

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 809**

51 Int. Cl.:

G09B 23/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2007 PCT/ES2007/000082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2008 WO08099028**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2007 E 07730323 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2110799**

54 Título: **Sistema de simulación para adiestramiento en cirugía artroscópica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2017

73 Titular/es:

**SIMBIONIX LTD. (100.0%)
P.O.Box 1081, Beit Golan, Corner of Golan and
Hanegev St.
70151 Airport City, IL**

72 Inventor/es:

**ILLANA ALEJANDRO, CARLOS, G.;
SIERRA PICON, BERNARDO;
VERCHER MARTINEZ, JUAN;
RODRIGUEZ BESCOS, SAMUEL;
VALDIVIESO CASIQUE, MANLIO FAVIO;
AÑAÑOS HINOJOSA, FRANCISCO JAVIER;
POTTI CUERVO, JORGE;
SANCHEZ GONZALEZ, ALMUDENA;
PASTOR PÉREZ, LUIS;
FERNANDEZ-ARROYO, JOSÉ MANUEL;
TRIVIÑO BARROS, GRACIÁN;
RODRÍGUEZ MARTÍNEZ DE BARTOLOMÉ,
ÁNGEL;
ESPADERO GUILLERMO, JOSÉ MIGUEL;
BAYONA BERISO, SOFÍA;
GARCÍA LORENZO, MARCOS JOSÉ;
TOHARIA RABASCO, PABLO;
SAN MARTIN LÓPEZ, JOSÉ JAVIER;
ROBLES SÁNCHEZ, OSCAR DAVID y
MENDOZA SERRANO, CÉSAR AUGUSTO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 597 809 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 de simulación para adiestramiento en cirugía artroscópica

Campo de la invención

5 La presente invención se compone de técnicas de simulación aplicadas al campo del adiestramiento quirúrgico, específicamente para operaciones quirúrgicas en articulaciones, a las que se hace también referencia como artroscopias o cirugías artroscópicas, para el propósito de iniciación, adiestramiento y enseñanza de cirujanos, lo que permite la mejora de las técnicas quirúrgicas artroscópicas y la puesta en práctica de nuevos procedimientos que se desarrollan en la evolución y la mejora de la práctica quirúrgica.

Antecedentes de la invención

10 No son bien conocidos en la actualidad los simuladores en el campo de la medicina. Hace algunos años, se divulgaron simuladores que podían describirse como estáticos, en los cuales únicamente el paciente, o una zona del mismo, se representa por medio de un maniquí.

15 El sistema de simulación objeto de la presente invención proporciona un considerable número de ventajas, ya que, por una parte, reproduce físicamente el instrumento quirúrgico (cámara artroscópica e instrumento artroscópico), reproduce la anatomía superficial de la zona en cuestión (hombro, rodilla, etc.) por medio de una estructura de plástico a escala 1:1 de modelos anatómicos reales, y, basándose en técnicas de realidad virtual específicamente diseñadas, proporciona imágenes anatómicas normales y patológicas similares a las proporcionadas por modelos reales.

20 El sistema de simulación específicamente desarrollado combina el uso del instrumento quirúrgico simulado, que actúa dentro de la estructura de plástico generando imágenes anatómicas virtuales y proporcionando una sensación táctil para el manejo del instrumento, lo que simula una artroscopia quirúrgica.

25 Este sistema tiene una serie de ejercicios artroscópicos de complejidad en aumento, basados en los protocolos de aprendizaje que se utilizan en cursos artroscópicos que permiten determinar tanto el correcto desempeño del ejercicio como la progresión y la mejora en el adiestramiento artroscópico, lo que permite la repetición de dichos ejercicios y la autoevaluación. La presente invención reemplaza, de una manera muy fiable y óptima en términos de disponibilidad y costes, la práctica con cadáveres como elemento de aprendizaje.

30 El adiestrador en cirugía artroscópica propuesto consiste en un conjunto de dispositivos formado por a) una unidad central, habitualmente una computadora, cuya función consiste en controlar y gestionar todos los dispositivos a cargo de representar imágenes y tacto, así como recoger los datos de las funciones desempeñadas por el usuario, simulando una operación real; b) un dispositivo de presentación visual o monitor, en el que se presentan visualmente las imágenes que ve el doctor, c) una plataforma de trabajo que simula el quirófano, la cual contiene: la anatomía humana que se ha de simular (siendo esta anatomía intercambiable con arreglo a los ejercicios de simulación que se hayan de poner en práctica), y d) los dispositivos hápticos a cargo de reproducir la sensación táctil del instrumento utilizado en el procedimiento simulado.

35 Descripción de la invención

La invención se refiere a un sistema de simulación para el adiestramiento en cirugía artroscópica, de acuerdo con la reivindicación 1. Realizaciones preferidas del sistema se definen en las reivindicaciones dependientes.

