

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 053**

51 Int. Cl.:

**A61B 7/00** (2006.01)

**G06K 9/00** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2017 E 17160712 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 3292819**

54 Título: **Identificación de señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias**

30 Prioridad:

**09.09.2016 IN 201621030833**

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

**04.12.2019**

73 Titular/es:

**TATA CONSULTANCY SERVICES LIMITED  
(100.0%)**

**Nirmal Building 9th Floor Nariman Point Mumbai  
400 021**

**Maharashtra , IN**

72 Inventor/es:

**UKIL, ARIJIT;  
BANDYOPADHYAY, SOMA;  
PURI, CHETANYA;  
PAL, ARPAN;  
SINGH, RITURAJ;  
MUKHERJEE, AYAN y  
MUKHERJEE, DEBAYAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 734 053 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**

Identificación de señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias

**5 Campo técnico**

Las realizaciones en la presente memoria descriptiva se refieren, en general, a la identificación de señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias y, más particularmente, a sistemas y procedimientos para automatizar la identificación de señal ruidosa con la capacidad de realizar una clasificación más precisa de señales de audio ligeramente ruidosas a partir de las señales de audio ruidosas.

**Antecedentes**

Las señales de audio fisiológicas no estacionarias, como el fonocardiograma (PCG), a menudo contienen suficientes componentes ruidosos que causan una mayor toma de decisiones y análisis altamente propensos a errores. La detección o identificación de señales de audio fisiológicas no estacionarias ruidosas a través de procedimientos automatizados implicaría que un análisis adicional se realiza solamente en señales de audio fisiológicas no estacionarias limpias. Por ejemplo, la clasificación automatizada de patologías en grabaciones de sonidos cardíacos se ha realizado durante más de 50 años, pero aún presenta desafíos. Los documentos US2016/0120479 A1 y US2011/0208009 A1, por ejemplo, divulgan procedimientos y sistemas de la técnica anterior para detectar ruido y clasificar señales de auscultación de audio no estacionarias. Los estudios actuales para la clasificación de los sonidos del corazón son defectuosos porque validan predominantemente solo las grabaciones limpias. Sin embargo, en la práctica, las grabaciones de PCG tienen una calidad de señal pobre y, a menudo, existe una gran cantidad de ruido. Por lo tanto, es imperativo extraer un componente ligeramente ruidoso de las grabaciones del componente ruidoso que de otra manera se rechazaría para asegurar que la información crítica en los componentes ligeramente ruidosos no se pierda durante los análisis posteriores.

**Sumario**

Las realizaciones de la presente divulgación presentan mejoras tecnológicas como soluciones a uno o más de los problemas técnicos mencionados anteriormente reconocidos por los inventores en sistemas convencionales.

En un aspecto, se proporciona un procedimiento implementado por un procesador que comprende: recibir un conjunto de características (F) de una pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias; recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N); generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento y el conjunto de características (F); generar dinámicamente un umbral imparcial de valor de atributo de característica único (UFAV) y polaridad (P) asociado con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF); identificar una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P); y la clasificación de la señal de prueba ruidosa no estacionaria como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa basada en una o más condiciones predefinidas con respecto a las características únicas y distintivas de la señal de prueba.

En otro aspecto, se proporciona un sistema que comprende: uno o más dispositivos de almacenamiento de datos acoplados operativamente a uno o más procesadores y configurados para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución por uno o más procesadores para: recibir un conjunto de características (F) de un pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias; recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N); generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento y el conjunto de características; generar dinámicamente un umbral imparcial de valor de atributo de característica único (UFAV) y polaridad (P) asociado con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF); identificar una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P); y clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa basada en una o más condiciones predefinidas con respecto a las características únicas y distintivas de la señal de prueba.

En otro aspecto más, se proporciona un producto de programa de computación que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un programa legible por ordenador incorporado en el mismo, en el que el

programa legible por ordenador, cuando se ejecuta en un dispositivo de computación, hace que el dispositivo de computación: reciba un conjunto de características (F) de una pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias; recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N); generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento y el conjunto de características; generar dinámicamente un umbral imparcial de valor de atributo de característica único (UFAV) y polaridad (P) asociado con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF); identificar una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P); y clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa basada en una o más condiciones predefinidas con respecto a las características únicas y distintivas de la señal de prueba.

En una realización de la presente divulgación, el uno o más procesadores de hardware están además configurados para generar uno o más de: para generar el conjunto de características únicas y distintivas (UF) al: extraer valores de características para cada una de la pluralidad de características asociadas con la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y las señales de audio ruidosas no estacionarias (N); y clasificar cada característica del conjunto de características como una característica distintiva única de un conjunto de características distintivas únicas (UF) si se satisface una condición de: (i) el valor de característica mínimo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) por un primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de las señales de audio limpias no estacionarias (C) y un segundo porcentaje predeterminado de la pluralidad de las señales de audio ruidosas no estacionarias (N); y (ii) el valor de característica mínimo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) en al menos el primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y el segundo porcentaje de la pluralidad de señales de audio ruidosas no estacionarias (N).

En una realización de la presente divulgación, el primer porcentaje predeterminado y el segundo porcentaje predeterminado es del 90%.

En una realización de la presente divulgación, el valor de atributo de característica único (UFAV) es la media de (i) una mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias y (ii) una mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de las señales de audio ruidosas no estacionarias.

En una realización de la presente divulgación, el uno o más procesadores de hardware están además configurados para identificar la señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria si se satisface una condición de: agrupar las características únicas y distintivas de la señal de prueba en un compartimiento limpio ( $B_C$ ) y en un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ) basándose en una regla de votación de mayoría estricta sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ); y agrupar las características únicas y distintivas de la señal de prueba en un compartimiento limpio ( $B_C$ ) y un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ) basándose en una regla de votación de mayoría ponderada sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ).

En una realización de la presente divulgación, el uno o más procesadores de hardware están además configurados para clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria además como una señal de prueba ligeramente ruidosa si se satisface una o más condiciones predefinidas: la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) es mayor que la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF) por un primer valor predeterminado; y la distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa es menor que el valor de atributo de característica único (UFAV) en un segundo valor predeterminado en al menos una parte de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF). En una realización, la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) no es inferior a un tercio de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF). En una realización, la distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa no es mayor que el 10% del valor de atributo de característica único (UFAV) en al menos el 50% de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF).

