



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 390 436**

(21) Número de solicitud: 201001008

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

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación: **30.07.2010**

(71) Solicitante/s:  
**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE  
AV. DE LA UNIVERSIDAD S/N  
03202 ELCHE, Alicante, ES**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **13.11.2012**

(72) Inventor/es:  
**SABATER NAVARRO, Jose Maria;  
FERNANDEZ JOVER, Eduardo;  
GARCIA ARACIL, Nicolas;  
PEREZ VIDAL, Carlos y  
AZORIN POVEDA, Jose Maria**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**13.11.2012**

(74) Agente/Representante:  
**No consta**

(54) Título: **BRAZO TELERROBOTICO DE CONFIGURACION PARALELA PARA APLICACIONES DE CIRUGIA MINIMA INVASIVA**

(57) Resumen:

Brazo teleróbótico de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva.

La presente invención consiste en un brazo teleróbótico de, al menos, cuatro grados de libertad capaz de realizar los movimientos de las herramientas quirúrgicas en una operación de cirugía mínimamente invasiva. El brazo robótico está formado preferentemente por cinco actuadores, cuatro de ellos para ejecutar los 4 grados de libertad y 1 adicional para controlar el intercambio de herramienta. Cada brazo tiene un tamaño reducido, junto con una capacidad dinámica suficiente para la realización de las tareas quirúrgicas.

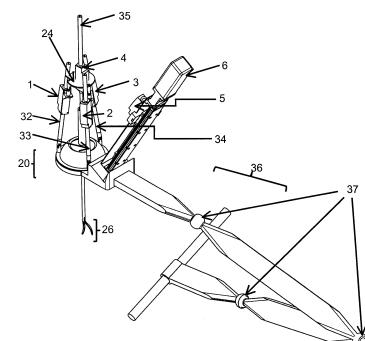


FIG. 1

**DESCRIPCIÓN****BRAZO TELERROBÓTICO DE CONFIGURACIÓN PARALELA PARA  
APLICACIONES DE CIRUGIA MINIMA INVASIVA**

La presente invención consiste en un brazo telerrobotico de, al menos, cuatro grados de libertad capaz de realizar los movimientos de las herramientas quirúrgicas en una operación de cirugía mínimamente invasiva. El brazo robótico está formado preferentemente por cinco actuadores, cuatro de ellos para ejecutar los 4 grados de libertad y 1 adicional para controlar el intercambio de herramienta. Cada brazo tiene un tamaño reducido, junto con una capacidad dinámica suficiente para la realización de las tareas quirúrgicas.

**SECTOR TÉCNICO AL QUE SE REFIERE LA INVENCIÓN**

El presente invento se refiere al campo de los sistemas quirúrgicos con asistencia robótica, robots quirúrgicos y sistemas automáticos para cirugía asistida por computador.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

La cirugía mínima invasiva se caracteriza por la utilización de pequeñas incisiones menores de 10 mm de forma que los instrumentos penetran en el cuerpo atravesando dichas incisiones. En estos puntos de entrada se colocan los trocares, que son elementos que permiten el acceso de dichos instrumentos restringiendo la cinemática de operación a una articulación esférica más un grado de libertad de translación a lo largo del eje de la herramienta quirúrgica. Los dispositivos robóticos se definen como intrínsecamente seguros porque su diseño mecánico se basa en dos requisitos, evitar colisiones entre sus elementos y evitar singularidades dentro del espacio de trabajo de la herramienta del robot. La solución más común es el uso del “remote center of motion” (RCM), que coloca el centro

de rotación de la muñeca del robot en el trocar. De esta forma no se produce ninguna traslación de dicho punto, evitando que cualquier fallo en el control del robot provoque algún daño en el paciente.

5 Sobre esta idea, existen distintos sistemas robóticos como el denominado Bluedragon o el llamado WA-slave que colocan la intersección de los ejes de la muñeca sobre el punto trocar.

10 Actualmente, existen dispositivos robóticos más voluminosos, como el reivindicado con la patente US 5,855,583 conocido como "Method and apparatus form performing minimally" o la patente americana US 5,337,732 con título "Robotic Endoscopy" o incluso la patente americana "Automated endoscope system for optimal poistioning", no obstante, estos dispositivos son engorrosos y grandes y por tanto provocan problemas de ergonomía en el quirófano; sobre todo durante el cambio de herramienta, obligando a tener tiempos de preparación del robot y el paciente antes de la operación muy largos y generando problemas en la economía del quirófano.

15 También, se han generado dispositivos de pequeño tamaño, como el denominado MARS o el dispositivo de la Universidad de Hawaii o el llamado Light Endoscope-Holder Robot, no obstante, estos dispositivos poseen una capacidad muy pequeña para ejercer las fuerzas necesarias en algunos procedimientos quirúrgicos actuales, por tanto son difícilmente adaptables a determinadas realidades quirúrgicas.

20 Ante esta situación, la invención proporciona mejoras o innovaciones sobre los dispositivos existentes.

25 La presente invención posee una estructura cinemática PARALELA, que otorga rigidez y robustez al dispositivo, permitiendo ejercer fuerzas

suficientes para la realización de las tareas quirúrgicas, a pesar del tamaño reducido del mismo.

Asimismo, la presente invención incorpora un intercambiador de herramientas automático que permite el aporte de material a la zona quirúrgica de forma automática sin necesidad de la presencia de un cirujano en la sala y ahorrando una gran cantidad de tiempo sobre el actualmente utilizado cuando se quiere introducir un apósito al interior de la cavidad abdominal.

10

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La invención BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva consiste preferentemente en tres elementos, a saber, un mecanismo robotizado de configuración cinemática paralela y de pequeño tamaño, constituido, a su vez, por tres actuadores lineales con vástago (1), (2) y (3) que conforman una plataforma de rotación paralela; un brazo posicionador pasivo (36) que posee principalmente una configuración serial en la que cada articulación (37) es pasiva y se encuentra sensorizada para conocer la posición final del elemento de soporte (21) del mecanismo anterior; y por último un intercambiador de herramientas constituido principalmente, por una guía lineal motorizada (25) colocada en el extremo final del brazo posicionador (36) guardando un ángulo preferentemente de 60º con el último eslabón del brazo (36), sobre la que desliza un carro que porta un motor portaherramientas (5) para el intercambio de herramientas.

