

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 814 955**

51 Int. Cl.:

A61B 7/00 (2006.01)

A61B 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2013 PCT/US2013/023044**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2013 WO13154655**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2013 E 13775692 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 2836131**

54 Título: **Sistema y método de diagnóstico de enfermedades bovinas utilizando análisis de auscultación**

30 Prioridad:

09.04.2012 US 201213442569

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

29.03.2021

73 Titular/es:

**INTERVET INTERNATIONAL B.V. (100.0%)
Wim de Körverstraat 35
5831 AN Boxmeer, NL**

72 Inventor/es:

**GEISSLER, RANDOLPH, K.;
TAYLOR, WADE, A.;
NELSON, SCOTT, A.;
LEWIS, STEVE, A.;
TAYLOR, GARRETT, W. y
NOFFSINGER, THOMAS, H.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 814 955 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de diagnóstico de enfermedades bovinas utilizando análisis de auscultación

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere de manera general al diagnóstico no invasivo de enfermedades en animales, y más particularmente, a un sistema y método para el diagnóstico de enfermedades respiratorias bovinas utilizando técnicas de auscultación. Las características acústicas de los sonidos grabados se convierten a un formato de datos digital y después se manipulan en una o más operaciones matemáticas, incluyendo un algoritmo para generar una puntuación pulmonar numérica. Las puntuaciones pulmonares se comparan con datos existentes que indican el nivel de la enfermedad en el animal observado. El diagnóstico, pronóstico y recomendaciones de tratamiento también pueden generarse basándose en las puntuaciones pulmonares. Se proporcionan además realizaciones para estetoscopios digitales electrónicos con unidades de visualización integradas que proporcionan al usuario una indicación de la salud del animal que se examina.

Antecedentes de la invención

Las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades respiratorias y las enfermedades gastrointestinales se han distinguido según los sonidos auscultados en el cuerpo de un paciente. Basándose en las mediciones obtenidas de los diferentes sonidos, los médicos han podido diagnosticar enfermedades y proceder con los tratamientos.

Con el fin de realizar un diagnóstico preciso de una enfermedad basándose en los sonidos auscultados, resulta necesario un amplio conocimiento empírico de las diversas y múltiples formas de los sonidos auscultados. Hasta recientemente, la auscultación era más arte que ciencia, ya que la realización del diagnóstico se basaba en el oído entrenado del cuidador y no se basaba en datos medidos de los sonidos grabados.

Con la llegada de los estetoscopios digitales/electrónicos, los sonidos auscultados pueden grabarse en forma digital y programas informáticos pueden manipular a continuación los datos a fin de analizar las características de los datos. A partir de dicho análisis, pueden realizarse diagnósticos más precisos basados en criterios objetivos y no sólo en el oído entrenado del cuidador a cargo.

Es bien conocida la medición de sonidos auscultados en el ser humano a fin de realizar diagnósticos de enfermedades percibidas. Sin embargo, la auscultación de animales, tales como vacas, no se utiliza frecuentemente. Se han realizado muy pocos esfuerzos para recoger datos de sonidos bovinos auscultados con fines de llegar a conclusiones sobre el tipo de enfermedad que puede estar ocurriendo en especies bovinas.

Particularmente en un corral para engorde en donde resultar necesario mantener las vacas en un estado óptimo de salud para que se produzca la necesaria ganancia de peso, resulta crucial identificar las vacas enfermedad precozmente para un tratamiento eficaz y para contribuir a la bioseguridad. El estado real de salud de las vacas puede resultar difícil de medir utilizando técnicas tradicionales, tales como la observación de síntomas, incluyendo temperatura, postura e indicios visuales (p.ej., descarga nasal, depresión y distensión abdominal). Las definiciones de caso de enfermedad respiratoria bovina tradicionalmente han incluido una temperatura rectal mínima objetiva y una puntuación clínica subjetiva. Los ensayos clínicos indican que las puntuaciones pulmonares objetivos proporcionan correlaciones más fuertes que las temperaturas rectales con tasas finales de letalidad, tasas de retratamiento y costes de tratamiento. Las vacas se evalúan visualmente al llegar inicialmente al corral de engorde, y la adrenalina asociada con la manipulación con frecuencia enmascara los síntomas de enfermedad. La evaluación estetoscópica de los sonidos pulmonares bovinos puede utilizarse para evaluar el potencial de metabolismo de oxígeno de las vacas durante diversas etapas de procesamiento a la llegada. Sin embargo, debido a la falta de datos actuales para clasificar objetivamente los sonidos pulmonares bovinos, existe una necesidad de desarrollo de un sistema y método automatizados que puedan ayudar al cuidador en la evaluación de dichos sonidos pulmonares y en la realización de diagnósticos a tiempo.

La enfermedad respiratoria bovina es compleja y resulta particularmente difícil de tratar y diagnosticar en comparación con las enfermedades respiratorias en el ser humano. La gruesa musculatura que circunda el tórax de la vaca, la piel gruesa y las posibles capas de grasas y la anchura de las costillas dificulta la utilización de un estetoscopio para obtener sonidos que puedan analizarse a fin de realizar un diagnóstico.

Debido a los problemas asociados a la recogida eficaz de los sonidos auscultados en vacas y la falta general de conocimientos sobre cómo analizar dichos sonidos, la industria ganadera ha sido lenta en el desarrollo de procedimientos diagnósticos automatizados que puedan utilizar eficazmente los datos auscultados.

Una referencia de patente que comenta la utilización de acústica para la detección de condiciones respiratorias es la patente US nº 6.443.907. Dicha referencia da a conocer específicamente técnicas diagnósticas que permiten la detección de condiciones respiratorias en el cuerpo de un paciente. Los datos recogidos de la auscultación se comparan con características acústicas de referencia y/o valores umbral predeterminados a fin de determinar si se

encuentra presente una condición respiratoria anormal en el paciente. La técnica diagnóstica incluye el procesamiento de datos acústicos mediante el cálculo de proporciones energéticas utilizando valores de energía en bandas de frecuencia elevada y baja, retardos temporales de las señales y/o frecuencias dominantes; los valores calculados a continuación se comparan con umbrales de referencia predeterminados a fin de generar resultados indicativos de la condición respiratoria del paciente.

La patente US nº 6.520.924 da a conocer un aparato diagnóstico automático que utiliza un estetoscopio digital. El diagnóstico se determina basándose en la composición de los sonidos auscultados grabados frente a datos estándares de los sonidos auscultados para enfermedades cardiovasculares, respiratorias y gastrointestinales. Se utilizan criterios objetivos para comparar los sonidos auscultados recogidos y los datos estándares permiten al profesional médico diagnosticar una enfermedad particular.

Aunque la auscultación está bien desarrollada para el tratamiento humano, existe una clara necesidad de un procedimiento y método automatizados que puedan diagnosticar enfermedades respiratorias bovinas.

El documento nº US 2009/0137918, la solicitud publicada de patente anterior de los presentes solicitantes, da a conocer un sistema que recoge entradas relacionadas con las enfermedades respiratorias de una especie bovina mediante un estetoscopio. Las entradas a continuación se tratan mediante software que comprende un algoritmo, mediante el cual resulta posible tratar los datos recogidos a fin de determinar un diagnóstico, tratamiento y proyección de pronóstico de éxito del tratamiento.

Descripción resumida de la invención

Según la presente invención, se proporciona un sistema según la reivindicación 1 para el diagnóstico de enfermedades respiratorias de especies bovinas. Se utiliza la evaluación estetoscópica de sonidos pulmonares bovinos para recoger datos en los sonidos. La recogida de sonidos pulmonares preferentemente se lleva a cabo con un estetoscopio digital/electrónico que es capaz de expresar los sonidos en forma de un espectrograma. Los datos digitales recogidos con el estetoscopio se manipulan con un software informático que permite el análisis en tiempo real del espectrograma y el diagnóstico de una enfermedad basándose en las puntuaciones pulmonares numéricas que generalmente clasifican la salud del animal. Se comparan las puntuaciones pulmonares con niveles umbral que generalmente describen la salud del animal y pueden interpretarse adicionalmente para corresponder con un determinado nivel de enfermedad en el animal. Dicha comparación puede utilizarse además para generar uno o más tratamientos recomendados. La asignación de puntuaciones pulmonares numéricas a vacas evaluadas es un factor predictivo eficiente de problemas respiratorios.

Mediante una extensa recogida de datos, se ha encontrado que los sonidos auscultados en especies bovinas que se encuentran comprendidos dentro de intervalos de frecuencias particulares proporcionan una indicación de enfermedad respiratoria. Asumiendo que el estetoscopio se coloca en la localización apropiada para recoger sonidos auscultados, los sonidos recogidos que se encuentran comprendidos dentro de dichas frecuencias se convierten mediante una serie de operaciones matemáticas en uno o más algoritmos para producir las puntuaciones pulmonares numéricas. Dichas puntuaciones pulmonares se corresponden con diversos niveles de enfermedad respiratoria y, por consiguiente, pronóstico, y a continuación puede perseguirse el tratamiento basándose en las puntuaciones pulmonares específicas obtenidas.

Más específicamente, se ha determinado mediante ensayo que los sonidos auscultados en el intervalo de entre 500 y 900 Hz pueden utilizarse para generar puntuaciones pulmonares numéricas y, por lo tanto, indicar diversos niveles de enfermedad respiratoria.

De acuerdo con el método de la presente invención, se recogen los sonidos auscultados de especies bovinas mediante la utilización de un estetoscopio digital que se sitúa aproximadamente tres pulgadas sobre el codo derecho del animal, colocando de esta manera el estetoscopio sobre el lóbulo apical derecho. Los sonidos también pueden recogerse en el lado derecho aproximadamente tres pulgadas sobre el codo izquierdo, colocando de esta manera el estetoscopio sobre el lóbulo cardiaco. Una vez se han recogido y grabado los sonidos con el estetoscopio digital, los datos son descargados a un dispositivo informático. El sonido grabado preferentemente se carga en forma de un archivo .wav. En el caso de que se utilice otro formato de archivo, según la presente invención, se adapta el software para convertirlo al formato .wav para el procesamiento. Un archivo .wav es un formato de audio de forma de onda estándar de la industria que se utiliza para el almacenamiento de audio en dispositivos tales como ordenadores personales. Dicho archivo es una variante del método de formato de flujo de bits RIFF para el almacenamiento de datos en grupos y actualmente es el formato principal utilizado en sistemas Windows para datos de audio en bruto. Los datos grabados a partir del sonido se almacenan en una matriz en su formato en bruto o básico. Se lleva a cabo una transformada de Fourier de corta duración (TFCD) en los datos en bruto con un tamaño de ventana seleccionada de aproximadamente 512 puntos de datos y un solapamiento de aproximadamente 50%. El tamaño de ventana se refiere a la cantidad de datos que cubrirá cada transformada de Fourier. Cada ventana se solapa en aproximadamente 50% con la ventana anterior para ayudar a mejorar la resolución de las frecuencias. Debido a que la transformada de Fourier funciona únicamente con una señal estacionaria infinita, las señales dinámicas grabadas deben separarse en muchos fragmentos pequeños de manera que cada fragmento representa un valor estacionario en ese tiempo. El tamaño de ventana seleccionado presenta un efecto sobre la precisión de la representación de frecuencias que es el resultado

de la transformación, y un tamaño de ventana de aproximadamente 512 puntos de datos se ha demostrado que proporciona la precisión requerida con los fines de generar puntuaciones pulmonares según la presente invención. Por ejemplo, los sonidos muestreados a 4000 Hz mediante un tipo particular de estetoscopio digital podrían contener 8192 puntos de datos en bruto por cada segundo de sonido grabado. La TFCD utilizará los primeros 512 puntos de dichos puntos de datos y actuará sobre ellos. El segundo barrido, debido al solapamiento, se iniciará en el punto de datos nº 256 y avanzará hasta el punto de datos nº 767. Dicha combinación de tamaño de ventana y solapamiento se ha demostrado que proporciona un buen compromiso entre la resolución de las frecuencias y la resolución temporal.

Mediante los ensayos, se ha encontrado que una función de 'windowing' específica puede incluir una función de Hamming. Tal como entenderá el experto en la materia, una función de Hamming iguala a cero los datos fuera de un intervalo específico. Se utilizan funciones de windowing en transformadas de Fourier de corta duración (TFCD) para ayudar a combatir el problema de las fugas espectrales. Se ha demostrado que la función de Hamming ayuda a crear una mejor resolución de las frecuencias, de manera que las frecuencias contenidas en el sonido grabado pueden representarse con mayor precisión.

Los datos resultantes de cada transformada de Fourier se representan en un gráfico para formar puntos de datos para un espectrograma. Según la presente invención, los datos representados crean un espectrograma que es una representación visual de los sonidos grabados en el dominio de frecuencias en el que los ejes representados son el tiempo y la frecuencia. Las amplitudes de las frecuencias entre aproximadamente 500 y 900 Hz son las más importantes en términos de diferenciación entre las diferentes categorías de sonidos correspondientes a diversos niveles de enfermedad respiratoria. A continuación, los datos se separan en diez grupos primarios o bandas, es decir, las amplitudes entre 500 y 540 Hz, entre 540 y 580 Hz, entre 580 y 620 Hz, entre 620 y 660 Hz, entre 660 y 700 Hz, entre 700 y 740 Hz, entre 740 y 780 Hz, entre 780 y 820 Hz, entre 820 y 860 Hz o entre 860 y 900 Hz.

Cada banda de frecuencias se recorta para eliminar la primera y última porción del sonido grabado. La función de recorte puede conseguirse mediante la utilización de una pantalla de selección por el usuario en un programa de software informático que genera un espectrograma del sonido grabado. El usuario puede recortar manualmente la primera y última porción aplicable del sonido grabado mediante visionado del sonido grabado en el espectrograma y utilizando la función de software prescrita para eliminar las porciones deseadas del sonido grabado. El usuario evalúa además el sonido grabado globalmente a fin de que sólo las secciones pertinentes de cada sonido grabado se seleccionen para el análisis, garantizando de esta manera que no se incluye ningún dato innecesario. Por ejemplo, al utilizar algunos estetoscopios, al colocar inicialmente el estetoscopio en el animal, puede grabarse un sonido de chasquido significativo. Dicho sonido de chasquido es fácilmente eliminable mediante la delección o extracción por el usuario de la parte del espectrograma que corresponde al sonido de chasquido en la pantalla de selección para el usuario. Las frecuencias resultantes obtenidas pueden denominarse frecuencias recortadas. Cada una de las bandas de frecuencias recortadas se alimenta a continuación a un filtro de respuesta de impulsos finitos (RIF), tal como un filtro RIF de 125 ponderaciones con coeficientes idénticos. Para los fines de dicho cálculo, los sonidos auscultados durante un periodo de tres respiraciones completas del animal resultan adecuados para una puntuación eficaz. Con el fin de explicar las diferencias de tasa respiratoria de los animales y cualquier ruido que puede encontrarse presente, se ha encontrado que la grabación de los sonidos durante un periodo de tiempo de 8 segundos resulta adecuada. Sin embargo, dicho marco temporal puede modificarse para considerar cualesquiera circunstancias inusuales en el tiempo de auscultación.

Los resultados numéricos de aplicación de cada filtro RIF a continuación se utilizan para formular una puntuación pulmonar numérica calculada que se compara con datos de línea base establecidos a fin de establecer un diagnóstico presuntivo de gravedad de la enfermedad.

