

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 311 823**

21 Número de solicitud: 202431454

51 Int. Cl.:

G09B 23/36 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

29.07.2024

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.11.2024

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
(100.0%)**

**Avenida de Séneca, 2
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**SÁNCHEZ CALABUIG, María Jesús;
BLANCO MURCIA, Francisco Javier y
ZANITONI, Morgane**

54 Título: **SIMULADOR DE ECOGRAFÍA EN ANIMALES**

ES 1 311 823 U

DESCRIPCIÓN

Simulador de ecografía en animales

5 Sector de la técnica

La presente invención se encuadra en el sector de los simuladores veterinarios didácticos. Más concretamente, de los simuladores de imágenes ecográficas en animales.

10 Antecedentes de la invención

En el campo de la medicina, tanto humana como veterinaria, la simulación es una gran herramienta docente que facilita el acceso al aprendizaje práctico de los estudiantes universitarios. En el caso de los estudios en veterinaria, además, el reconocimiento de la necesidad de cuidar el bienestar animal impulsa la utilización de recursos alternativos al animal vivo.

Entre los métodos de diagnóstico por imagen, la ecografía supone una gran ayuda para el veterinario en diversos campos, especialmente, en la detección y evaluación de problemas abdominales, cardíacos, ginecológicos, oftalmológicos, transrectales, urológicos o del sistema musculoesquelético, así como en el diagnóstico y seguimiento de la gestación tanto en pequeños como en grandes animales.

Existen algunos sistemas para la formación en la realización de ecografías en medicina humana. Por ejemplo, en el documento CN110827644A se divulga un sistema de enseñanza virtual de diagnóstico por ecografía en pacientes humanos que incluye pacientes simulados, una cama móvil, un instrumento de diagnóstico por ultrasonido y sondas ecográficas simuladas. El sistema se caracteriza porque incluye uno o más sensores para transmitir información a las sondas simuladas que están dispuestos uniformemente debajo de una capa de piel también simulada donde se han practicado pequeños orificios o ranuras que, junto con los sensores, sirven para detectar y corregir las posiciones de las sondas ecográficas. La invención también incluye una base de datos compuesta por imágenes ecográficas de secciones de órganos humanos que cambian sincrónicamente con los ángulos de las sondas ecográficas de manera que se pueden visualizar escaneando los órganos.

US2017110032A1 describe dispositivos, métodos y sistemas de simulación de ecografías para la formación en diversos procedimientos médicos mediante la representación de imágenes de ultrasonidos realistas de acuerdo con la interacción del usuario final con un modelo anatómico, una réplica de sonda de ultrasonidos y una herramienta médica. La réplica de la sonda de ultrasonidos puede adaptarse con una punta de baja fricción, como una bola de rodillo. El dispositivo incluye una unidad de procesamiento de datos que puede calcular y mostrar un modelo preciso de realidad virtual/realidad aumentada (RV/RA) y una imagen de ultrasonido de acuerdo con el seguimiento de la posición y la orientación de los elementos del simulador de ultrasonido RV/RA. El simulador de ecografía RV/RA puede adaptarse para representar de forma realista el modelo RV/RA y la imagen de ultrasonido en función de la interacción del usuario con los elementos del simulador RV/RA.

En US2017278429A 1 se describe un sistema para la formación de médicos que comprende un modelo anatómico que simula un órgano del cuerpo, incluyendo el modelo anatómico una cavidad que define una estructura anatómica, en el que el modelo anatómico está formado a partir de un material polimérico que incluye al menos un componente reflectante de ultrasonido que se distribuye sustancialmente de manera homogénea por todo el material polimérico. La

invención está enfocada al diagnóstico de cálculos renales. Con el sistema que describe, se puede desarrollar un método de entrenamiento obteniendo imágenes del modelo anatómico y usando imágenes ecográficas para hacer avanzar el dispositivo médico a través del material polimérico del modelo anatómico de manera que un extremo distal del dispositivo médico se coloque en la ubicación objetivo de manera que se pueden realizar operaciones médicas mientras se visualiza el modelo anatómico con ultrasonido.