La base inferior (20) de esta plataforma es una articulación esférica formada por tres elementos (21), (22) y (23) cuyo centro de rotación (10) coincide con el orificio de entrada de la operación quirúrgica, aumentando la seguridad de este tipo de operaciones. La base superior (24) de esta plataforma se encuentra sujet a los tres actuadores lineales (1), (2) y (3)

15

20

25

30

que desplazándose sobre sus vástagos (32), (33) y (34) produce la rotación de esta plataforma superior.

Las articulaciones del brazo serial pasivo permiten el bloqueo para que las articulaciones permanezcan fijas durante la operación. Dicho brazo pasivo se ancla en la camilla del quirófano y permite posicionar su extremo final (21) sobre el paciente.

El carro del intercambiador de herramientas se posiciona de manera exacta a lo largo de la guía lineal motorizada, permitiendo el alineamiento de los actuadores (4) y (5). Con la finalidad de controlar el carro, la guía lineal se encuentra sensorizada con finales de carrera (11) y (12).

Asimismo, la invención cuenta con una interfaz electrónica (28) ubicada en el extremo del propio eje de la herramienta quirúrgica que permite el conexionado electrónico necesario para el control de los grados de libertad necesarios en el extremo de la herramienta quirúrgica (26). Para ilustrar esto último, la figura 8 muestra una herramienta quirúrgica tipo pinza cuyo grado de libertad es el movimiento de abrir/cerrar pinza. Este movimiento se controla mediante los alambres y muelles de nitinol (27) ubicados en el interior del propio eje de la herramienta y que se conectan eléctricamente en la interfaz (28).

En esta configuración, la invención permite utilizar varios brazos sin tener problemas de colisiones entre ellos, ya que la parte pasiva (el brazo posicionador pasivo) está estático, y el movimiento de la parte móvil queda restringido al espacio de trabajo necesario en las operaciones de cirugía mínimamente invasiva (visualizado en la figura 5). El esquema de teleoperación de este brazo (figura 9) permite su integración en un sistema bilateral de teleoperación, dado que la biteralidad es posible gracias a la capacidad de obtener el dato de fuerzas realizadas por el brazo robótico sobre la herramienta quirúrgica gracias a la lectura directa de la intensidad de los actuadores (1), (2), (3) y (4).

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1. Vista general del brazo telerobótico para aplicaciones de cirugía minima invasiva.

5 Figura 2. Vista alzado del brazo telerobótico.

Figura 3. Vista general de un sistema formado por dos brazos tele robóticos

10 Figura 4. Croquis en alzado del efecto paralelo y el intercambiador de herramienta.

Figura 5. Croquis en alzado del espacio de trabajo del brazo teleoperador.

Figura 6. Vista detalle de la rótula esférica formada por tres piezas concéntricas

15 Figura 7. Vista isométrica y alzado del sistema intercambiador de herramienta.

Figura 8. Vista detalle de la interfaz electrónica para el control del extremo de la herramienta quirúrgica.

Figura 9. Esquema de control para la tele operación del brazo tele robótico.

### 20 Leyenda de las figuras:

- (1) actuador lineal 1 de la estructura paralela
- (2) actuador lineal 2 de la estructura paralela
- (3) actuador lineal 3 de la estructura paralela
- (4) actuador lineal de la pata central para control de la herramienta
- 25 (5) actuador lineal para el intercambio de herramienta
- (6) actuador eléctrico para control del carro portaherramientas
- ...
- (10) punto de rotación e inserción de la herramienta en el paciente  
(fulcrum)
- 30 (11) final de carrera del carro portaherramientas
- (12) final de carrera del carro portaherramientas
- (13) posición de la herramienta arriba

- (14) posición de la herramienta abajo
- (15) posición de intercambio de herramienta
- (16) posición extrema del espacio de trabajo de la herramienta
- (20) articulación esférica
- 5 (21) pieza base de la articulación esférica
- (22) pieza intermedia de la articulación esférica
- (23) pieza superior de la articulación esférica
- (24) base superior plataforma paralela
- (25) guía lineal portaherramientas
- 10 (26) extremo final de una pinza quirúrgica
- (27) muelle de compresión. Actuador SMA de Nitinol
- (28) interfaz electrónica para control del actuador SMA de Nitinol
- (32 a 34) vástagos de los motores (1),(2) y (3)
- (35) vástago portaherramientas
- 15 (36) brazo posicionador pasivo para soporte
- (37) articulaciones del brazo soporte pasivo

## EXPOSICIÓN DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

Un modo de realización de la invención BRAZO TELERROBÓTICO DE CONFIGURACIÓN PARALELA es aquel en el que el brazo posicionador pasivo está formado preferentemente por 3 ó más eslabones de aluminio extrusionado. Las articulaciones (37) se montan sobre articulaciones que podrían ser del tipo cardán (hook) modificadas, de forma que se obtenga una gran amplitud de movimiento y la posibilidad de bloquear (frenar) dichas articulaciones pasivas. La guía lineal (25) se coloca en el alojamiento previsto para ello en una pieza (21), de forma que se consigue el ángulo pretendido para la colocación de la guía. La guía es preferentemente una guía monocarril ligera de carrera útil 150 mm., a la que se acopla un motor DC (6) para el control del carro lineal, este carro lineal se posiciona exactamente a lo largo de la guía lineal (25) y permite el

5

10

15

20

25

30

alineamiento y acercamiento de los ejes de los actuadores (4) y (5). Sobre este carro se coloca un motor lineal (5). Para la inserción automática de una nueva herramienta, el actuador (4) se encuentra sin ningún vástago en su interior, y por tanto no hay inicialmente herramienta en el mecanismo paralelo. El dispositivo paralelo se desplaza hasta colocar su eje principal paralelo al eje de la guía lineal, posición (16). El carro de la guía se coloca en la posición adecuada para permitir que el movimiento del vástago (35) inserte este vástago en el actuador (4). Una vez el actuador (4) controla el vástago (35) y la herramienta quirúrgica, el actuador (5) deja de actuar, de forma que cuando el carro de la guía lineal (25) se desplace hacia arriba, el vástago (35) sale del actuador (5) y queda controlado por el actuador (4).