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son a manera de ejemplo y explicativas y no son restrictivas de las realizaciones de la presente divulgación, como se reivindica.

#### Breve descripción de las figuras

65

Las realizaciones en la presente memoria se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción detallada con referencia a las figuras, en las que:

- 5 La **Figura 1** ilustra un diagrama de bloques a modo de ejemplo de un sistema para identificar una señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- 10 La **Figura 2** ilustra un diagrama de flujo de alto nivel a modo de ejemplo de un procedimiento para identificar una señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- 15 La **Figura 3** ilustra un diagrama de flujo a modo de ejemplo del procedimiento para identificar una señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- 20 La **Figura 4A** ilustra un diagrama de bloques representativo para la etapa de generación de un conjunto de características únicas y distintivas basado en el conjunto de entrenamiento recibido y el conjunto de características, de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- La **Figura 4B** ilustra un diagrama de bloques representativo para la etapa de generación dinámica de un umbral imparcial de valor de atributo de característica único y polaridad asociada con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas; y
- 25 La **Figura 4C** ilustra un diagrama de bloques representativo para la etapa de identificación estadística basada en el aislamiento de una señal de prueba como una señal de prueba ruidosa o señal de prueba limpia.

30 Los expertos en la técnica deberían apreciar que cualquier diagrama de bloques en la presente memoria representa vistas conceptuales de sistemas ilustrativos que incorporan los principios de la presente materia. De manera similar, se apreciará que los diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudo código y similares representan diversos procesos que pueden representarse sustancialmente en un medio legible por ordenador y, por lo tanto, ser ejecutados por un dispositivo de computación o procesador, independientemente de si el dispositivo de computación o procesador se muestra explícitamente.

### 35 Descripción detallada

Realizaciones ejemplares se describen con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el número de la extrema izquierda de un número de referencia identifica la figura en la que aparece el número de referencia. Siempre que sea conveniente, se utilizan los mismos números de referencia en todas las figuras para referirse a partes iguales o similares. Mientras que los ejemplos y las características de los principios divulgados se describen en la presente memoria, las modificaciones, adaptaciones y otras implementaciones son posibles sin apartarse del alcance de la invención. Se pretende que la siguiente descripción detallada se considere solo a modo de ejemplo, y el alcance real de la invención se indica en las siguientes reivindicaciones.

45 Antes de exponer la explicación detallada, se observa que toda la discusión a continuación, independientemente de la implementación particular que se describe, es de naturaleza ejemplar, en lugar de limitativa.

50 Los sistemas y procedimientos de la presente divulgación tienen como objetivo identificar señales de audio ruidosas y no estacionarias y clasificarlas en señales de audio no estacionarias ligeramente ruidosas y altamente ruidosas. Esto garantiza que la información crítica que pueda estar contenida en las señales de audio ligeramente ruidosas no estacionarias no se pierda cuando se rechace la señal ruidosa para su procesamiento posterior. En una realización, tales señales de audio no estacionarias pueden ser señales fisiológicas tales como un fonocardiograma (PCG).

55 Haciendo referencia ahora a las figuras, y más particularmente a las Figuras 1 a 4, donde los caracteres de referencia similares denotan características correspondientes de manera consistente en todas las figuras, se muestran realizaciones preferidas y estas realizaciones se describen en el contexto del siguiente sistema y procedimiento de ejemplo.

60 La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques a modo de ejemplo de un sistema 100 para identificar una señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En una realización, el sistema 100 incluye uno o más procesadores 104, dispositivo(s) de interfaz de comunicación o interfaz(s) de entrada/salida (E/S) 106, y uno o más dispositivos de almacenamiento de datos o memoria 102 acoplados operativamente a uno o más procesadores 104. El uno o más procesadores 104 que son procesadores de hardware se pueden implementar como uno o más microprocesadores, microcomputadores,

65

microcontroladores, procesadores de señales digitales, unidades de procesamiento central, máquinas de estado, controladores gráficos, circuitos lógicos y/o cualquier dispositivo que manipule señales basadas en instrucciones operativas. Entre otras capacidades, los procesadores están configurados para buscar y ejecutar instrucciones legibles por ordenador almacenadas en la memoria. En una realización, el sistema 100 se puede implementar en una variedad de sistemas de computación, tales como ordenadores portátiles, dispositivos de mano, estaciones de trabajo, ordenadores centrales, servidores, una nube de red y similares.

El dispositivo o dispositivos de interfaz de E/S 106 pueden incluir una variedad de interfaces de software y hardware, por ejemplo, una interfaz web, una interfaz gráfica de usuario y similares, y pueden facilitar múltiples comunicaciones dentro de una amplia variedad de redes alámbricas/inalámbricas y tipos de protocolo, incluidas redes cableadas, por ejemplo, LAN, cable, etc., y redes inalámbricas, como WLAN, celulares o satelitales. En una realización, los dispositivos de interfaz de E/S pueden incluir uno o más puertos para conectar una serie de dispositivos entre sí o con otro servidor.

La memoria 102 puede incluir cualquier medio legible por ordenador conocido en la técnica incluyendo, por ejemplo, memoria volátil, tal como memoria de acceso aleatorio estático (SRAM) y memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM), y/o memoria no volátil, tal como memoria de solo lectura (ROM), ROM programable borrable, memorias flash, discos duros, discos ópticos y cintas magnéticas. En una realización, uno o más módulos (no mostrados) del sistema 100 pueden almacenarse en la memoria 102.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de diagrama de flujo de alto nivel 200 de un procedimiento para identificar una señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En una realización, el procedimiento de la presente divulgación comprende dos etapas principales, como se ilustra. En la fase 1 referenciada generalmente como bloque 202, las señales de prueba de audio no estacionarias se clasifican automáticamente como señales de audio limpias no estacionarias o señales de audio ruidosas no estacionarias. En la fase 2 a la que se hace referencia generalmente como bloque 204, las señales de audio ruidosas no estacionarias se clasifican automáticamente como señales de audio ligeramente ruidosas no estacionarias que pueden analizarse más para obtener información adicional o señales de audio altamente ruidosas no estacionarias que pueden rechazarse y no requieren más análisis.