Otra opción, también en diagnóstico de enfermedades humanas, se describe en JP2005342504, que proporciona un sistema mediante el cual la información de palpación puede transmitirse, recibirse e intercambiarse simultáneamente en tiempo real desde un lugar remoto. El objetivo es realizar diagnósticos a distancia. Para ello, la invención incluye una carcasa, un dispositivo con el que producir una presión variable que está dispuesto, al menos parcialmente, dentro de la carcasa y se puede utilizar para generar una presión de palpación sobre el cuerpo; y un dispositivo de obtención de imágenes que está dispuesto, al menos parcialmente, dentro de la carcasa y que se puede operar para obtener imágenes del cuerpo para determinar el impacto de la presión de palpación sobre el cuerpo. Se utilizan detectores de presión buscando la transmisión y recepción simultáneas, en tiempo real, de los datos detectados por dos personas ubicadas en localidades alejadas. Se describe un simulador que incluye una pluralidad de cavidades en las que se disponen subunidades de modulación sensorial. Puede incluir un traductor de presión y un guante de generación de presión bidireccional.

Faltan, sin embargo, simuladores de ecografías en las distintas especies animales, simuladores que pueden ser de gran interés, especialmente debido a las peculiaridades de algunos órganos o sistemas de determinadas especies animales domesticas o de abasto.

Explicación de la invención

Simulador de ecografía en animales.

Un aspecto de la presente invención se refiere a un simulador de ecografía en animales que consiste en una red de conexión eléctrica formada por, al menos, una cinta de cobre insertada en un modelo anatómico que reproduce un órgano, un aparato o un sistema anatómico de un animal; cada una de las cintas se une mediante un cable eléctrico a un conector instalado en el exterior del órgano, aparato o sistema anatómico que se esté utilizando. La conexión de cada cable eléctrico conecta independientemente a través de un conector con el circuito externo a través de un conector exterior. Además, la red de conexión eléctrica cuenta con una plataforma electrónica capaz de detectar el cierre de, al menos, un circuito y está conectada con el conector externo, con una sonda ecográfica simulada y con un equipo de procesamiento de datos y visualización de ecogramas. El equipo de procesamiento de datos y visualización de ecogramas puede ser un ordenador con su correspondiente pantalla, tanto ordenador personal como portátil, puede ser una tableta, un teléfono móvil o cualquier otro dispositivo electrónico digital programable y está configurado para seleccionar un tipo de espécimen y un escenario, además, dispone de un programa informático que reproduce un video en bucle de una ecografía correspondiente al espécimen y escenario seleccionados cuando la sonda ecográfica simulada cierra un circuito eléctrico al presionar sobre un sensor. El/los sensores son capaces de cerrar el circuito eléctrico cuando la sonda ecográfica simulada contacta con un sensor.

Los especímenes pueden ser de cualquier especie animal, ya sea de abasto, de compañía, de competición, tanto grandes animales como pequeños animales y pueden ser hembras o machos. Cada una de estas opciones puede combinarse con distintos escenarios: animal sano o enfermo, diferentes patologías, hembras preñadas en varias etapas de gestación o en condiciones patológicas ligadas a la misma.

5 Para reproducir en bloque cada video correspondiente a una ecografía de un espécimen y un escenario, el equipo de procesamiento de datos y visualización de ecogramas contiene una base de datos de imágenes ecográficas que puede incluir imágenes distribuidas en distintos escenarios que asocian cada sensor con una imagen, que puede cambiar en cada escenario en un número infinito de posibilidades: vídeos de estructuras fisiológicas de cada parte anatómica, vídeos de estructuras anatómicas en condiciones patológicas, vídeos de varias etapas de la gestación (de 29 a 50 días, 120 días, 240 días...) o en condiciones patológicas ligadas a la misma (reabsorción embrionaria, momificación, ...).

