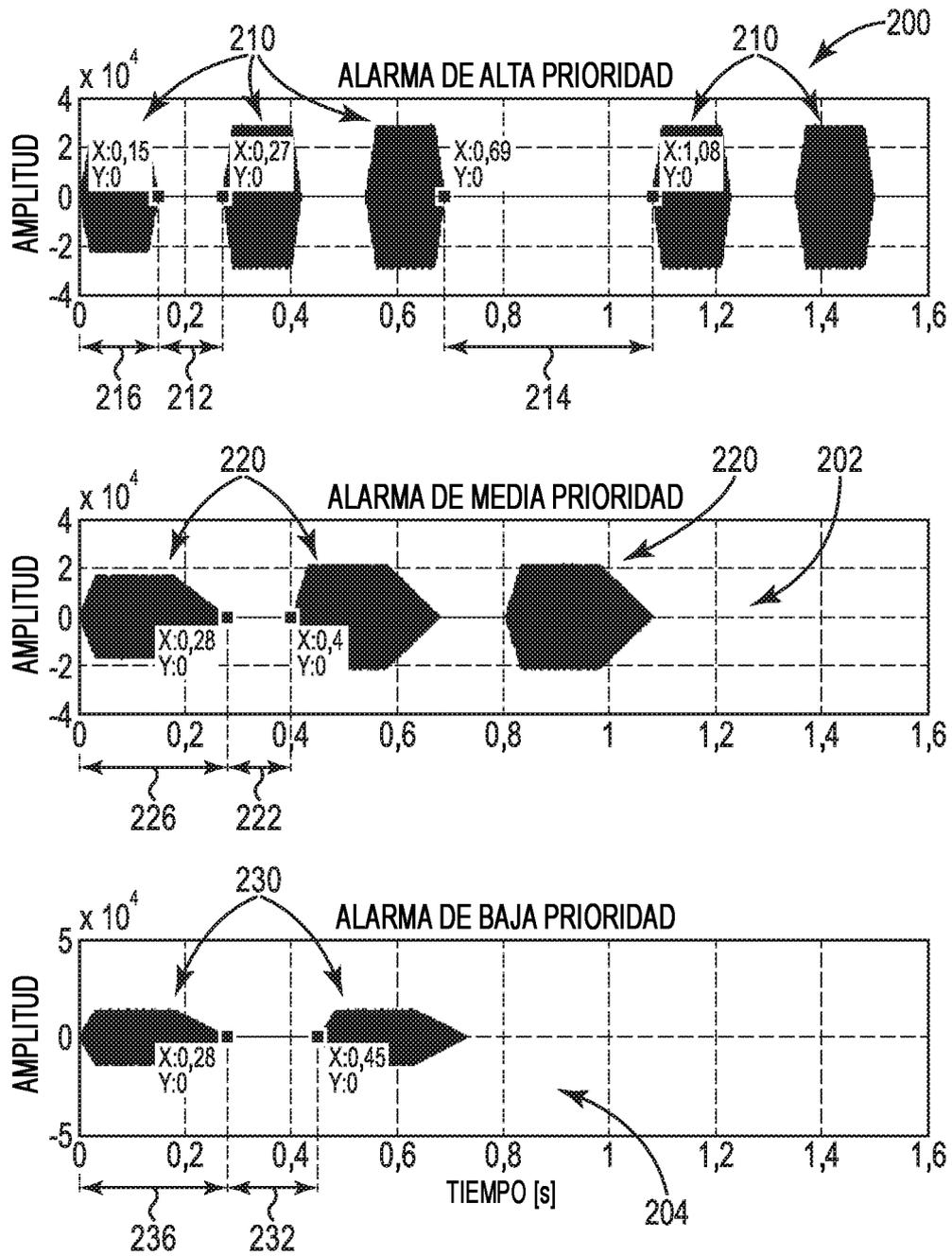


FIG. 3