La base inferior del dispositivo paralelo se construye con tres piezas hechas preferiblemente en Nylon u otro tipo de plástico de baja fricción, para conseguir una articulación esférica. Las juntas cardan utilizadas son estándar, mientras que los actuadores (1), (2) y (3) son, preferiblemente motores lineales de 80mm de carrera útil y con una capacidad mínima de 2 Newtons. La base superior se construye preferiblemente en metracrilato, y ubica otro actuador (4) de características similares a los actuadores (1), (2) y (3). Los vástagos (32 a 35) son los vástagos de los actuadores LM 1247, y al vástago (35) se le añade en un extremo la interfaz electrónica y la herramienta quirúrgica para cirugía mínima invasiva.

Los músculos de alambre utilizados para actuar el extremo final de la herramienta quirúrgica son deseablemente alambres de aleaciones con memoria de forma, estos alambres se colocan en el interior del tubo de la herramienta quirúrgica y funcionan con esquemas de músculos antagonistas para poder accionar el extremo de la herramienta.

**REIVINDICACIONES**

- 5        1. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva caracterizado por disponer de, al menos, cuatro grados de libertad, de los cuales, al menos, tres son movimientos de orientación y uno es el movimiento de translación a lo largo del eje de una herramienta quirúrgica, así como de una interfaz mecánica que permite el intercambio de estas herramientas de forma automática.
- 10      2. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva según reivindicación 1 caracterizado por disponer de un intercambiador de herramientas basado en una guía lineal motorizada, ubicada a 30º de la vertical de la plataforma paralela y basado en el uso de dos motores ((4) y (5)), uno de los cuales se sitúa en un carro motorizado instalado sobre una guía lineal, y permite el intercambio de herramientas quirúrgicas con conectándolas mediante la interfaz (28). El otro motor (5) controla la translación de la herramienta quirúrgica durante la operación.
- 15      3. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva, según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por disponer de un centro de rotación impuesto por una restricción física real que hace que el punto de rotación de la herramienta quirúrgica coincida en todo momento con el orificio de entrada al paciente.
- 20      4. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 caracterizado por disponer de una interfaz electrónica basada en escobillas que conecta el extremo de la herramienta quirúrgica motorizada con la alimentación requerida.
- 25
- 30

5. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva, según las reivindicaciones 1, 2, 3 y 4, caracterizado por disponer de una articulación esférica formada por tres piezas concéntricas cuyo centro de rotación coincide con el orificio de entrada en una operación de cirugía mínima invasiva.
10. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5, caracterizado por disponer de un sistema de control basado en motores DC de cuya lectura directa de la intensidad consumida se infiere una estimación de la fuerza realizada por la herramienta quirúrgica.
15. BRAZO TELEROBÓTICO de configuración paralela para aplicaciones de cirugía mínima invasiva, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 caracterizado por conformar un sistema robótico constituido por DOS o MAS unidades robóticas que trabajan de forma cooperativa para la realización de una tarea quirúrgica, siendo que la correcta ubicación de las unidades sobre el paciente, unido a su reducido tamaño permite la ausencia de colisiones entre dos o más unidades.
- 20.