10 En esta memoria descriptiva, por "grandes animales" se entienden, genéricamente, especies animales de gran porte, como los bóvidos y équidos. Su destino puede ser de renta o productores de alimentos (como el vacuno, de carne o leche, o el equino destinado a producción de carne), genética y cría (animales de alto valor productivo o deportivo) o con fines deportivos y de ocio (especie equina). Por "pequeños animales" se entienden, también genéricamente, tanto los
15 animales considerados "mascotas", (perros, gatos y animales exóticos), como los pequeños rumiantes (ovejas y cabras) y otros animales de tamaño semejante, cuyo destino también puede ser de compañía, de renta o productores de alimentos, etc.

20 El sistema de generación de imágenes ecográficas del simulador permite que el alumno se familiarice con la localización de las estructuras y las distintas imágenes según el escenario seleccionado de las estructuras anatómicas que ecografía.

25 Por otro lado, al unir las dos técnicas (palpación y ecografía) se puede adaptar a cualquier estructura anatómica impresa tanto comercial como manufacturada, para permitir al alumno el aprendizaje de la técnica ecográfica en diversos órganos y sistemas como el pulmón, aparato digestivo, sistema reproductor, etc., consiguiendo una formación más avanzada que en otros simuladores conocidos hasta ahora. Especialmente en el caso del aparato reproductor de hembras de grandes animales, ambas técnicas se complementan: la posición de la propia mano
30 puede ayudar al alumno a entender los cortes ecográficos y la interpretación de los ecogramas, mientras que la ecografía aporta una ayuda visual al alumno para que se ubique palpando, ya que se trata normalmente de una técnica a ciegas. Se trata de un sistema de retroalimentación en tiempo real que utiliza sensores integrados en el simulador para correlacionar la zona explorada por el estudiante con el ecograma correspondiente. Este sistema ofrece la posibilidad de recrear una amplia variedad de escenarios clínicos, tanto fisiológicos como patológicos, que
35 incluyen diferentes especies, diversas patologías y diferentes etapas de gestación, por ejemplo.

Breve descripción de los dibujos

40 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción un juego de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

45 **Figura 1.** Muestra una vista general de los distintos elementos del simulador de ecografía.

Figura 2. Esquema de una reproducción de un aparato genital de una hembra de grandes animales con sensores (9) unidos por cables (8) al conector (6) exterior.

50 A continuación, se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que se incluyen en esta memoria descriptiva:

1. Pantalla
2. Ecograma
3. PC
4. Plataforma electrónica
5. Sonda ecográfica
- 5 6. Conector
7. Reproducción del aparato genital de una hembra
8. Cable
9. Sensor

10 Realización preferente de la invención

En veterinaria, la simulación es especialmente relevante para la realización de prácticas en estudios relacionados con la reproducción animal, que requieren un proceso invasivo y repetitivo que genera estrés en los animales e, incluso, puede provocar heridas por la falta de conocimiento y de práctica de los estudiantes. Debido al estrés que produce la palpación reiterada en ganado vacuno, el número de animales necesario para unas prácticas adecuadas para todos los alumnos es inviable por razones económicas. Por todo ello, se ha elegido ejemplo de realización de esta invención la elaboración de un simulador de ecografía reproductiva bovina.