La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo a modo de ejemplo del procedimiento 300 para la identificación de una señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En una realización, el sistema 100 comprende uno o más dispositivos de almacenamiento de datos o memoria 102 acoplados operativamente a uno o más procesadores 104 y está configurado para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución de las etapas del procedimiento 300 por uno o más procesadores 104. La fase 1 y la fase 2 de la Figura 2 ahora se explicarán en detalle con referencia a la Figura 3.

En una realización, en la etapa 302, el uno o más procesadores 104 del sistema 100 están configurados para recibir un conjunto de características (F) de una pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias. En una realización, las señales de audio no estacionarias pueden ser señales de audio fisiológicas con una pluralidad de características asociadas tales como centroide espectral, energía de tiempo corto, reducción espectral, flujo espectral y similares. El conjunto de características (F) puede ser lo suficientemente exhaustivo para cubrir todas las características posibles que pueden estar asociadas con las señales de audio no estacionarias bajo consideración para mejorar el rendimiento del sistema 100 de la presente divulgación.

En una realización, en la etapa 304, el uno o más procesadores 104 del sistema 100 están configurados para recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N).

En una realización, en la etapa 306, el uno o más procesadores 104 del sistema 100 están configurados para generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento recibido en la etapa 304 y el conjunto de características recibido en la etapa 302, como ilustrado en la Figura 4A. En primer lugar, el sistema 100 extrae valores de características para cada una de la pluralidad de características asociadas con la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y las señales de audio ruidosas no estacionarias (N). Cada característica del conjunto de características (F) se clasifica como una característica única y distintiva del conjunto de características únicas y distintivas (UF) si se satisface una de las siguientes condiciones:

- (i) El valor de característica mínimo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) en al menos un primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de las señales de audio limpias no estacionarias (C) y al menos un segundo porcentaje predeterminado de la pluralidad de las señales de audio ruidosas no estacionarias (N).
- (ii) El valor de característica mínimo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) en al menos el primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y al

menos el segundo porcentaje de la pluralidad de señales de audio ruidosas no estacionarias (N) se satisface. En una realización, el primer porcentaje predeterminado y el segundo porcentaje predeterminado es del 90%.

En una realización a modo de ejemplo, digamos que una característica del conjunto de características (F) es "amplitud de pico". Suponiendo que el conjunto de entrenamiento incluye 10 señales de audio limpias (C) y 10 señales de audio ruidosas (N), se puede extraer el valor de característica para cada una de las 10 señales de audio limpias (C) y las 10 señales de audio ruidosas (N). La característica "amplitud de pico" se puede clasificar como una característica única y distintiva del conjunto de características únicas y distintivas (UF) solo si se satisface una de las siguientes dos condiciones:

(i) valor mínimo de amplitud de pico de las 10 señales de audio limpias (C) > valor máximo de amplitud de pico de las 10 señales de audio ruidosas (N) para al menos 9 señales de audio limpias (C) y al menos 9 señales de audio ruidosas (N) de las señales de audio de 10 C y 10 N en el conjunto de entrenamiento; en este caso la polaridad es +1.

(ii) valor mínimo de amplitud de pico de las 10 señales de audio ruidosas (N) > valor máximo de amplitud de pico de las 10 señales de audio limpias (C) para al menos 9 señales de audio limpias (C) y al menos 9 señales de audio ruidosas (N) de las señales de audio de 10 C y 10 N en el conjunto de entrenamiento; en este caso la polaridad es -1.

A partir de la realización a modo de ejemplo, se puede observar que las características que pueden clasificarse como únicas y distintivas tienen valores asociados cercanos a una clase limpia de señales de audio o una clase ruidosa de señales de audio y pueden diferenciarse en la mayoría de los casos (típicamente 90%), donde la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF) es menor o igual a la cardinalidad del conjunto de características (F), es decir,  $|UF| \leq |F|$ . En otro ejemplo práctico, donde el conjunto de características puede incluir características como centroide espectral, energía de tiempo corto, reducción espectral, flujo espectral para señales de audio fisiológicas no estacionarias, el conjunto de características únicas y distintivas  $UF = \{10\%$  de media recortada de coeficientes de transformación rápida de Fourier (FFT, Fast Fourier Transform), asimetría de coeficientes de transformación rápida de Fourier, frecuencia por debajo de la cual contiene el 80% de la energía de la FFT, curtosis de los coeficientes de la transformación rápida de Fourier}.

De acuerdo con la presente divulgación, se generan automáticamente características únicas y mutuamente exclusivas que diferencian claramente las señales de audio limpias y ruidosas. Además, la etapa de generar el conjunto de características únicas y distintivas (UF) es independiente de cualquier clasificador en particular.

Con el fin de diferenciar entre señales de audio fisiológicas no estacionarias limpias y ruidosas con respecto al conjunto de características únicas y distintivas (UF), en la etapa 308, el uno o más procesadores 104 del sistema 100 están configurados para generar dinámicamente un umbral imparcial del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociados con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF), como se ilustra en la Figura 4B, de manera automatizada. La etapa 308 de la presente divulgación asegura que el umbral se ajuste de forma automática y dinámica si cambian el conjunto de características únicas y distintivas (UF) y/o el conjunto de entrenamiento.

El umbral imparcial generado dinámicamente es una tupla que consta del valor de atributo de característica único y la polaridad, es decir, el Umbral Automático Imparcial Dinámico DUAT (Dynamic Unbiased Automatic Threshold) = [valor de atributo de característica único (UFAV), polaridad (P)], donde se considera la polaridad con respecto a la señal limpia y la polaridad positiva (P = 1) significa que la señal de audio tiende a estar limpia cuando el UFAV de esa señal es mayor que el del DUAT de esa UFV. Por ejemplo, si uno de los UFAV es la media de la amplitud de la señal, y el UFAV de esa característica (la media de la amplitud de la señal) se establece en  $\mathcal{Q}$ , entonces P = 1 significa que si la amplitud de la señal de una señal de prueba es mayor que  $\mathcal{Q}$ , la señal de prueba tiende a estar limpia.

De acuerdo con la presente descripción, el UFAV es equidistante de la mayoría de las señales de audio limpias no estacionarias (C) y las señales de audio ruidosas no estacionarias (N) para garantizar una mayor precisión de la salida del sistema 100.