La fórmula o ecuación para establecer las puntuaciones pulmonares, por lo tanto, puede expresarse de la manera siguiente, en donde los valores de X son el resultado numérico de aplicar el filtro RIF en el intervalo de frecuencias indicado:

$$\begin{aligned}
 &x_1, = \text{resultado del filtro RIF de 500 a 540 Hz; } x_2 = \text{resultado del filtro RIF de 540 a 580 Hz;} \\
 &x_3 = \text{resultado del filtro RIF de 580 a 620 Hz; } x_4 = \text{resultado del filtro RIF de 620 a 660 Hz;} \\
 &x_5 = \text{resultado del filtro RIF de 660 a 700 Hz; } x_6 = \text{resultado del filtro RIF de 700 a 740 Hz;} \\
 &x_6 = \text{resultado del filtro RIF de 700 a 740 Hz; } x_7 = \text{resultado del filtro RIF de 740 a 780 Hz;} \\
 &x_8 = \text{resultado del filtro RIF de 780 a 820 Hz; } x_9 = \text{resultado del filtro RIF de 820 a 860 Hz;} \\
 &x_{10} = \text{resultado del filtro RIF de 860 a 900 Hz;} \\
 &\text{puntuación} = 0,205x_1 + 0,075x_2 + 0,02x_3 + 0,2x_4 + 0,35x_5 + 0,02x_6 + 0,02x_7 + 0,09x_8 + 0,01x_9 + 0,01x_{10}
 \end{aligned}$$

Los coeficientes en la ecuación de puntuación pulmonar se determinaron recogiendo datos de un gran número de sonidos y comparando los sonidos para determinar si podía establecerse una relación numérica que correlacionase los resultados de la aplicación del filtro RIF a sonidos en los diversos intervalos de frecuencia con un diagnóstico presuntivo. Los coeficientes se establecieron de manera que las puntuaciones pulmonares pudiesen calcularse en un orden creciente de más sano (más pequeño) a más enfermo (más grande) y de manera que las categorías de puntuación pulmonar pudiesen dividirse fácilmente para corresponder con diversos diagnósticos discretos. A partir de

dicha recogida exhaustiva de datos y ejercicio de desarrollo matemático, se derivó la ecuación de puntuación pulmonar.

5 Una vez se había obtenido una puntuación pulmonar calculada, se comparó con los datos de línea base en la forma de valores umbral que generalmente se corresponden con condiciones respiratorias bovinas. Dichos valores umbral se han establecido como resultado de varios ensayos en los que los valores umbral muestran consistentemente una relación directa con el estado de salud del animal que se evalúa. Los valores umbral pueden expresarse en términos de puntuación pulmonar escalada entre 1 y 9. Dichas puntuaciones pulmonares escaladas pueden resultar más fáciles de registrar e informar para el cuidador que las puntuaciones pulmonares calculadas reales. Tal como se proporciona en la lista, a continuación, se indica una condición respiratoria bovina como una función de un intervalo de puntuaciones pulmonares calculadas y una puntuación pulmonar escalada correspondiente. De esta manera, los intervalos de puntuaciones pulmonares calculados según se corresponde con condiciones respiratorias y las puntuaciones pulmonares escaladas son los siguientes:

- 15 a. Puntuación pulmonar escalada de 1 (Baja normal) = puntuación pulmonar calculada entre 0 y 74,5.
- b. Puntuación pulmonar escalada de 2 (Alta normal) = puntuación pulmonar calculada entre 74,5 y 149.
- c. Puntuación pulmonar escalada de 3 (Baja leve aguda) = puntuación pulmonar calculada entre 150 y 165.
- d. Puntuación pulmonar escalada de 4 (Alta leve aguda) = puntuación pulmonar calculada entre 165 y 180.
- 20 e. Puntuación pulmonar escalada de 5 (Baja grave aguda) = puntuación pulmonar calculada entre 181 y 250,5.
- f. Puntuación pulmonar escalada de 6 (Alta grave aguda): = puntuación pulmonar calculada entre 250,5 y 320.
- g. Puntuación pulmonar escalada de 7 (Baja crónica) = puntuación pulmonar calculada entre 320 y 400.
- h. Puntuación pulmonar escalada de 8 (Media crónica) = puntuación pulmonar calculada entre 400 y 500.
- l. Puntuación pulmonar escalada de 9 (Alta crónica) = puntuación pulmonar calculada entre 500 y un valor superior.

25 Las puntuaciones pulmonares calculadas que son próximas o superiores a dichos niveles umbral de las puntuaciones pulmonares escaladas indican diagnóstico presuntivo de las condiciones correspondientes. Por ejemplo, una puntuación pulmonar calculada de 175 indicaría un diagnóstico de una condición respiratoria aguda leve alta (Puntuación pulmonar escalada de 4) y aproximándose a una condición aguda grave (Puntuación pulmonar escalada de 5). Una puntuación pulmonar calculada de 425 indicaría una condición crónica media (Puntuación pulmonar escalada de 8) y una que represente una enfermedad de mayor duración acompañada de cierta consolidación pulmonar irreversible. Aunque las puntuaciones pulmonares calculadas se proporcionan en intervalos diferentes, debe entenderse que las puntuaciones pulmonares calculadas que son próximas al extremo de un intervalo y al inicio del siguiente intervalo podrían justificar el análisis posterior por el cuidador a fin de comprobar que la asignación de la puntuación pulmonar es consistente con los demás síntomas manifestados por el animal. De esta manera, los intervalos generales son indicadores excelentes de condiciones pulmonares, aunque algunas puntuaciones pulmonares podrían justificar un análisis adicional.

40 Pueden utilizarse técnicas de filtrado adicionales para mejorar el análisis de los sonidos grabados. Son tres filtros adicionales que pueden utilizarse para eliminar los sonidos interfirientes, un filtro de reducción del pulso cardiaco, un filtro eliminador de banda adaptativo y un filtro de chasquidos/crepitaciones. El filtro de pulso cardiaco se basa en una técnica de interpolación a trozos de umbral adaptativo que se utiliza para eliminar el ruido asociado al latido cardiaco y que de otro modo podría interferir con los sonidos pulmonares grabados. El filtro eliminador de banda adaptativo se basa en la misma técnica que el filtro de pulso cardiaco, aunque por el contrario se centra en eliminar cualquier ruido interfiriente emitido a una frecuencia constante durante todo el sonido grabado, tal como el ruido generado por la manga para el ganado. El filtro de chasquidos/crepitaciones se utiliza para eliminar cualesquiera chasquidos o crepitaciones remanentes asociados al movimiento del estetoscopio que quedan en la pantalla de selección del usuario.

50 De acuerdo con el funcionamiento básico del software de la presente invención, un usuario puede seleccionar un archivo particular que se corresponde con los datos de sonidos grabados para un animal particular obtenidos en un tiempo particular. Dicho archivo puede incluir otra información de identificación, tal como la localización en la que se ha grabado el sonido, cómo se ha grabado (p.ej., el lado del comedero, y el tipo de estetoscopio utilizado). Una vez el usuario ha seleccionado el archivo particular, se muestra en la interfaz del usuario un espectrograma del sonido junto con la puntuación para ese sonido. El espectrograma puede incluir la utilización de diversos colores que indican las amplitudes de las frecuencias grabadas. Además, de acuerdo con la presente invención, los valores numéricos de las puntuaciones pulmonares pueden corresponder, cada uno, a uno o más diagnósticos obtenidos de una base de datos de diagnósticos, de una base de datos de uno o más tratamientos recomendados para cada diagnóstico y de pronósticos para la mejora basados en los diagnósticos y uno o más tratamientos recomendados. De acuerdo con lo anterior, la interfaz de usuario también puede mostrar los diagnósticos, los tratamientos recomendados y los pronósticos. Los tratamientos recomendados y pronósticos se generan a partir de las puntuaciones pulmonares calculadas y otros factores, tales como edad, peso, días con el pienso, fecha prevista de comercialización, estación, historia del origen, categoría de riesgo y temperatura rectal.

65 Además, los espectrogramas ayudan al cuidador a analizar adicionalmente la patología particular asociada al animal, ya que pueden existir otras indicaciones en el espectrograma que ayuden al cuidados en la realización del diagnóstico.

Por ejemplo, la comparación de las amplitudes de los sonidos grabados durante la inhalación y la exhalación también puede ser un indicador de una condición respiratoria particular.

5 Con respecto al dispositivo preferente para capturar los sonidos auscultados de la especie bovina, un dispositivo preferente incluiría un estetoscopio incorporado en una pieza torácica que comunica por cable o inalámbricamente con una pantalla LCD táctil portátil que muestra el espectrograma/forma de onda del sonido grabado. La pantalla LCD táctil portátil podría ser, por ejemplo, un asistente digital personal (PDA, por sus siglas en inglés) que contiene el software necesario para generar una visualización en pantalla del espectrograma de los sonidos grabados. Tal como se comenta posteriormente, se contempla en la presente invención que el usuario presente la opción de filtrar datos
10 extraños expulsándolos de las formas de onda grabadas de manera que las formas de onda reflejen datos exactos correspondientes al sonido real emitido por el animal.

15 En otra realización de la invención, se proporciona un estetoscopio digital electrónico con una pantalla integrada que permite al usuario ver la puntuación pulmonar directamente en el dispositivo o ver alguna otra indicación visual del estado de salud del animal. En un aspecto de dicha realización, se contempla que el estetoscopio presente una capacidad inalámbrica para comunicarse inalámbricamente con un ordenador remoto. El ordenador recibe un sonido pulmonar digitalizado del estetoscopio. Se aplica un algoritmo seleccionado a dichos datos digitalizados en el ordenador y una puntuación pulmonar o se produce algún otro resultado tangible que proporciona una indicación de la salud del animal. A continuación, dichos resultados se envían inalámbricamente al estetoscopio para la visualización por el usuario. En otro aspecto de dicha realización, se contempla que el estetoscopio digital mismo pueda incorporar un microprocesador, memoria asociada y software o firmware que sea capaz de generar la puntuación pulmonar o algún otro resultado indicativo de la salud del animal. De esta manera, los sonidos grabados por el estetoscopio son manipulados por el microprocesador para generar el resultado de puntuación pulmonar u otro resultado que indica la salud del animal, y un ordenador remoto no resulta necesario.

25 En lugar de generar una puntuación pulmonar, entre otras indicaciones o resultados que pueden ser generados por el usuario pueden incluirse un mensaje o informe que resume la salud percibida del animal según juzga el algoritmo o algoritmos aplicados en los sonidos pulmonares grabados. Por ejemplo, puede producirse un mensaje en la pantalla integrada del dispositivo que lista la condición de salud del animal (p.ej., aguda leve, aguda, etc.) junto con una recomendación de tratamiento, tal como una dosis de medicación. También se contempla que la historia de salud del animal pueda considerarse con la puntuación pulmonar/recomendación generada de manera que, en el caso de que se recomiende una medicación, se tome en consideración las medicaciones anteriores recibidas, si alguna, u otras condiciones del animal que puedan evitar o limitar que el animal reciba las medicaciones prescritas en ese tiempo. De esta manera, cada animal individual se identificaría en primer lugar con la etiqueta del animal y los sonidos grabados se añadirían al archivo de datos en el ordenador remoto y/o en la memoria del microprocesador integrado. Tras la generación de la puntuación pulmonar o resultado de salud, el mensaje generado por el usuario en primer lugar consideraría otros factores registrados, tales como la historia de salud del animal que pueden afectar al tratamiento recomendado.

40 En otra realización de la presente invención, se proporciona un sistema en el que varios otros dispositivos de campo son capaces de comunicarse con el estetoscopio y con el dispositivo informático remoto para recoger datos detallados sobre el animal y para proporcionar observaciones de salud predictivas al cuidador. Por ejemplo, entre otros dispositivos de campo que podrían estar asociados a los datos de sonido grabados por el estetoscopio se incluyen balanzas de peso, sondas de temperatura, lectores de RFID y otros equipos diagnósticos. En dicho sistema, está contemplado que tenga lugar comunicación inalámbrica entre cada uno de los dispositivos de campo y un ordenador remoto designado. Una vez se ha activado el estetoscopio digital electrónico para la obtención de sonidos pulmonares de un animal, el estetoscopio pregunta o busca otros dispositivos de campo que se han utilizado para registrar información sobre el animal que se examina. En el caso de que haya uno o más dispositivos de campo presentes que se han utilizado para obtener otra información sobre el animal, se envían los datos de cada uno de dichos dispositivos de campo y el estetoscopio inalámbricamente al ordenador remoto. Dichos datos exhaustivos e integrados, por lo tanto, pueden registrarse juntos para la utilización inmediata por el usuario en el que el ordenador remoto u otros dispositivos de visualización seleccionados, tales como un asistente digital personal, pueden utilizarse para mostrar los datos integrados, incluyendo una puntuación pulmonar, un informe de salud o algunas otras indicaciones tangibles de salud del animal.

55 En todavía otra realización de la presente invención, se proporciona una unidad de grabado digital de audio inalámbrica que presenta la misma funcionalidad que el estetoscopio digital indicado anteriormente, aunque dicha unidad de grabación proporciona un medio conveniente para grabar sonidos mediante la utilización de un micrófono multicanal en forma de un dispositivo en forma de pala curvada. Más específicamente, la unidad de grabación incluye una pala de grabación de forma curvada adaptable que se conforma para adaptarse generalmente a la curvatura del tórax del animal particular en el que debe utilizarse el dispositivo. La pala de grabación puede fijarse a una vara de extensión que sostiene el usuario, que le permite situarse a mayor distancia del animal comparado con la utilización de un estetoscopio tradicional. En el caso de ganado que se retiene para examen en un comedero para el ganado o algún otro espacio confinado, se requiere que los cuidadores con estetoscopios tradicionales alcancen al interior del comedero para aplicar el estetoscopio en el animal. Es bien conocido que el movimiento del animal dentro de la jaula puede lesionar gravemente al cuidador, que puede presentar una extremidad atrapada dentro de la jaula.

Aunque las realizaciones de la invención están dirigidos al análisis de auscultación para especies bovinas, la invención es igualmente aplicable a otras especies animales, incluyendo, aunque sin limitación, cerdos, ovejas, caballos, perros y gatos. Pueden generarse algoritmos para cada especie a fin de determinar valores umbral que corresponden al estado de salud del animal.

Diversas otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de una revisión de la descripción detallada a continuación, considerada junto con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de la técnica anterior.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una especie bovina que muestra sonidos pulmonares normales en la que se recogen sonidos auscultados, tal como mediante un estetoscopio electrónico.

La figura 3 es un espectrograma ejemplar que muestra sonidos pulmonares normales de una especie bovina.

La figura 4 es otro espectrograma que ilustra sonidos pulmonares bovinos, clasificados como agudos leves.

La figura 5 es otro espectrograma que ilustra sonidos pulmonares bovinos, clasificados como agudos graves.

La figura 6 es otro espectrograma que ilustra sonidos pulmonares bovinos, clasificados como crónicos, y

La figura 7 es una interfaz de usuario ejemplar que muestra un espectrograma, la puntuación pulmonar calculada correspondiente al espectrograma, un diagnóstico y uno o más tratamientos recomendados.

La figura 8 es otro ejemplo de pantalla de interfaz de usuario ejemplar que muestra el espectrograma de la figura 7, en el que un usuario presenta frecuencias recortadas que correspondiente a ruido u otras frecuencias interfirientes no relacionadas con los sonidos auscultados diana del animal, y

las figuras 9A y 9B ilustran un diagrama de flujo de una matriz de tratamiento dinámico que proporciona un tratamiento recomendado basado en la consideración de varios factores, incluyendo puntuaciones pulmonares.

La figura 10 es una vista en planta de una realización de la presente invención, es decir, un estetoscopio digital electrónico con una pantalla integrada.

La figura 11 es una vista en planta ampliada de la pantalla integrada del dispositivo de la figura 10.

La figura 12 es un diagrama de sistema de otra realización de la presente invención que proporciona interconectividad entre diversos dispositivos de campo y el estetoscopio digital a fin de recoger un amplio intervalo de datos simultáneamente, que permiten poner a disposición del cuidador para el uso inmediato información detallada.

La figura 13 es una vista en perspectiva superior fragmentaria de una unidad de grabación digital de audio inalámbrica según otra realización de la presente invención.