20 Ejemplo 1. Obtención de imágenes ecográficas.

Se obtuvieron imágenes ecográficas del aparato genital de vacas mediante ecografía transrectal. El material gráfico se recogió en campo durante varios años consiguiendo imágenes ecográficas de calidad que se corresponden a condiciones en la especie bovina:

- 25 - Animales sanos:
- ecogramas del útero en su totalidad (cérvix, cuerpo y cuernos uterinos en fase de estro)
 -
 - 30 • ecogramas de ovarios y apreciación de la dinámica folicular:
 - estructuras visibles: folículos predominantes, dominantes y satélites, cuerpo lúteo con o sin cavidad;
 - fases estrales: diestro, estro.
- 35 - Animales en gestación:
- Gestación viable: 29, 30, 32, 33, 39, 46, 47, 50, 120, 240 días;
 - Pérdida de la gestación (restos embrionarios): 28, 30 y 32 días.
- 40 - Animales con patologías:
- Uterinas: Neumovagina, metritis (5 y 15 días postparto), piómetra (30 y 40 días postparto), endometritis (20 y 48 días postparto)
 - Ováricas: anestro tipo I, II y III, quistes luteínicos, folículos quísticos

45 Ejemplo 2. Elaboración de un simulador de ecografía reproductiva bovina, instalado sobre un modelo comercial de un aparato reproductor bovino.

50 Para la realización del siguiente simulador se utilizó el modelo *Bovine Theriogenology Model* de VSI industries, Calgary, Alberta, Canadá. Se trata de un modelo de útero de vaca no gestante, con el ligamento ancho adherido y los dos ovarios con distintos folículos y cuerpos lúteos, construido con epoxy y fibra de vidrio, junto con reproducciones de estructuras como la pelvis,

periné de silicona y recto hecho de vinilo inflable, además de una carcasa de fibra de vidrio que contiene todas las estructuras y la reproducción de una cola de vaca.

Ejemplo 2.1. Reproducción del aparato reproductor de una hembra (7) con sensores (9) y cables (8) de cobre.

En las zonas anatómicas seleccionadas del modelo anatómico comercial indicado en el Ejemplo 2, se pegaron fragmentos de cinta de cobre adhesiva recortados para adaptarse a las formas anatómicas del modelo utilizado, constituyendo así los sensores (9). Se utilizó cinta de cobre adhesiva conductora Kapton EMI, de 50 mm de anchura. Al final de las cintas de cobre se realizó una conexión de cable (8) mediante soldadura, y posterior conexión con el conector (6). Estas piezas de cobre pegadas a la estructura se utilizan como sensores (9), al ser elementos de material piezoeléctrico integrados en las paredes del aparato genital simulado y capaces de convertir el contacto con una sonda de ecografía (5) en una señal eléctrica. Los cables (8) de cada sensor (9) se introdujeron mediante punción en el interior de la estructura anatómica y se unieron a un conector (6) externo macho.

La sonda ecográfica (5) se conectó tanto a los sensores (9) instalados en la reproducción del aparato genital de una hembra (7) como a una pantalla (1) en la que se proyectaban ecogramas (2) de las zonas correspondientes a la presión ejercida por la sonda ecográfica (5), a través de una placa electrónica (4) y un PC (3).

Ejemplo 2.2. Programa informático.

Se desarrolló un *software* basado en LabVIEW cuyo funcionamiento descriptivo es el siguiente.

A nivel *hardware* el sistema se compone de un ordenador personal o PC (3) con Windows 10, en el que se ejecuta el *software* elaborado en la Plataforma de Talleres de Apoyo a la investigación de la Universidad Complutense de Madrid. Dicho *software* se comunica, a través de un puerto USB libre, con un sistema *hardware* embebido, fabricado en la misma Plataforma de Talleres, que se fundamenta en una placa electrónica (4), que es una placa de microcontrolador comercial, modelo "Arduino UNO", a la que se han añadido los componentes electrónicos adecuados para poder detectar el cierre de varios circuitos eléctricos. La comunicación entre el *software* de PC (3) y el circuito microcontrolado por USB, se realiza a través del protocolo Lynx de National Instruments. El equipo microcontrolador se conecta, a su vez, a un cable que acaba en forma de sonda ecográfica (5) simulada.

Ejemplo 2.3. Conexiones del simulador de ecografía reproductiva bovina.