En una realización, el valor de atributo de característica único (UFAV) es la media de (i) la mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias y (ii) la mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de las señales de audio ruidosas no estacionarias, es decir,  $UFAV_n = \text{media}(\text{mediana}(UF_{n,\{1,\dots,(C+N)\}}))$ ,  $n \in |UF|$ , que es la media de la mediana de valores asociados con características únicas y distintivas en todo el conjunto de entrenamiento. Es un punto que divide las señales limpias y ruidosas con una alta probabilidad con respecto a esa característica única.

En una realización, en la etapa 310, el uno o más procesadores 104 del sistema 100 están configurados para identificar una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no

estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) como se ilustra en la Figura 4C. En una realización, el número total de características únicas y distintivas se incluye en un

5

compartimiento limpio ( $B_C$ ) y un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ) basado en una regla de votación por mayoría estricta sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ). En una realización, si la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ) son iguales, puede emplearse una regla de votación por mayoría ponderada en la que se le puede dar más peso a el compartimiento limpio ( $B_C$ ). Para evitar la ambigüedad, si la hay, en el proceso de decisión, una señal de prueba

10

se identifica como limpia si  $\text{ceil}\left(\frac{|UF|}{2}\right)$  número de compartimientos son de la clase limpia. Así, para una señal de prueba, donde  $|UF| = B_C + B_N$  y  $B_C = \text{ceil}\left(\frac{|UF|}{2}\right)$  y  $B_N = |UF| - \text{ceil}\left(\frac{|UF|}{2}\right)$ , entonces esa señal de prueba se clasifica como limpia. Por ejemplo, si hay 9 características únicas y distintivas identificadas para una señal de

prueba que se han agrupado como ( $B_C$ ) = 5 y ( $B_N$ ) = 4,  $\text{ceil}\left(\frac{9}{2}\right) = \text{ceil}(4.5) = 5$ . La señal de prueba puede identificarse como una señal de audio limpia no estacionaria.

15

En una realización, la Fase 1 de la Figura 2 puede comprender las etapas 302 a 310 como se describió anteriormente en la presente memoria y la Fase 2 de la Figura 2 puede comprender la etapa 312 como se describe más adelante en la presente memoria con referencia a la Figura 3 y la Figura 4A, la Figura 4B y Figura 4C.

20

En una realización, en la etapa 312, el uno o más procesadores 104 del sistema 100 están configurados para clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria además como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa. La clasificación de la palanca más fina de la señal de prueba ruidosa no estacionaria se basa en una de las siguientes condiciones:

25

(i) La cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) es mayor que la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF) por un primer valor predeterminado.

(ii) La distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa es menor que el valor de atributo de característica único (UFAV) en un segundo valor predeterminado en al menos una parte de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF).

30

En una realización, una señal de prueba ruidosa puede además clasificarse como ligeramente ruidosa si la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) no es inferior a un tercio de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF), es decir,  $\frac{|UF|}{3} \leq B_C < \text{ceil}\left(\frac{|UF|}{2}\right)$ .

35

En una realización, una señal de prueba ruidosa puede clasificarse además como ligeramente ruidosa si la distancia Euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa no es superior al 10% del valor de atributo de característica único (UFAV) en al menos el 50% de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF). Por

40

ejemplo, deje que haya  $I (= |UF|)$  número de características únicas, y  $UF_i = \{E_i\}$ ,  $i \in I$  en el que el  $E_i$  representa el valor de atributo de característica único para cada característica única, el valor asociado con las características únicas y distintivas de la señal de prueba ruidosa es  $\Psi_i$  y la distancia euclidiana es  $\Theta_i = \|E_i - \Psi_i\|$ .

Si  $\Theta_i \leq 0.1 \times E_i$ ,  $i \in \text{ceil}\left(\frac{I}{2}\right)$ , entonces esa señal de prueba ruidosa se identifica como ligeramente ruidosa.

45

Datos experimentales

Un procedimiento y un sistema de la presente divulgación se han probado en conjuntos de datos del Physionet Challenge 2016 y el rendimiento se informa como se proporciona a continuación:

50

Se utilizaron señales de audio fisiológicas no estacionarias a partir de datos de fonocardiograma disponibles públicamente (<https://physio-net.org/pn3/challenge/2016/>) para el experimento.

55

Conjunto de datos disponible: 120 señales de N, 3129 señales de C.  
 Conjunto de entrenamiento: (N 90 y C 90)  
 Conjunto de pruebas: (N 30 & C 3039)

Este conjunto de entrenamiento consta de cinco bases de datos (A a E) que contienen un total de 3126 grabaciones de sonidos cardíacos, que duran desde 5 segundos hasta poco más de 120 segundos.

En este experimento, se encuentra que cuatro características son características únicas y distintivas:

1. Media recortada al 10% de los coeficientes de Fourier.
2. Asimetría de los coeficientes de Fourier
3. Frecuencias por debajo de las cuales está presente el 80% de energía.
4. Curtosis de los coeficientes de Fourier.

El UFAV correspondiente: [255,05, +1], [0,0003, -1], [32,6, -1], [10,1237, +1].

Basado en el procedimiento y el sistema de la presente divulgación, el experimento mencionado anteriormente proporcionó una detección de ruido con una precisión del 85,52%.

Los sistemas y procedimientos conocidos convencionalmente para la identificación de señal ruidosa a partir de señales de audio no estacionarias se dirigen a la clasificación de señales ruidosas no estacionarias en componentes ruidosos y limpios. En particular, las señales de audio fisiológicas no estacionarias, como las grabaciones de PCG, tienen muchos componentes de ruido que pueden contener información crítica. La automatización de sistemas y procedimientos conocidos convencionalmente solo daría como resultado un ahorro de tiempo; los análisis adicionales seguirían restringiéndose a los componentes limpios solamente, por lo que falta información crítica que pudiera haber estado presente en el componente ruidoso rechazado. Los sistemas y procedimientos de la presente divulgación resuelven este problema técnico al facilitar la identificación automática de señales ruidosas de una manera que, en primer lugar, es dinámica y no depende de ningún clasificador. También permite clasificar el componente ruidoso en un componente ligeramente ruidoso que se puede llevar más lejos para los análisis, asegurando así que se recupere la mayor cantidad de información crítica posible de las señales de audio no estacionarias.

La descripción escrita describe el objeto de la presente memoria para permitir que cualquier persona experta en la técnica realice y use las realizaciones de la presente divulgación.