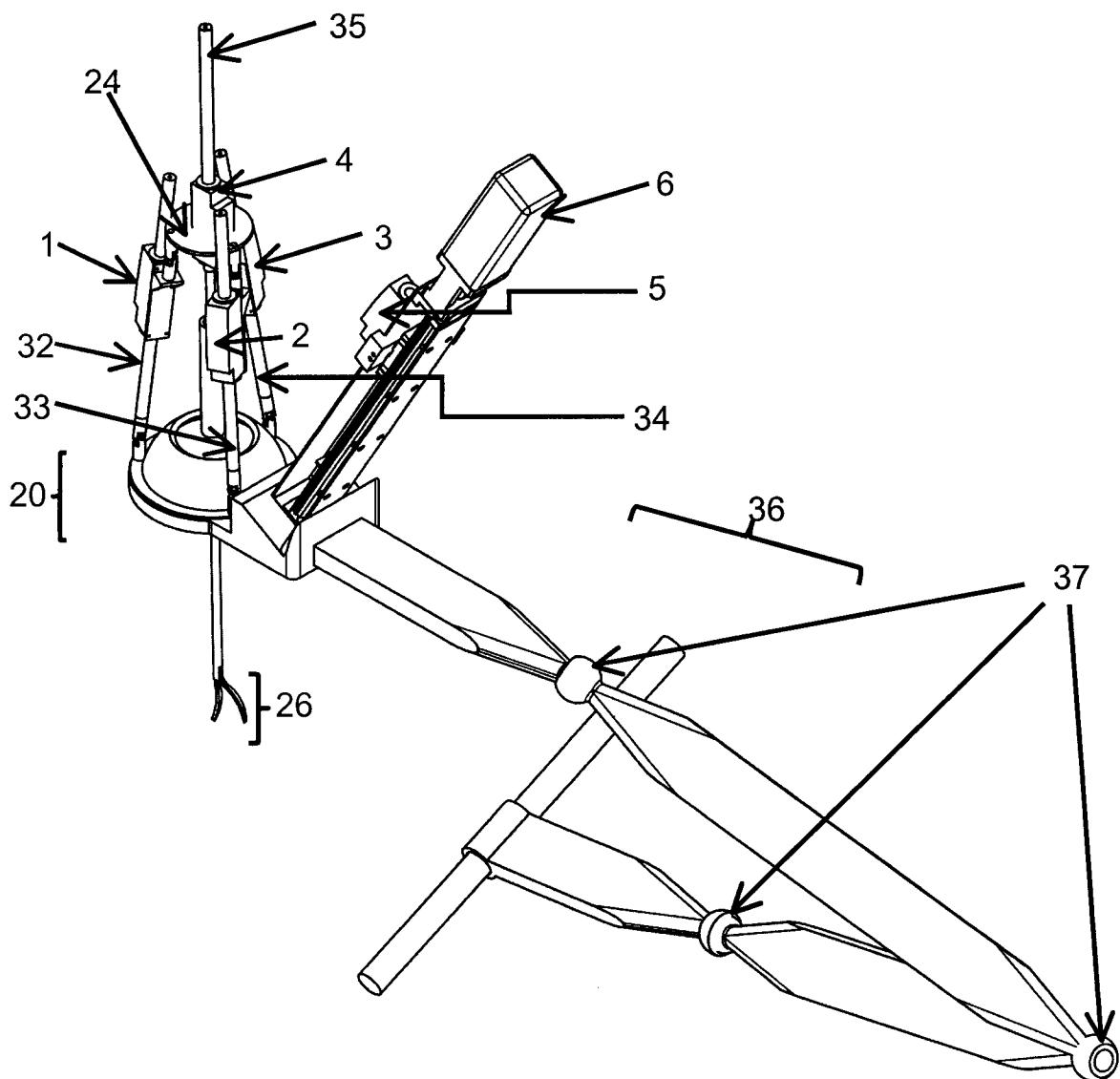


FIG. 1

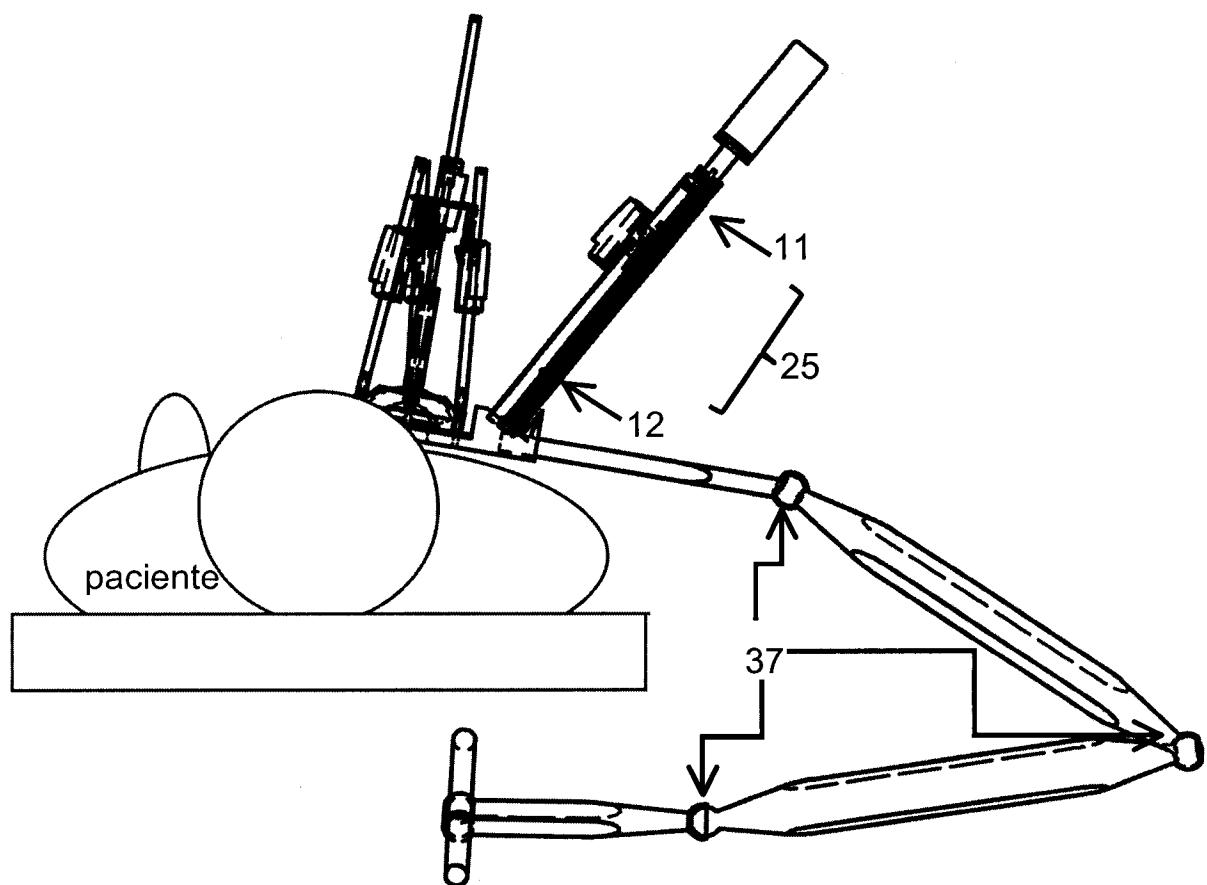


FIG. 2.