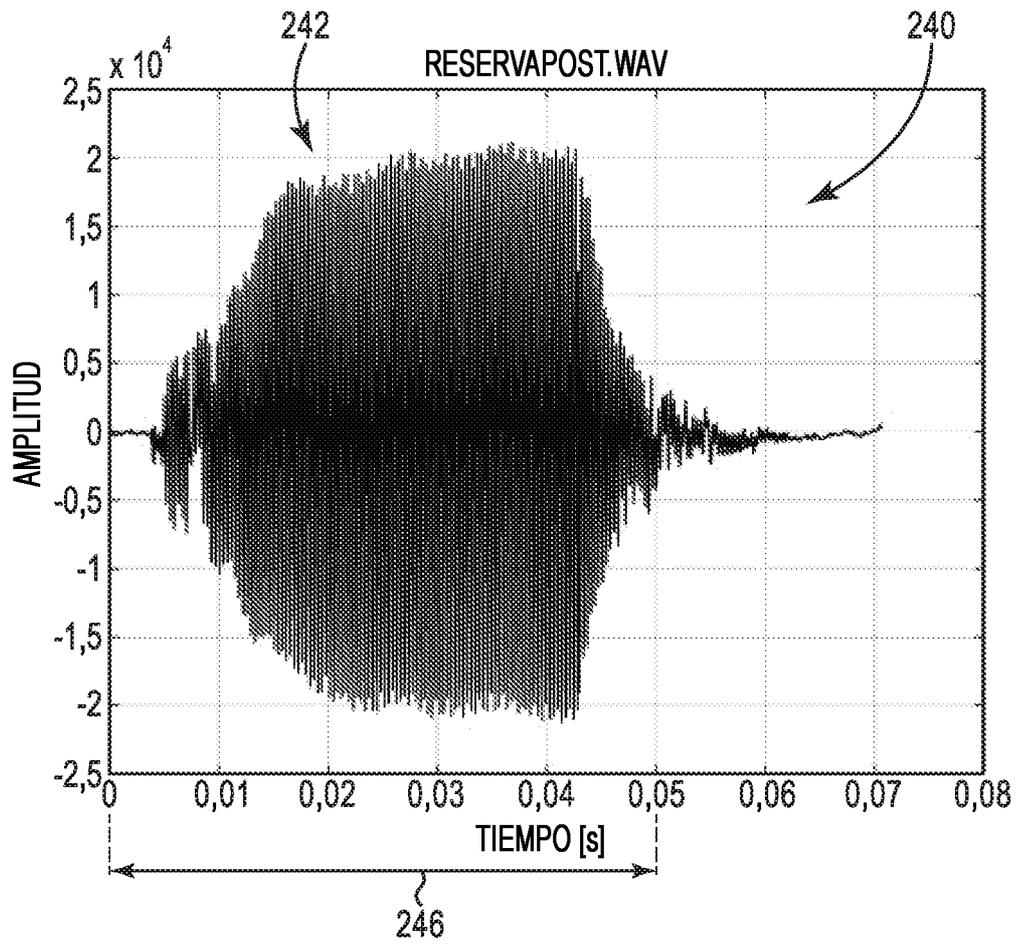


FIG. 4

