



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 717**

51 Int. Cl.:
A61B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08826611 .9**

96 Fecha de presentación : **19.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2157931**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2010**

54 Título: **Plataforma robotizada con múltiples aplicaciones para neurocirugía y procedimiento de reajuste.**

30 Prioridad: **19.06.2007 FR 07 04350**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.06.2011

73 Titular/es: **MedTech S.A.**
Parc Euromédecine - Bât. 8
1006 rue de la Croix Verte
34090 Montpellier, FR

72 Inventor/es: **Nahum, Bertin y**
Blondel, Lucien

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 361 717 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

Plataforma robotizada con múltiples aplicaciones para neurocirugía y procedimiento de reajuste

5 **Campo técnico**

La presente invención pertenece al campo de los materiales utilizados en medicina y, más específicamente, en neurocirugía. Esta invención se refiere, más particularmente, a una plataforma robotizada con múltiples aplicaciones para neurocirugía y al procedimiento de empleo asociado.

10

Estado de la técnica anterior.

Se sabe que la práctica de la neurocirugía requiere la utilización de un número creciente de equipos y de materiales quirúrgicos dedicados.

15

De este modo, se utilizan marcos estereotáxicos particularmente para biopsias tumorales o el posicionamiento preciso de electrodos de estimulación. Un inconveniente de estos marcos es que no se prestan o se prestan muy poco a la cirugía abierta. Además de su volumen, otro inconveniente reside esencialmente en que requieren un anclaje firme en los huesos de la caja craneana.

20

También se conocen robots que pueden utilizarse en sustitución de los marcos estereotáxicos.

También se conocen del estado de la técnica sistemas de neuronavegación que ofrecen una solución pertinente para la cirugía abierta. Estos sistemas permiten la detección de estructuras anatómicas a partir de formación de imágenes preoperatorias dada por un tomodensitómetro, por un aparato de formación de imágenes por resonancia magnética (IRM) u otro y de un sistema de localización en tres dimensiones, que comprende por ejemplo varias fuentes luminosas unidas al instrumento, que emiten en el ámbito del infrarrojo.

25

Estos sistemas comprenden además una o más cámaras adecuadas para percibir el infrarrojo y para emitir una señal la cual será tratada por un ordenador apropiado para calcular los datos de posiciones y orientaciones espaciales del instrumento quirúrgico, tales como la posición de la punta de este último.

30

Típica y previamente a la realización de la formación de imágenes, el cráneo del paciente está equipado con marcadores radiopacos en forma de pastillas, previstas para aplicarlas directamente en la piel. Las imágenes digitales obtenidas son transferidas a un bloque de memoria del ordenador. Con ayuda del instrumento quirúrgico o de un instrumento específico, el cirujano pone a la punta de este instrumento en contacto con cada uno de los marcadores radiopacos. De este modo, la posición del instrumento puede marcarse con respecto a las imágenes médicas digitalizadas obtenidas anteriormente. De esta manera, durante la intervención quirúrgica particularmente, la imagen del instrumento y su posición pueden superponerse a las imágenes digitales en vista de una visualización conjunta en una pantalla de visualización.

35

40

Los sistemas de neuronavegación se utilizan particularmente para la detección y la resección de tumores cerebrales.

45

También se conocen microscopios quirúrgicos utilizados como herramientas de visualización durante actos neuroquirúrgicos a cielo abierto (por ejemplo: corticectomía).

Las aplicaciones quirúrgicas descritas anteriormente y los equipos asociados representan una parte importante de la práctica rutinaria en neurocirugía.

50

Sin embargo, la pluralidad de los equipos y su especificidad para un tipo de aplicación neuroquirúrgica son desventajosos en la gestión logística hospitalaria, y contradictorios con los objetivos de flexibilidad y de polivalencia del quirófano.

55

Otro inconveniente específico de la neuronavegación reside en las posibilidades de errores de reajuste entre el modelo digital establecido, el paciente y la herramienta. Esto se debe esencialmente a que las pastillas radiopacas se aplican sobre la piel, que sigue siendo un órgano móvil, y no se implantan de manera fija en los huesos craneales.

60

Para la colocación de estos marcadores radiopacos, el cirujano busca, sin embargo, evitar cualquier procedimiento invasivo a pesar del riesgo de pérdida de precisión del reajuste debido al desplazamiento involuntario de uno de los marcadores.

65

También se conoce del estado de la técnica un dispositivo robotizado de guía para herramienta quirúrgica. Dicha herramienta se describe particularmente en la solicitud de patente FR 2 871 363. Este dispositivo robotizado comprende un brazo robot, medios de recogida de marcas anatómicas con ayuda del brazo robot, medios de tratamiento de estas marcas anatómicas y medios de posicionamiento automático de un instrumento de guía de una

herramienta quirúrgica, siendo portado este instrumento de guía por el brazo robot.

Este dispositivo de guía no está dotado de medios de captura de imágenes del campo operatorio ni de medios específicos de visualización del campo operatorio.

5

Este dispositivo no responde al objetivo que persigue la presente invención.

Exposición de la invención.

10 La presente invención pretende resolver los problemas mencionados anteriormente proponiendo por un lado una solución con múltiples aplicaciones que sustituye al conjunto de los dispositivos enumerados anteriormente y un procedimiento que pretende un mejor reajuste del modelo digital de la zona anatómica a tratar con el paciente y la herramienta quirúrgica.

15 A tal efecto, la invención tal como se define en la reivindicación 1 propone una plataforma robotizada con múltiples aplicaciones para neurocirugía caracterizada esencialmente por que comprende:

- una consola de planificación que integra medios de tratamiento capaces, particularmente, de recibir y tratar imágenes digitales,
- 20 - un brazo robot posicionador que comprende varios segmentos de brazo de los cuales uno es terminal y proximal y el otro terminal y distal, estando dichos segmentos unidos unos a otros por articulaciones y comprendiendo el segmento distal terminal del brazo un órgano receptor dispuesto para recibir herramientas, instrumentos y otros, estando dicho brazo robot controlado por la consola de planificación,
- al menos un medio de captura de imágenes de video adecuado para capturar imágenes de la zona anatómica a tratar, pudiendo estar dicho medio de captura conectado eléctricamente a los medios de tratamiento que comprende la consola de planificación, y siendo dicho medio de captura adecuado para posicionarse y fijarse de manera amovible al órgano receptor que comprende el segmento distal terminal del brazo,
- 25 - herramientas, instrumentos y otros adaptados para posicionarse y fijarse de manera amovible al órgano receptor del segmento distal terminal del brazo,
- 30 - medios de visualización de las imágenes preoperatorias y peroperatorias, estando dichos medios conectados eléctricamente a la consola de planificación para recibir de esta última señales de video relacionadas con las imágenes a visualizar, y/o con el medio de captura de imágenes.

35 De acuerdo con otra característica de la invención, el brazo robot posicionador presenta al menos seis grados de libertad, es decir tres traslaciones y tres rotaciones, gracias a lo cual la herramienta o el instrumento y otro que porta puede posicionarse y orientarse en el espacio de todas las formas posibles.

40 De acuerdo con otra característica de la invención, el brazo robot comprende un sensor de fuerza y está adaptado para funcionar de acuerdo con un modo en el que un usuario tiene la capacidad de desplazar el brazo robot de forma manual sujetándolo por su parte terminal. El brazo robot funciona entonces en modo cooperativo.

45 De acuerdo con otra característica de la invención, la consola de planificación está equipada con una pantalla de control y con una interfaz de comunicación adaptada para recibir de un usuario parámetros de planificación operatoria.

Gracias a estas disposiciones, los medios de tratamiento pueden tener en cuenta los parámetros de planificación operatoria para controlar la trayectoria del robot posicionador y, más particularmente, la trayectoria de la herramienta o del instrumento o del medio de captura de imágenes que porta.

50 De este modo, el punto de entrada craneal y el punto objetivo en la masa cervical, por ejemplo, pueden suministrarse a la plataforma gracias a una interfaz gráfica sencilla y fácil de usar.

55 La interfaz de comunicación puede, por ejemplo, asumir la forma de un teclado, de una interfaz táctil y/o de un dispositivo de punteo de tipo ratón.

De acuerdo con características particulares de la invención, los medios de tratamiento están adaptados para definir cada trayectoria gracias a cálculos tridimensionales realizados a partir de los parámetros de planificación operatoria y de las coordenadas espaciales de los elementos de reajuste.

60 De acuerdo con otra característica de la invención, las herramientas comprende al menos una sonda con o sin contacto y/o al menos una sonda ultrasónica, y/o al menos un telémetro.

65 De acuerdo con otra característica de la invención, la sonda es un instrumento de punteo mecánico adaptado para fijarse de manera amovible al brazo robot.