La figura 14 es una vista en perspectiva inversa del dispositivo mostrado en la figura 13, y

la figura 15 ilustra la utilización del dispositivo de la figura 13, por ejemplo, para obtener sonidos pulmonares de un animal en un comedero.

Descripción detallada

En referencia a la figura 1, se ilustra un sistema de la técnica anterior 10. Se utiliza un estetoscopio electrónico 12 para recoger sonidos pulmonares 14 del animal. El dispositivo informático 12 detecta los sonidos y a continuación estos se descargan en forma digital en un dispositivo informático 16. El dispositivo informático 16 puede adoptar varias formas, tales como un ordenador personal autónomo, un dispositivo informático portátil, tal como un asistente digital personal (PDA). El dispositivo informático 16 incluye un microprocesador convencional para la manipulación de instrucciones de código informático en la forma de software de análisis 20. Una o más bases de datos 22 accesibles por el dispositivo informático almacenan los sonidos digitales. Una interfaz de usuario, tal como un monitor 24, permite al usuario visionar los datos recogidos, que incluyen un espectrograma que puede generarse mediante el software de análisis 20, indicativo de diversos atributos del sonido grabado, incluyendo frecuencias, amplitudes y otros atributos que se graban durante el tiempo.

Los sonidos pulmonares auscultados 14 se obtienen del animal de acuerdo con la colocación del estetoscopio en localizaciones designadas del animal. A continuación, en referencia a la figura 2, se ilustra un bovino 30 con los pulmones 32 situados en una zona central del cuerpo. En dicha figura, el lóbulo apical 34 es la localización preferente en la que se coloca el dispositivo sensor del estetoscopio. Tal como se muestra, el lóbulo apical 34 está cubierto parcialmente por la cuarta costilla 36. El círculo 38 ilustra la localización preferente en donde debe colocarse el estetoscopio, que es aproximadamente tres pulgadas sobre el codo derecho 39. Con respecto a la colocación del estetoscopio digital, la zona 38 se ha demostrado que es una zona óptima para la recogida de datos. La especie bovina posee un lóbulo extra en sus pulmones en comparación con otros animales, tales como seres humanos, en referencia al lóbulo apical derecho ventilado por los bronquios traqueales accesorios más anteriores, provocando que el lóbulo apical sea el más susceptible a neumonía aerógena aguda. En el caso de que los sonidos auscultados deben recogerse del lado izquierdo del animal, la localización preferente para la colocación del estetoscopio será aproximadamente la misma, es decir, tres pulgadas sobre el codo izquierdo, resultando en la colocación del estetoscopio sobre el lóbulo cardiaco. Sin embargo, en el lado izquierdo, la colocación del estetoscopio entre la cuarta y quinta costillas puede proporcionar una mejor posición para la recogida del sonido. Dado que los bovinos andan a cuatro patas, la enfermedad respiratoria es típicamente de origen aerógeno y tiende a concentrarse en primer lugar

en el lóbulo apical, progresa hacia el lóbulo cardiaco izquierdo y después ventralmente al campo pulmonar adicional. Una vez el estetoscopio obtiene el sonido grabado, estos datos son transferidos a continuación al ordenador 16 de acuerdo con técnicas conocidas de transferencia de datos. Preferentemente, el sonido grabado por el estetoscopio es un archivo .wav. Una vez se han cargado los datos y se han almacenado en la base de datos 22, el software de análisis 20 lleva a cabo determinadas manipulaciones de los datos a fin de generar un número correspondiente a una puntuación pulmonar calculada 70, tal como se comenta posteriormente.

Se aplica un algoritmo en los datos en el archivo .wav en forma de una transformada de Fourier de corta duración que se aplica en los datos en bruto con un tamaño de ventana de aproximadamente 512 puntos de datos y un solapamiento aproximado de 50%. Puede utilizarse una función de Hamming como la función de windowing. Tal como se comenta posteriormente con respecto a las figuras 3 a 7, los datos resultantes de cada transformada se representan gráficamente formando puntos de datos para un espectrograma que puede ser visionado por el usuario.

A partir de diversas investigaciones, se ha determinado que las amplitudes de las frecuencias entre 500 y 900 Hz representan aquellos puntos de datos que pueden manipularse numéricamente en un algoritmo para indicar diversos niveles de enfermedad en un animal. Tal como se ha indicado anteriormente, los datos pueden dividirse en diez conjuntos básicos o bandas, es decir, las amplitudes entre 500 y 540 Hz, entre 540 y 580 Hz, entre 580 y 620 Hz, entre 620 y 660 Hz, entre 660 y 700 Hz, entre 700 y 740 Hz, entre 740 y 780 Hz, entre 780 y 820 Hz, entre 820 y 860 Hz y entre y 860 y 900 Hz. Se realizan cálculos para determinar a continuación las puntuaciones pulmonares calculadas 70. Las puntuaciones resultantes se comparan con datos de línea base establecidos 74 que indican algún nivel de enfermedad en el animal. Tal como también se indica en la Descripción resumida, pueden utilizarse puntuaciones pulmonares escaladas que corresponden a intervalos de las puntuaciones pulmonares calculadas para asignar diagnósticos al nivel de enfermedad en el animal. A continuación, pueden establecerse tratamientos recomendados basándose en los diagnósticos. Los diagnósticos y tratamientos también pueden almacenarse en la base de datos 22, en la que los diagnósticos pueden ser listas de enfermedades pulmonares particulares, y entre los tratamientos pueden incluirse descripciones de diversas medicaciones que deben administrarse en el animal enfermo.

Un animal perfectamente sano idealmente generará poco o ningún sonido dentro del intervalo diana de frecuencias y, por lo tanto, se calculará una puntuación calculada de 0 o un valor muy inferior a 75. La variación de sonidos pulmonares en el ganado normal ocurre y estas variaciones están sometidas a varios factores, incluyendo la variación biológica, la función digestiva y el estado inmunitario. De acuerdo con lo anterior, también se contempla que las puntuaciones pulmonares específicas asignadas a los diversos diagnósticos pueden variarse para considerar cualesquiera variaciones sistémicas que pueden producirse en un grupo de animales. Para puntuaciones pulmonares calculadas de aproximadamente 150, el diagnóstico será agudo leve bajo (puntuación pulmonar escalada de 3), indicando la presencia de edema y exudados acompañados de flujo de aire reducido a través de tejido todavía funcional. Estos cambios son muy dinámicos y presentan el potencial de volverse graves rápidamente en ausencia de terapia y, a la inversa, la condición del animal podría mejorar drásticamente en presencia de una terapia apropiada. Para puntuaciones pulmonares calculadas entre 0 y 149, existe considerable margen para que el cuidador determine si el animal presenta alguna enfermedad respiratoria preocupante. Pueden analizarse otros factores, incluyendo si el animal presenta otros signos de enfermedad, tales como la temperatura, depresión, descarga nasal, etc. Para puntuaciones pulmonares calculadas que alcanzan 181, nuevamente mediante ensayos, se ha demostrado que estos animales ciertamente presentan un nivel de enfermedad respiratoria que debería tratarse. De acuerdo con lo anterior, en 181, se realiza el diagnóstico agudo grave, que indica además respuestas inflamatorias severas, incluyendo edema, efusión y consolidación temprana en las vías respiratorias y espacios alveolares que reducen drásticamente la eficiencia de la respiración. Estos casos justifican una terapia agresiva, cuidados de soporte y presentan un mayor riesgo de requerir terapia adicional. Para puntuaciones pulmonares calculadas que pueden encontrarse comprendidas entre 150 y 181, el cuidador dispone de un cierto margen para determinar la enfermedad real en el animal, y puede llevarse a cabo una evaluación adicional del animal para confirmar la naturaleza de la enfermedad. Para puntuaciones calculadas que alcanzan 320, puede llevarse a cabo un diagnóstico crónico y típicamente está implicada cierta cantidad de tejido pulmonar no funcional en consolidación irreversible, necrosis coagulativa y posible formación de absceso. Para puntuaciones pulmonares calculadas comprendidas entre 181 y 320, nuevamente el cuidador presenta cierto margen para determinar la naturaleza real de la enfermedad respiratoria que ocurre en el animal. Para puntuaciones calculadas superiores a 320, se ha demostrado mediante ensayos que estos animales han sufrido de cierto grado de pérdida irreversible de la función respiratoria que reducirá el potencial de rendimiento. Las terapias dependen del porcentaje de pulmón implicado y las terapias están destinadas a salvar el tejido normal y reducir la formación de abscesos. La respuesta de tratamiento óptima y la utilización prudente de antibióticos depende de la correspondencia de la patología pulmonar asociada a puntuaciones pulmonares particulares con la farmacocinética de los antibióticos y fármacos auxiliares generados por la base de datos dinámica.

A continuación, en referencia a la figura 3, se ilustra un espectrograma ejemplar 40 que corresponde a un espectrograma que puede ser visionado por el usuario en el monitor 24 como resultado de que el software de análisis 20 genera el espectrograma basándose en los datos recogidos a partir de diversas observaciones. En dicha figura, el espectrograma 40 incluye datos representados como una función de la frecuencia de los sonidos 42 durante un periodo de tiempo 44. Más específicamente, las frecuencias se representan en incrementos de 250 Hz y el sonido se representa a lo largo de segundos. Tal como se muestra en dicha figura, los puntos de datos 46 muestran que sólo se produce una incidencia de un sonido superior a 500 Hz, indicando por lo tanto un animal generalmente sano. En el

presente ejemplo, tras la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos, el diagnóstico sería de hecho normal. En el punto de datos de los 80 segundos, se produce un único pico 47 que es superior a 500 Hz; sin embargo, este punto de datos particular podría atribuirse a ruido, tal como ruido de fondo o incluso quizá el latido cardiaco del animal. Debido a que dicho punto de datos no se repite en el tiempo, este punto de datos puede ser ignorado. En cualquier caso, aún en el caso de que dicho único punto de datos se incluya en los datos manipulados por las operaciones/algoritmos matemáticos, la puntuación pulmonar todavía sería próxima a cero, indicando por lo tanto muy poca patología pulmonar. La función de recorte indicada anteriormente puede eliminar una gran cantidad de ruido de fondo o ambiental irrelevante, tal como chasquidos o pitidos generados por el estetoscopio. Un filtro de latido cardiaco puede reducir cualquier ruido de latido cardiaco existente, y también puede eliminarse el ruido constante en una frecuencia particular utilizando el filtro de ruido. Tal como se ha indicado, resulta preferente aplicar filtros seleccionados para eliminar el máximo de ruido posible, tal como ruido de fondo creado por un latido cardiaco. Dicho espectrograma también puede ilustrarse en color, en donde los volúmenes de las frecuencias representadas corresponden a colores particulares.

En referencia a la figura 4, se ilustra otro espectrograma 40 en el que las amplitudes de las frecuencias incluyen unos pocos puntos de datos 48 que se encuentran comprendidos entre 500 y 900 Hz. Tras la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos, dicho espectrograma es ejemplar de uno que podría indicar un diagnóstico agudo leve. Debido a que el cuidador no necesita realizar un diagnóstico meramente observando el espectrograma, se reduce en gran medida el grado de subjetividad en la realización del diagnóstico, resultando, por lo tanto, en diagnósticos mucho más precisos basados en los datos grabados.

En referencia a la figura 5, el sonido grabado que se muestra en el espectrograma 40 es un ejemplo de uno que resulta en un diagnóstico agudo grave tras la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos. Tal como se muestra, varios puntos de datos adicionales 50 en dicho espectrograma se encuentran comprendidos entre 500 y 900 Hz, en comparación con los puntos de datos 48 en el espectrograma de la figura 4.

En referencia a la figura 6, se muestra todavía otro espectrograma 40 que ilustra una situación en la que puede realizarse un diagnóstico crónico, tal como se refleja en el incremento marcado de la amplitud de las frecuencias superiores. Tal como se muestra, existen muchos puntos de datos 54 que se encuentran sobre 500 Hz en cada respiración del animal. Tras la aplicación de las operaciones/algoritmos matemáticos, dicho espectrograma en efecto resultaría en una puntuación pulmonar correspondiente al diagnóstico crónico.

Tal como se ha indicado, a fin de proporcionar los conjuntos de datos más fiables que incluyan la capacidad de mostrar visualmente los datos en forma de espectrogramas, puede resultar necesario aplicar determinados filtros a los datos recogidos para eliminar diversas fuentes de ruido. Tal como se ha indicado, pueden utilizarse técnicas de filtración para mejorar los datos analíticos. Entre dichos filtros pueden incluirse un filtro de reducción del latido cardiaco, un filtro de chasquidos/crepitaciones y un filtro de ruido. La totalidad de los tres filtros se basa en una técnica de interpolación a trozos de umbral adaptativo. El filtro de latido cardiaco se centra en detectar amplitudes altas periódicas en el intervalo de frecuencias de 0 a 250 Hz. El filtro de chasquidos/crepitaciones se centra en amplitudes extremadamente altas periódicas, en el intervalo de 500 a 2000 Hz. El filtro de ruido se centra en las amplitudes altas continuas, en el intervalo de 500 a 1000 Hz. Siempre que se detecte una sección mediante cualquiera de los filtros, se elimina. Los datos faltantes se rellenan mediante una interpolación lineal. Al contrario que la colección de sonidos humanos, que puede requerir un gran banco de micrófonos para recoger el sonido, suponiendo que el estetoscopio electrónico esté correctamente colocado, el diagnóstico y los tratamientos con la presente invención pueden predicirse con precisión mediante la utilización de un único estetoscopio. La transformada de Fourier lleva los datos recogidos al dominio de frecuencias, permitiendo de esta manera que el software de análisis determine qué frecuencias están contenidas en el sonido y en qué volumen se encuentran dichas frecuencias. En general, a mayor volumen del sonido a las frecuencias de interés (500 a 900 Hz), mayor será la puntuación pulmonar del animal.

Aunque los datos obtenidos en la presente invención pueden ser un factor predictivo preciso de la salud de la especie bovina, la técnica descrita en la presente memoria no proporcionará un diagnóstico útil en el ser humano. La enfermedad respiratoria humana es típicamente mucho menos severa que la de los bovinos, y los volúmenes y frecuencias particulares en el ser humano serían mucho más pequeños durante un periodo de tiempo prolongado. Las enfermedades respiratorias humanas con frecuencia se manifiestan en tipos específicos de sibilancias y crepitaciones que presentan longitudes, volúmenes y niveles de frecuencia muy específicos, ninguno de los cuales corresponde a un diagnóstico similar para las especies bovinas.

La figura 7 es un ejemplo de una pantalla de interfaz de usuario ejemplar 100 que incluye un espectrograma 102, junto con una visualización correspondiente de la puntuación pulmonar calculada 104, un diagnóstico 106 y un tratamiento recomendado 108. En lugar de la puntuación pulmonar calculada, podría visualizarse la puntuación pulmonar escalada en la pantalla. Tal como se ha indicado anteriormente, la puntuación pulmonar puede correlacionarse con un diagnóstico, así como uno o más tratamientos recomendados.

La figura 8 es otra pantalla de interfaz de usuario ejemplar 101 que incluye el espectrograma 102 de la figura 7, una puntuación pulmonar escalada 105, un diagnóstico 106 y el tratamiento recomendado 108. Dicha pantalla 101 muestra además aquellas partes 111 del espectrograma que el usuario ha señalado para la eliminación, ya que los datos no

son exactos en términos de los sonidos pulmonares reales. Las partes 111 que deben eliminarse son ruido u otras frecuencias interfirientes no relacionadas con los sonidos auscultados reales del animal. Dichas frecuencias interfirientes se identifican como picos en el espectrograma con amplitudes que se encuentran claramente fuera del intervalo en comparación con las partes restantes del espectrograma. Tal como se ha indicado, dichas frecuencias interfirientes pueden atribuirse a factores, tales como ruido del estetoscopio, el latido cardiaco del animal, etc. Una vez se han recortado dichas zonas, el usuario puede nuevamente visionar el espectrograma modificado para asegurarse de que los datos son aparentemente exactos.