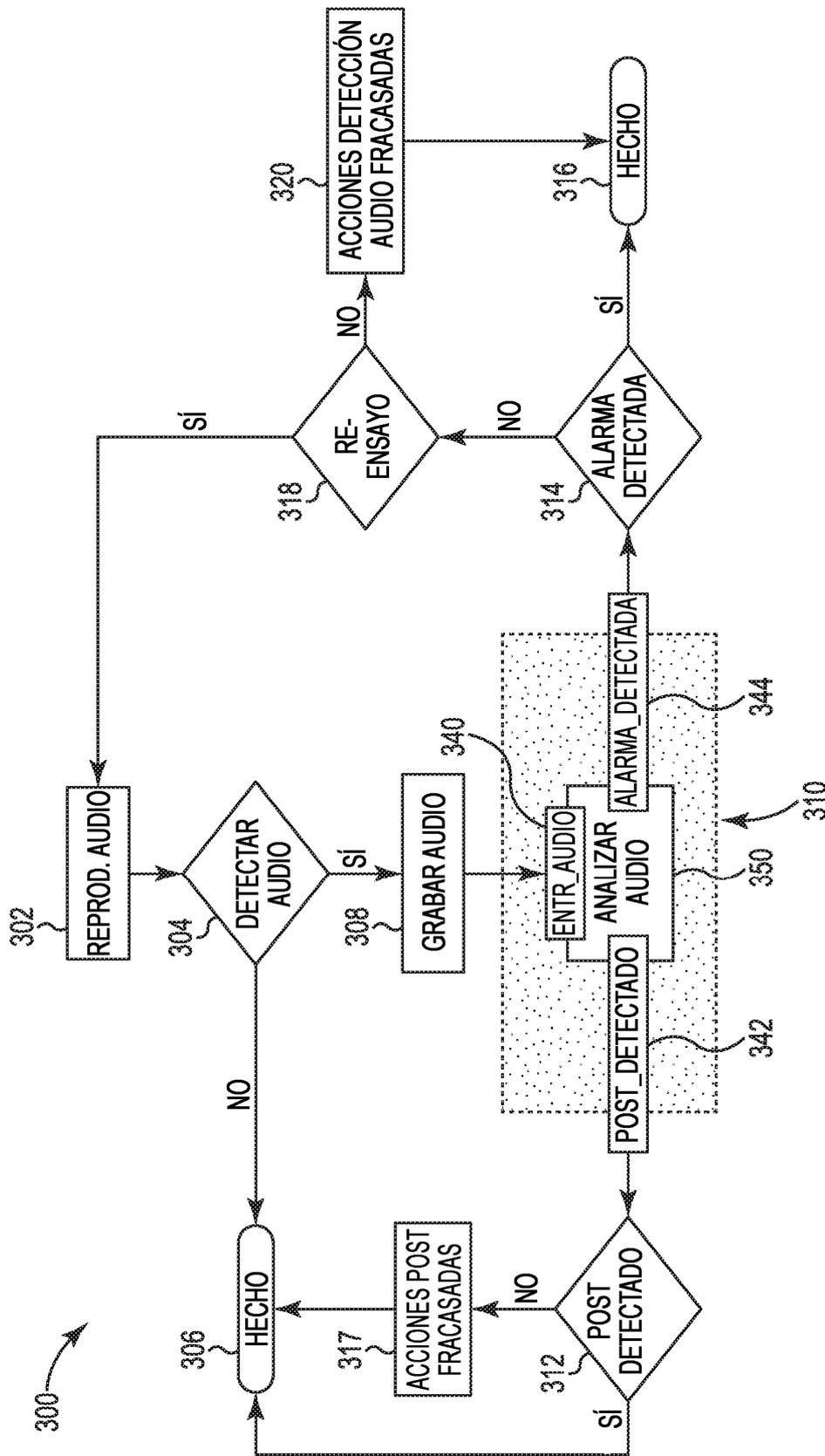


FIG. 5

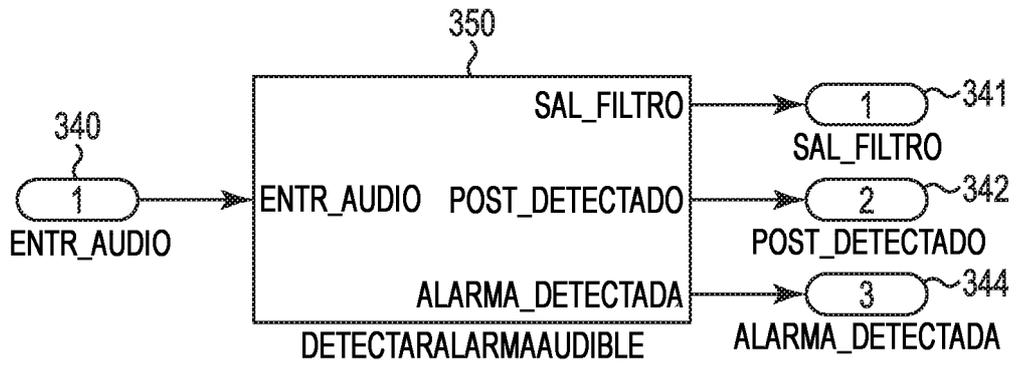