El sistema objeto de la invención simula un procedimiento quirúrgico llevado a cabo por un usuario del sistema en una articulación específica de un paciente simulado. El sistema comprende:

- 40 - al menos una unidad de tratamiento de datos;
- una plataforma de trabajo;
- un modelo de anatomía humana, dispuesto sobre la plataforma de trabajo y que representa la superficie anatómica de la articulación en la que se ha de simular la operación, en tamaño real, de tal manera que dicho modelo de anatomía humana está provisto de una pluralidad de aberturas correspondientes a las
- 45 - puertas artroscópicas a través de las cuales el usuario inserta el instrumento artroscópico simulado en la articulación durante el procedimiento quirúrgico simulado;
- al menos dos dispositivos de trabajo, dispuestos en la plataforma de trabajo, en torno al modelo de anatomía humana, de tal modo que cada uno de ellos se ha dotado de al menos un miembro móvil, cuyo extremo está provisto de una guía para guiar el instrumento que es insertado en las puertas artroscópicas
- 50 - durante el procedimiento quirúrgico simulado, estando provisto dicho al menos un miembro móvil de medios de fijación para fijar los instrumentos artroscópicos utilizados en la artroscopia, de tal modo que cada dispositivo de trabajo está provisto de medios para la sincronización con la unidad de control y de medios para determinar la posición y la orientación de sus miembros móviles;

- el instrumento artroscópico simulado que se utiliza durante el procedimiento quirúrgico simulado, de tal manera que dicho instrumento comprende al menos un instrumento artroscópico fijado a uno de los dos miembros móviles de los dispositivos de trabajo a través de sus medios de fijación correspondientes;
- 5 - una cámara artroscópica simulada, fijada a uno cualquiera de los miembros móviles de los dispositivos de trabajo a través de medios de fijación correspondientes; y
- medios de visión para ver el ejercicio de simulación, que se encargan de la visión de las imágenes enviadas por al menos una unidad de tratamiento de datos.

En el presente sistema, al menos una unidad de tratamiento de datos está configurada:

- 10 - para captar y tratar un primer grupo de datos relativos a la posición de las puertas artroscópicas, y para extraer de dicho primer grupo de datos un primer grupo de coordenadas de posición de dichas puertas artroscópicas;
- para captar y tratar un segundo grupo de datos relativos a la posición y a la orientación de los miembros móviles de cada dispositivo de trabajo, y para extraer de dicho segundo grupo de datos un segundo grupo de coordenadas de posición y vectores de dirección de cada instrumento artroscópico utilizado durante un
15 procedimiento quirúrgico simulado;
- para tratar la información recibida y enviar información en forma de imágenes que representan la vista simulada de la anatomía interna de la articulación y del instrumento en ella insertado, la cual se obtiene de la cámara artroscópica (7) dependiendo de la posición y de la orientación de esta última en el interior de la articulación, tal como se observaría en una operación real, a los medios de visión (2) en tiempo real.

20 La plataforma de trabajo está, preferiblemente, provista de al menos una guía por la que se mueven los dispositivos de trabajo para facilitar el acceso del instrumento a las puertas artroscópicas, de tal manera que dichos dispositivos de trabajo están provistos de medios para determinar su posición, y al menos una unidad de control se ha configurado para captar y tratar un tercer grupo de datos relativos a la posición de los dispositivos de trabajo y para extraer de dicho tercer grupo de datos un tercer grupo de coordenadas de posición de dichos dispositivos de trabajo.

25 Los dispositivos de trabajo están, cada uno de ellos, preferiblemente fijados a una bases móviles, a su vez aseguradas a unos brazos integralmente unidos por sus extremos a árboles. A fin de determinar las posiciones de los dispositivos de trabajo, pueden existir, insertados en el centro de los árboles, una pluralidad de discos codificadores, de tal manera que hay tantos de estos últimos como brazos hay, y cada uno de ellos tiene un sensor óptico, de tal forma que el movimiento de cada dispositivo de trabajo genera un movimiento radial del disco
30 codificador correspondiente, siendo detectado dicho movimiento por el sensor óptico correspondiente, conectado a un circuito electrónico que calcula la posición de los dispositivos de trabajo y envía dicha posición a la unidad de tratamiento de datos.

Los dispositivos de trabajo son, preferiblemente, dispositivos hápticos provistos de medios para generar una fuerza sobre los miembros móviles. Al menos una unidad de tratamiento de datos calcula la posición de los instrumentos
35 insertados en el interior de la articulación con respecto a la posición de los componentes anatómicos simulados de dicha articulación, y envía, en el caso de que estime que un instrumento artroscópico colisionará con cualquiera de dichos componentes anatómicos, información relativa a dicha colisión al dispositivo háptico al que el instrumento que ocasiona la colisión está fijado, de tal modo que dicho dispositivo háptico genera una fuerza en el miembro móvil para simular, y para informar al usuario activo de, la colisión en el ejercicio de simulación, lo que proporciona al
40 usuario una sensación de tocar las diferentes estructuras anatómicas.

El instrumento artroscópico simulado puede comprender al menos uno de los siguientes instrumentos artroscópicos simulados: una sonda, un vaporizador, una rejilla, un taladro rotatorio, un sinoviotomo, un fórceps artroscópico o unas tijeras artroscópicas. Los fórceps artroscópicos y las tijeras artroscópicas pueden incorporar palancas accionadas manualmente, cuyo movimiento es registrado por un sistema electrónico y enviado a al menos una
45 unidad de tratamiento de datos que es la encargada de representar las respectivas funciones de dichos instrumentos en los medios de visión.

La cámara artroscópica simulada esta, preferiblemente, provista de:

- una óptica que puede rotar libremente con respecto a la cámara;
- 50 - medios para detectar y medir la rotación de la óptica en relación con la cámara, los cuales transmiten la información relativa a la rotación de la óptica a la al menos una unidad de tratamiento de datos; y, opcionalmente,
- al menos un botón para dirigir funciones gráficas representadas en los medios de visión.

En este caso, la unidad de tratamiento de datos representa en los medios de visión una rotación de la misma magnitud angular en la imagen virtual del ejercicio simulado que está siendo representado en ellos.

La plataforma de trabajo está, preferiblemente, provista, en su cara superior, de un soporte para el modelo anatómico en el que se acopla el modelo de anatomía humana.