También pueden considerarse otros factores al generar un diagnóstico y tratamientos automáticos, tales como otros síntomas del animal que se analiza. Por lo tanto, también se encuentra contemplado con la presente invención que los diagnósticos y tratamientos automáticos puedan modificarse adicionalmente mediante el análisis de otros datos, tales como la temperatura rectal, la fecha proyectada de comercialización y la categoría de riesgo.

En referencia a las figuras 9A y 9B, se proporciona un diagrama de flujo para determinar un tratamiento apropiado basándose en una combinación de dichos factores. El diagrama de flujo de las figuras 9A y 9B también puede denominarse matriz de tratamiento dinámico que tiene en consideración los diversos factores para determinar un tratamiento apropiado. Deberá entenderse que, de acuerdo con el método de la presente invención, el único requisito para determinar un tratamiento recomendado es la determinación de una puntuación pulmonar. El resto de los factores incluidos en la matriz de tratamiento dinámico son opcionales, aunque pueden proporcionar al cuidador opciones de tratamiento adicionales en el caso de que los demás factores se combinen de una manera que pueda sugerir un tratamiento adicional o quizás un tratamiento modificado.

En los tratamientos recomendados en la matriz, a los farmacéuticos actuales se les asigna un conjunto de atributos que se corresponden con puntuaciones pulmonares designadas. Por ejemplo, un fármaco particular podría funcionar bien en puntuaciones pulmonares agudas leves. Dado que los fármacos cambian bastante frecuentemente, los fármacos disponibles actuales se almacenan en una base de datos que se actualiza continuamente, garantizando que cada fármaco se asigna a las características apropiadas o definición de caso tal como se explica en la determinación de las puntuaciones pulmonares. Inicialmente, el tratamiento recomendado deriva principalmente de la puntuación pulmonar. A fin de considerar adicionalmente la mejor correspondencia del fármaco que debe prescribirse, a los farmacéuticos también se les puede asignar un conjunto de atributos que corresponden a consideraciones secundarias, tales como si el fármaco ha mostrado buenos resultados para ganado con temperaturas rectales elevadas o buenos resultados para ganado de bajo riesgo.

También se encuentra contemplado que puedan mantenerse datos históricos de recomendaciones de tratamiento pasadas basadas en las puntuaciones pulmonares u otros factores considerados en ese tiempo. El análisis histórico incluirá una evaluación del éxito que ha tenido el tratamiento y la tasa de éxito del tratamiento a continuación puede compararse con el tratamiento proporcionado a fin de alterar o cambiar un tratamiento recomendado.

Los tratamientos recomendados en las figuras 9A y 9B son administraciones recomendadas de diversas categorías de fármaco. Las categorías se definen de la manera siguiente: Categoría 1: antibiótico de amplio espectro de bajo coste; categoría 2: antibiótico de amplio espectro de bajo coste con una capacidad de espectro ligeramente más amplia; categoría 3: antibiótico de amplio espectro dirigidos a la etapa de crecimiento logarítmico; categoría 4: antibiótico de amplio espectro con tiempos de retirada inferiores a cuarenta días; categoría 5: antibiótico de amplio espectro destinado a la fase de crecimiento logarítmica con la adición de inhibidores de la síntesis de ARN con una afinidad para el tejido pulmonar; categoría 6: antibiótico del espectro más amplio de última generación, y categoría 7: antibióticos del espectro más amplio con la afinidad más alta para tejido pulmonar consolidado.

Con respecto a los niveles de riesgo indicados como factores en las figuras 9A y 9B, se aplican las definiciones siguientes: 1. El ganado de alto riesgo es el siguiente: ganado de mercado de subastas (es decir, vendido en una finca ganadera) recién destetado, mixto (adquirido de uno a uno o dos cada vez de muchos rebaños), o ausencia de historia de vacunación, y 2. El ganado de bajo riesgo es ganado que no cumple ninguno de los criterios de alto riesgo.

A continuación, en referencia al diagrama de flujo iniciado en la figura 9A, en el bloque 200, se determina la puntuación pulmonar. En el bloque 202, en el caso de que la puntuación pulmonar escalada sea de 1, entonces en el bloque 204 la siguiente determinación es si la temperatura del animal es inferior a 104°F. La temperatura rectal se utiliza como la temperatura de línea base para dicho diagrama de flujo. En el caso de que la temperatura sea inferior a 104°F, entonces en el bloque 208 la recomendación es ningún tratamiento. En el caso de que la temperatura sea superior a 104°F, entonces en el bloque 212 la siguiente determinación es si la fecha proyectada de comercialización es inferior a 40 días. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 214 es un producto de categoría 4. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización no sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 215 es la administración del producto de categoría 1.

En referencia al bloque 216, en el caso de que la puntuación pulmonar escalada sea de 2, la siguiente determinación en el bloque 218 es si la temperatura es inferior a 104°F. En el caso de que la temperatura sea inferior a 104°F, el tratamiento recomendado en el bloque 222 es ningún tratamiento. En el caso de que la temperatura no sea conocida

en el bloque 218 entonces el tratamiento recomendado en el bloque 224 es la administración de un producto de categoría 1. En el caso de que la temperatura no sea inferior a 104°F, entonces la siguiente determinación es la fecha proyectada de comercialización en el bloque 228. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 4 en el bloque 230. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización no sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es un producto de categoría 1 en el bloque 232.

En referencia al bloque 234, en el caso de que la puntuación pulmonar escalada sea de 3, la siguiente determinación es si la fecha proyectada de comercialización es inferior a 40 días en el bloque 236. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es un producto de categoría 4 en el bloque 240. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización no sea inferior a 40 días, entonces la determinación se realiza en el caso de que la temperatura sea inferior a 105°F en el bloque 244. En el caso de que la temperatura sea inferior a 105°F, o en el caso de que no se conozca la temperatura, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 2 en el bloque 246. En el caso de que la temperatura no sea inferior a 105°F, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 248 es la administración de un producto de categoría 3.

En referencia al bloque 250, en el caso de que la puntuación pulmonar escalada sea de 4, entonces la siguiente determinación es si la fecha proyectada de comercialización es inferior a 40 días en el bloque 252. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 4 en el bloque 254. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización no sea inferior a 40 días, entonces en el bloque 258 se realiza una determinación en el caso de que la temperatura sea inferior a 105°F. En el caso de que la temperatura sea inferior a 105°F, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 2 en el bloque 260. En el caso de que el usuario no conozca la temperatura rectal, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 262 es la administración de un producto de categoría 5 en el bloque 262. En el caso de que la temperatura no sea inferior a 105°F, entonces la siguiente determinación se realiza en el bloque 266, si el animal se categoriza como de bajo riesgo. En el caso de que el animal se encuentre en la categoría de bajo riesgo, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 2 en el bloque 268. En el caso de que la categoría de riesgo no sea bajo, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 5 en el bloque 269.

En referencia al bloque 270, en el caso de que la puntuación pulmonar escalada sea de 5 o 6, entonces la determinación en el bloque 272 es si la fecha proyectada de comercialización es inferior a 40 días. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 276 es la administración de un producto de categoría 4. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización no sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 278 es la administración de un producto de categoría 6.

En referencia al bloque 280, en el caso de que la puntuación pulmonar escalada sea de 7, 8 o 9, entonces la determinación en el bloque 282 es si la fecha proyectada de comercialización es inferior a 40 días. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización sea inferior a 40 días, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 4 en el bloque 286. En el caso de que la fecha proyectada de comercialización no sea inferior a 40 días, entonces la siguiente determinación en el bloque 290 es si la temperatura es inferior a 104°F. En el caso de que la temperatura sea inferior a 104°F, o en el caso de que no se conozca la temperatura, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 2 en el bloque 292. En el caso de que la temperatura no sea inferior a 104°F, entonces la siguiente determinación es si el animal es de bajo riesgo en el bloque 296. En el caso de que el factor de riesgo sea bajo, entonces el tratamiento recomendado en el bloque 298 es la administración de un producto de categoría 2. En el caso de que el factor de riesgo no sea bajo, entonces el tratamiento recomendado es la administración de un producto de categoría 7 en el bloque 300.

La figura 10 es una realización de la presente invención, es decir, un estetoscopio digital 310 con una unidad de grabación, procesamiento y visualización integrada 324. El estetoscopio 310 puede incluir una construcción estándar, tal como se muestra, que incluye una pieza de tórax 312 y auriculares 314. Los sonidos se detectan en la pieza de tórax 312 y se transfieren a la unidad de grabación y visualización integrada 324. Un cable de comunicación 316 interconecta la pieza de tórax con la unidad 324. Unas extensiones de escucha 318 interconectan los auriculares con la unidad 324. Opcionalmente, puede proporcionarse soporte adicional a las extensiones 318 mediante vainas de soporte 320 y un puente de soporte 322. Un ejemplo de una construcción para un estetoscopio electrónico digital que puede utilizarse con la presente invención incluye una línea de estetoscopios electrónicos disponibles comercialmente y fabricados por 3M® conocidos como los estetoscopios electrónicos Litmann®. Dichos dispositivos pueden modificarse para incorporar la funcionalidad espectral de la presente invención para incluir la unidad integrada 324.

En referencia a la unidad 324, incluye una carcasa 326 que aloja los componentes electrónicos del estetoscopio. Montado en un lado de la carcasa 326 se encuentra un panel de visualización 327. En el panel de visualización existen varios elementos, incluyendo un botón de encendido/apagado 328, un indicador de luz de encendido/apagado 330, botones de control de volumen 332, un botón de grabación 334 y una luz de indicación de grabación 336. Con el fin de encender el estetoscopio, el usuario pulsa el botón de encendido/apagado 328 y el indicador luminoso de

encendido/apagado 330 se iluminará al activar el dispositivo. El dispositivo 310 puede estar alimentado por baterías y/o por una fuente de alimentación convencional AC en la que el dispositivo 310 puede presentar un cable de alimentación desmontable (no mostrado) para activar selectivamente la unidad con la fuente de alimentación AC.

5 En el caso de que el usuario desee grabar un sonido, el usuario colocará la pieza de tórax 312 en la localización deseada del animal y el usuario a continuación pulsará el botón de grabación 334 para iniciar la grabación de sonidos. La luz indicadora de grabación 336 se iluminará, indicando al usuario que el dispositivo está grabando y/o que los sonidos han sido grabados con éxito y se han transmitido a un ordenador remoto que manipulará los datos de sonido digitales para producir un resultado de usuario tangible. El usuario pulsa el botón de grabación 334 nuevamente a fin
10 de terminar la grabación y para establecer un registro de sonido grabado para la manipulación por el software/firmware, que generará la puntuación pulmonar u otro resultado indicativo de salud. Alternativamente, el dispositivo puede configurarse para grabar durante un periodo de tiempo predeterminado que requiere que el usuario únicamente pulse el botón de grabación una vez.

15 También localizado en el panel de visualización 327 se encuentra un indicador de estado de salud en forma de una pluralidad de luces indicadoras de salud 338. Dichas luces indicadoras pueden representar una puntuación pulmonar, o pueden representar alguna otra indicación respecto a la salud del animal. Tal como se observa mejor en la figura 11, en una realización de la presente invención, las luces indicadoras de salud 338 están numeradas de 1 a 5. La iluminación de una de las luces o un grupo de luces indica una puntuación pulmonar o algún otro estado de salud del
20 animal. Por ejemplo, la luz número uno, en caso de estar iluminada, podría indicar una condición normal del animal. La luz número dos, en caso de estar iluminada, podría indicar una condición aguda leve. La luz número tres, en caso de estar iluminada, podría indicar una condición aguda moderada. La luz número cuatro, en caso de estar iluminada, podría indicar una condición aguda grave, y la luz número cinco, en caso de estar iluminada, podría indicar una condición crónica.

25 En el caso de que se desee grabar nuevamente sonidos pulmonares, el usuario podría simplemente pulsar el botón de grabación nuevamente y el software del sistema automáticamente creará otra grabación de datos. En el caso de que el usuario desee cancelar una grabación o, de otro modo, borrar una grabación, el usuario puede proporcionar dicha opción en una pantalla de diálogo del usuario (no mostrada) que también puede incorporarse en el panel de visualización 327. Se explica posteriormente una pantalla de diálogo del usuario con respecto a la realización de la
30 figura 13.

En otro aspecto de la invención, también se encuentra contemplado que el software del sistema pueda incorporar controles de manera que los sonidos pulmonares grabados no se procesen a menos que los sonidos grabados cumplan con criterios predefinidos a fin de garantizar que los sonidos grabados no presenten un exceso de ruido ambiental. Aunque pueden utilizarse filtros para separar y eliminar el ruido, resulta ventajoso que el sonido grabado sea lo más «limpio» posible, de manera que haya suficientes puntos de datos en las frecuencias seleccionadas para garantizar que el algoritmo o algoritmos puedan aplicarse sin errores de salida apreciables. Por lo tanto, la pantalla del usuario puede incorporar además una o más luces indicadoras adicionales, o puede proporcionar un patrón de
40 luces particular o esquema de colores para las luces indicadoras 338 que indique que puede grabarse un sonido pulmonar «limpio» basándose en un tamizado del sonido pulmonar que se ha grabado inicialmente. Dicho tamizado del sonido pulmonar grabado tal como se graba inicialmente también puede denominarse sonido «de ensayo». Además del ruido ambiental, una mala grabación de sonido puede atribuirse a una mala colocación del dispositivo, de manera que la amplitud del sonido grabado no resulta adecuada para el procesamiento. Pueden desarrollarse parámetros predeterminados y utilizarse en el software para intervalos de frecuencias y amplitudes esperados para un sonido «limpio» típico.

Además de una secuencia de numeración para las luces indicadoras 338, podrían proporcionarse otros tipos de indicadores visuales para indicar el estado del animal, tal como luces adicionales, o un mensaje de texto en una
50 pantalla de usuario/diálogo en la que aparecería una condición del animal en un mensaje explicativo con la condición detectada.

Se apreciarán las ventajas de disponer del estado del animal directamente mostrado en el estetoscopio digital. El usuario evita la necesidad de visionar otro dispositivo a fin de obtener la puntuación pulmonar/estado de salud del
55 animal. El usuario puede llevar a cabo operaciones repetidas de recogida de sonidos a fin de confirmar la consistencia de los resultados proporcionados por las luces indicadoras/visualizaciones de diálogo durante un periodo corto de tiempo. De esta manera, el usuario puede recoger rápidamente conjuntos de datos y puede confirmar visualmente de manera inmediata la consistencia de los conjuntos de datos directamente en el dispositivo estetoscópico.

60 En términos de cómo se iluminan las luces indicadoras, el procesamiento de los datos de sonidos pulmonares grabados puede llevarse a cabo en un dispositivo informático remoto de manera que el estetoscopio se comunica inalámbricamente con el dispositivo informático remoto, o el estetoscopio digital mismo puede presentar un procesador integrado con la capacidad de procesar los datos de sonidos pulmonares y generar puntuaciones pulmonares u otros resultados que indican la salud del animal basándose en el análisis de auscultación.