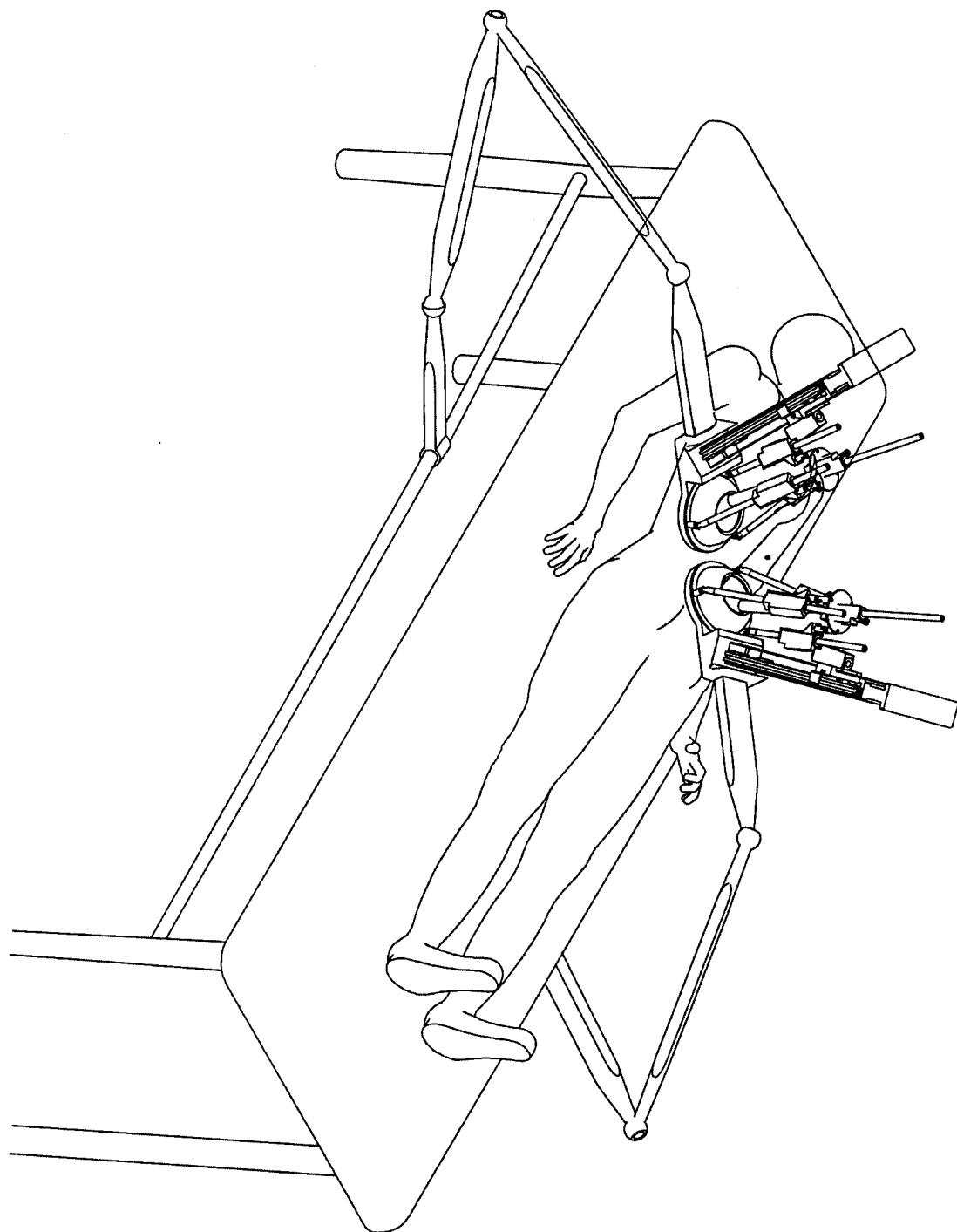


FIG. 3.

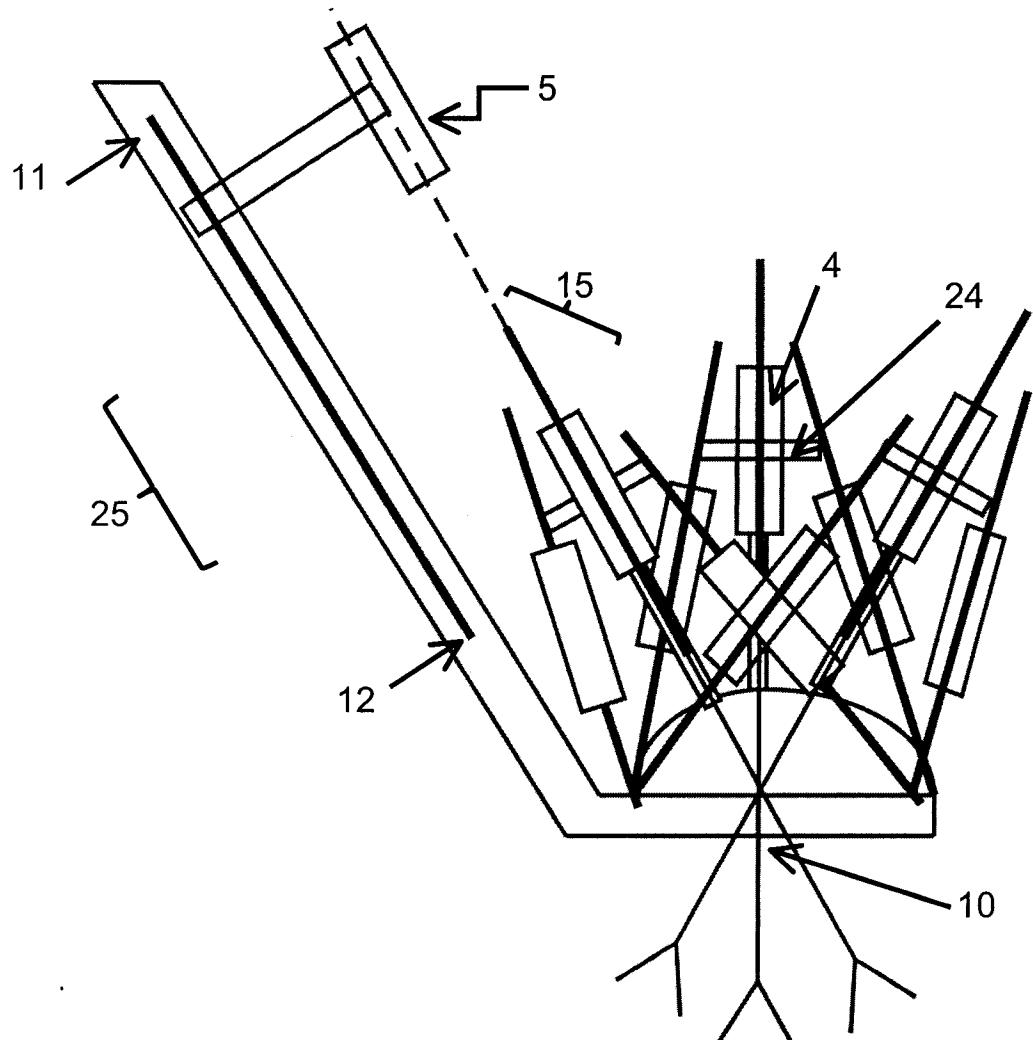


FIG. 4.