5 El sistema puede comprender, adicionalmente, un pedal que incorpora conmutadores accionados con el pie para controlar al menos uno de los siguientes instrumentos artroscópicos: el motor artroscópico (ya sea un taladro rotatorio o un sinoviotomo) o el vaporizador.

10 El presente sistema de simulación puede incorporar la adaptación de la secuencia de aprendizaje didáctica utilizando métodos automáticos con arreglo a los resultados de las sesiones de cada usuario, y con criterios de evaluación configurables. A su vez, puede incorporar un conjunto de ejercicios ampliables en su secuencia didáctica. También incorpora, de forma preferible y completa, los movimientos de la cámara artroscópica real y una modelización anatómica precisa de la vista artroscópica.

El presente sistema de simulación tiene las siguientes ventajas:

- Permite el aprendizaje de capacidades espaciales y psicomotrices, cubriendo el vacío que existe entre la teoría y la práctica directa en pacientes, y hace posibles un adiestramiento y mejora continuos de dichas capacidades.
- 15 - Aporta una simulación realista basada en los dispositivos hápticos, en la precisión de los modelos anatómicos, en la visión en tiempo real de los movimientos, en los modelos de instrumentos (cámara, sonda) y en los aspectos ergonómicos, debido a que los dispositivos hápticos son móviles sobre raíles o guías.
- 20 - Aporta modelos anatómicos articulados de acuerdo con mediciones reales, los cuales permiten la comprensión de las referencias anatómicas y hacen posible la reproducción de los mismos gestos que en cirugía.
- La misma plataforma de trabajo es aplicable a diferentes articulaciones (hombro, rodilla, etc.).
- La secuencia didáctica incluye no solo la práctica de un procedimiento quirúrgico simulado, sino también ejercicios para el manejo de la cámara, lo que permite la comprensión de los movimientos de la cámara, así como ejercicios para practicar el manejo de diferentes instrumentos artroscópicos, tales como una sonda.
- 25 - La interfaz gráfica es intuitiva y, por tanto, de fácil aprendizaje.
- Permite el adiestramiento en situaciones extremas o muy inhabituales.
- La reproducibilidad (recuperación para el análisis) de las sesiones permite un aprendizaje autodirigido.
- Los criterios de evaluación son configurables, lo que es una característica muy flexible y que, al mismo tiempo, proporciona objetividad en la evaluación.
- 30 - Permite multiplicar las posibilidades de adiestramiento a un bajo coste, en comparación con cursos con cadáveres, y sin las limitaciones éticas que podrían estar implicadas en la práctica con animales.
- Permite la validación de diseños de instrumentos y la validación de nuevos instrumentos quirúrgicos.
- No requiere de personal especializado para su uso ni tampoco instalaciones especiales.

35 **Breve descripción de los dibujos**

En lo que sigue se describe muy brevemente una serie de dibujos / figuras / diagramas que ayudan a una mejor comprensión de la invención y que se han relacionado expresamente con una realización de dicha invención, presentada a modo de ejemplo no limitativo de la misma. Dichos dibujos muestran la realización práctica de un simulador quirúrgico para cirugía artroscópica (al que se hará referencia en lo que sigue de esta memoria como simulador de cirugía).

40 La Figura 1 representa el sistema modular y el cableado eléctrico que constituyen el simulador de cirugía, utilizando como ejemplo un modelo anatómico basado en una sección de hombro.

45 La Figura 2 es similar a la Figura 1, pero se sirve de una sección anatómica de una pierna como referente para la simulación, por lo que, en este caso, se simularán operaciones de cirugía artroscópica de rodilla, aunque pueden también llevarse a cabo operaciones en otras zonas anatómicas tales como el hombro, la pelvis, etc.

La Figura 3 representa una vista en perspectiva de la plataforma de trabajo sobre la que se lleva a cabo el procedimiento quirúrgico simulado, en la cual no se ha ensamblado el modelo anatómico.

La Figura 4 muestra el sistema de articulación y movimiento de los dispositivos simuladores del tacto, los dispositivos hápticos.

Las Figuras 5 y 6 muestran, respectivamente, una vista en despiece de la cámara artroscópica, y la cámara artroscópica con sus componentes ensamblados.

Descripción de una realización preferida de la invención

5 El simulador quirúrgico para cirugía artroscópica consiste, tal como se muestra en las Figuras 1 y 2, en una plataforma de trabajo 12 que lleva a cabo las funciones de soporte y de guiado de los elementos físicos y mecánicos; la parte interior de la plataforma 12 lleva a cabo la función de un recipiente para alojar circuitos auxiliares, tales como, por ejemplo, el circuito electrónico 19, mostrado en la Figura 4, que está a cargo de recibir y tratar la información procedente de diferentes codificadores. El sistema comprende, de manera adicional, una unidad 10 de tratamiento de datos que hace correr un programa informático específicamente desarrollado para esta simulación, y que está a cargo de gestionar el control del sistema y de representar las imágenes en unos medios de visión 2, tales como, por ejemplo, un monitor con una pantalla táctil. El soporte 4 para el modelo anatómico se sitúa en la cara superior 17 de la plataforma de trabajo 12, de tal manera que sobre dicho soporte se dispone el modelo de anatomía humana (9, 9') o cualquier otro modelo que pueda emplearse en ejercicios de adiestramiento de simulación para cirugía artroscópica. Dichos modelos (9, 9') están hechos, preferiblemente, de un plástico considerablemente poco deformable pero resistente, con una estructura hueca. La plataforma de trabajo se ha mostrado en detalle y en perspectiva en la Figura 3.