En modo cooperativo, el usuario puede apuntar un elemento sobre la cabeza del paciente desplazando de forma

manual el instrumento de punteo y poniéndolo en contacto con el objetivo. Dicha sonda permite al usuario adquirir, por ejemplo, las posiciones de puntos anatómicos relevantes o las posiciones de marcadores radiopacos o las posiciones de una multitud de puntos en contacto con la piel del paciente, para obtener a partir de ellos una superficie mediante reconstrucción.

5 De acuerdo con la invención, la sonda es un telémetro láser.

10 A partir de las informaciones de los codificadores del brazo robot, de la geometría de la sonda y de la medición de distancia suministrada por el módulo óptico, el sistema podrá calcular la posición tridimensional del punto del objeto intersectado por el haz láser directamente en el sistema de coordenadas del brazo robot.

15 En este caso, la sonda suministra una solución de punteo virtual sin contacto. De la misma manera que con el instrumento de punteo mecánico, dicha sonda permite al usuario adquirir las posiciones de puntos anatómicos relevantes, de marcadores radiopacos o de una multitud de puntos en contacto con la piel del paciente para obtener a partir de ellos una superficie mediante reconstrucción.

De acuerdo con otra característica de la invención, la una al menos de las herramientas está constituida por una guía tubular o cañón de guiado.

20 Gracias a estas características, la plataforma robotizada equipada con una guía tubular o con un cañón montado en fijación sobre el órgano receptor del brazo posicionador, puede utilizarse como marco estereotáxico, el cañón mantenido en posición espacial fija por el brazo robot posicionador que ofrece un guiado axial para un taladro de perforación, para un electrodo, para una aguja y otros instrumentos y medios utilizables en el marco de la neurocirugía estereotáxica.

25 Cuando se realiza la puesta en correspondencia entre las imágenes preoperatorias (escáner, IRM u otra modalidad) y la posición del paciente, el sistema conoce la posición del o de los instrumentos portados por el brazo robot.

30 Este instrumento posicionado por el brazo robot de acuerdo con la planificación puede ser un puntero láser u otro tipo de puntero. El puntero láser permite entonces fijar como objetivo en el paciente una estructura anatómica identificada en las imágenes preoperatorias. En modo cooperativo (tal como se ha definido anteriormente), el usuario tiene la capacidad de apuntar a un objetivo en la cabeza del paciente sujetando, por su parte terminal, el brazo robotizado posicionador equipado con puntero láser y desplazándolo de forma manual. La dirección apuntada se representa en las imágenes preoperatorias de la consola de planificación.

35 La plataforma, objeto de la presente invención, sustituye entonces ventajosamente a un sistema de neuronavegación.

40 La ventaja de dicho brazo robot es que puede mantener en posición al puntero, lo que no es el caso de los sistemas de neuronavegación actuales cuando el puntero se sujeta de forma manual.

45 De acuerdo con otra característica de la invención, al menos una de las herramientas está constituida por un instrumento quirúrgico. De esta manera, el gesto quirúrgico ya no será realizado por el cirujano sino por el brazo robot de acuerdo con la planificación.

El medio de captura de imágenes está previsto para fijarse de manera amovible en el extremo del brazo robot. Este medio de captura de imágenes comprende al menos una cámara de video de tipo digital, por ejemplo.

50 Gracias a este medio de captura de imágenes, el usuario puede visualizar en el paciente una zona de interés, por ejemplo una zona identificada en la formación de imágenes preoperatorias. En modo cooperativo, tal como se ha definido anteriormente, el usuario tiene la capacidad de visualizar una zona a su elección en la cabeza del paciente sujetando el brazo posicionador por su parte terminal y desplazándolo de forma manual. La zona visualizada se representa en las imágenes preoperatorias de la consola de planificación.

55 Los medios de visualización de las imágenes procedentes de la cámara pueden ser, por ejemplo, de forma no limitante, una pantalla de tipo 2D y/o un casco de tipo 2D o bien incluso preferiblemente de tipo 3D si se emplean técnicas de estereovisión.

60 La plataforma, objeto de la presente invención, sustituye entonces ventajosamente a un microscopio quirúrgico con navegación. El flujo de video suministrado por el medio de captura de imágenes puede ser transmitido simultáneamente a la pantalla de la consola de planificación. De este modo, el cirujano y el resto de su equipo visualizan la misma imagen de video de la zona anatómica durante la operación. Pueden ser transmitidos a otro medio de visualización pero también, de manera simultánea, a este otro medio de visualización y a la pantalla de la consola de planificación.

65 En lugar de desplazar de forma manual los medios de captura de imágenes sujetando el brazo robot en modo

cooperativo, el usuario también puede controlar los desplazamientos del brazo robot por medio de una caja de control. Esta misma caja de control permite el ajuste de la o de las cámaras del medio de captura de imágenes, particularmente el nivel de zoom y la distancia de enfoque. Esta caja de control podrá comprender botones de mando y/o al menos una palanca de mando.

5 Como alternativa, el posicionamiento del medio de captura de imágenes en modo cooperativo, es decir sujetando por su parte terminal el brazo posicionador equipado con este medio de captura y desplazándolo de forma manual, puede realizarse sin correspondencia espacial a nivel de la consola de planificación. La plataforma objeto de la presente invención, es entonces el equivalente a un sencillo microscopio quirúrgico.

10 De acuerdo con otra característica de la invención, el medio de captura de imágenes del campo operatorio y otras zonas anatómicas pertinentes, comprende un par de cámaras estereoscópicas por ejemplo de tipo digital para adquirir imágenes de video estereoscópicas de la zona anatómica a tratar y poder restituir una vista en 3D de la zona gracias a un sistema de visualización de imágenes estereoscópicas, que forma parte de la invención.

15 La ventaja de este método es restituir la percepción del relieve al cirujano, mejorando de este modo la calidad de su gesto quirúrgico.

20 De acuerdo con otra característica de la invención, el medio de captura de imágenes integra un módulo óptico adaptado para establecer una interfaz con un cable óptico conectado, a su vez, a una fuente de luz fría. De este modo, el dispositivo ilumina la zona anatómica a tratar al mismo tiempo que adquiere un flujo de video de ésta.

25 Un inconveniente conocido de algunos microscopios operatorios es que necesitan una iluminación potente de la zona anatómica para que la imagen transmitida a los binoculares tenga una luminosidad suficiente. La utilización de cámaras de video de tipo digital es una ventaja segura, ya que no necesitan una iluminación potente. Una iluminación ambiente puede bastar entonces para una visión correcta de la zona anatómica.

30 De acuerdo con otra característica de la invención, el medio de captura de imágenes integra dos módulos láser que proyectan haces láser visibles. Estos haces láser convergen en un punto que puede ajustarse para ser el punto de intersección de los dos ejes ópticos de las cámaras estereoscópicas.

35 Estos módulos láser convergentes aportan una ventaja durante la utilización, ya que indican la zona de trabajo óptima para la percepción del relieve. También tienen una ventaja en producción para facilitar el centrado de las dos cámaras estereoscópicas en el mismo punto y determinar la geometría de la herramienta medio de captura de imágenes.

40 De acuerdo con otra característica de la invención, el medio de captura de imágenes integra un módulo láser central alineado en el eje óptico central del par de cámaras estereoscópicas. Esta haz láser visible, materializa el eje en el que se adquiere la imagen de video de la zona anatómica.

De acuerdo con otra característica de la invención, el módulo láser central es un telémetro láser adecuado para medir la distancia entre su cara externa y el objeto más próximo apuntado por el haz láser.

45 De acuerdo con otra característica de la invención, el medio de captura de imágenes integra un sistema mecánico de rotación alrededor de su eje óptico. El usuario puede hacer girar, de este modo, al medio de captura de imágenes con ayuda de un asa para orientar la imagen de video de la zona anatómica de acuerdo con las necesidades de su acto quirúrgico.

50 De acuerdo con otra característica, la invención integra un puntero mecánico equipado con al menos un marcador visible, conocido en sí mismo, adaptado para ser localizado en las imágenes de video adquiridas por el medio de captura de imágenes. La posición de la punta del puntero puede calcularse entonces identificando el marcador o marcadores en las dos imágenes estereoscópicas.

55 Este cálculo requiere la calibración previa de cada una de las dos cámaras (parámetros intrínsecos) así como la calibración del sistema estereoscópico (posición y orientación de una cámara con respecto a la otra). La ventaja de esta solución es que el par de cámaras estereoscópicas está situado en una región cercana a la zona anatómica a tratar y que se elimina de este modo el problema de "línea de visión" común a los sistemas actuales de neuronavegación por localización óptica.