65 En referencia a la figura 12, en otra realización de la invención, se proporciona un sistema para la recogida de datos

de animales en el que el estetoscopio digital 310 es uno de los dispositivos de campo utilizados en el sistema. Más específicamente, la figura 12 ilustra varios dispositivos de campo que se comunican inalámbricamente con un ordenador remoto 368 y los datos a continuación pueden grabarse y manipularse para generar los resultados deseados para un usuario. El sistema contempla varios dispositivos de campo diferentes, incluyendo un lector de RFID 350 para identificar y realizar un seguimiento del animal que se examina, una báscula 352 que registra el peso de un animal en una balanza asociada (no mostrada), un dispositivo diagnóstico 354 que puede obtener mediciones u observaciones del animal y una sonda de temperatura 356 para registrar la temperatura del animal. Cada uno de los dispositivos de campo presenta capacidad inalámbrica y por lo tanto puede comunicarse inalámbricamente con el ordenador remoto 368. De acuerdo con lo anterior, cada uno de los dispositivos de campo se ilustra con un adaptador inalámbrico 360 y los dispositivos de campo pueden considerarse puntos terminales de comunicación. El dispositivo informático remoto 368 puede incluir componentes estándares, incluyendo el ordenador/procesador 372, una interfaz de usuario 370 y dispositivos de entrada 374, tales como un teclado y un ratón. El dispositivo informático remoto también podría ser un servidor. Puede utilizarse uno o más dispositivos de puerta de enlace 362, tales como puntos de acceso inalámbrico, a fin de garantizar una cobertura inalámbrica completa de la zona en que se sitúan los dispositivos de campo. A partir del dispositivo o dispositivos de puerta de enlace 362, los datos grabados por los dispositivos de campo se transmiten por una red de comunicaciones 366, tal como internet, una intranet, un LAN, etc. Una vez los datos son recibidos por el ordenador remoto 368, tiene lugar la manipulación de los datos de sonido digitalizados a fin de generar resultados en forma de visualizaciones visuales, informes u otros por el usuario. Los datos de otros dispositivos de campo también pueden considerarse en el algoritmo o algoritmos para complementar los informes y también pueden utilizarse para generar un tratamiento recomendado en el que se utilizan datos de otros dispositivos de campo en todavía otro grupo de algoritmos o fórmulas relacionados con la generación de tratamientos recomendados.

Los resultados generados respecto a un diagnóstico y tratamiento se comunican a uno o más usuarios seleccionados de vuelta por la red de comunicaciones 366. Dichos resultados pueden enviarse de vuelta al usuario o usuarios de los dispositivos de campo, o a otros usuarios que pueden poseer, por ejemplo, asistentes digitales personales 364. Por lo tanto, se contempla con la figura 12 que puedan transmitirse datos detallados simultáneamente al ordenador remoto 368, tengan lugar manipulaciones de datos y seguidamente se pongan a disposición del usuario para el uso inmediato resultados tangibles. En un aspecto de dicha realización, una vez se ha activado el estetoscopio digital 310, éste puede preguntar por la presencia de otros dispositivos de campo que pueden haber grabado datos del mismo animal que se examina. Dicha búsqueda a continuación puede activar un comando inalámbrico, desde el estetoscopio digital o desde el ordenador remoto 368, para que los dispositivos de campo empiecen a transmitir datos seleccionados del animal que se examina. Por lo tanto, a partir de una revisión de la figura 12 resulta evidente que para un sistema de comunicación inalámbrica, puede proporcionarse a un usuario una enorme cantidad de información valiosa referente al animal bajo tratamiento.

En todavía otra realización de la presente invención, en referencia a las figuras 13 y 14, se ilustra otro tipo de dispositivo de recogida de sonido. Más específicamente, las figuras 13 y 14 ilustran una unidad de grabación digital de audio inalámbrica 400 que según la invención presenta su propio microprocesador, memoria, software/firmware y una o más bases de datos para la manipulación de los datos grabados para generar un resultado tangible para el usuario.

Más específicamente, la unidad 400 incluye una pala 402 que aloja los sensores (no mostrados) para la grabación de sonidos. La pala 402 tal como se muestra puede presentar una curvatura a fin de que la pala pueda colocarse convenientemente en una localización diana sobre el animal para capturar mejor los sonidos. También se ilustra una almohadilla periférica o elemento protector 404 para proteger la pala 402 y ayudar al usuario en la sujeción de la pala sobre el animal. La pala se monta rotablemente en una vara de extensión 412. Tal como se muestra, la conexión rotable puede conseguirse mediante un eje de montaje transversal 406 fijado a un elemento de base 407. El extremo distal de la vara 412 puede incluir una horquilla 408 que está unida al eje de montaje 406 mediante un perno 410. De esta manera, la pala 402 puede ser rotable en un primer eje en torno al perno 410 y rotable en torno al eje de montaje 406 en otro eje orientado ortogonalmente respecto al primer eje. En referencia a la figura 14, se proporcionan aberturas de sensor 414 en la superficie interior de la pala 402 que permiten que los sensores (no mostrados) graben sonidos. Un sensor puede incluir uno o más micrófonos multicanal incorporados en el mismo para detectar y transmitir sonidos auscultados al microprocesador.

En otro aspecto de la invención, tal como se muestra en la figura 13, también se contempla que el dispositivo 400 presente su propia unidad de control electrónica y unidad de visualización 420 integradas. Dicha unidad 420 puede incluir diversos botones de control 426 similares a los del dispositivo de la figura 10. Adicionalmente, la unidad 420 puede incluir un panel de visualización 422 con una o más pantallas de interfaz de usuario/pantallas de diálogo 424. Dichas pantallas pueden mostrar al usuario el estado de salud particular del animal, ya que los datos han sido manipulados mediante uno o más algoritmos en la unidad 420 que presenta su propio microprocesador, memoria, software/firmware y una o más bases de datos integradas. Adicionalmente, la figura 13 ilustra varias luces de visualización 428 que pueden utilizarse además para indicar el estado de salud del animal y la función de dichas luces puede concordar con lo descrito con respecto a las luces de visualización 338 para la realización de la figura 11.

En referencia a la figura 15, un usuario U sitúa el dispositivo 400 en la localización deseada del animal A para grabar sonidos pulmonares. Tal como se muestra, el usuario U puede grabar los sonidos pulmonares sin necesidad de

5 introducir las manos o brazos dentro de la jaula C. Por lo tanto, lo anterior proporciona un modo mucho más seguro para el usuario de obtener sonidos del animal. El dispositivo 400 puede presentar además una capacidad inalámbrica a fin de transmitir y recibir señales de un ordenador remoto tal como se ha indicado anteriormente con respecto a las realizaciones de las figuras 10 a 12. Por lo tanto, el dispositivo 400 también puede ser un dispositivo de campo adicional dentro del sistema de la figura 12.

10 Existen varias ventajas asociadas a las realizaciones ilustradas en las figuras 10 a 14. Una clara ventaja proporcionada es la capacidad de un usuario de observar visualmente el estado de salud del animal en tiempo real en la localización en la que se recogen datos, sin necesidad de visionar posteriormente otro dispositivo diagnóstico y quizás en otra localización. Adicionalmente, de acuerdo con el sistema de la figura 12, pueden obtenerse datos detallados respecto al estado de salud de un animal para generar informes detallados o de otro modo para analizar datos grabados con fines de diagnóstico de la salud del animal y para generar opciones de tratamiento.

15 Aunque la presente invención se ha explicado con respecto a una o más realizaciones preferentes, debe entenderse que pueden realizarse otros diversos cambios y modificaciones de acuerdo con el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la presente memoria.

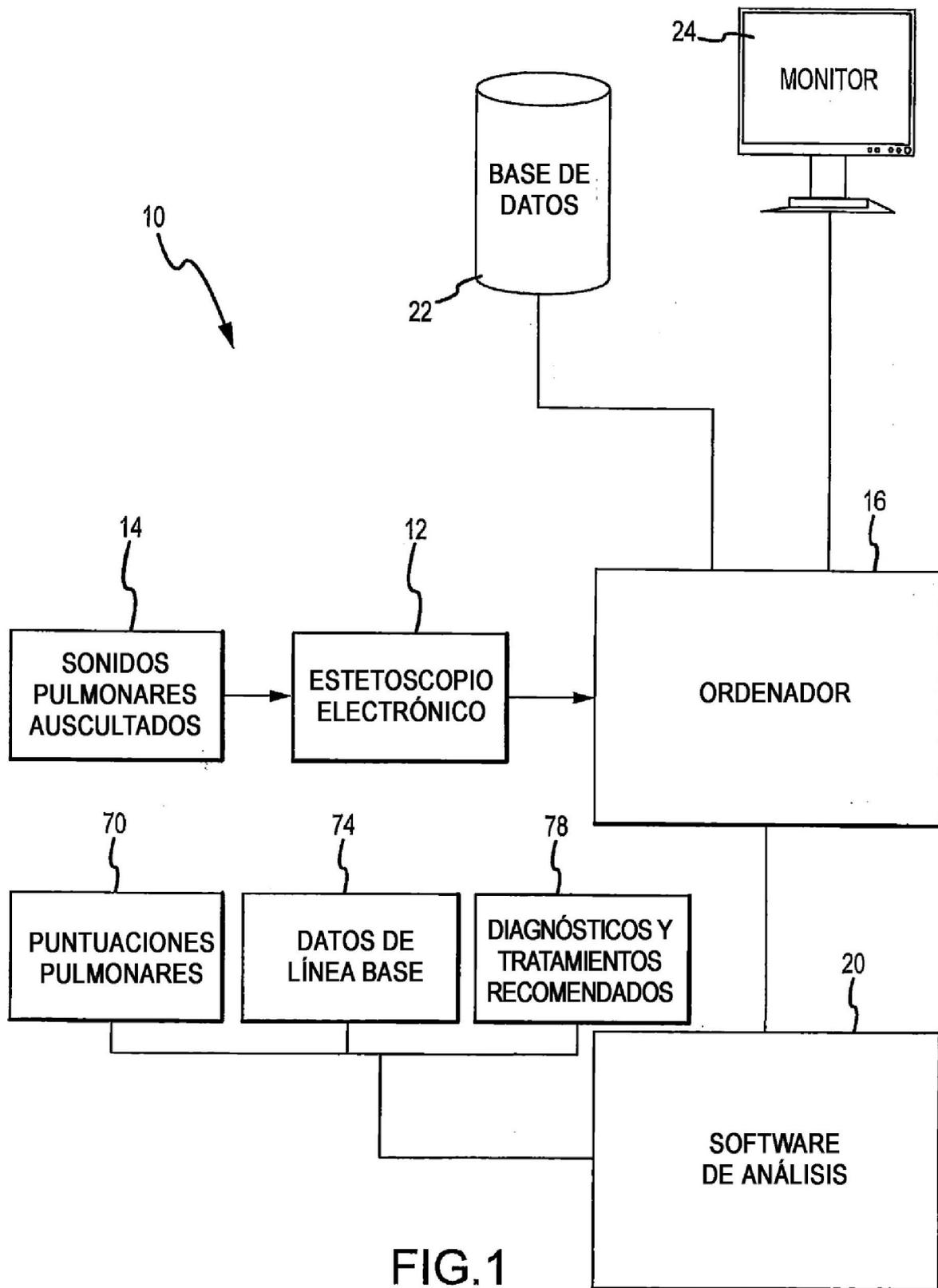
REIVINDICACIONES

1. Sistema para el diagnóstico de enfermedades animales utilizando el análisis de auscultación, comprendiendo dicho sistema un estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310, 400) adaptado para la colocación en una localización deseada en un animal para la grabación de sonidos pulmonares auscultados, obtenidos del animal en forma de datos de sonido digitales, en el que dicho estetoscopio digital electrónico inalámbrico incorpora:
 - un procesador para el procesamiento de datos de sonido digitales,
 - instrucciones de código informático para la manipulación de los datos de sonido digitales mediante la incorporación de por lo menos un algoritmo utilizado para calcular un valor, en el que dicho algoritmo utiliza frecuencias seleccionadas de los sonidos auscultados,
 - una base de datos para almacenar datos que reflejan el diagnóstico que corresponde el valor obtenido a partir del algoritmo, y
 - una pantalla de usuario (324, 422) para mostrar información que refleja el estado de salud del animal y que presenta una pluralidad de luces indicadoras de salud (338, 428) que se iluminan para indicar el estado de salud del animal determinado a partir de los datos de sonido digitales.
2. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: dicho procesador se integra dentro de una carcasa (326) en el estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310), en el que dicha carcasa (326) contiene dicho procesador y dicha pantalla de usuario (324) en la misma.
3. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: se eliminan frecuencias seleccionadas de los sonidos grabados como ruido.
4. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: se graba un primer sonido de ensayo para confirmar que el estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310, 400) está grabando sonidos que están comprendidos dentro de los parámetros predeterminados, incluyendo parámetros para los intervalos de frecuencias y amplitudes esperados.
5. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: el estetoscopio digital electrónico inalámbrico (400) comprende un elemento de grabación en forma de pala curvada (402) y un asa rotable conectada a la pala (402).
6. Sistema según se reivindica en la reivindicación 5, en el que: dicha pala (402) incluye por lo menos un sensor que incluye un micrófono multicanal incorporado en el mismo para la detección y transmisión de los sonidos auscultados al procesador.
7. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: dichas luces indicadoras de salud (338, 428) indican el estado de salud del animal mediante un patrón de luces o esquema de color seleccionado.
8. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: Dicha pantalla de usuario (324) se incorpora en una carcasa (326) del estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310), y una pluralidad de controles incorporados adicionalmente en dicha carcasa (326), incluyendo dicha pluralidad de controles un indicador de luz (336), un control de volumen (332), un botón de grabación (334) y una luz de indicación de grabación (336).
9. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: Dicho estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310) incluye una pieza de tórax (312) y un cable de comunicaciones (316) que interconecta dicha pieza de tórax (312) con una carcasa (326), en el que dicha pantalla de usuario (324) está incorporada en dicha carcasa (326).
10. Sistema según se reivindica en la reivindicación 1, en el que: dicho estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310) incluye por lo menos un auricular (314) y por lo menos una extensión de escucha que interconecta el auricular o auriculares (314) con la carcasa (326), en el que dicha pantalla de usuario (324) está incorporada en dicha carcasa (326).
11. Sistema según la reivindicación 5, que incluye, además: una unidad de control y visualización (420) conectada con dicha asa, en el que dicha pantalla de usuario (422) está incorporada en dicha unidad de control y visualización.
12. Sistema según se reivindica en la reivindicación 11, en el que: dicha unidad de control y visualización (422) incluye además una pluralidad de controles y una pluralidad de luces de visualización incorporadas en la misma.

13. Sistema según la reivindicación 1, que comprende, además:

5 por lo menos un dispositivo de campo adicional en comunicación inalámbrica con el estetoscopio digital electrónico inalámbrico (310), dicho dispositivo de campo incluye por lo menos una balanza de peso (352), un lector de RFID (350), un dispositivo diagnóstico (354) y una sonda de temperatura (356), y en el que los datos obtenidos a partir del dispositivo de campo del animal se transmiten, al activarse el dispositivo de campo en respuesta a un comando de sondeo procedente del estetoscopio (12), y se proporcionan a la pantalla de usuario (324), como información adicional de salud.