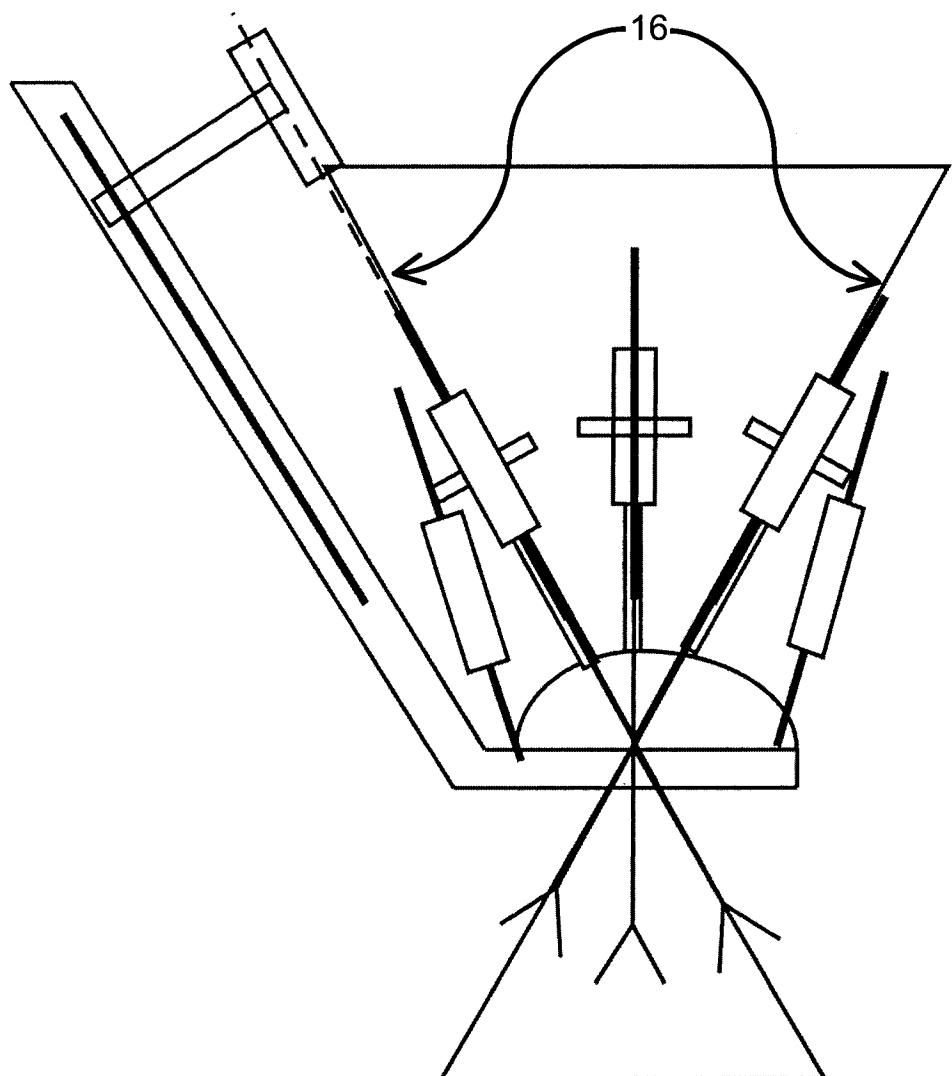


FIG. 5

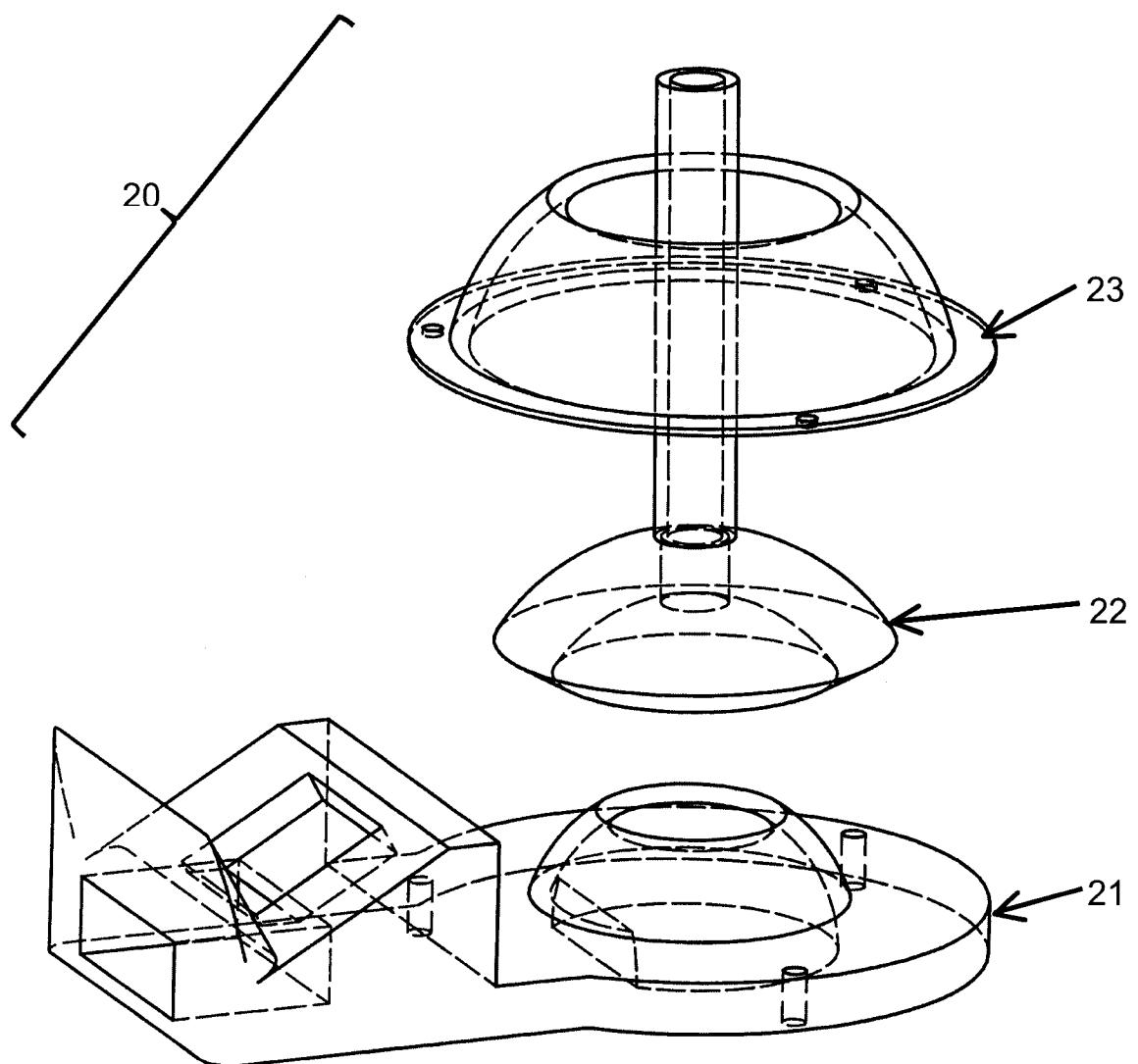


FIG.6

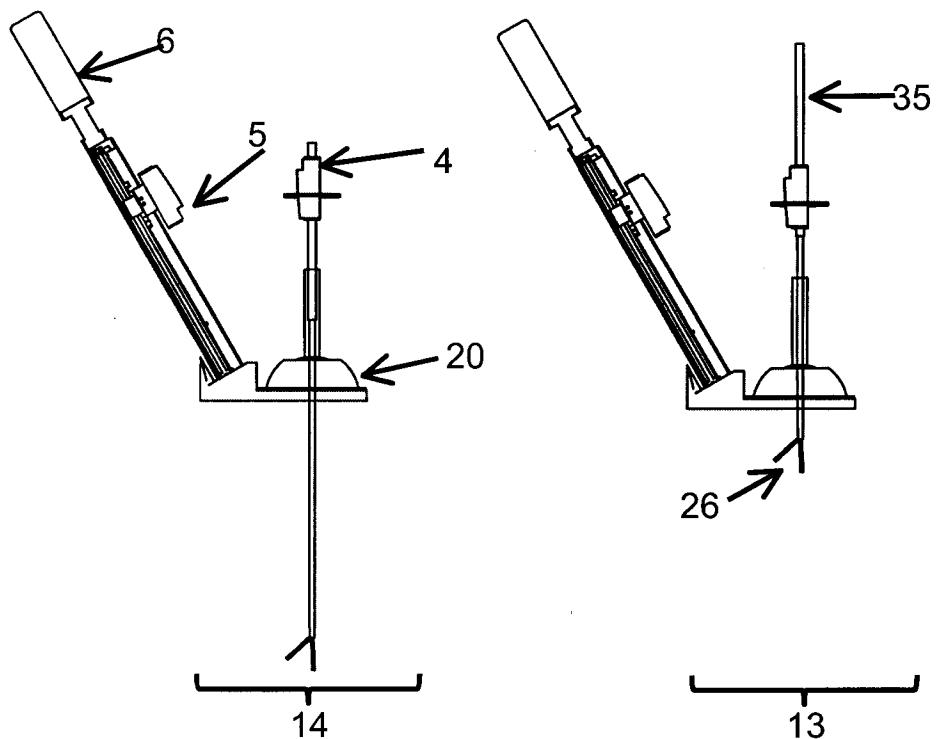


FIG. 7

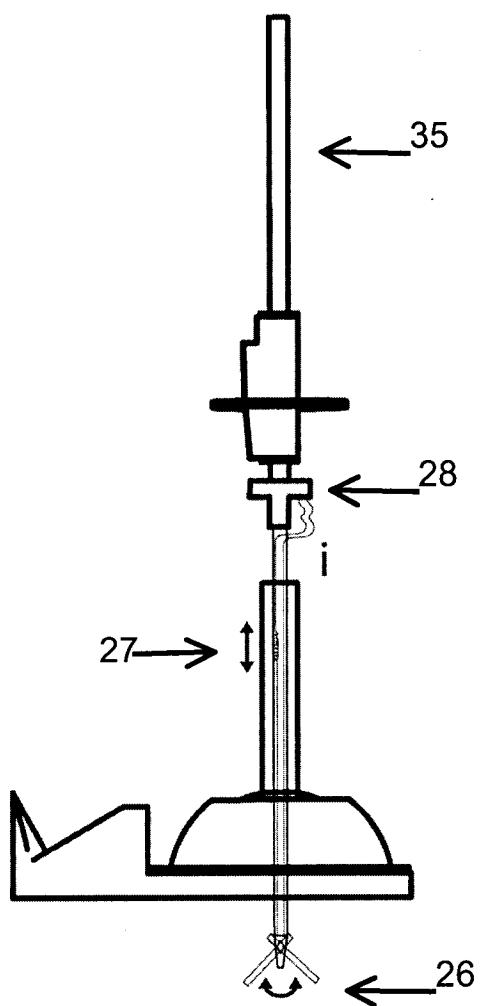


FIG.8

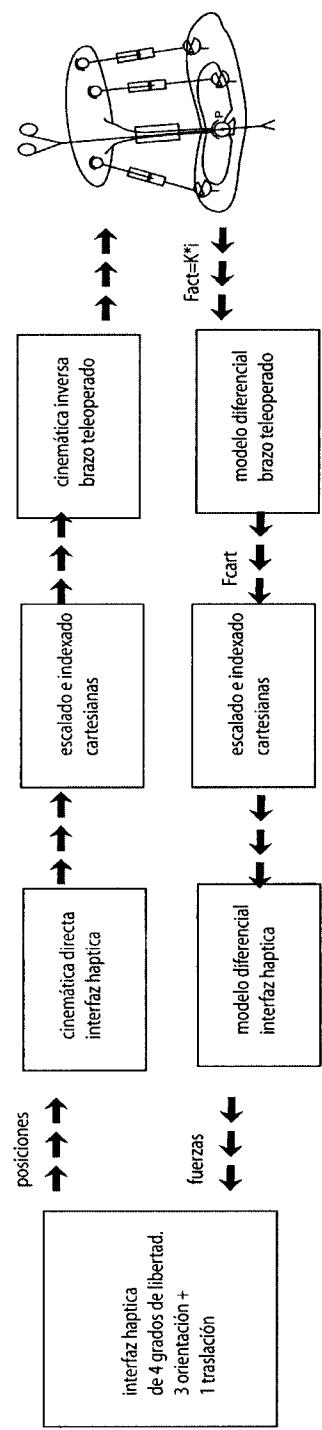


FIG.9



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201001008

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 30.07.2010

(32) Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(5) Int. Cl.: **A61B19/00** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	66	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	EP 2133036 A1 (UNIV. OSAKA et al.) 16/12/2009, párrafos [17-24]; [47-49]; [54]; [92]; [94]; figuras 1-5, 9.		1 2-7
Y A	US 2007233052 A1 (HANSEN MEDICAL INC.) 04/10/2007, párrafos [5]; [9-10]; [32-33]; [53-56]; [77]; [103]; figuras.		1 2-7
A	SABATER, J. M.; GARCÍA, N.; PÉREZ, C.; LÓPEZ, L.M.; BADESCA, F. J.; MAYOL, J. A new spherical wrist for minimally invasive robotic surgery. ROBOTICS (ISR), 2010 41st International Symposium on and 2010 6 <sup>th</sup> German Conference on Robotics (ROBOTIK); 7-9 June 2010, pages 1-6; Print ISBN: 978-3-8007-3273-9		1, 3, 5
A	US 2005183532 A1 (UNIVERSITY OF MANITOBA) 25/08/2005, resumen; párrafos [24-25]; [85]; [121]; [155]; figuras 1, 12, 27.		1, 3
A	US 2002045905 A1 (GERBI CRAIG RICHARD et al.) 18/04/2002, párrafos [10-11]; [46-47]; [57-58]; [86]; figuras.		1-2, 7
A	WO 2008070685 A2 (KINETIC SURGICAL LLC et al.) 16/02/2008, párrafos [26-46]; figuras 1-2, 5a-10.		1, 3, 7

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 25.10.2012	Examinador J. Cuadrado Prados	Página 1/5
--	----------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61B, B25J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, PAJ, ECLA.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: **25.10.2012**

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-7 Reivindicaciones	SI NO
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 2-7 Reivindicaciones 1	SI NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

## 1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 2133036 A1 (UNIV. OSAKA et al.)	16.12.2009
D02	US 2007233052 A1 (HANSEN MEDICAL INC.)	04.10.2007
D03	SABATER, J. M.; GARCÍA, N.; PÉREZ, C.; LÓPEZ, L.M.; BADESCA, F. J.; MAYOL, J. A new spherical wrist for minimally invasive robotic surgery. ROBOTICS (ISR), 2010 41st International Symposium on and 2010 6 <sup>th</sup> German Conference on Robotics (ROBOTIK); 7-9 June 2010, pages 1-6; Print ISBN: 978-3-8007-3273-9	