Para completar el simulador de ecografía reproductiva bovina, se realizó una conexión para PC por USB con conexión a una plataforma electrónica (4) Arduino Uno Marca Aceele que conecta, a su vez, con:

- conector (6) DIN 8 contactos para conector donde se unen por soldadura todos los cables (8) procedentes de cada sensor (9), es decir, de cada cinta de cobre colocada en las zonas anatómicas determinadas insertadas en el modelo de aparato reproductor bovino;

- sonda ecográfica (5) con conector eléctrico.

Las cintas de cobre cortadas en piezas, pegadas en zonas anatómicas determinadas, presentan un cable (8) de cobre soldado que discurre internamente por el modelo y se une al conector (6) macho y constituyen un conjunto de conexiones que denominamos morfología.

5 En la pantalla (1), se muestra una imagen ecográfica o ecograma (2) que varía en función de la zona de contacto de la sonda ecográfica (5) simulada con la morfología. Las imágenes están almacenadas en el programa informático descrito en el Ejemplo 2.2 y se asocian en escenarios, que representan distintas situaciones fisiológicas y/o patológicas, como las descritas en el Ejemplo 1.

Ejemplo 2.4. Funcionamiento del *software* del PC (3).

10 En el PC (3), se instaló el programa informático (*software*) descrito en el ejemplo 2.2 y se conectó la plataforma electrónica (4) Arduino UNO, que conecta la sonda ecográfica (5) y la morfología mediante un conector (6) DIN 8, como se describe en el Ejemplo 2.3.

15 Dentro del *software* se configura el tipo de espécimen (especie animal, sexo) conectado al sistema junto con un abanico de escenarios (por ejemplo, estado de salud, diversas posibilidades de patologías, semana de preñez, etc.), a través de un selector desplegable configurado de forma textual, a través de un fichero en el propio ordenador personal (3).

20 Una vez seleccionado el espécimen y el escenario, cuando la sonda ecográfica (5) se sitúa sobre un sensor (9), el *software* comienza a reproducir un video, en bucle, de una ecografía correspondiente a la zona anatómica, si la sonda no contacta con ningún sensor, la imagen que aparece en la pantalla corresponde a la imagen de la sonda cuando no está en contactando con ninguna estructura. Cada vez que el conector o sensor de la sonda ecográfica (5) toca alguno de los puntos anatómicos donde se ha insertado un sensor (9), el *software* cambia automáticamente el video y muestra el video en bucle de la imagen correspondiente a esa estructura anatómica en dicho espécimen y escenario, determinada con un código de número, escenario y punto anatómico.

30 Cada vez que el operador cambia de punto de contacto con otro sensor (9) con la sonda ecográfica (5) simulada, el *software* detecta el cierre del circuito y comienza a reproducir el video referente a la zona activada hasta que el circuito deje de estar cerrado o se cierre un nuevo circuito.

La aplicación se ejecuta hasta que el operador presiona el botón de Salida.

REIVINDICACIONES

1. Simulador de ecografía en animales que consiste en una red de conexión eléctrica formada por:
- 5
- al menos, una cinta de cobre insertada en un modelo anatómico que reproduce un órgano, un aparato o un sistema anatómico de un animal y dicha, al menos, una cinta es un sensor (9) que se une mediante un cable (8) a un conector (6) externo;
 - 10 - una plataforma electrónica (4) capaz de detectar el cierre de, al menos, un circuito y conectada con el conector (6) externo, con una sonda ecográfica (5) simulada y con un equipo de procesamiento de datos y visualización de ecogramas;
- 15 donde el equipo de procesamiento de datos y visualización de ecogramas está configurado para seleccionar un tipo de espécimen y un escenario; el/los sensores (9) son capaces de convertir el contacto con la sonda ecográfica (5) simulada en una señal eléctrica; el equipo de procesamiento de datos y visualización de ecogramas dispone de un programa informático que reproduce un video en bucle de una ecografía correspondiente al espécimen y escenario seleccionados cuando la sonda ecográfica (5) simulada cierra un circuito eléctrico al contactar sobre un sensor
- 20 (9).
2. Simulador de ecografía en animales según la reivindicación 1 en el que los especímenes se seleccionan entre: especies animales, sexo, órgano y/o estructura.
- 25 3. Simulador de ecografía en animales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los escenarios se seleccionan entre: salud, enfermedad, semana de gestación, patologías durante la gestación, o cualquier situación fisiológica o patológica de la estructura anatómica de la que se tengan imágenes ecográficas reales.
- 30 4. Simulador de ecografía en animales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la plataforma electrónica (4) es una placa de microcontrolador.
5. Simulador de ecografía en animales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los sensores (9) son de material piezoeléctrico.