60 Cuando se realiza la puesta en correspondencia entre las imágenes preoperatorias (escáner, IRM u otra modalidad) y la posición del paciente, el sistema conoce la posición del medio de captura de imágenes portado por el brazo robot. El sistema puede sustituir entonces ventajosamente a un microscopio combinado con un sistema de neuronavegación. El punto de interés visualizado en la zona anatómica y en las imágenes preoperatorias de la consola de planificación puede ser, por ejemplo, el punto de intersección de los haces láser convergentes y/o el punto de impacto del haz láser central y/o el punto en contacto con el puntero mecánico equipado con marcadores visibles.

65

De acuerdo con otra característica de la invención, está previsto un sistema de visualización de imágenes estereoscópico de tipo en tres dimensiones.

5 De acuerdo con una característica de la invención, el sistema de visualización de imágenes estereoscópicas está compuesto por dos pantallas adaptadas para mostrar dos imágenes de video procedentes de diferentes fuentes. Estas pantallas pueden estar montadas ventajosamente en un casco o en unas gafas para que el cirujano conserve las manos libres para su gesto quirúrgico.

10 Este sistema de visualización puede utilizarse durante la etapa de planificación del gesto en la consola para mostrar una vista realista de los objetos virtuales en 3D; por ejemplo, el modelo digital del paciente establecido a partir de las imágenes preoperatorios o de objetos virtuales de planificación tal como un punto objetivo, un punto de entrada, una trayectoria rectilínea, una superficie de interés, un volumen de interés, etc.

15 El cirujano manipula de este modo directamente informaciones en forma tridimensional al contrario que con los sistemas de neuronavegación existentes, que solamente disponen de una pantalla que muestra informaciones en forma bidimensional.

20 El dispositivo también puede sustituir ventajosamente a un microscopio operatorio, mostrando mediante el sistema de visualización las imágenes de video procedentes del medio de captura de imágenes. El cirujano puede operar entonces en la posición que considera óptima para su gesto quirúrgico.

25 Una vez que se ha realizado la puesta en correspondencia entre las imágenes preoperatorias (escáner, IRM u otra modalidad) y la posición del paciente en el quirófano, la consola de planificación conoce la posición del medio de captura de imágenes portado por el brazo robot. Con el conocimiento *a priori* del modelo de proyección de las cámaras, es posible superponer imágenes virtuales sobre las imágenes reales para visualizar un elemento definido de la zona anatómica fijada como objetivo. Este elemento puede ser, por ejemplo, un tumor en el caso de una resección tumoral, o un punto objetivo, o un punto de entrada, o una trayectoria, o un instrumento, o también una zona anatómica de interés. El sistema de visualización estereoscópico muestra entonces imágenes de video de la zona anatómica, aumentadas con elementos virtuales de la planificación. Se asegura, entonces, la función de realidad aumentada.

35 La realidad aumentada permite suministrar informaciones valiosas para el cirujano mientras que opera. Ésta es una función muy ventajosa, ya que evita al cirujano mirar alternativamente a la zona que opera y a las imágenes preoperatorias mostradas en una pantalla y realizar mentalmente la correspondencia entre estas informaciones. Todas las informaciones son proyectadas superpuestas en la misma pantalla. El sistema de visualización estereoscópica puede mostrar particularmente informaciones en forma textual, por ejemplo distancias o volúmenes.

40 Estas características otorgan a la plataforma un carácter con múltiples aplicaciones que responde a las necesidades de los centros hospitalarios en términos de gestiones logísticas y de mantenimiento y responde a los objetivos de flexibilidad y de polivalencia del quirófano.

La presente invención también tiene por objeto un procedimiento que pretende aumentar la precisión del reajuste entre la zona anatómica a tratar, su modelo digital y un brazo robotizado.

45 A tal efecto, el procedimiento de acuerdo con la invención, tal como se define en la reivindicación 17, consiste:

- 50 - en la adquisición anteriormente a la intervención neuroquirúrgica, de primeras imágenes digitales de la zona a tratar y en la transferencia de estas imágenes digitales hacia la consola de planificación por medio de una red o de un soporte físico para ser registradas y tratadas allí,
- 55 - en la adquisición en la fase preoperatoria, con ayuda de un instrumento de barrido portado por el órgano receptor del segmento distal terminal de brazo robotizado, de segundas imágenes digitales de una parte pertinente de una región corporal del paciente que ya aparece en las primeras imágenes digitales, y en la transferencia de estas segundas imágenes digitales hacia la consola de planificación para ser registradas y tratadas allí,
- en la construcción de un primer modelo digital en tres dimensiones a partir de las primeras imágenes digitales, haciendo aparecer dicho modelo a la región corporal pertinente del paciente,
- 60 - en la construcción de un segundo modelo digital en tres dimensiones a partir de las segundas imágenes digitales, haciendo siempre aparecer a la región corporal pertinente del paciente,
- 65 - y en la puesta en correspondencia de los primer y segundo modelos mediante superposición de las representaciones de la región corporal pertinente que aparecen en uno y otro modelo.

Dicho procedimiento se libra de este modo de la presencia de marcadores radiopacos y aumenta el grado de

precisión del reajuste entre el modelo preoperatorio, el paciente y el brazo robotizado.

Breve descripción de las figuras y de los dibujos.

- 5 Otras ventajas y características de la invención surgirán con la lectura de la descripción de una realización preferida que se da como ejemplo no limitante refiriéndose a los dibujos adjuntos en los cuales:
- la figura 1 es una vista sinóptica de la plataforma de acuerdo con la invención,
 - la figura 2 es una vista en perspectiva de una plataforma de acuerdo con la invención,
 - 10 - la figura 3 es una vista en detalle de la plataforma de acuerdo con la invención,
 - la figura 4 es una vista esquemática que muestra un ejemplo de realización de un medio de inmovilización de la caja con respecto al suelo, estando este medio en posición desplegada.
 - la figura 5 es una vista esquemática de un ejemplo de realización de un medio de fijación de la caja a una placa sujetacabezas para recibir a la cabeza del paciente a operar,
 - 15 - la figura 6 es una vista esquemática de un ejemplo de realización de una sonda sin contacto, portada por el brazo robot,
 - la figura 7 es una vista esquemática de un ejemplo de realización de un medio de captura de imágenes,
 - la figura 8 es una vista esquemática de un ejemplo de realización de un medio de visualización de tipo en tres dimensiones,
 - 20 - la figura 9 es una vista esquemática de un ejemplo de realización de un puntero mecánico equipado con un marcador visible.

Mejor manera de realizar la invención

- 25 Tal como se representa, la plataforma robotizada con múltiples aplicaciones para neurocirugía, de acuerdo con la invención, comprende una consola 1 de planificación, que puede estar embarcada, que integra medios de tratamiento 2 capaces, particularmente, de recibir y tratar imágenes digitales, un brazo robotizado posicionador 3 que comprende varios segmentos de brazo de los cuales uno es terminal y proximal y el otro terminal y distal, estando dichos segmentos unidos unos a otros mediante articulaciones y comprendiendo el segmento distal terminal del brazo un órgano receptor 5 dispuesto para recibir en fijación de manera amovible herramientas 4, instrumentos y otros, estando dicho brazo robot controlado por la consola de planificación 1.

- 35 La plataforma también integra una serie de herramientas y eventualmente de instrumentos quirúrgicos adaptados para estar posicionados y fijados de manera amovible al órgano receptor 5 del segmento distal terminal del brazo como se ha expuesto anteriormente, así como un medio 14 de captura de imágenes de video del campo operatorio y medios de visualización 6 de imágenes preoperatorias y peroperatorias. Estos medios de visualización están conectados eléctricamente a la consola de planificación para recibir, de esta última, señales de video relativas a las imágenes a visualizar, y/o a un medio 14 de captura de imágenes de video tal como una cámara.

- 40 Los medios de visualización podrán comprender un medio de visualización de tipo en tres dimensiones.

La plataforma también estará equipada con una pantalla de control 60 y con una interfaz de comunicación 61 adaptada para recibir de un usuario parámetros de planificación operatoria.

- 45 Al brazo robot posicionador 3 se le asocian una unidad central y una interfaz de entrada informática de datos que pueden formar parte de la interfaz de comunicación mencionada anteriormente.

- 50 El brazo robotizado posicionador 3 por su segmento proximal terminal, está fijado a una torreta de orientación instalada de forma fija en la parte superior de una caja en forma de paralelepípedo 7. Esta caja alberga componentes electrónicos, adecuados particularmente para el control del brazo 3.