FIG. 6

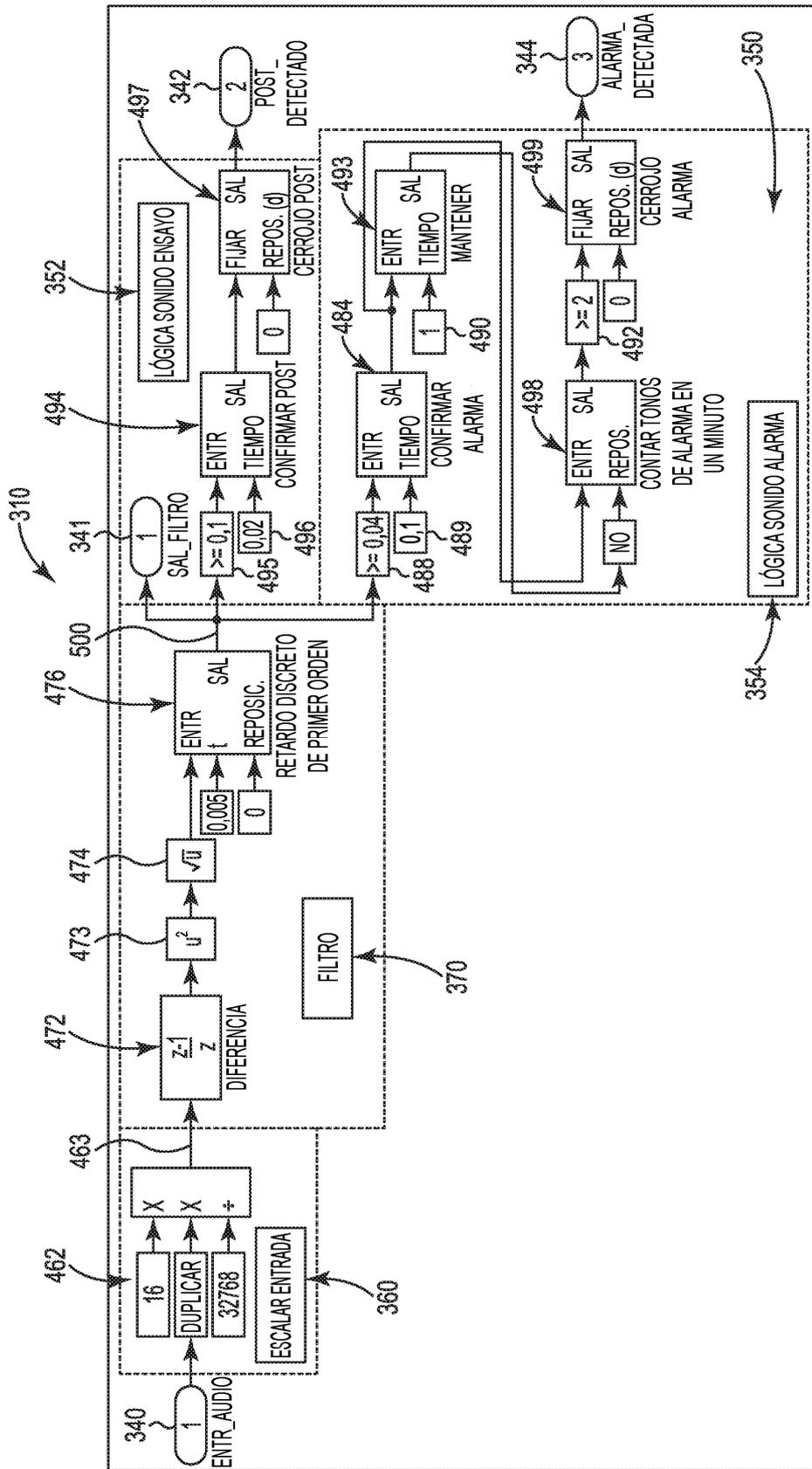