Debe entenderse que el alcance de la protección se extiende a un programa y además a un medio legible por ordenador que tiene un mensaje en él; tales medios de almacenamiento legibles por ordenador contienen medios de código de programa para la implementación de la invención, cuando el programa se ejecuta en un servidor o dispositivo móvil o cualquier dispositivo programable adecuado. El dispositivo de hardware puede ser cualquier tipo de dispositivo que pueda programarse, incluido, por ejemplo, cualquier tipo de ordenador, como un servidor o un ordenador personal, o similar, o cualquier combinación de estos. El dispositivo también puede incluir medios que podrían ser, por ejemplo, medios de hardware como, por ejemplo, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA), o una combinación de medios de hardware y software, por ejemplo, un ASIC y una FPGA o al menos un microprocesador y al menos una memoria con módulos de software ubicados en él. Por lo tanto, los medios pueden incluir tantos medios de hardware como medios de software. Las formas de realización del procedimiento descritas en la presente memoria podrían implementarse en hardware y software. El dispositivo también puede incluir medios de software. Alternativamente, las realizaciones de la presente divulgación pueden implementarse en diferentes dispositivos de hardware, por ejemplo, utilizando una pluralidad de CPU.

Las realizaciones en la presente memoria pueden comprender elementos de hardware y software. Las realizaciones que se implementan en software incluyen, pero no se limitan a, firmware, software residente, microcódigo, etc. Las funciones realizadas por varios módulos que comprenden el sistema de la presente divulgación y se describen en la presente memoria pueden implementarse en otros módulos o combinaciones de otros módulos. Para los fines de esta descripción, un medio utilizable por ordenador o legible por ordenador puede ser cualquier aparato que pueda comprender, almacenar, comunicar, propagar o transportar el programa para su uso por o en conexión con el sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones. Los diversos módulos descritos aquí pueden implementarse como módulos de software y/o hardware y pueden almacenarse en cualquier tipo de medio legible por ordenador no transitorio u otro dispositivo de almacenamiento. Algunos ejemplos no limitativos de medios legibles por ordenador no transitorios incluyen CD, DVD, BLU-RAY, memoria flash y unidades de disco duro.

Además, aunque las etapas del proceso, las etapas del procedimiento, las técnicas o similares pueden describirse en un orden secuencial, dichos procesos, procedimientos y técnicas pueden configurarse para funcionar en ordenaciones alternativas. En otras palabras, cualquier secuencia u orden de etapas que pueda describirse no necesariamente indica un requisito de que las etapas se realicen en ese orden. Las etapas de los procesos descritos en la presente memoria pueden realizarse en cualquier orden práctico. Además, algunas etapas pueden realizarse simultáneamente.

5 Las etapas ilustradas se establecen para explicar las realizaciones ejemplares mostradas y se debe anticipar que el desarrollo tecnológico en curso cambiará la manera en que se realizan las funciones particulares. Estos ejemplos se presentan aquí con fines ilustrativos y no limitativos. Además, los límites de los bloques de construcción funcionales se han definido arbitrariamente en la presente memoria para conveniencia de la descripción. Se pueden definir límites alternativos siempre que las funciones especificadas y las relaciones de estos se realicen adecuadamente. Las alternativas (incluyendo equivalentes, extensiones, variaciones, desviaciones, etc., de las descritas en la presente memoria) serán evidentes para las personas expertas en la(s) técnica(s) relevante(s) basadas en las enseñanzas contenidas en la presente memoria. Tales alternativas caen dentro del alcance y el espíritu de las realizaciones divulgadas. Además, las palabras "que comprende", "que tiene", "que contiene" y "que incluye", y otras formas similares tienen el propósito de ser equivalentes y estar abiertas en el sentido de que un elemento o elementos que siguen a cualquiera de estas palabras no pretende ser una lista exhaustiva de dicho artículo o artículos, o pretende limitarse solo al artículo o artículos enumerados. También se debe tener en cuenta que, tal como se utiliza en la presente memoria y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", "la" y "el" incluyen referencias plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

10

15 Se pretende que la divulgación y los ejemplos se consideren solo como ejemplos y el alcance real de la invención se indica en las siguientes reivindicaciones.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento implementado por procesador (300) que comprende:
  - 5 recibir un conjunto de características (F) de una pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias (302);
  - 10 recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N) (304);
  - 15 generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento y el conjunto de características (F) (306);
  - 20 generar dinámicamente un umbral imparcial de valor de atributo de característica único (UFAV) y polaridad (P) asociado con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF) (308);
  - 25 identificar una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) (310); y
  - 30 clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria aún más como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa (312) basada en una o más condiciones predefinidas con respecto a las características únicas y distintivas de la señal de prueba.
2. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 1, en el que la generación del conjunto de características únicas y distintivas (UF) comprende:
  - 35 extraer valores de características para cada una de la pluralidad de características asociadas con la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y las señales de audio ruidosas no estacionarias (N); y clasificar cada característica del conjunto de características (F) como una característica distintiva única de un conjunto de características distintivas únicas (UF) si se satisface una condición de: (i) el valor de característica mínimo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) es mayor que el máximo valor de característica asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) por al menos un primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y al menos un segundo porcentaje predeterminado de la pluralidad de señales de audio ruidosas no estacionarias (N); y (ii) el valor de característica mínimo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) en al menos el primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y al menos el segundo porcentaje de la pluralidad de las señales de audio ruidosas no estacionarias (N).
3. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 2, en el que el primer porcentaje predeterminado y el segundo porcentaje predeterminado es del 90%.
4. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 1, en el que el valor de atributo de característica único (UFAV) es la media de (i) la mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias y (ii) la mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de las señales de audio ruidosas no estacionarias.
5. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 1, en el que la identificación de la señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria comprende una condición de:
  - 55 agrupar las características únicas y distintivas de la señal de prueba en un compartimiento limpio ( $B_C$ ) y un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ), basándose en una regla de votación de mayoría estricta sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ); y agrupar las características únicas y distintivas de la señal de prueba en un compartimiento limpio ( $B_C$ ) y un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ), basándose en una regla de votación de mayoría ponderada sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ).
6. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 5, en el que la clasificación de la señal de prueba ruidosa no estacionaria adicionalmente como una señal de prueba ligeramente ruidosa comprende

satisfacer una o más de las condiciones predefinidas siguientes:

la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) es mayor que la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF) por un primer valor predeterminado; y

la distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa es menor que el valor de atributo de característica único (UFAV) en un segundo valor predeterminado en al menos una parte de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF).

7. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 6, en el que la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) no es inferior a un tercio de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF).

8. El procedimiento implementado por procesador de la reivindicación 6, en el que la distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa no es superior al 10% del valor de atributo de característica único (UFAV) en al menos el 50% de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF).

9. Un sistema (100) que comprende:

uno o más dispositivos de almacenamiento de datos (102) acoplados operativamente a uno o más procesadores de hardware (104) y configurados para almacenar instrucciones configuradas para la ejecución por uno o más procesadores de hardware para:

recibir un conjunto de características (F) de una pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias; recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N); generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento y el conjunto de características (F);

generar dinámicamente un umbral imparcial de valor de atributo de característica único (UFAV) y polaridad (P) asociado con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF);

identificar una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P); y

clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa basada en una o más condiciones predefinidas con respecto a las características únicas y distintivas de la señal de prueba.

10. El sistema de la reivindicación 9, en el que el uno o más procesadores de hardware están además configurados para generar el conjunto de características únicas y distintivas (UF) al:

extraer valores de características para cada una de la pluralidad de características asociadas con la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y las señales de audio ruidosas no estacionarias (N); y clasificar cada característica del conjunto de características como una característica distintiva única de un conjunto de características distintivas únicas (UF) si se satisface una condición de: (i) el valor de característica mínimo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) por un primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de las señales de audio limpias no estacionarias (C) y un segundo porcentaje predeterminado de la pluralidad de las señales de audio ruidosas no estacionarias (N); y (ii) el valor de característica mínimo asociado con la señal de audio ruidosa no estacionaria (N) es mayor que el valor de característica máximo asociado con la señal de audio limpia no estacionaria (C) en al menos el primer porcentaje predeterminado de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y el segundo porcentaje de la pluralidad de las señales de audio ruidosas no estacionarias (N).

11. El sistema de la reivindicación 9, en el que el valor de atributo de característica único (UFAV) es la media de (i) una mediana de valores asociados con las características únicas y distintivas de la pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias y (ii) una mediana de valores asociados con las características únicas y

distintivas de las señales de audio ruidosas no estacionarias.

- 5 **12.** El sistema de la reivindicación 9, en el que el uno o más procesadores de hardware están además configurados para identificar la señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria si se satisface una condición de:

10 agrupar las características únicas y distintivas de la señal de prueba en un compartimiento limpio ( $B_C$ ) y un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ) basándose en una regla de votación de mayoría estricta sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ); y agrupar las características únicas y distintivas de la señal de prueba en un compartimiento limpio ( $B_C$ ) y un compartimiento ruidoso ( $B_N$ ) basándose en una regla de votación de mayoría ponderada sobre la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) y la cardinalidad del compartimiento ruidoso ( $B_N$ ).

- 15 **13.** El sistema de la reivindicación 12, en el que el uno o más procesadores de hardware están además configurados para clasificar la señal de prueba ruidosa no estacionaria además como una señal de prueba ligeramente ruidosa si se satisface una o más condiciones predefinidas:

20 la cardinalidad del compartimiento limpio ( $B_C$ ) es mayor que la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF) por un primer valor predeterminado; y

25 la distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa es menor que el valor de atributo de característica único (UFAV) en un segundo valor predeterminado en al menos una parte de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF);

- 30 **14.** El sistema de la reivindicación 13, en el que la distancia euclidiana entre el valor de atributo de característica único (UFAV) y los valores asociados con las características únicas y distintivas de la señal ruidosa no es mayor que el 10% del valor de atributo de característica único (UFAV) en al menos 50% de la cardinalidad del conjunto de características únicas y distintivas (UF).

- 35 **15.** Un producto de programa de computación que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un programa legible por ordenador incorporado en el mismo, en el que el programa legible por ordenador, cuando se ejecuta en un dispositivo de computación, provoca que el dispositivo de computación:

40 reciba un conjunto de características (F) de una pluralidad de características asociadas con señales de audio no estacionarias; recibir un conjunto de entrenamiento que comprende una pluralidad de señales de audio limpias no estacionarias (C) y señales de audio ruidosas no estacionarias (N); generar un conjunto de características únicas y distintivas (UF) basado en el conjunto de entrenamiento y el conjunto de características (F);

45 genere dinámicamente un umbral imparcial de valor de atributo de característica único (UFAV) y polaridad (P) asociado con cada una de las características únicas y distintivas del conjunto de características únicas y distintivas (UF);

50 identifique una señal de prueba como señal de prueba ruidosa no estacionaria o señal de prueba limpia no estacionaria mediante aislamiento estadístico basado en (i) el valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P) asociada con cada una de las características únicas y distintivas de la señal de prueba y (ii) el umbral imparcial generado dinámicamente del valor de atributo de característica único (UFAV) y la polaridad (P); y

55 clasifique la señal de prueba ruidosa no estacionaria como una señal de prueba ligeramente ruidosa y una señal de prueba altamente ruidosa basada en una o más condiciones predefinidas con respecto a las características únicas y distintivas de la señal de prueba.