- 55 Entre los segmentos de brazo, del brazo robot posicionador 3 están previstas articulaciones, por ejemplo en número de seis, que comprenden motores y codificadores incrementales asociados, a nivel de cada articulación, al eje o a cada uno de los ejes de pivotamiento que define a esta última. Cada motor es adecuado para accionar en pivotamiento dos segmentos contiguos uno con respecto al otro y cada codificador incremental asociado es adecuado para dar una información relativa a la posición angular de uno de estos segmentos con respecto al otro. Las articulaciones permiten posicionar la herramienta terminal, el instrumento y otro, tanto en posición (tres grados de libertad) como en orientación (tres grados de libertad). Los valores angulares medidos por los codificadores incrementales permiten, gracias a la geometría conocida del brazo robotizado y a la geometría conocida de la herramienta, el instrumento y otro portado por el brazo 3, calcular la posición cartesiana del extremo distal del brazo robotizado, la posición cartesiana del extremo de la herramienta, el instrumento y otro y la orientación de este último en el espacio.

- 65 El brazo, tal como se ha descrito, recibe un carenado apropiado para presentar un mínimo de rincones para evitar que el polvo o elementos patógenos puedan alojarse y prosperar allí.

La caja 7 comprende en la parte inferior órganos para rodar omnidireccionales 8 tales como ruedas portadas cada una por una montura 30 omnidireccional que posee un eje vertical de rotación. Estas ruedas 8 y monturas aseguran un desplazamiento fácil sobre el suelo.

5 La caja 7 comprende medios de inmovilización con respecto al suelo para impedir su desplazamiento durante una intervención quirúrgica.

10 De acuerdo con una primera realización, estos medios de inmovilización están constituidos por órganos de bloqueo, conocidos en sí mismos, asociados a las ruedas 8 y a las monturas, que impiden cuando están activos la rotación de las ruedas alrededor de su eje natural de rotación y el pivotamiento de la montura alrededor del eje vertical. La caja se encuentra, de este modo, inmovilizada con respecto al suelo.

15 De acuerdo con una variante de ejecución, tal como se representa en la figura 4, los medios de inmovilización de la caja 7 con respecto al suelo, están constituidos por al menos tres pies 70 que pueden ocupar una posición retraída de acuerdo con la cual están alejados del suelo, o una posición desplegada de acuerdo con la cual se apoyan sobre el suelo para inmovilizar a la caja, siendo movido cada pie 70 de una a otra posición mediante un órgano motor 71.

20 De acuerdo con una realización particular, cada pie está formado por la parte terminal de la varilla de un gato hidráulico de tipo de efecto simple asociado a un circuito hidráulico apropiado 72 común a los diferentes gatos, que comprende particularmente como se conoce, al menos un distribuidor hidráulico y una bomba hidráulica accionada por un motor eléctrico controlado por un mando a distancia. El o cada distribuidor será de control eléctrico, por ejemplo. El motor 71 también podrá estar constituido por un gato eléctrico.

25 De este modo, el usuario puede bajar los pies 70 para estabilizar la caja 7, sin realizar un esfuerzo particular.

La caja 7 puede estar dotada de medios de fijación a una mesa quirúrgica en la que se ha instalado previamente el paciente a operar, estando la cabeza H de este último sujeta firmemente en posición adecuada mediante una placa sujetacabezas fija con respecto a la mesa.

30 Los medios de fijación 7 a la mesa operatoria impiden cualquier movimiento de la caja con respecto a dicha mesa y están constituidos por dos bridas de fijación 9 adecuadas cada una para cooperar en fijación con uno de los raíles de la mesa, estando cada brida portada de manera ajustable en posición por una estructura de soporte 10 unida a un raíl de soporte 11 portado por uno de los flancos de la caja 7. Cada brida de fijación 9 presenta formas y dimensiones compatibles con las de los raíles de la mesa. Cada estructura de soporte 10 está constituida por un brazo vertical 10a que recibe a la brida de fijación 9 correspondiente. Esta brida 9 está montada con una posibilidad de desplazamiento en altura a lo largo del brazo vertical 10a y comprende un órgano de apriete tal como un tornillo de presión u otro, de inmovilización sobre el brazo 10a según la posición adecuada. Cada estructura de soporte también presenta un brazo horizontal 10b fijado al brazo vertical 10a. Este brazo horizontal 10b comprende un segundo brazo vertical 10c acoplado en una corredera montada de manera ajustable en posición en el raíl de soporte 12 que presenta la caja 7. Este segundo brazo vertical estará inmovilizado en la corredera mediante un tornillo, el cual asegura también la inmovilización de la corredera en el raíl de soporte 11.

45 De acuerdo con otra ejecución, tal como se representa en la figura 5, la caja 7 ya no está fijada a la mesa de operaciones T sino directamente a una placa sujetacabezas 15 para recibir a la cabeza H del paciente a operar, estando esta última instalada sobre la mesa de operaciones T. Esta caja 7 está unida a la placa sujetacabezas 15 por mediación de un medio de fijación específico que asegura, cuando está activo, una unión rígida entre la caja 7 y la placa sujetacabezas 15. Esta disposición tiene la ventaja de eliminar la flexibilidad de la mesa de operaciones T. Estos medios de fijación pueden estar colocados en un estado llamado inactivo que permite el posicionamiento adecuado de la caja 7 con respecto a la placa sujetacabezas 15.

50 Como ejemplo no limitante, este medio puede estar constituido por un brazo mecánico 16 articulado, compuesto por varios segmentos de brazo 16a unidos dos a dos mediante articulaciones 16b asociadas a bridas de inmovilización, no representadas, que pueden ocupar cada una un estado de bloqueo de la articulación asociada o un estado de desbloqueo de esta última.

55 Como se ha dicho anteriormente, al brazo robot posicionador 3 se le asocian una unidad central 30 y una interfaz de entrada informática de datos 32.

60 La unidad central de datos 30 podrá alojarse en la caja y formar una parte de los componentes electrónicos que transporta esta última.

La plataforma robotizada también puede comprender una sonda con o sin contacto.

65 La sonda del tipo con contacto podrá estar constituida por un puntero mecánico portado por el segmento distal terminal del brazo de robot. Este puntero mecánico previsto para ser puesto en contacto con el objetivo a adquirir podrá comprender una bola de punteo o una punta seca.

Una sonda sin contacto 17 constituida por un módulo óptico de medición de distancia del tipo telémetro láser de acuerdo con la invención, se representa de manera esquemática en la figura 6 en asociación con un brazo robot 3. Se observa en esta figura que esta sonda 15 es portada por el segmento terminal distal del brazo de robot y está orientada hacia un punto característico de la cabeza H del paciente.

5 El medio de captura de imágenes 14 comprende al menos una cámara de video de tipo digital, por ejemplo. En una realización preferida, tal como se representa en la figura 7, el medio de captura de imágenes del campo operatorio comprende, en un plano de soporte 140, dos cámaras estereoscópicas 141 por ejemplo de tipo digital para adquirir dos imágenes de video estereoscópicas de la zona anatómica a tratar y poder restituir una vista en 3D de dicha zona gracias a un sistema de visualización de imágenes estereoscópicas que se describe a continuación. Se señala que estas dos cámaras 141 se disponen de forma simétrica con respecto a un eje óptico central AA'.

10 Este medio de captura de imágenes está dotado de más de un módulo óptico 142 adaptado para establecer una interfaz con un cable óptico 143, conectado, a su vez, a una fuente de luz fría 142a para iluminar la zona anatómica a tratar.

15 De acuerdo con una disposición ventajosa de la invención, el medio de captura de imágenes 14 integra dos módulos láser 143 laterales a las cámaras 141 y dispuestos preferiblemente de forma simétrica con respecto al eje óptico AA'. Estos módulos láser 143 proyectan haces láser visibles y están orientados de modo que sus haces convergen en un punto que puede regularse para ser el punto de intersección de los dos ejes ópticos de las cámaras estereoscópicas. Como puede verse, el punto de convergencia pertenece al eje óptico AA'.

20 Estos módulos láser convergentes 143 aportan una ventaja durante la utilización, ya que indican la zona de trabajo óptima para la percepción del relieve. También presentan una ventaja en producción para facilitar el centrado de las dos cámaras estereoscópicas en el mismo punto y determinar la geometría de la herramienta medio de captura de imágenes.

25 El medio de captura de imágenes 14 integra además un módulo láser central 144 alineado en el eje óptico central AA'. Este haz láser visible materializa el eje en el que se adquiere la imagen de video de la zona anatómica.

30 El módulo láser 144 es un telémetro láser adecuado para medir la distancia entre su cara externa y el objeto más cercano apuntado por el haz láser.