FIG. 7

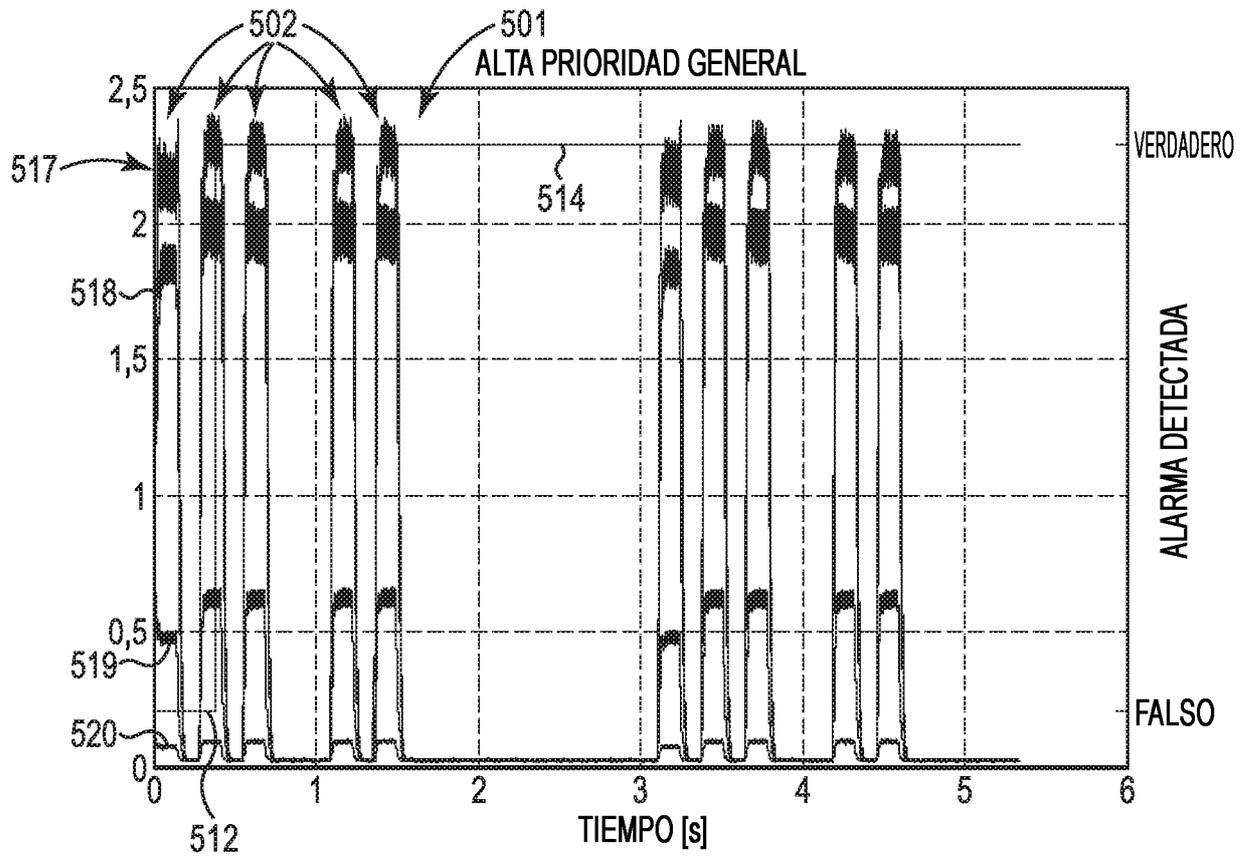