Es posible interactuar con el sistema de simulación a través de los medios de entrada de datos, tales como un teclado 13, que es capaz de escoger, por ejemplo, el programa de simulación que se debe hacer correr, a fin de indicar el modelo de anatomía humana (9, 9') que está siendo específicamente utilizado (el hombro 9, la rodilla 9', etc.), para configurar los diferentes parámetros del ejercicio de simulación, tales como la dificultad del ejercicio. Es también posible interactuar con el sistema de simulación a través de, por ejemplo, los medios de visión 2, en el caso, por ejemplo, de un monitor con una pantalla táctil. El pedal 18 mostrado en la Figura 1 incorpora conmutadores accionados con el pie similares a los que se utilizan en artroscopia real para controlar el motor artroscópico, el vaporizador o la unidad electroquirúrgica, etc.

25 Los dispositivos de trabajo (5a, 5b) son, en esta realización particular, dispositivos hápticos, de tal modo que en los extremos de los brazos (6a, 6b) de los mismos se ha incorporado una guía (8a, 8b) para guiar el instrumento que se ha insertado en el modelo anatómico (9, 9') a través de las aberturas de penetración denominadas puertas artroscópicas (3, 3'); el instrumento 10 o la cámara 7, siempre que sea apropiado, está alojada en el extremo opuesto de dicha guía (8a, 8b) para guiar el instrumento. Los dispositivos hápticos (5a, 5b) realizan la función de transmitir al sentido del tacto del usuario del sistema sensaciones de fuerza, dureza, rugosidad, elasticidad y vibraciones. Por ejemplo, transmite a la mano una sensación de contacto (la dureza, la rugosidad, la forma o el borde) con una estructura ósea; transmite la elasticidad de un músculo, tendón, ligamento, arteria o vaso, e incluso simula patologías como si el paciente fuera real. El rozamiento y las vibraciones producidos por el instrumento 10 son también reproducidos por dichos dispositivos hápticos (5a, 5b).

35 Los dispositivos hápticos (5a, 5b) son fijados a las bases móviles (11a, 11b), respectivamente, de tal manera que estas últimas son fijadas a los brazos (14a, 14b) en correspondencia con las mismas, tal como se muestra en la Figura 4, y los brazos son asegurados integralmente por sus extremos al árbol 25a, 25b. El usuario maneja la cámara artroscópica 7 ensamblada en uno de los dispositivos hápticos con una mano, y el instrumento artroscópico simulado 10, ensamblado en el otro dispositivo háptico, con la otra mano, de tal modo que los dispositivos hápticos se deslizan, por medio de sus respectivas bases móviles (11a, 11b), a lo largo de las respectivas guías (15a, 15b). A fin de determinar la posición de los dispositivos de trabajo (5a, 5b), existen, insertados en el centro de los árboles (25a, 25b), una pluralidad de discos codificadores (21a, 21b), ambos ensamblados en un soporte codificador 23, de tal manera que cualquier movimiento del dispositivo háptico (5a, 5b) se traduce en un movimiento radial del disco codificador correspondiente, de tal manera que dicho movimiento es detectado por un sensor óptico (22a, 22b), la posición es registrada por el circuito electrónico 19 a través del cable 24, y el resultado de la posición es enviado a la unidad 1 de tratamiento de datos, a través de un conector 20, a fin de determinar las coordenadas de los dispositivos hápticos en su escenario virtual y permitir y permitir la calibración del sistema.

El sistema también comprende una reproducción de una cámara artroscópica 7, un dispositivo que puede ser acoplado a uno cualquiera de los brazos (6a, 6b) y que lleva a cabo las funciones de simulación de una cámara artroscópica real de las que se utilizan en cirugía, a la que se hace también referencia como artroscopia. Como se muestra en las Figuras 5 y 6, la cámara artroscópica 7 está constituida por un conjunto de partes, cuyas funciones se explican en lo que sigue. La cámara 7 está constituida por un cuerpo superior 29, conjuntamente con un cuerpo inferior 30, e, integral con los mismos, existe un anillo 27 cuya función consiste en acoplar la lente 26 formada por la caja superior 32 y la caja inferior 33, siendo ambas integrales la una con la otra, de tal manera que la lente 26 puede rotar libremente con respecto a la cámara 7; esta rotación es detectada y medida por un sensor óptico 31, de modo que dicha información se transmite a la unidad de control 1, la cual producirá una rotación de la misma magnitud angular en la imagen virtual que está siendo representada en el monitor 2. El disco de freno 38 genera una resistencia a la rotación de la lente 26 de un valor tal, que la lente no rota de manera fortuita, sólo lo hace si es accionada manualmente. Si la cámara 7 permanece bloqueada (no rota) mientras la lente 26 se hace rotar, se muestra en el monitor 2 una traslación orbital de la imagen en caso de que la lente simulada tenga un ángulo similar al que se da a las lentes generalmente utilizadas en cirugía artroscópica, simulando las rotaciones de la artroscopia

y de la óptica como en la práctica real.

5 El botón de la izquierda de la cámara 28b sirve para seleccionar el modo operativo de los botones. Este modo puede ser, entre otros, la conmutación a una imagen artroscópica o externa, o la conmutación a un modo de zum. En el modo de zum, el botón de la izquierda 28b llevará a cabo las funciones de alejamiento, y el botón de la derecha 28a, las funciones de acercamiento.