35 El medio de captura de imágenes 14 podrá integrar un sistema mecánico de rotación alrededor de su eje óptico AA' que permite la orientación de la imagen de video formada en los medios de visualización.

Dicho sistema de rotación también podrá realizarse mediante una unión de pivote o pivote deslizante con el conjunto de los elementos descritos anteriormente unidos a un árbol 145 acoplado con ajuste deslizante en el calibre pasante de una funda 147 dotada de un soporte 148 de fijación amovible en el órgano receptor 5 que comprende el segmento terminal distal del brazo robotizado. Este árbol 145 podrá fijarse de forma rígida a la placa 140.

40 Externamente a la funda 146, el árbol 145 recibirá un asa de accionamiento en pivotamiento 147 mediante acción sobre la cual, el medio de captura de imágenes 14 podrá orientarse de manera adecuada. Podrá adjuntarse a la funda 146 un mecanismo de apriete, por ejemplo, con mordazas, no representado, previsto para apretarse sobre el árbol 145 cuando está activo para impedir cualquier movimiento de pivotamiento del medio de captura 14 con respecto a la funda 146. Este mecanismo de mordazas podrá inactivarse a partir de la acción sobre un mando instalado en el asa 147. En estado inactivo, este mecanismo de apriete permitirá el pivotamiento del medio de captura 14 con respecto a la funda 146.

45 En la figura 8 se representa un ejemplo de realización de un medio 18 de visualización de tipo en tres dimensiones. Este medio de visualización estereoscópico, previsto para ser portado por el cirujano, comprende un casco 180 previsto para acoplarse a la cabeza del cirujano y dos pantallas de visualización 181 posicionadas durante el uso frente a los ojos del cirujano. En las pantallas de visualización podrán mostrarse imágenes de video de la zona anatómica a tratar, eventualmente enriquecidas con elementos virtuales de la planificación para asegurar una función de realidad aumentada.

50 En la figura 9 se representa un puntero mecánico 19 equipado con al menos un marcador visible 20, adaptado para ser localizado en las imágenes de video adquiridas por el medio de captura de imágenes. En esta figura se observa que el marcador 20 comprende zonas muy contrastadas en este caso zonas blancas y zonas negras. Gracias al marcador 20 la posición espacial de la punta del puntero 19 puede calcularse mediante triangulación por identificación del marcador en las dos imágenes estereoscópicas suministradas por las dos cámaras de video del medio de captura de imágenes 14.

60 La plataforma robotizada objeto de la presente invención permite el posicionamiento de una guía, de una sonda o de un medio de captura de imágenes de video. Su utilización se basa en cuatro fases:

65

- una primera fase de adquisición de imágenes digitales (escáner o IRM) de la zona a tratar y de transferencia de estas imágenes digitales a la consola de planificación 1 por medio de una red o de un soporte físico,
- una segunda fase de tratamiento de estas imágenes, de identificación de estructuras anatómicas y de planificación del acto quirúrgico, por ejemplo la definición de un punto de entrada y de un punto objetivo para establecer una trayectoria de una aguja de biopsia,
- una tercera fase de puesta en correspondencia de las imágenes preoperatorias con la posición de la cabeza del paciente en fase peroperatoria de acuerdo con uno de los modos que se describen a continuación,
- y finalmente una última etapa de posicionamiento automático de una herramienta terminal 4, por ejemplo una guía, un puntero láser, una cámara, un dispositivo de adquisición y otro.

La plataforma robotizada de acuerdo con la invención retoma las mismas hipótesis concernientes al hundimiento del cerebro y la posible flexión de las agujas que los marcos estereotáxicos, los sistemas de neuronavegación y los sistemas robóticos.

La puesta en correspondencia entre las imágenes preoperatorias y la posición del paciente en el quirófano puede realizarse de varias maneras gracias a las diferentes tecnologías integradas en la plataforma.

De acuerdo con una primera ejecución, el método de reajuste recurre a marcadores radiopacos.

Durante la intervención, la puesta en correspondencia de las imágenes preoperatorias (escáner o IRM u otra modalidad) con la posición de la cabeza del paciente puede realizarse gracias a marcadores adaptados para ser localizados en la formación de imágenes, por ejemplo marcadores radiopacos. En este caso, dichos marcadores se colocan en la cabeza del paciente previamente a la adquisición de las imágenes preoperatorias. Estos se identifican en las imágenes durante la fase de planificación para determinar su posición en la marca de la imagen (automáticamente con una posibilidad de retoque manual).

Durante la intervención, el cirujano coloca el brazo robotizado posicionador en modo cooperativo y desplaza de forma manual este brazo robot posicionador equipado con una sonda para localizar las posiciones de los diferentes marcadores en la marca del robot. Una vez conocidas las posiciones de los marcadores en la marca de la imagen y en la marca del robot, un algoritmo de reajuste punto por punto permite poner en correspondencia las dos marcas.

Este método puede realizarse con los diferentes tipos de sonda: el instrumento de punteo mecánico y la sonda virtual sin contacto (telémetro láser).

Como alternativa, el cirujano coloca el brazo robotizado equipado con el medio de captura de imágenes 14 por encima de la cabeza del paciente. El cirujano puede proceder entonces de forma manual a la detección de los marcadores radiopacos utilizando el puntero mecánico 19 equipado con marcadores visibles 20 negro y blanco. El sistema también puede proceder automáticamente a la detección de los marcadores radiopacos posicionando el medio de captura de imágenes 14 en diferentes posiciones alrededor de la cabeza H del paciente, adquiriendo imágenes estereoscópicas que contienen los marcadores radiopacos, segmentando las imágenes para detectar los marcadores radiopacos y calculando mediante triangulación de sus posiciones tridimensionales en el sistema de coordenadas del brazo robot. Para facilitar la detección de los marcadores radiopacos, pueden utilizarse marcadores específicos de fuerte contraste en el espectro visible.

Una vez conocidas las posiciones de los marcadores en la marca de la imagen y en la marca del robot, un algoritmo de reajuste punto por punto permite poner en correspondencia a las dos marcas.

De acuerdo con otra ejecución, el método no recurre a marcadores radiopacos.

Como alternativa, la puesta en correspondencia de las marcas de la imagen y del robot se realiza a partir de marcas anatómicas superficiales en lugar de los marcadores. Durante la intervención, el cirujano desplaza de forma manual el brazo robot posicionador equipado con un puntero para localizar las posiciones de superficies anatómicas características tales como nariz, arcos, orejas, dientes y otros. Un algoritmo de reajuste puntos-superficie o superficie-superficie permite reajustar las superficies adquiridas de este modo con los exámenes preoperatorios.

Este método puede realizarse con los diferentes tipos de sonda: el instrumento de punteo mecánico, la sonda virtual sin contacto (telémetro láser), el puntero mecánico equipado con marcadores visibles negros y blancos.

Este método de puesta en correspondencia presenta la ventaja de no necesitar la instalación de marcadores en la cabeza del paciente previamente a la formación de imágenes.

De acuerdo con el método tal como se ha expuesto, el brazo robot es desplazado de forma manual por el cirujano.

Como alternativa, la adquisición de las superficies anatómicas características se realiza sin contacto y de forma automática, escaneando toda o parte de la cabeza H del paciente. Dicha adquisición puede obtenerse mediante un sensor 4 de medición sin contacto por ejemplo un telémetro láser, fijado en el extremo del brazo robot posicionador

3. Dicho brazo robot escanea de forma automática la zona de interés accionando a dicho sensor 4 según un movimiento adaptado frente a dicha zona de interés. Por ejemplo, a velocidad constante según un movimiento de traslación rectilíneo. El conocimiento preciso de la posición del sensor 4 en la marca del robot permite la reconstrucción de las superficies anatómicas.

5 Este método puede realizarse también con el medio de captura de imágenes cuando integra un telémetro láser. Esto es particularmente ventajoso durante un procedimiento de microscopio con navegación, ya que no es necesario cambiar la herramienta durante la intervención.

10 También puede utilizarse una sonda ecográfica en sustitución del sensor de medición sin contacto. En este caso, la puesta en correspondencia de las marcas de la imagen y del robot puede realizarse gracias a un algoritmo de tratamiento basado en las propiedades de la imagen, tales como intensidad, gradiente, y otras propiedades.

15 Estos métodos de puesta en correspondencia automática no necesitan la intervención manual del cirujano.

Una vez realizada la puesta en correspondencia, el robot posiciona automáticamente a la herramienta fijada al órgano receptor en la trayectoria planificada.