D04	US 2005183532 A1 (UNIVERSITY OF MANITOBA)	25.08.2005
D05	US 2002045905 A1 (GERBI CRAIG RICHARD et al.)	18.04.2002
D06	WO 2008070685 A2 (KINETIC SURGICAL LLC et al.)	16.02.2008

## 2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención que se desprende de la **reivindicación principal, redactada de manera muy genérica**, se considera que **carence de actividad inventiva** por resultar del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia.

De los citados en el Informe (IET), el **documento D01** puede ser considerado como el **estado de la técnica más cercano**, ya que en relación al objeto definido por la reivindicación principal, anticipa un (ver partes citadas en el IET, las referencias entre paréntesis se aplican a ese documento):

- Brazo teleróbótico (**figura 1, párrafo 22 por ejemplo**) de configuración paralela (**figuras 1-2, párrafos 18, 54, por ejemplo**), para aplicaciones de cirugía mínima invasiva (**párrafo 92, por ejemplo**) que dispone de cuatro grados de libertad (**párrafo 49, figura 9**), de los que tres son movimientos de orientación y uno es el movimiento de traslación a lo largo del eje de una herramienta quirúrgica (**párrafo 49, figura 9**).

Así pues, la primera reivindicación o reivindicación principal de la solicitud tiene, con respecto a este documento D01, la siguiente característica diferenciada:

- el brazo teleróbótico dispone de “una interfaz mecánica que permite el intercambio de herramientas de forma automática”.

Se podría considerar que esta diferencia esbozada no presenta características técnicas, tratándose de una idea que no alcanza a definir qué características son necesarias para conseguir el resultado o función definida. Por lo tanto, podría incluso objetarse que la reivindicación principal no incluye todas las características técnicas esenciales para la definición de la invención. No obstante, *aún admitiendo esa diferencia susceptible de ser considerada una característica técnica*, el efecto técnico producido por la misma sería conseguir un intercambio automático de las diferentes herramientas quirúrgicas necesarias durante una operación de cirugía mínimamente invasiva.

Cabe concluir, por tanto, que el problema técnico objetivo resuelto por la solicitud, con respecto al estado de la técnica más próximo, sería como conseguir un intercambio automático de las herramientas en el momento adecuado, mejorando por tanto los inconvenientes asociados con los sistemas no automáticos, tales como el aumento de tiempos quirúrgicos y de economía del quirófano por el personal necesario para la sustitución (**ver página 2, líneas 15-17 y página 3, líneas 4-9 de la solicitud**).