10



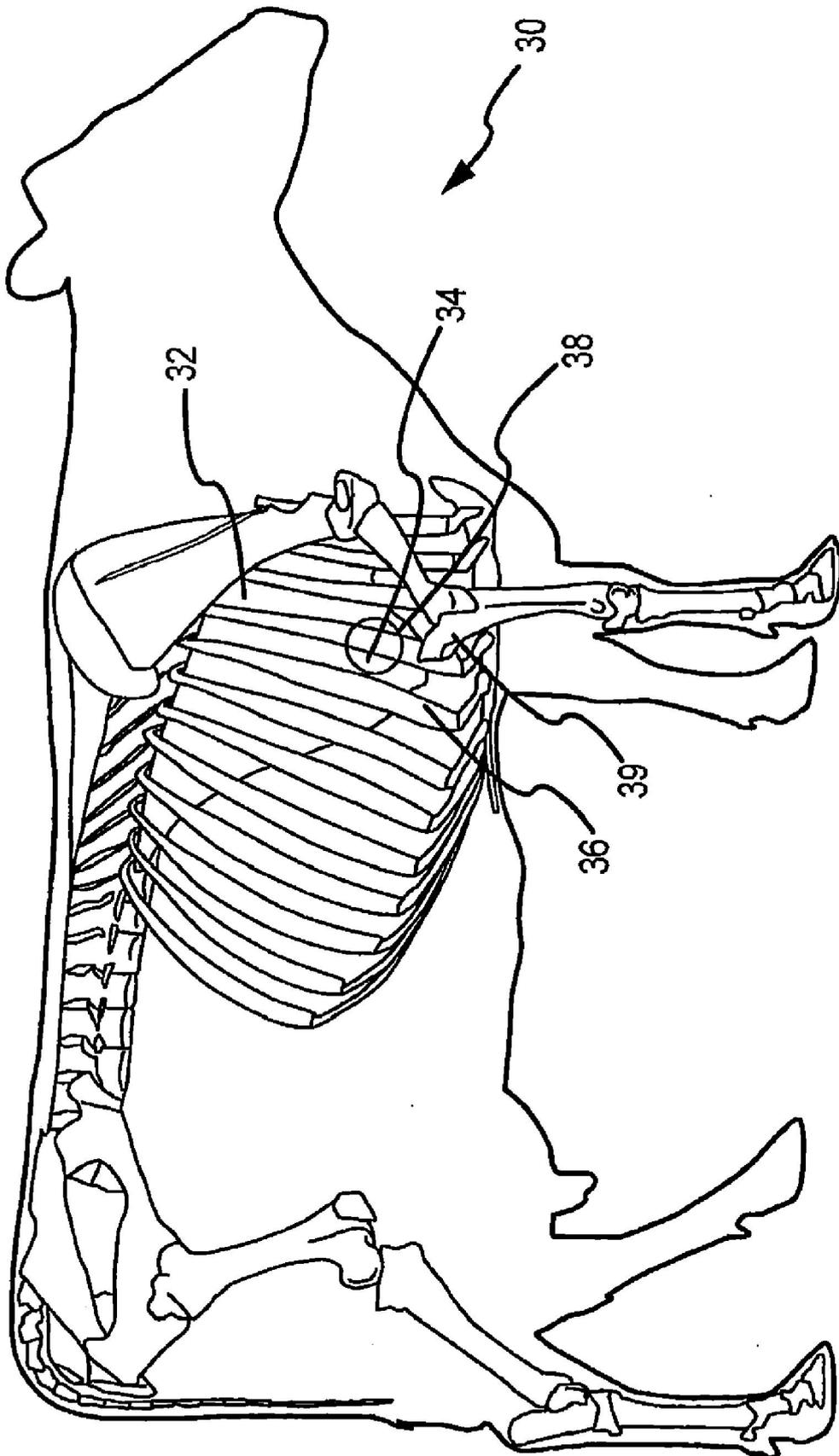


FIG.2

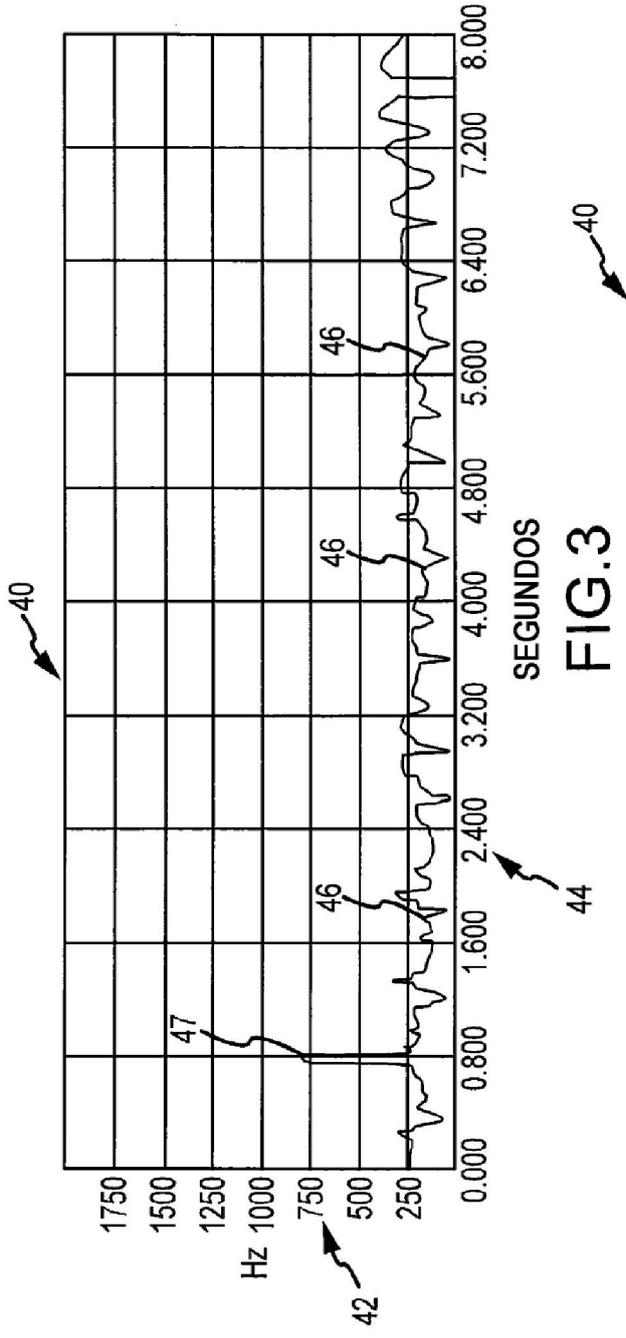


FIG.3

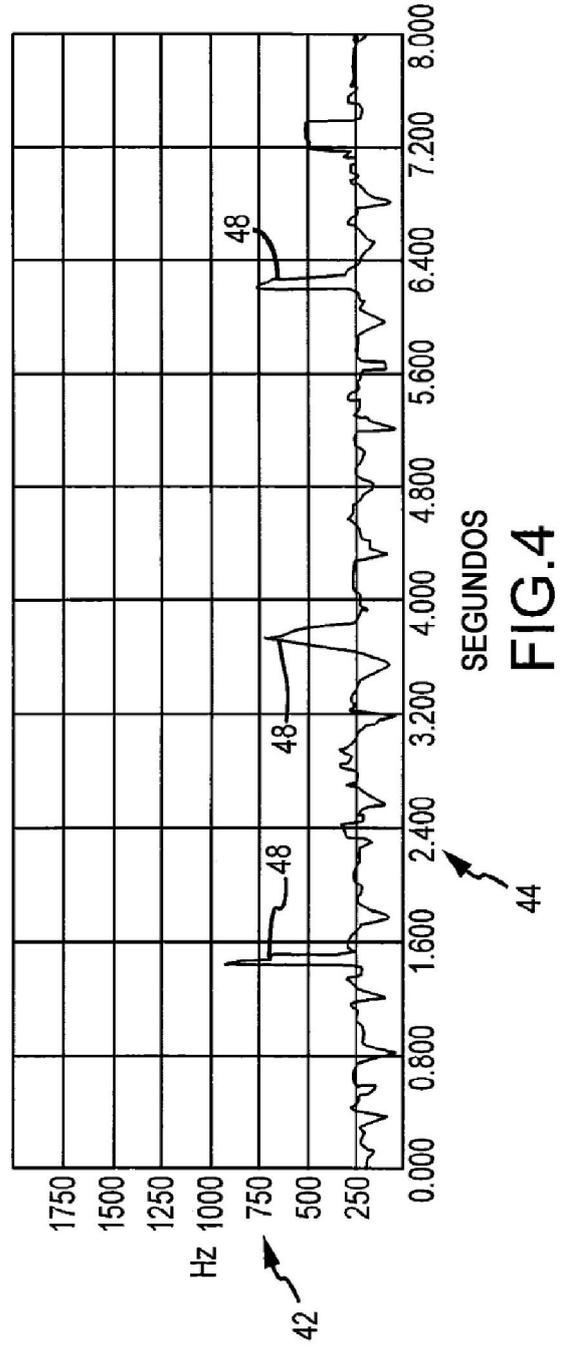


FIG.4

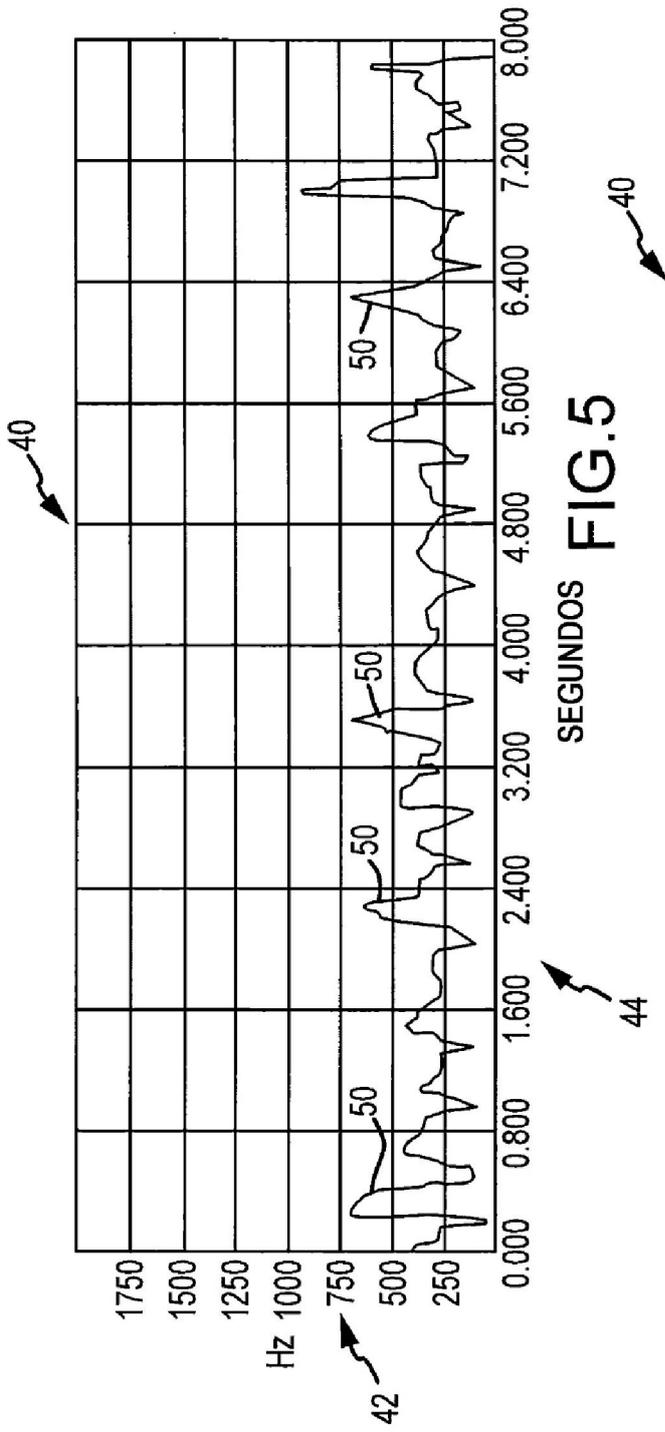


FIG. 5

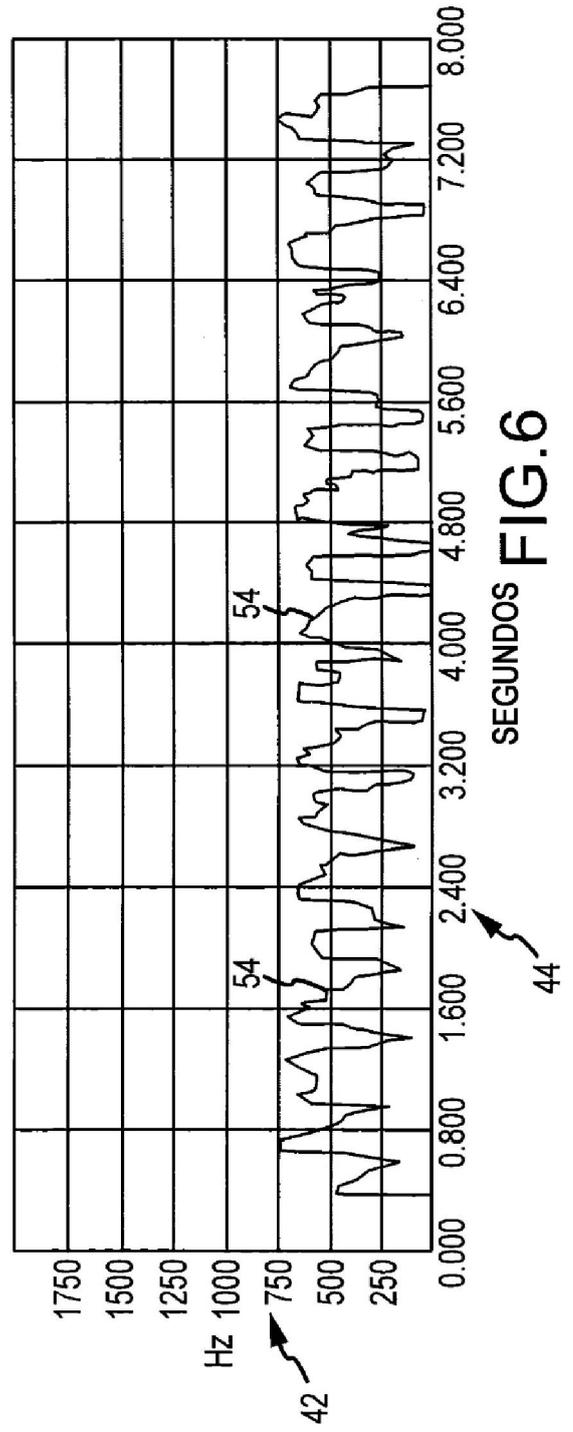
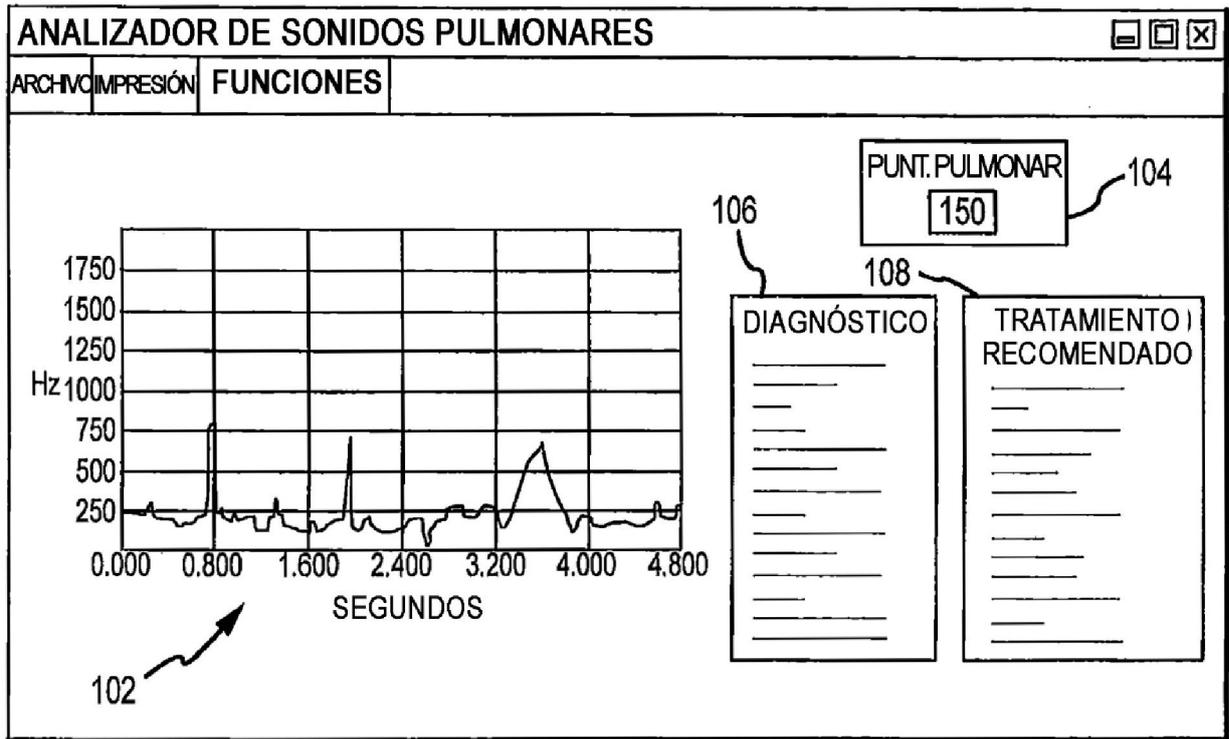