20 Es evidente que la presente invención puede recibir variantes cualesquiera del campo de los equivalentes técnicos sin salir, sin embargo, del marco de la presente patente tal como se define en las reivindicaciones a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Plataforma robotizada con múltiples aplicaciones para neurocirugía caracterizada porque comprende:

- 5 - una consola de planificación (1) que integra medios de tratamiento (2) capaces, particularmente, de recibir y tratar imágenes digitales,
 - un brazo robot posicionador (3) que comprende varios segmentos de brazo de los cuales uno es terminal y proximal y el otro terminal y distal, estando dichos segmentos unidos unos a otros por articulaciones y comprendiendo el segmento distal terminal del brazo un órgano receptor (5) dispuesto para recibir herramientas (4), estando dicho brazo robot (3) controlado por la consola de planificación (1),
 10 - al menos un medio (14) de captura de imágenes de video adecuado para capturar imágenes de la zona anatómica a tratar, pudiendo estar dicho medio (14) conectado eléctricamente a los medios de tratamiento (2) que comprende la consola de planificación (1), y siendo dicho medio de captura adecuado para posicionarse y fijarse de manera amovible al órgano receptor (5) del segmento distal terminal del brazo, comprendiendo dicho medio de captura de imágenes un eje óptico central (AA') e integrando un módulo láser central (144) alineado en el eje óptico central (AA'), siendo dicho módulo láser central (144) un telémetro láser adecuado para medir la distancia entre su cara externa y el objeto más cercano apuntado por el haz láser,
 15 - herramientas (4), instrumentos y otros adaptados para posicionarse y fijarse de manera amovible al órgano receptor del segmento distal terminal del brazo,
 20 - medios de visualización (6) de imágenes preoperatorias y peroperatorias, estando dichos medios conectados eléctricamente a la consola de planificación (1) para recibir, de esta última, señales de video relacionadas con las imágenes a visualizar, y/o con el medio (14) de captura de imágenes.

25 2. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque al robot posicionador (3) se le asocian una unidad central y una interfaz de entrada informática de datos (32).

3. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el brazo robot posicionador (3) presenta al menos seis grados de libertad, es decir tres traslaciones y tres rotaciones.

30 4. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el brazo robot (3) comprende un sensor de fuerza y está adaptado para funcionar de acuerdo con un modo en el que un usuario tiene la capacidad de desplazar el brazo robot (3) de forma manual sujetándolo por su parte terminal.

35 5. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque está equipada con una pantalla de control (60) y con una interfaz de comunicación (61) adaptada para recibir de un usuario parámetros de planificación operatoria.

40 6. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los medios de tratamiento (2) están adaptados para definir cada trayectoria gracias a cálculos tridimensionales realizados a partir de los parámetros de planificación operatoria y de las coordenadas espaciales de las marcas anatómicas.

45 7. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las herramientas (4) comprenden al menos una guía, y/o al menos un puntero mecánico y/o al menos un puntero láser y/o al menos una sonda ultrasónica y/o al menos un telémetro.

8. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque las herramientas comprenden al menos un instrumento quirúrgico.

50 9. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el brazo robotizado posicionador (3) por su segmento proximal terminal está fijado a una torreta de orientación instalada de forma fija en la parte superior de una caja en forma de paralelepípedo (7) que comprende órganos para rodar en el suelo y medios de inmovilización con respecto a este último.

55 10. Plataforma de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque la caja (7) está dotada de medios de fijación (9, 10, 11) a la mesa de operaciones, que impiden cualquier movimiento de la caja con respecto a dicha mesa.

60 11. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque la caja (7) comprende medios de fijación rígidos a una placa sujetacabezas (15) instalada sobre la cabeza (H) de un paciente portado por la mesa de operaciones (T).

65 12. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el medio (14) de captura de imágenes de video de la zona anatómica a tratar, comprende dos cámaras estereoscópicas (141) para adquirir dos imágenes de video estereoscópicas de la zona anatómica a tratar y que los medios de visualización (6) comprenden un sistema de visualización de imágenes estereoscópicas.

13. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizada porque el medio de captura de imágenes (14) integra un módulo óptico (142) adaptado para establecer una interfaz con un cable óptico conectado a su vez a una fuente de luz fría (142a).
- 5 14. Plataforma de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13, caracterizada porque el medio de captura de imágenes (14) integra dos módulos láser (143) que proyectan haces láser visibles que convergen en un punto adecuado para ser ajustado para ser el punto de intersección de los dos ejes ópticos de las cámaras estereoscópicas (141).
- 10 15. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizada porque el medio de captura de imágenes (14) integra un sistema mecánico de orientación (145, 146, 147, 148) mediante rotación según su eje óptico AA'.
- 15 16. Plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque en el o en al menos uno de los medios de visualización se muestran imágenes de video de la zona anatómica a tratar aumentada con elementos virtuales para asegurar una función de realidad aumentada.
- 20 17. Procedimiento de reajuste de la zona anatómica a tratar con respecto a su modelo digital y un brazo robotizado (3) que emplea una plataforma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que consiste:
- en la adquisición anteriormente a la intervención neuroquirúrgica, de primeras imágenes digitales de la zona a tratar y en la transferencia de estas imágenes digitales hacia la consola de planificación por medio de una red o de un soporte físico para ser registradas y tratadas allí,
 - 25 - en la adquisición automática sin contacto en la fase peroperatoria, con ayuda de un instrumento de barrido portado por el órgano receptor del segmento distal terminal del brazo robotizado, de segundas imágenes digitales de una parte pertinente de una región corporal del paciente que ya aparece en las primeras imágenes digitales, y en la transferencia de estas segundas imágenes digitales hacia la consola de planificación para ser registradas y tratadas allí,
 - 30 - en la construcción de un primer modelo digital en tres dimensiones a partir de las primeras imágenes digitales, haciendo aparecer dicho modelo a la región corporal pertinente del paciente,
 - en la construcción de un segundo modelo digital en tres dimensiones a partir de las segundas imágenes digitales, haciendo aparecer también a la región corporal pertinente del paciente,
 - 35 - y en la puesta en correspondencia de los primer y segundo modelos mediante superposición de las representaciones de la región corporal pertinente que aparecen en uno y otro modelo.
- 40 18. Procedimiento de reajuste de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que para la construcción del segundo modelo digital se utilizan los datos suministrados por el telémetro láser (144) y por las dos cámaras 141 del medio de captura de imágenes (14).