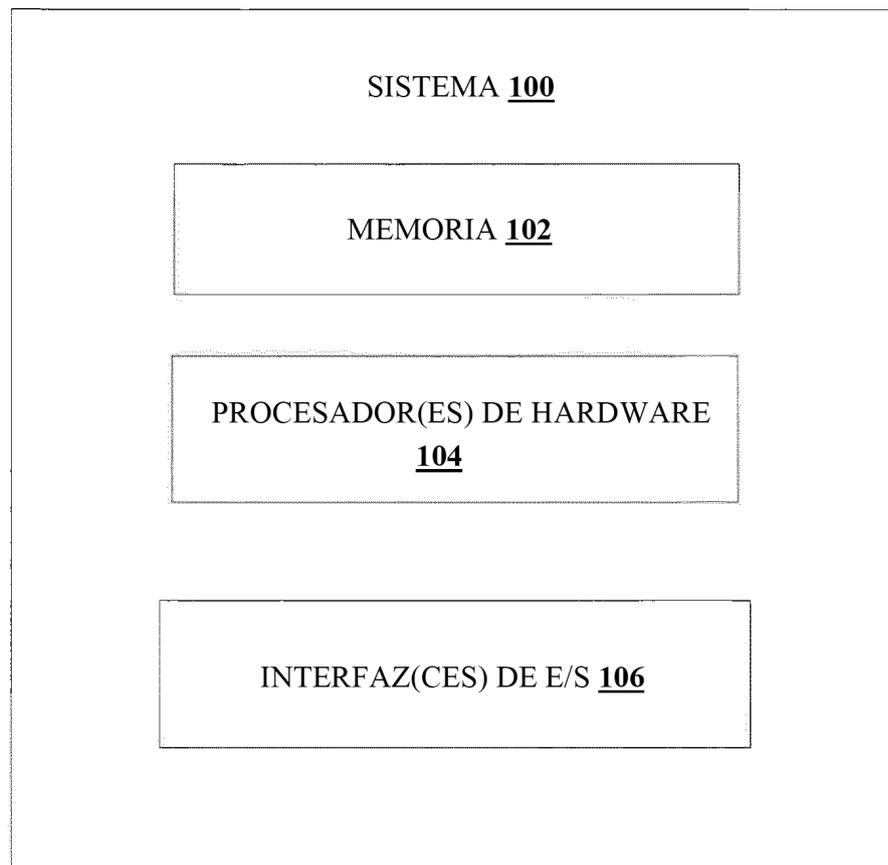


FIG.1

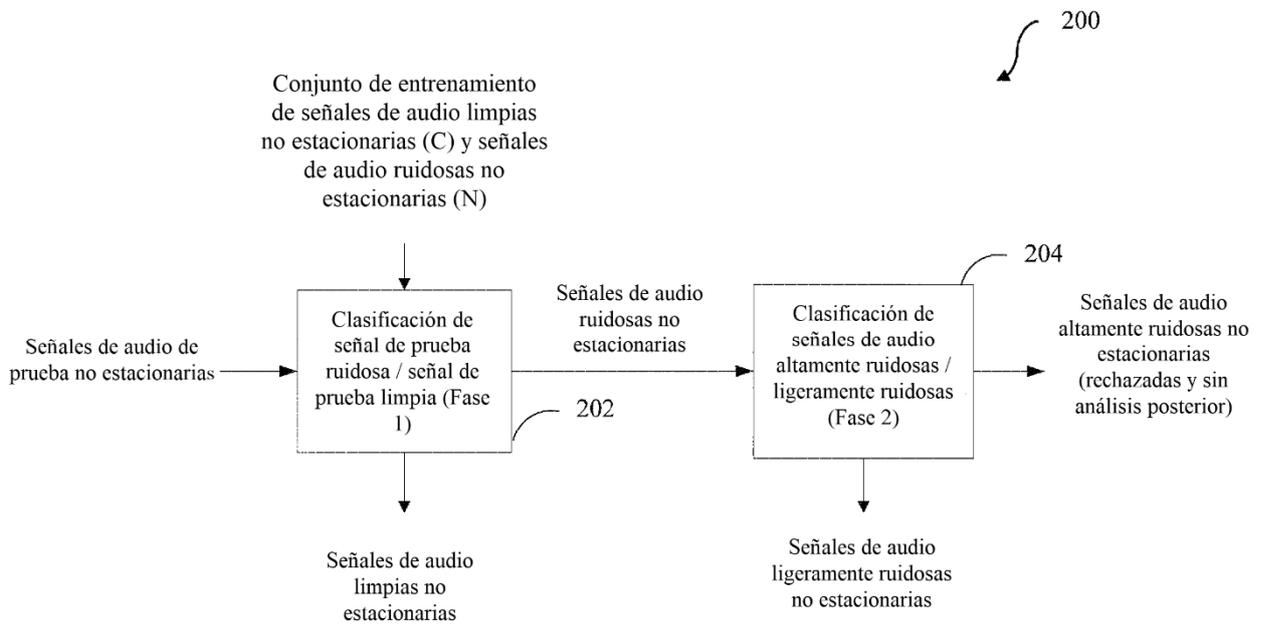


FIG.2

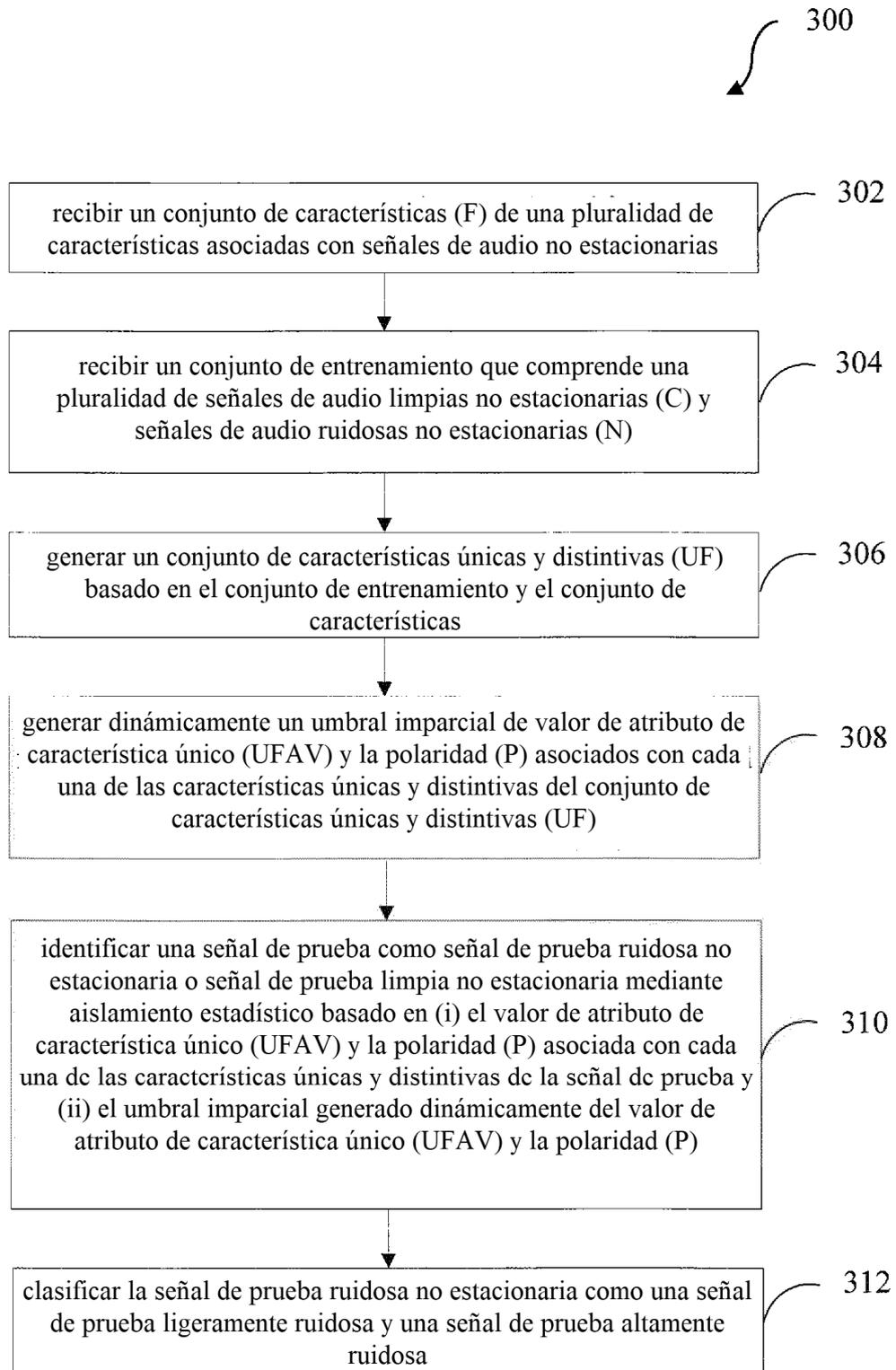


FIG.3