FIG. 6



100 ↗

FIG.7

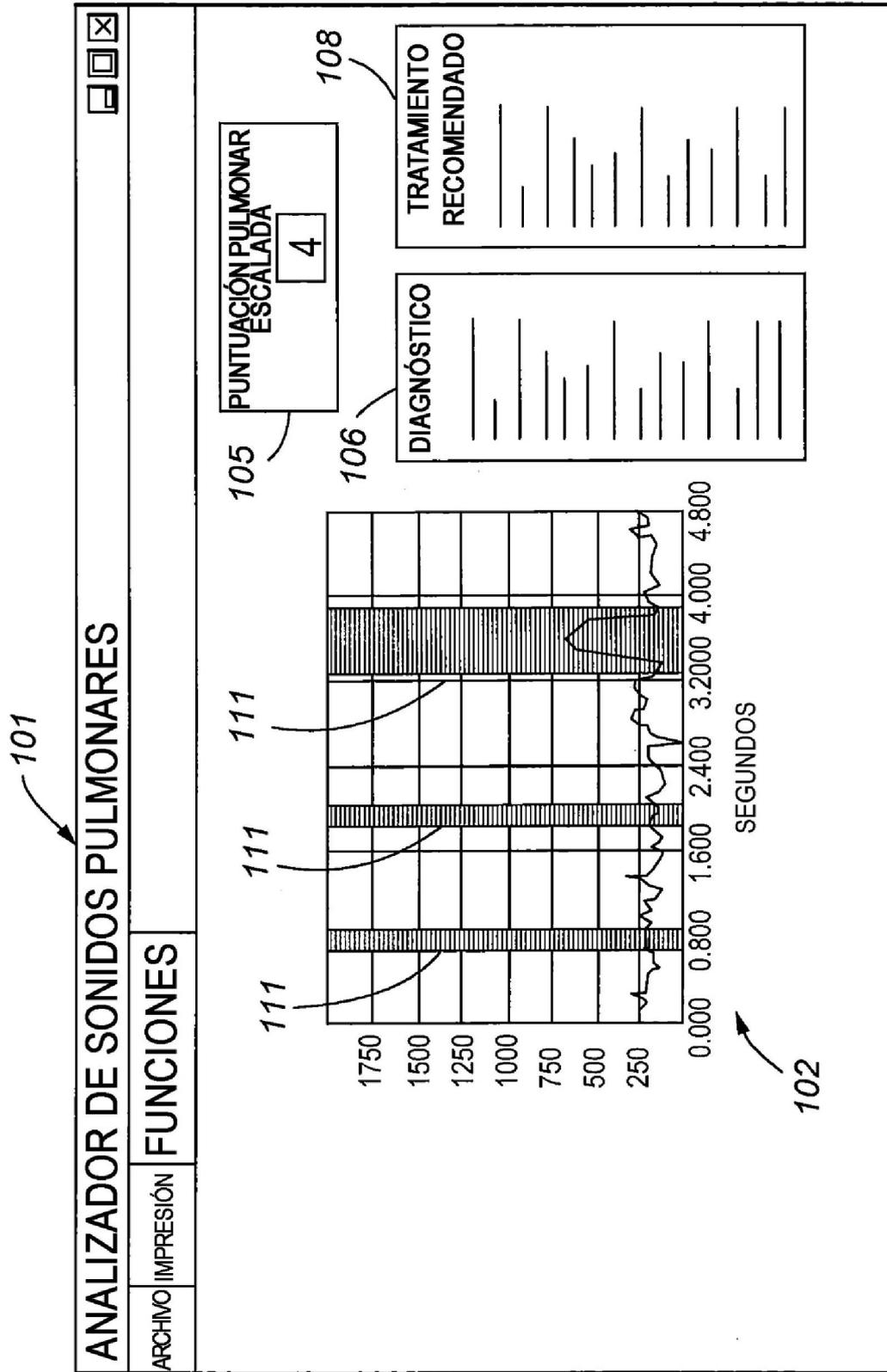


Fig. 8

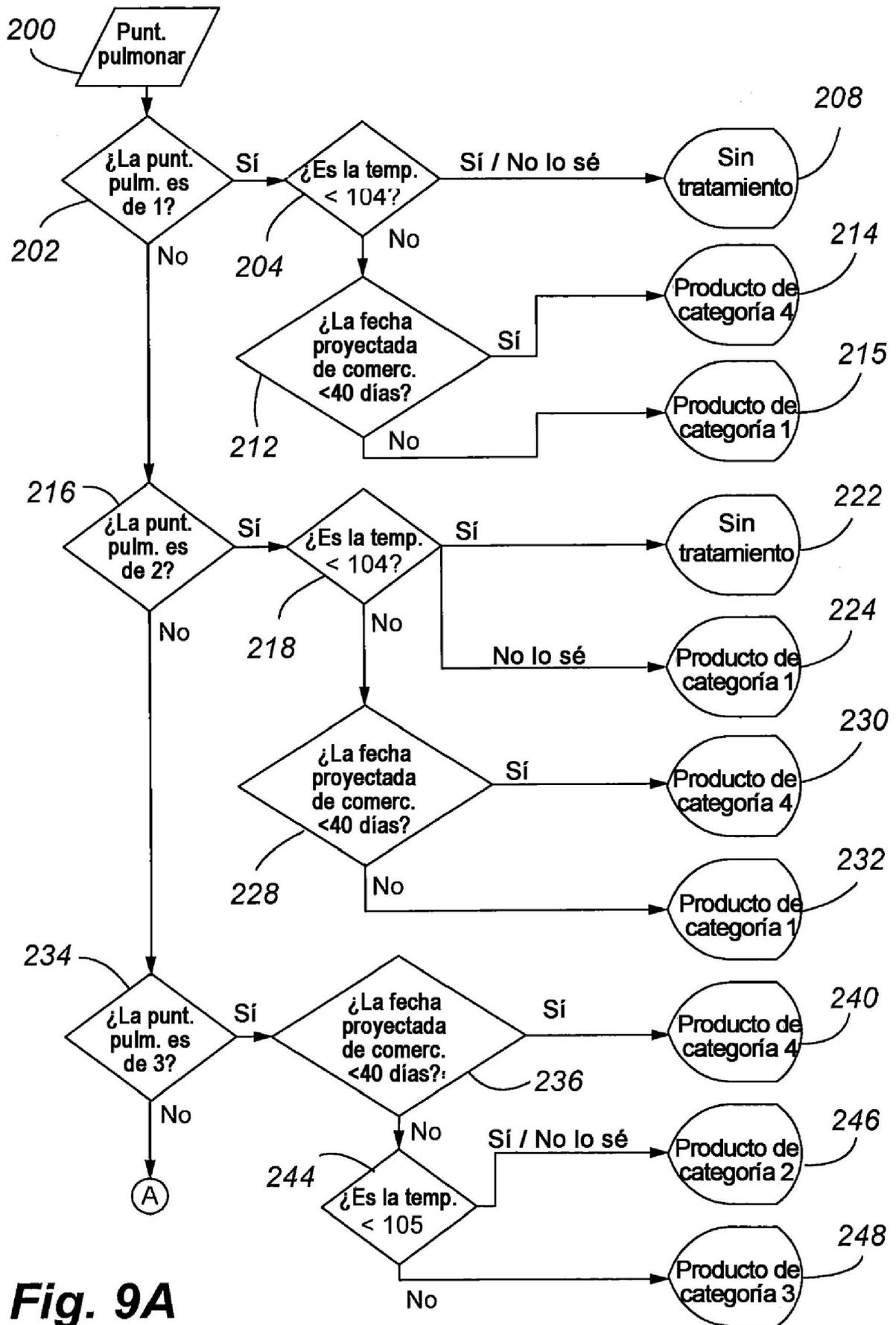


Fig. 9A

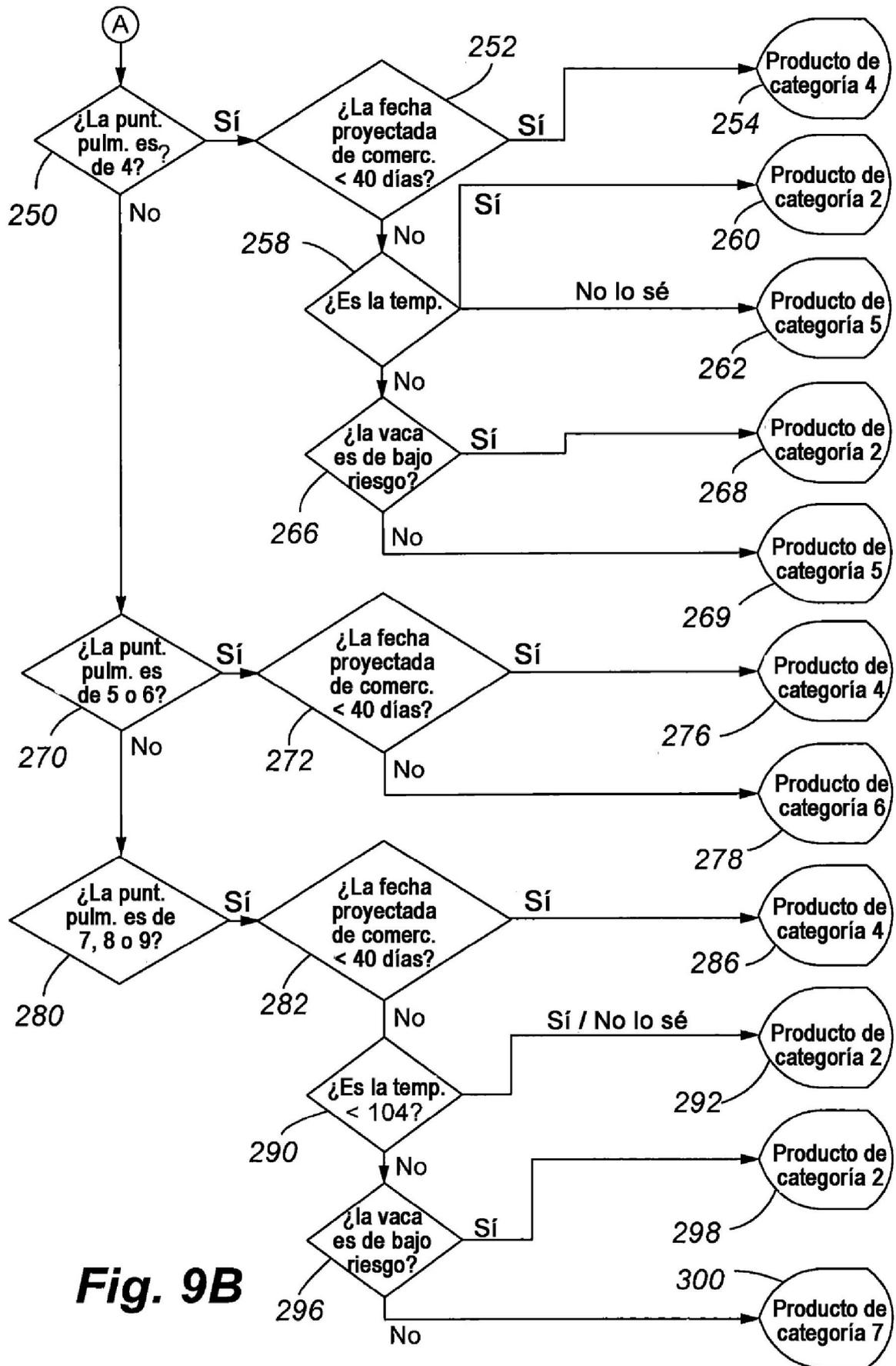


Fig. 9B

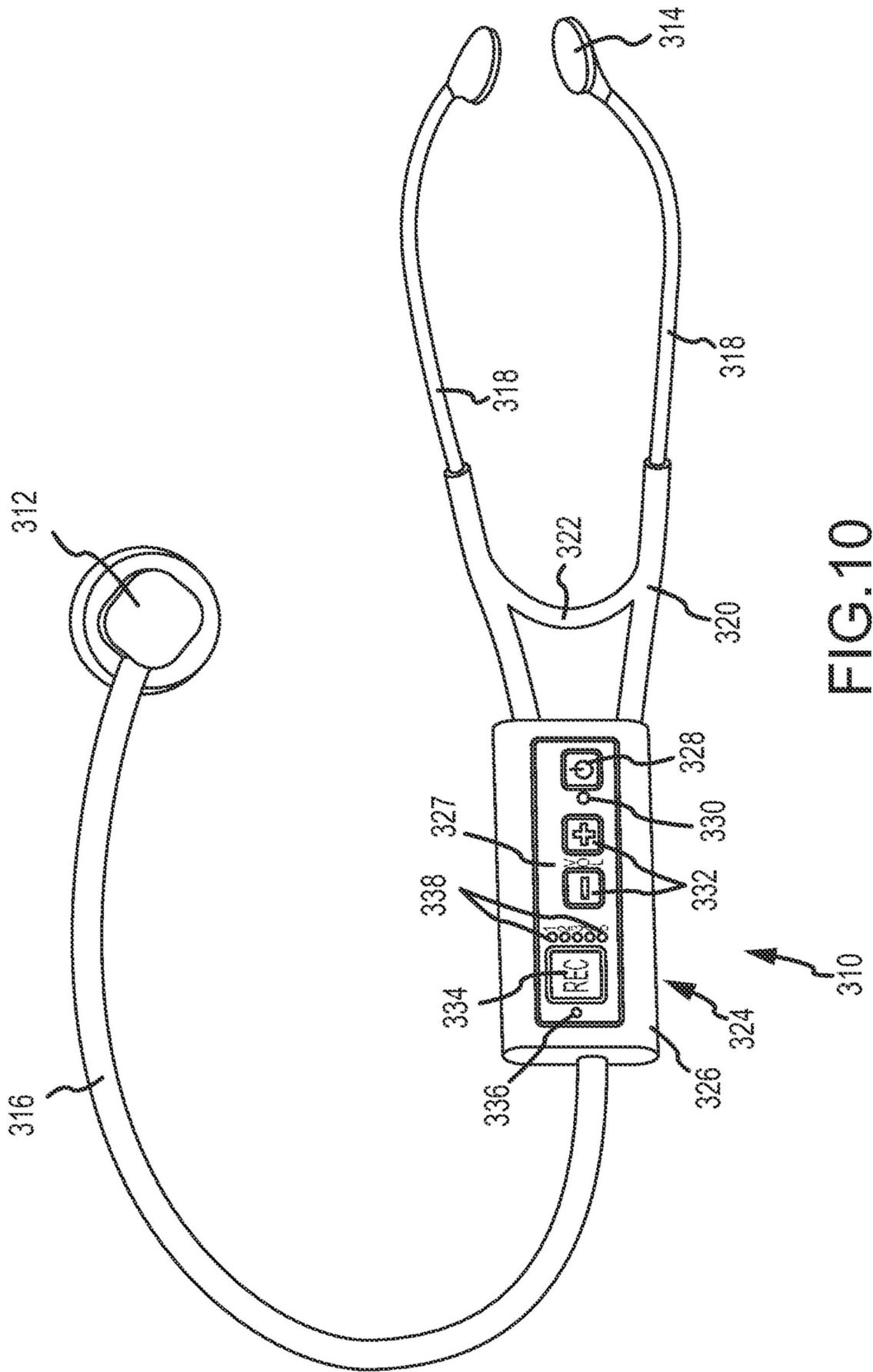


FIG.10