Sin embargo, el **documento D02** (*véanse las partes citadas en el IET*) describe un sistema robótico quirúrgico que está dotado de “una interfaz mecánica que permite el intercambio de herramientas de forma automática”, como se puede comprobar en toda la descripción del mismo, ya que este es el objeto principal de esa patente, y en particular, por ejemplo en los párrafos 5, 32, y 53-56 especialmente.

Este documento D02 plantea el mismo problema técnico (**ver párrafo 9**) y lo resuelve de la misma manera, incorporando un mecanismo para el intercambio de las herramientas o instrumentos quirúrgicos (**ver párrafo 10**). Como D02 pertenece al mismo campo tecnológico (**sistemas telerobóticos para aplicaciones en cirugía mínimamente invasiva, ver párrafo 33**), resulta evidente para un experto en la materia su combinación con el documento D01 para destruir la actividad inventiva de la reivindicación principal de la solicitud, máxime cuando, tal como está redactada la misma, se trata solo de incorporar una idea al objeto anticipado por D01.

Las **reivindicaciones dependientes 2-7** añaden una serie de características opcionales y que teóricamente deberían ser consideradas no esenciales.

La **reivindicación segunda** define el intercambiador de herramientas y se considera que los documentos citados en el Informe que incluyen intercambiadores de herramientas (D02 y D05) no anticipan todas las características que limitan el objeto de esta reivindicación, de modo que solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia respecto a esta reivindicación. No sería obvio para una persona experta en la materia aplicar las características incluidas en los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la segunda reivindicación. Por lo tanto, el objeto de esta reivindicación cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva.

Las **reivindicaciones 3-7** son dependientes de todas las anteriores y por lo tanto sus objetos incluyen las limitaciones impuestas a la reivindicación segunda, añadiendo y delimitando características adicionales optativas. Estas reivindicaciones dependientes, por lo tanto, también cumplen los requisitos con respecto a novedad y actividad inventiva.