FIG. 8A

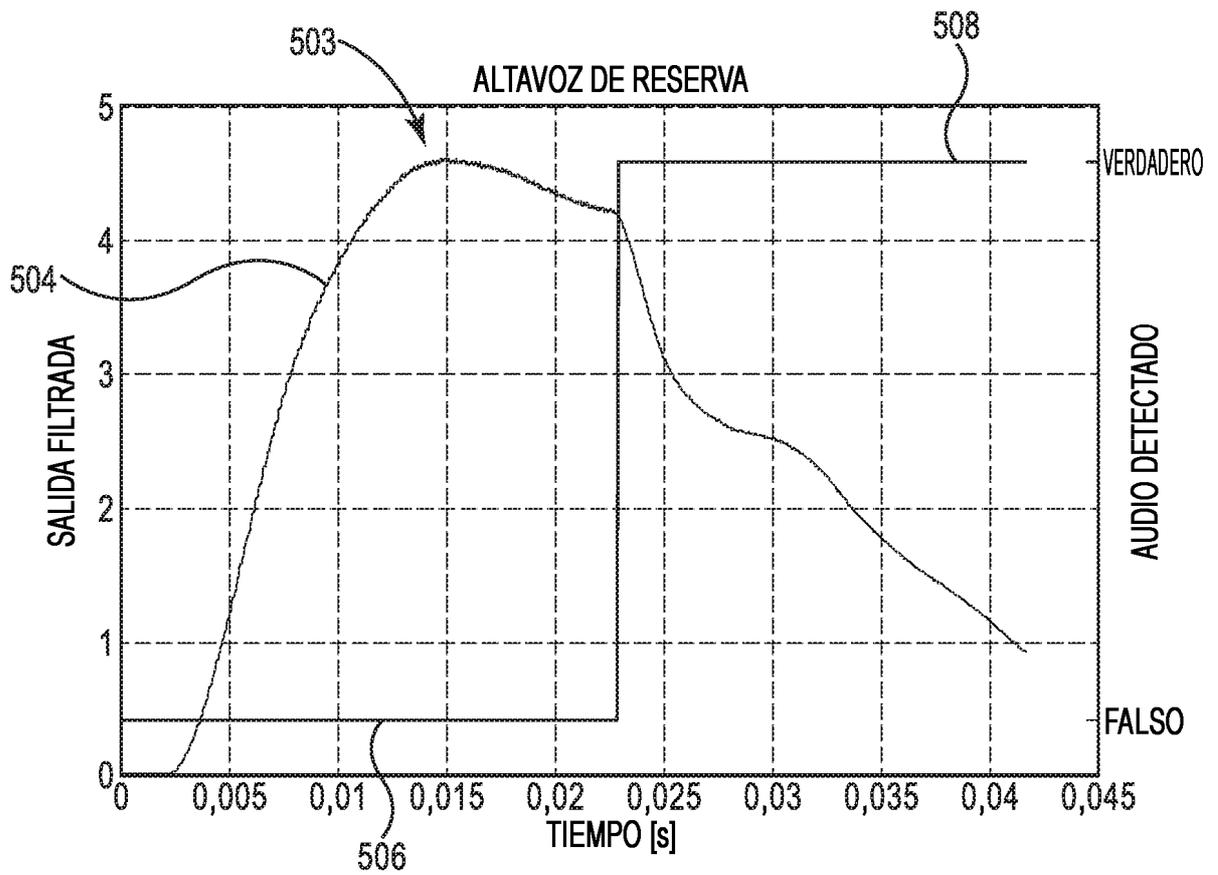


FIG. 8B