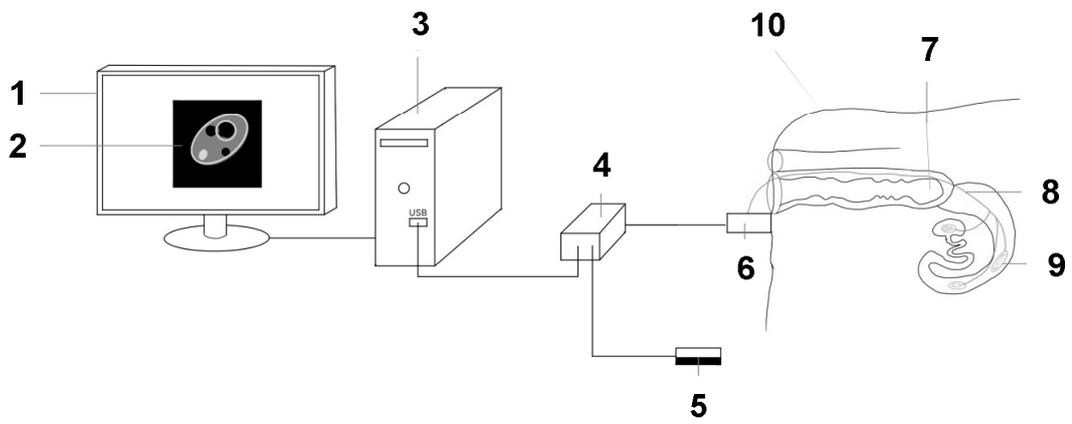


Fig. 1

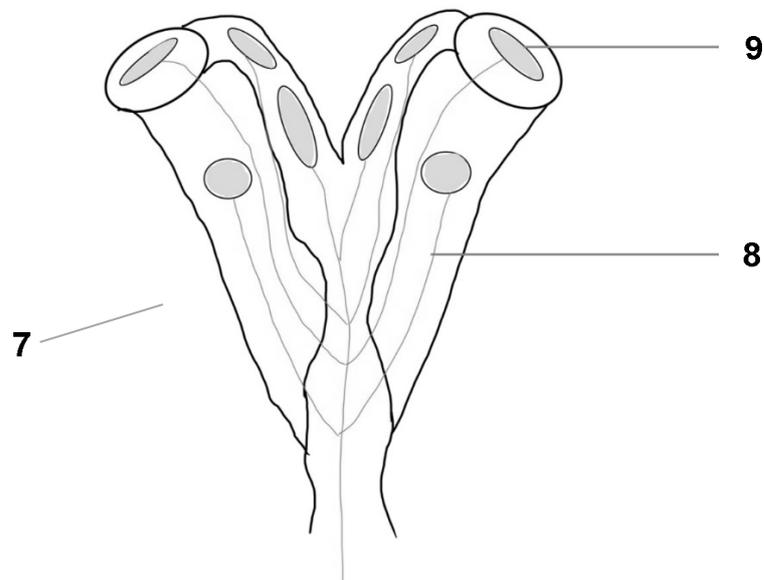


Fig. 2