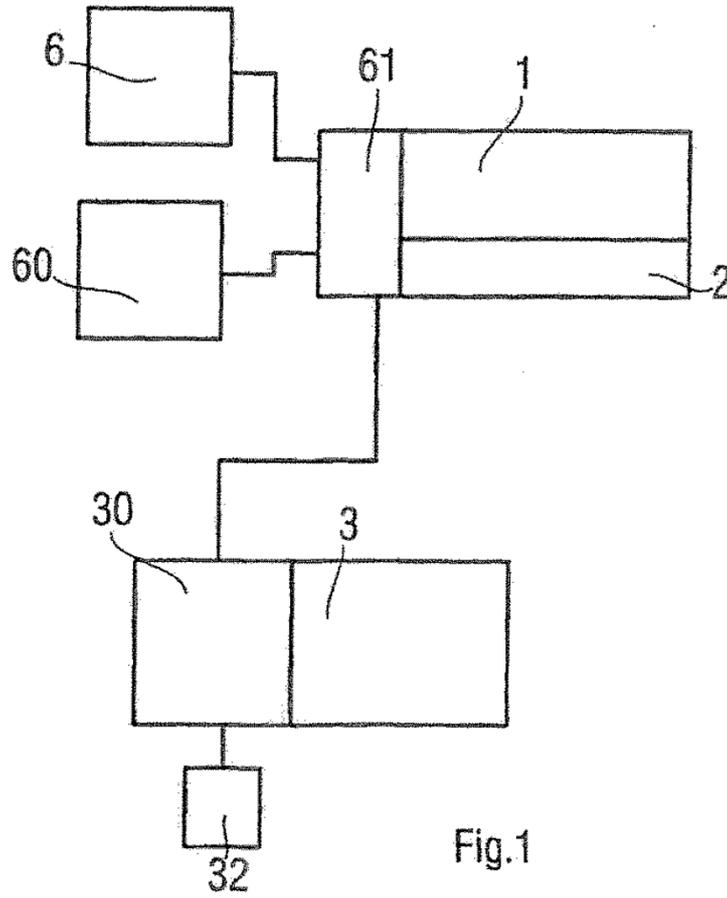
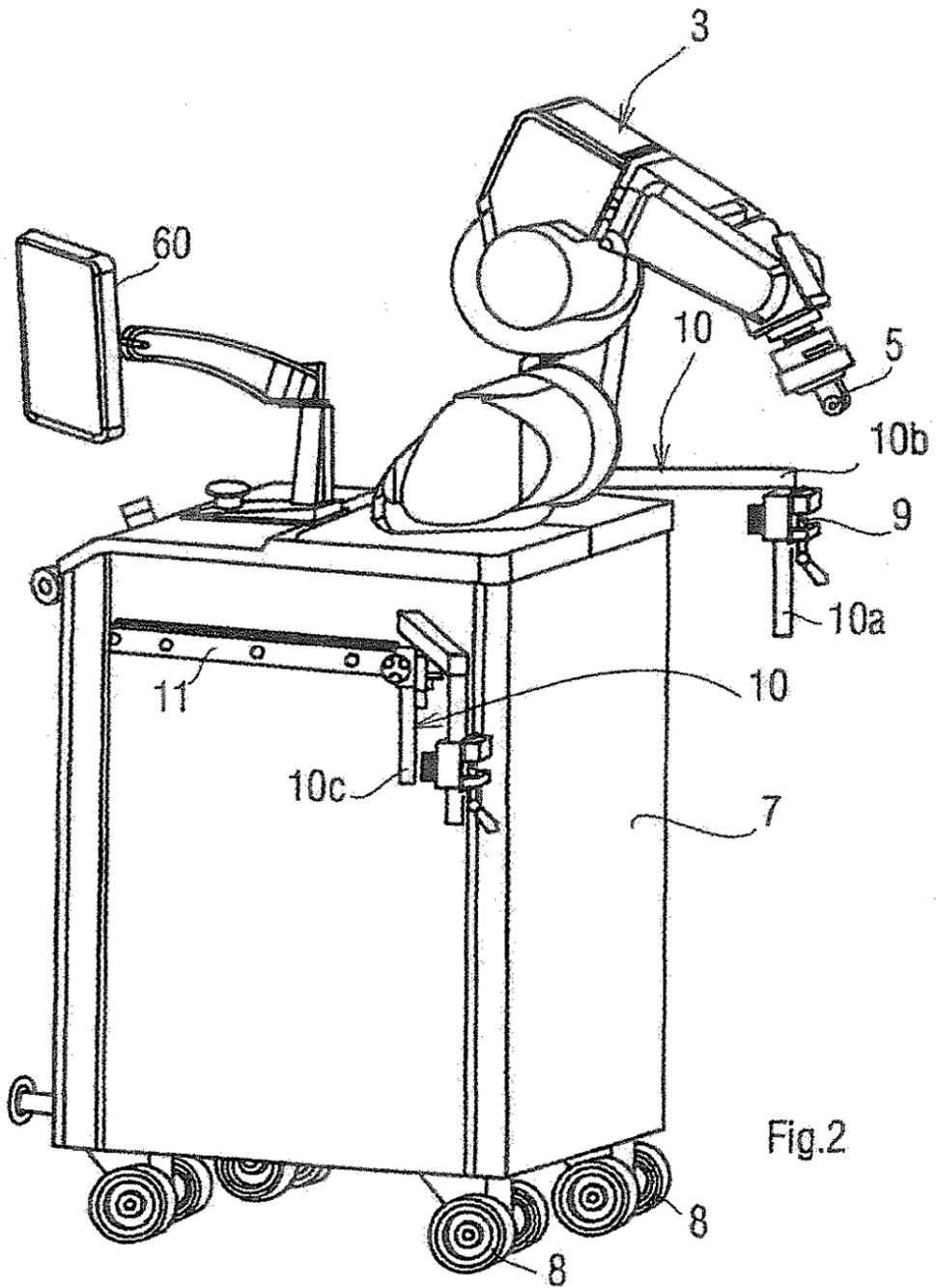


Fig.1



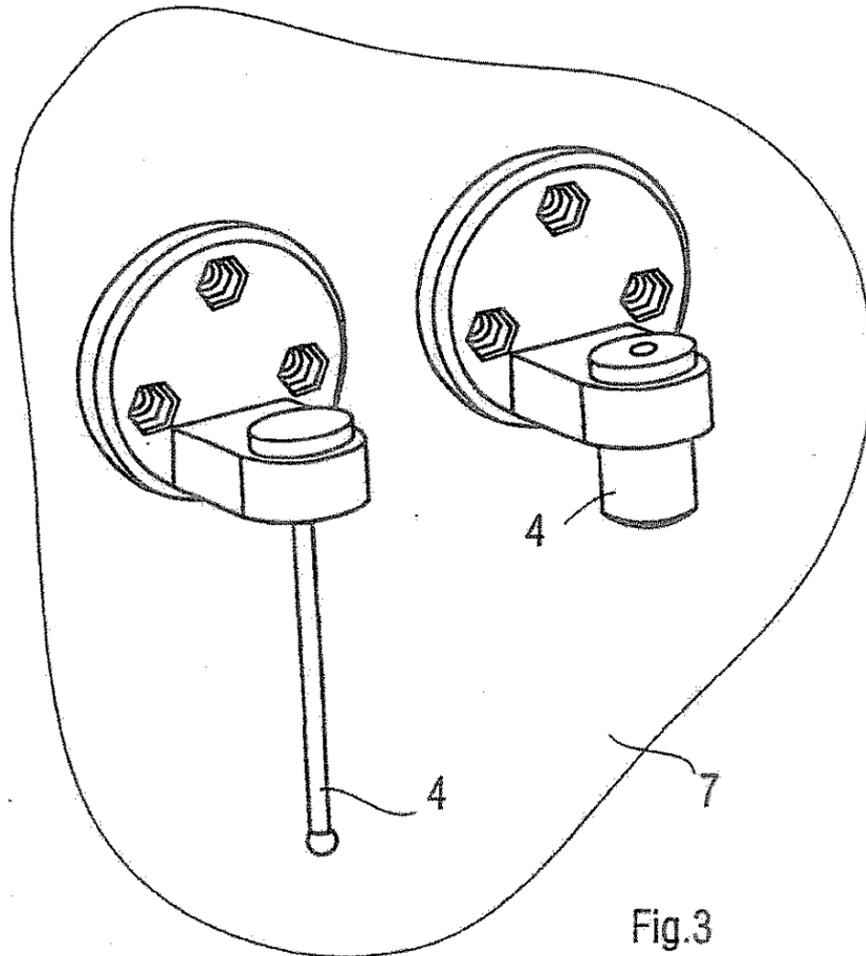
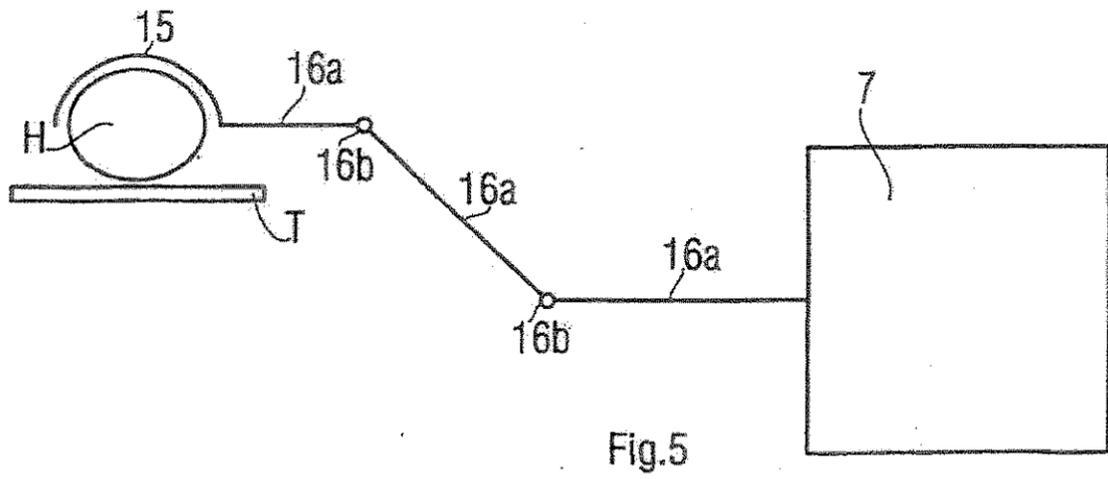
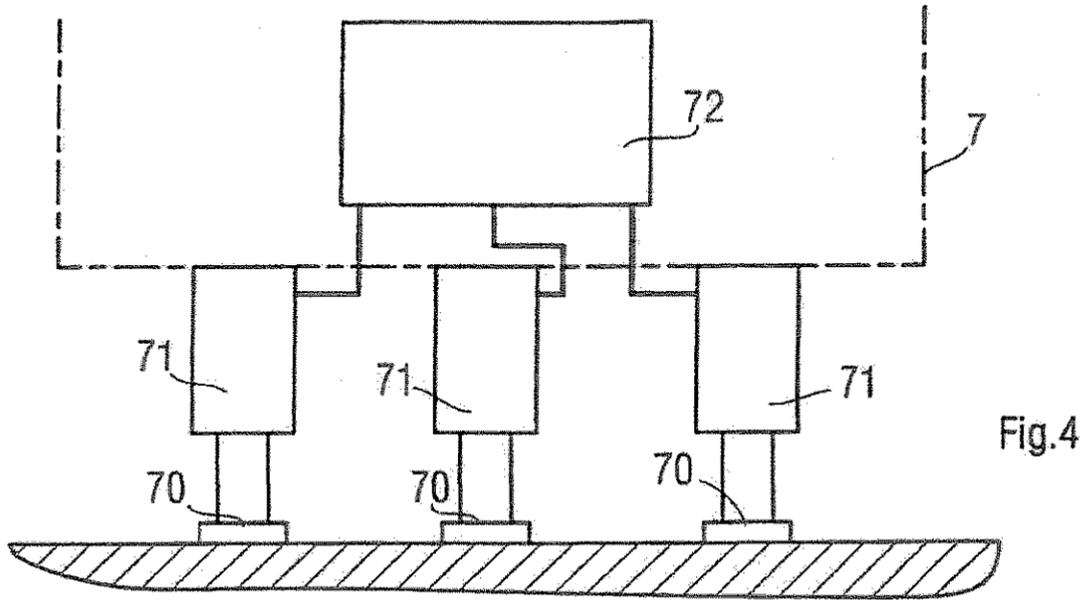