10 El instrumento 10, que puede ser intercambiable, es un modelo que imita el instrumento real, y simula, entre otras cosas, los siguientes instrumentos quirúrgicos: una sonda, un vaporizador, un taladro, un taladro rotatorio, un sinoviotomo, un fórceps artroscópico, unas tijeras artroscópicas, etc. Los dos últimos instrumentos simulados incorporan palancas accionadas manualmente, cuyo movimiento es registrado por un sistema electrónico para ser enviado a la unidad 1 de tratamiento de datos, que representa las funciones del instrumento 10 en realidad virtual.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de simulación para adiestramiento en cirugía artroscópica, en el cual puede simularse un procedimiento quirúrgico por un usuario del sistema en una articulación concreta de un paciente simulado, caracterizado por que comprende:

- 5 - al menos una unidad (1) de tratamiento de datos;
- una plataforma de trabajo (12);
- un modelo de anatomía humana (9, 9'), dispuesto sobre la plataforma de trabajo (12) y que representa la superficie anatómica de la articulación en la que se simulará la operación en tiempo real, de tal modo que dicho modelo de anatomía humana (9, 9') está provisto de una pluralidad de aberturas en correspondencia con unas puertas artroscópicas (3, 3') a través de las cuales el usuario inserta el instrumento artroscópico simulado (10) en la articulación durante el procedimiento quirúrgico simulado;
- 10 - al menos dos dispositivos de trabajo (5a, 5b), dispuestos en la plataforma de trabajo (12), alrededor del modelo de anatomía humana (9, 9'), de tal manera que cada uno de ellos está provisto de al menos un miembro móvil (6a, 6b), cuyo extremo está provisto de una guía (8a, 8b) para guiar el instrumento cuando este es insertado dentro de las puertas artroscópicas (3, 3') durante el procedimiento quirúrgico simulado, de tal modo que dicho al menos miembro móvil (6a, 6b) está provisto de medios de fijación destinados a fijar los instrumentos artroscópicos utilizados en la artroscopia, estando provisto cada dispositivo de trabajo (5a, 5b) de medios para la sincronización con la unidad de control (1) y de medios para la determinación de la posición y de la orientación de los miembros móviles (6a, 6b);
- 15 - el instrumento artroscópico simulado (10) utilizable durante el procedimiento quirúrgico simulado, de tal modo que dicho instrumento (10) comprende al menos un instrumento artroscópico, fijado a uno de los dos miembros móviles (6a, 6b) de los dispositivos de trabajo (5a, 5b) a través de sus medios de fijación correspondientes;
- 20 - una cámara artroscópica simulada (7), fijada a uno cualquiera de los miembros móviles (6a, 6b) de los dispositivos de trabajo (5a, 5b) a través de los medios de fijación correspondientes; y
- 25 - medios de visión (2), destinados a ver el ejercicio de simulación, a cargo de ver las imágenes enviadas por al menos una unidad (1) de tratamiento de datos;

por que al menos una unidad (1) de tratamiento de datos está configurada:

- 30 - para captar y tratar un primer grupo de datos relativos a la posición de las puertas artroscópicas (3, 3'), y para extraer de dicho primer grupo de datos un primer grupo de coordenadas de posición de dichas puertas artroscópicas (3, 3');
- para captar y tratar un segundo grupo de datos relativos a la posición y a la orientación de los miembros móviles (6a, 6b) de cada dispositivo de trabajo, y para extraer de dicho segundo grupo de datos un segundo grupo de coordenadas de posición y vectores de dirección de cada instrumento artroscópico que es utilizado durante el procedimiento quirúrgico simulado;
- 35 - tratar la información recibida y enviar información en forma de imágenes que representan la vista simulada de la anatomía interna de la articulación y del instrumento insertado dentro de ella, que se obtiene de la cámara artroscópica (7) dependiendo de la posición y de la orientación de esta última dentro de la articulación, a los medios de visión (2) en tiempo real;

- 40 por que la plataforma de trabajo (12) está provista de al menos una guía (15a, 15b) por la que pueden moverse los dispositivos de trabajo (5a, 5b) para facilitar el acceso del instrumento a las puertas artroscópicas, de tal manera que dichos dispositivos de trabajo (5a, 5b) están provistos de medios para determinar su posición, y al menos una unidad (1) de tratamiento de datos está configurada para captar y tratar un tercer grupo de datos relativos a la posición de los dispositivos de trabajo (5a, 5b), y para extraer de dicho tercer grupo de datos un tercer grupo de coordenadas de posición de dichos dispositivos de trabajo (5a, 5b);
- 45

y por que los dispositivos de trabajo (5a, 5b) están, cada uno de ellos, fijados a unas bases móviles (11a, 11b), las cuales están, a su vez aseguradas a unos brazos (14a, 14b) integralmente unidos por sus extremos a árboles (25a, 25b).

- 50 2.- El sistema de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que, para determinar la posición de los dispositivos de trabajo (5a, 5b), existen, insertados en el centro de los árboles (25a, 25b), una pluralidad de discos codificadores (21a, 21b), de tal manera que hay tantos de estos últimos como brazos (14a, 14b), y cada uno de ellos está equipado con un sensor óptico (22a, 22b), de forma que el movimiento de cada dispositivo de trabajo (5a, 5b) genera un movimiento radial del disco codificador correspondiente (21a, 21b), y dicho movimiento puede detectado por el sensor óptico (22a, 22b) correspondiente, conectado a un circuito electrónico (19) que calcula la

posición de los dispositivos de trabajo (5a, 5b) y envía dicha posición a la unidad (1) de tratamiento de datos.