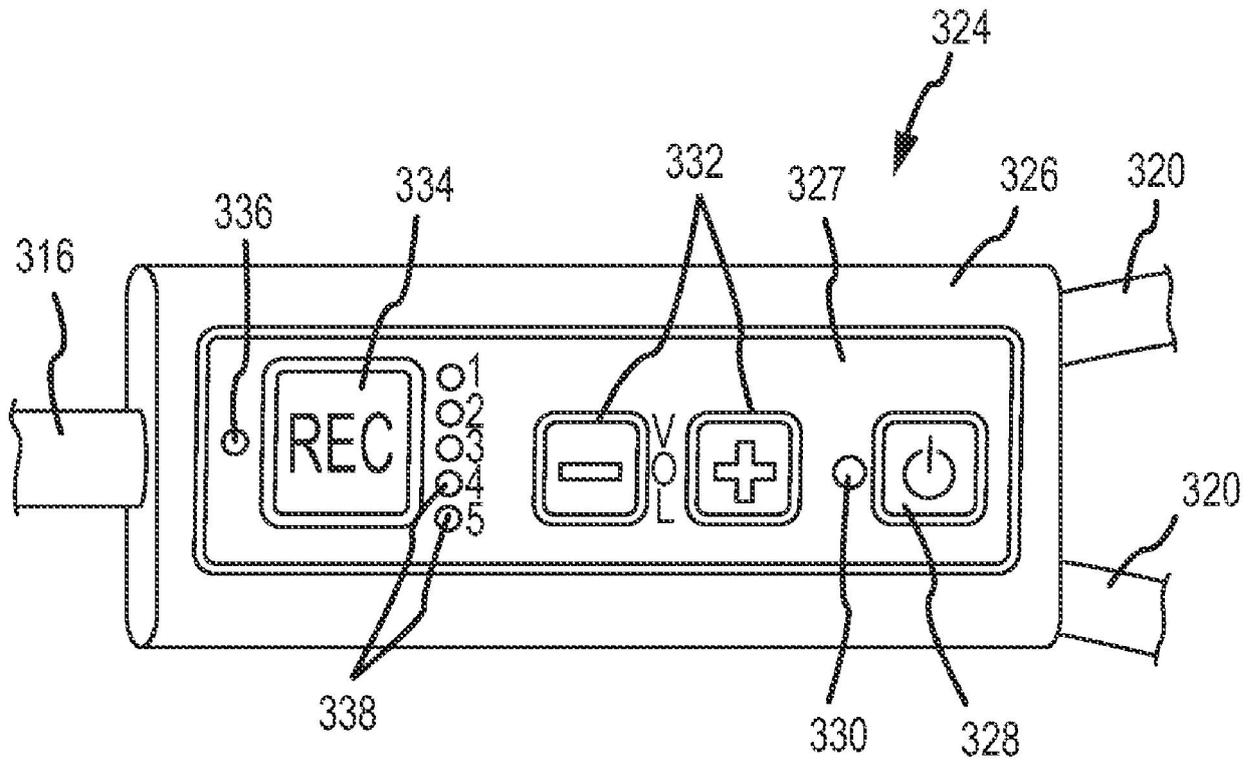


FIG. 11

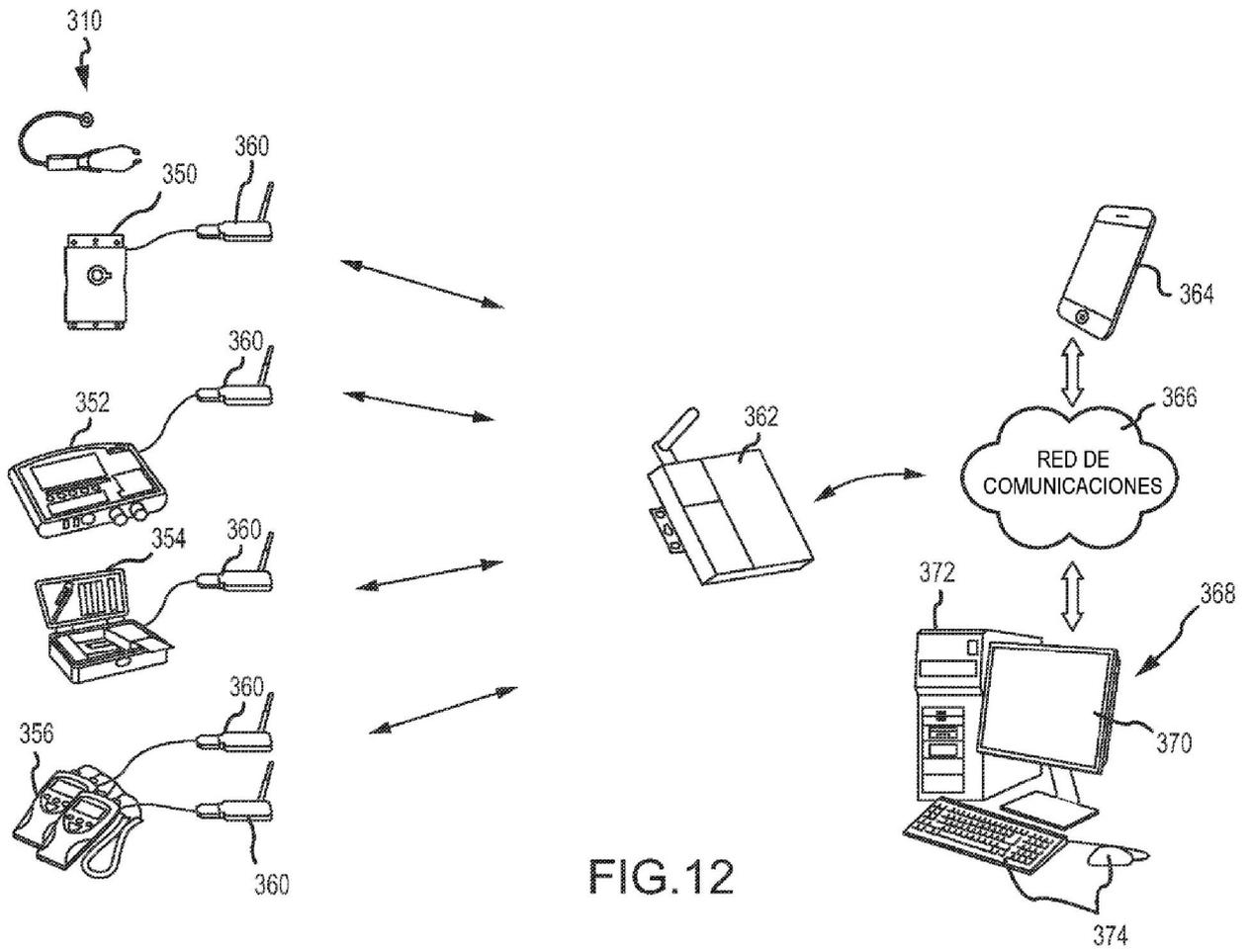


FIG.12

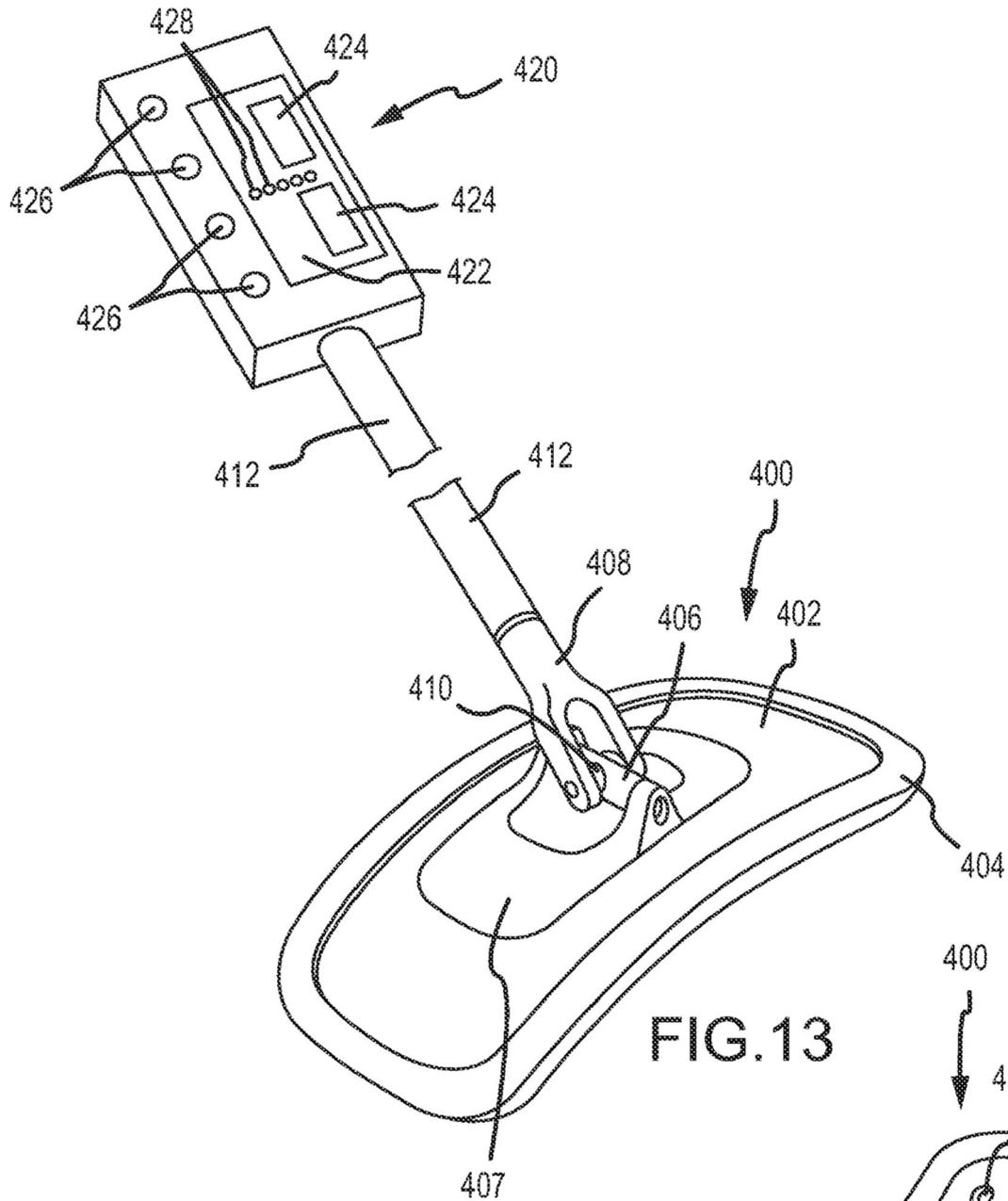


FIG. 13

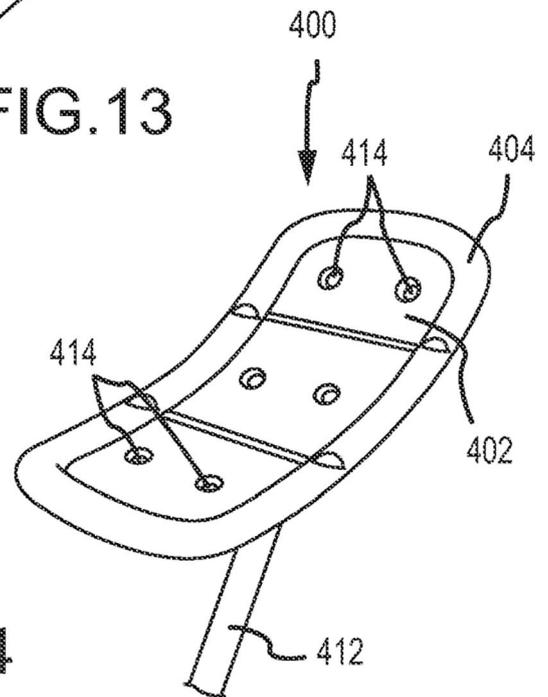


FIG. 14

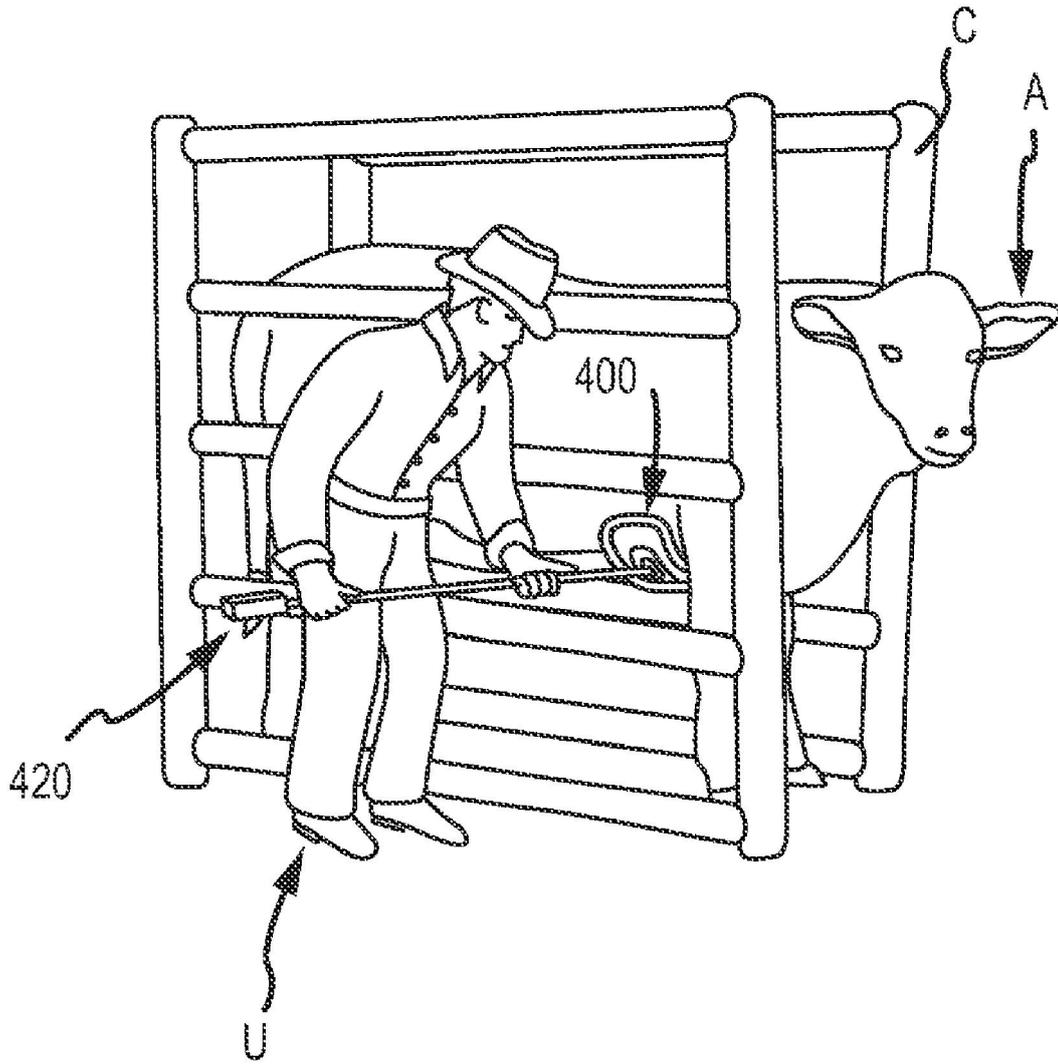


FIG. 15