Fig.3



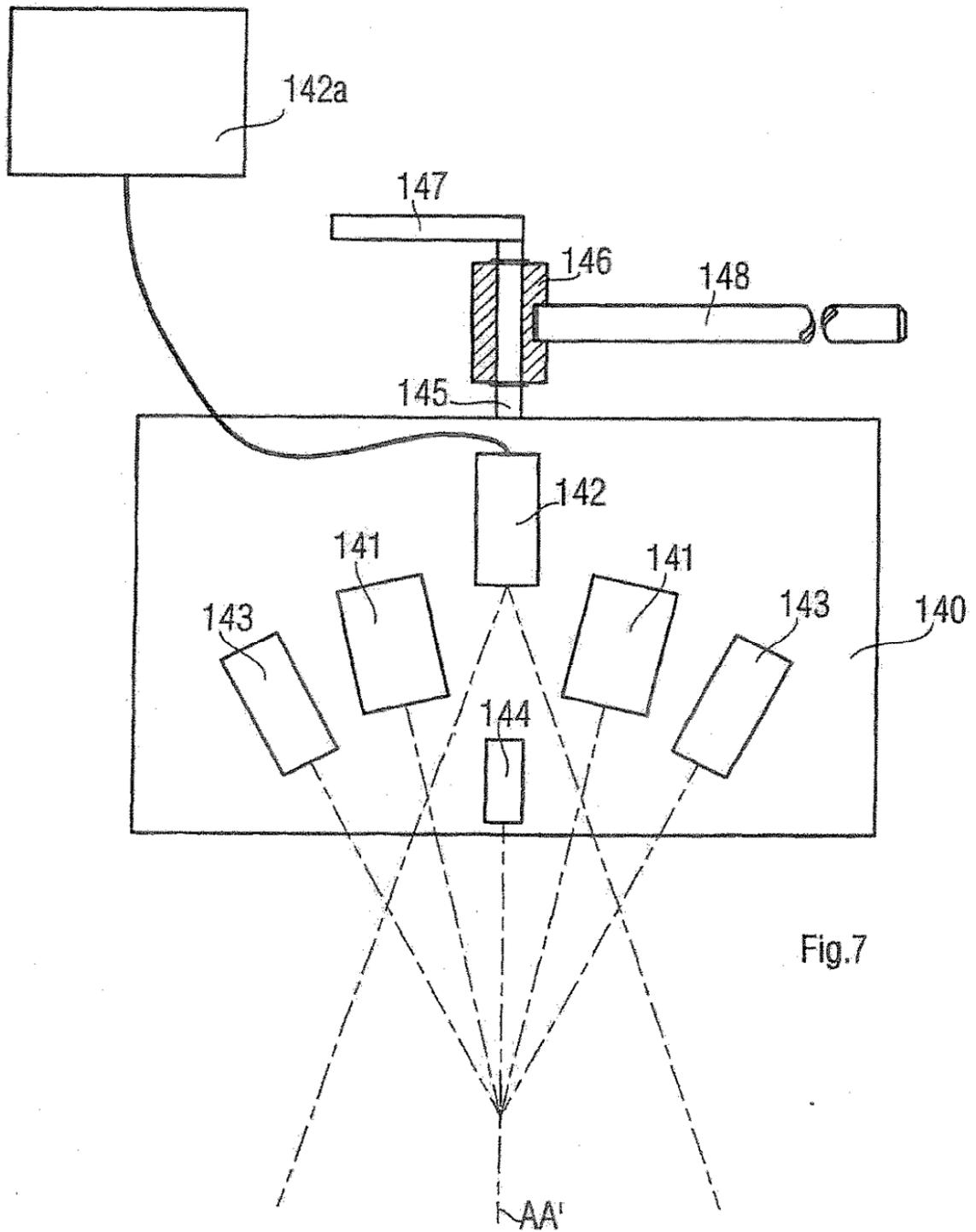


Fig.7

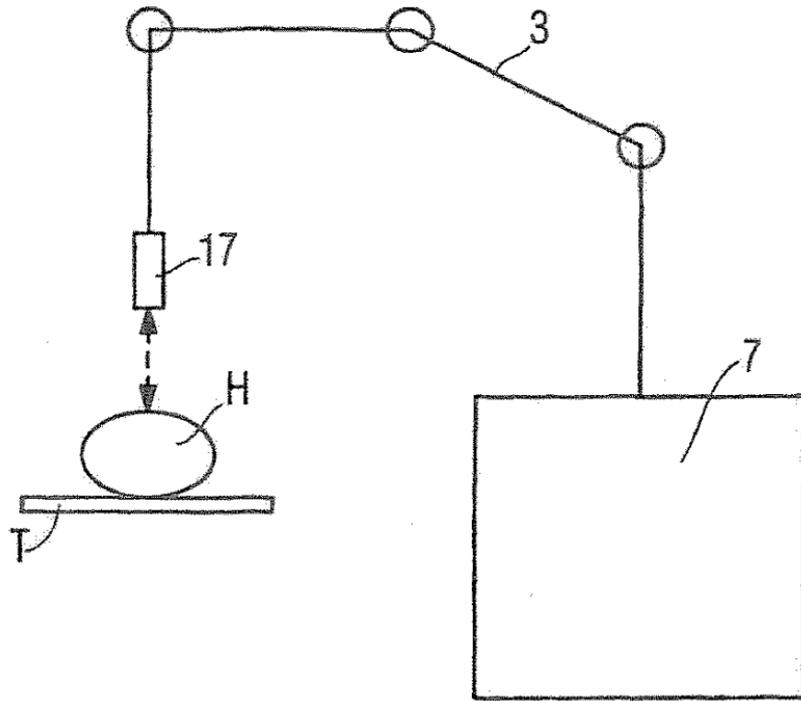


Fig.6

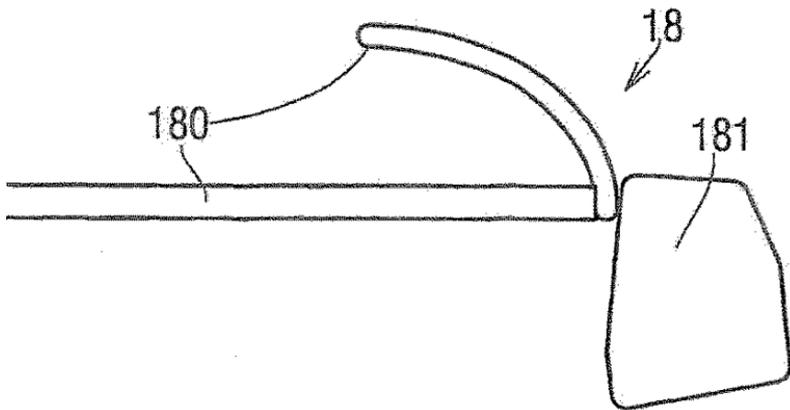


Fig.8

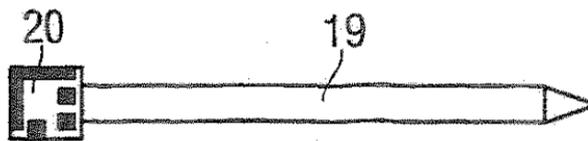


Fig.9