- 3.- El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los dispositivos de trabajo son dispositivos hápticos provistos de medios para generar una fuerza sobre los miembros móviles, y por que al menos una unidad (1) de tratamiento de datos calcula la posición de los instrumentos insertados dentro de la articulación con respecto a la posición de los componentes anatómicos simulados de dicha articulación, y envía, en el caso de que estime que un instrumento artroscópico colisionará con cualquiera de dichos componentes anatómicos, información que es generada con respecto a dicha colisión, al dispositivo háptico al que está fijado el instrumento que causa la colisión, de tal modo que dicho dispositivo háptico genera una fuerza en el miembro móvil para simular, e informar al usuario activo de, la colisión en el ejercicio de simulación, proporcionando al usuario la sensación de tocar diferentes estructuras anatómicas.
- 4.- El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el instrumento artroscópico simulado (10) comprende al menos uno de los siguientes instrumentos artroscópicos simulados: una sonda, un vaporizador, un taladro rotatorio, un sinoviotomo, un fórceps artroscópico y unas tijeras artroscópicas.
- 5.- El sistema de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que el fórceps artroscópico y las tijeras artroscópicas incorporan palancas accionadas manualmente, cuyo movimiento es registrado por un sistema electrónico y enviado a al menos una unidad (1) de tratamiento de datos, la cual se encarga de representar las respectivas funciones de dichos instrumentos en los medios de visión (2).
- 6.- El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la cámara artroscópica simulada (7) está provista de:
- una óptica (26) que puede rotar libremente con respecto a la cámara (7);
 - medios (31) para detectar y medir la rotación de la óptica (26) con respecto a la cámara (7), los cuales transmiten la información relativa a la rotación de la óptica (26) a al menos una unidad (1) de tratamiento de datos; y, opcionalmente,
 - al menos un botón (28a, 28b) para dirigir funciones gráficas representadas en los medios de visión;
- y por que la unidad (1) de tratamiento de datos representa en los medios de visión (2) una rotación de la misma magnitud angular en la imagen virtual del ejercicio simulado que está siendo representado en ellos.
- 7.- El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la plataforma de trabajo (12) está provista, en su superficie superior (17), de un soporte (4) para el modelo anatómico, en el que se acopla el modelo de anatomía humana (9, 9').
- 8.- El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el sistema comprende, de manera adicional, un pedal (18) que incorpora conmutadores accionados con el pie para controlar al menos uno de los siguientes instrumentos artroscópicos: el motor artroscópico (ya sea un taladro rotatorio, ya sea un sinoviotomo), el vaporizador.