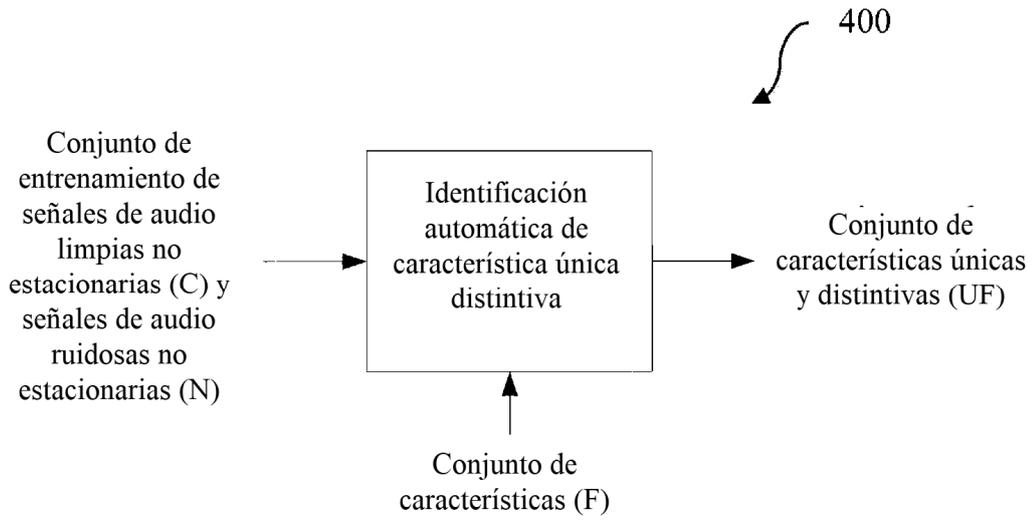


FIG.4A

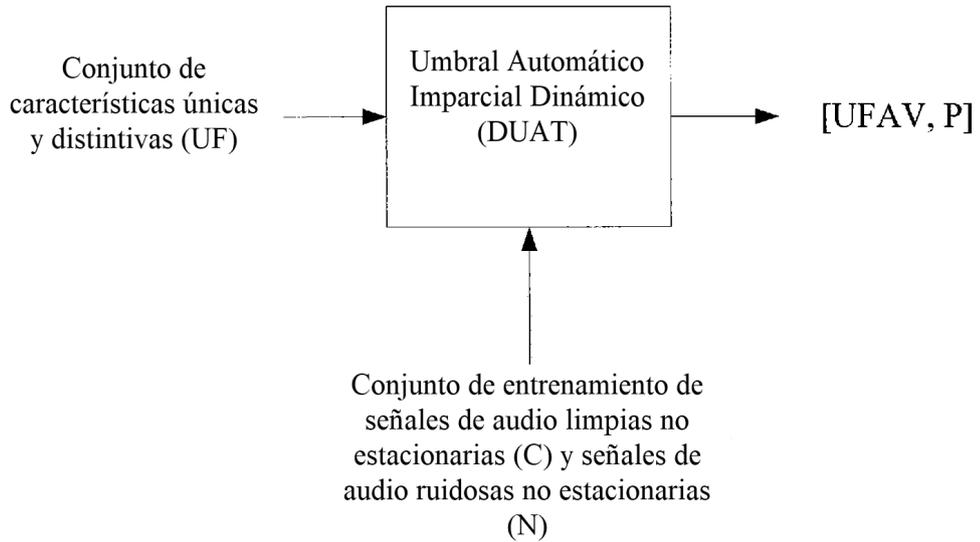


FIG.4B

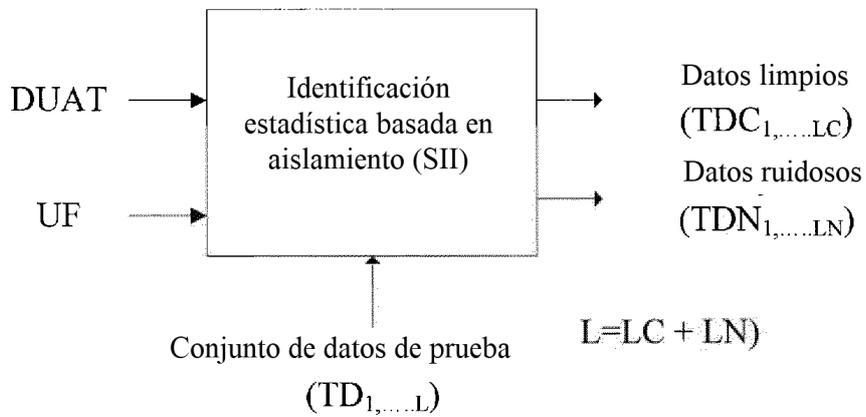


FIG.4C