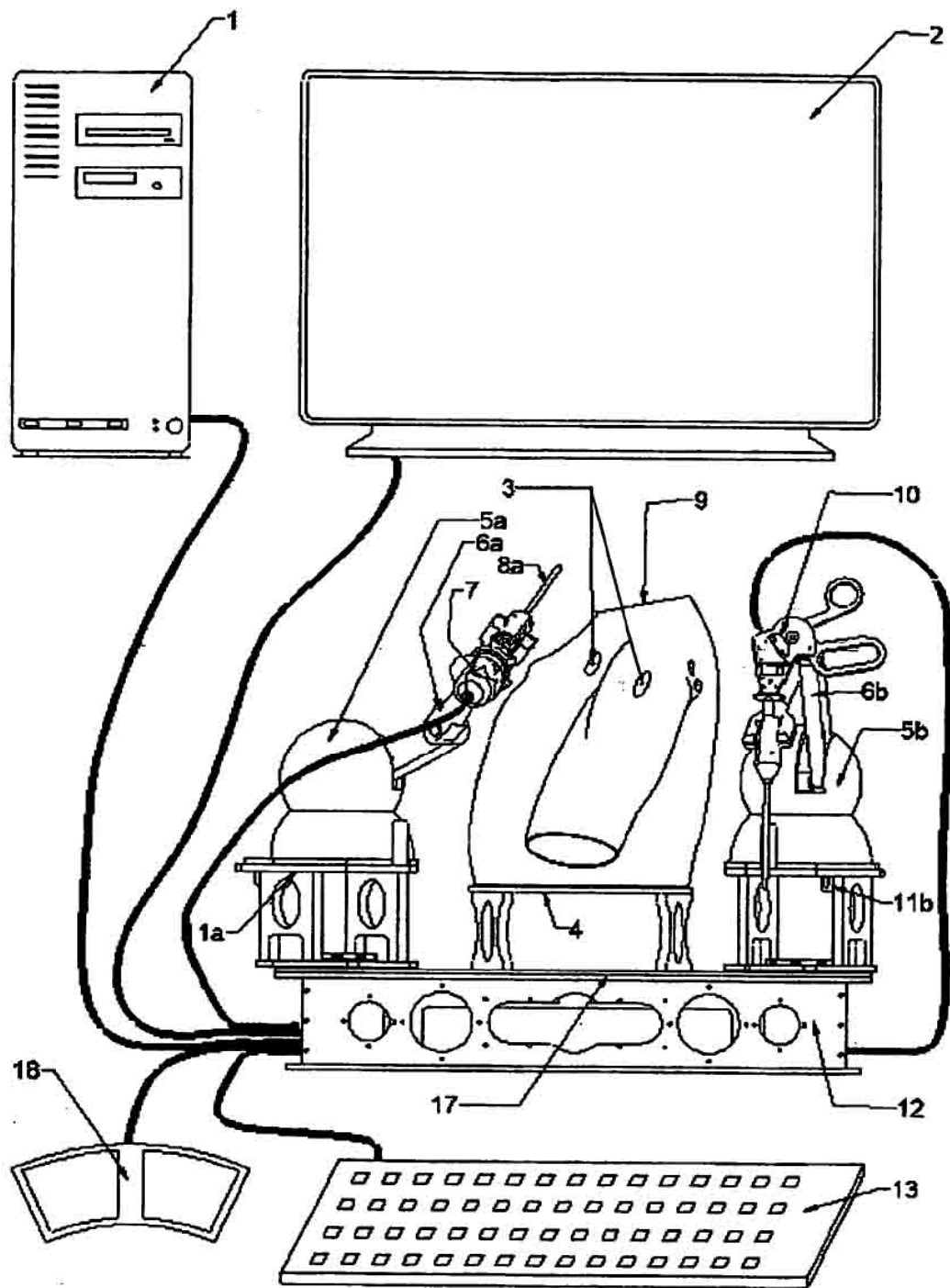


FIG. 1

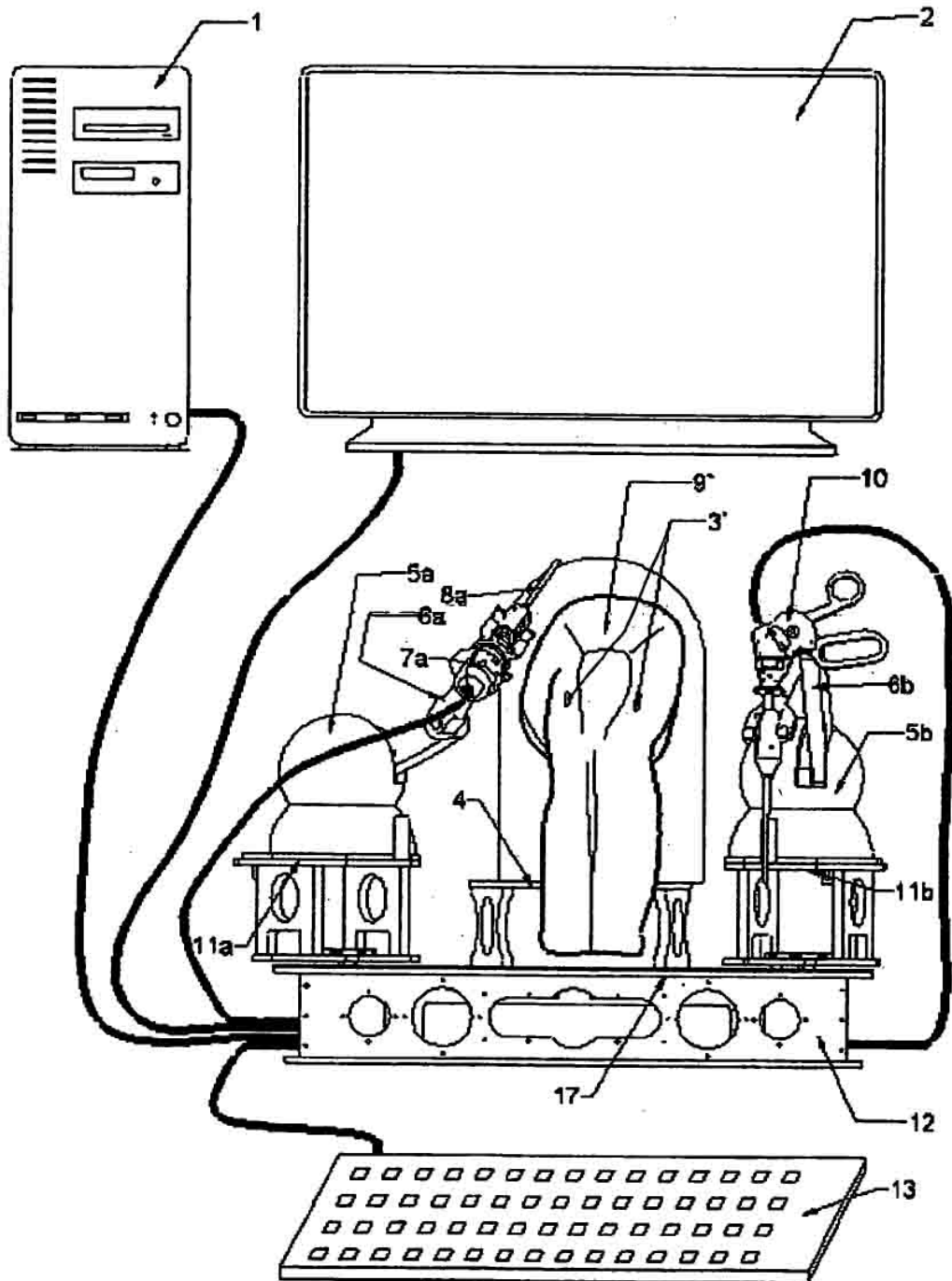


FIG. 2

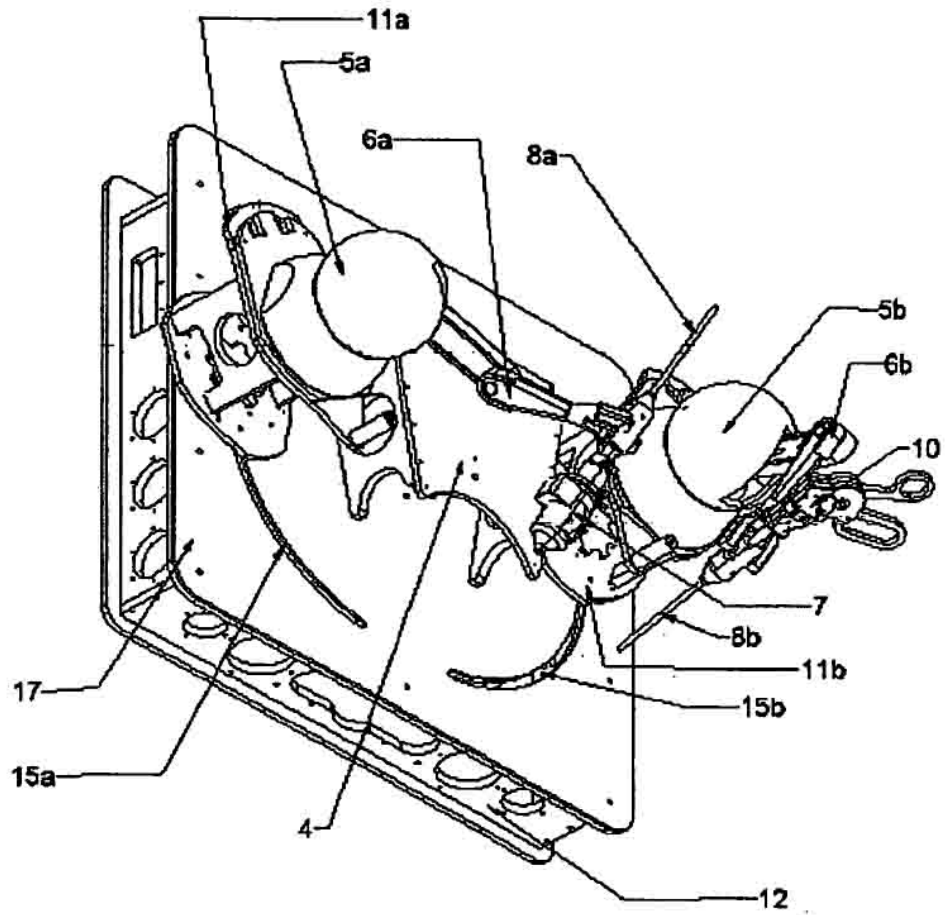


FIG. 3

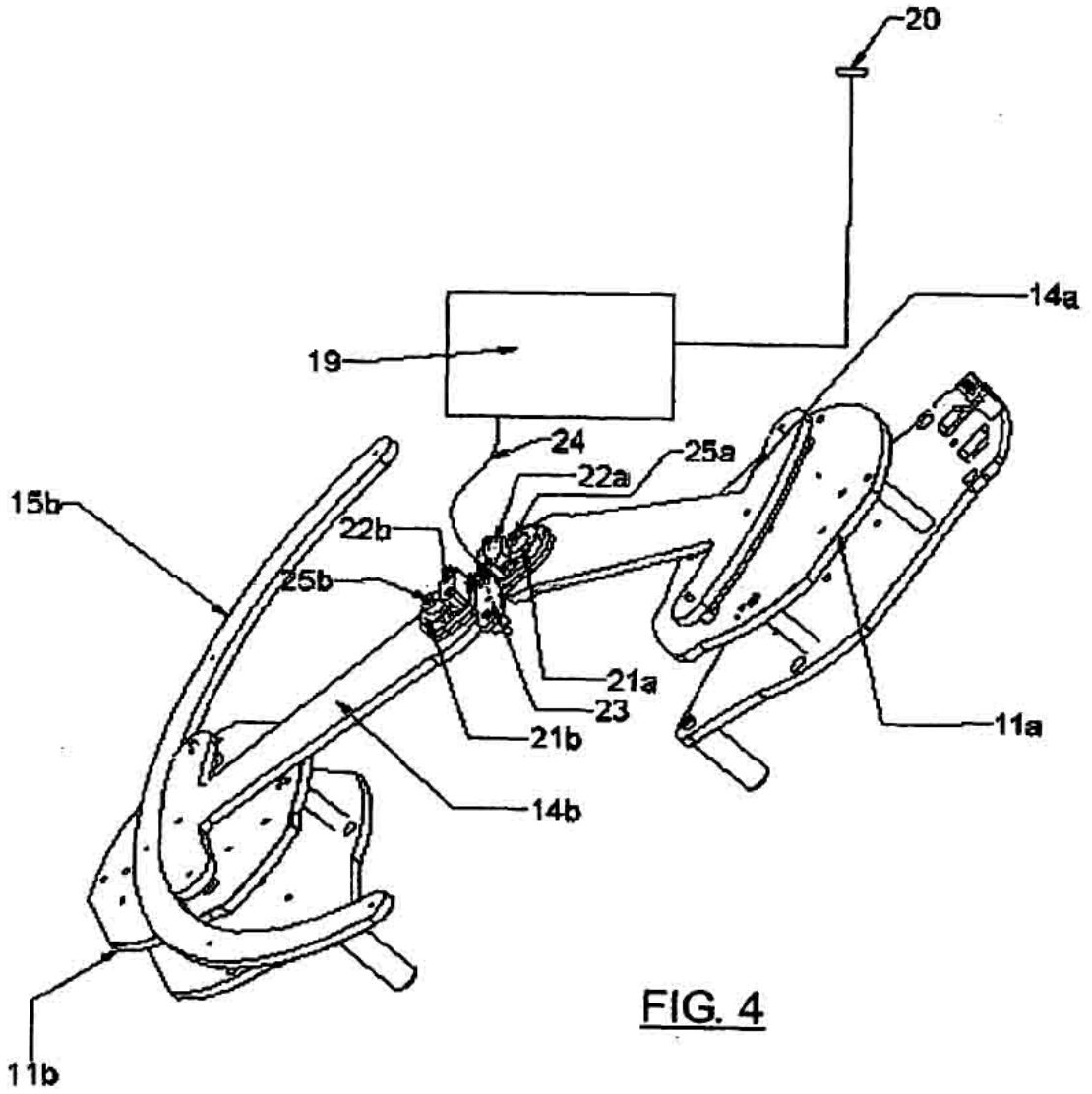


FIG. 4

