



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 200 679**

② Número de solicitud: 200200707

⑤ Int. Cl.⁷: A61B 17/00

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **25.03.2002**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2004**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
01.03.2004

⑦ Solicitante/s: **UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**
Plaza de El Ejido s/n
29071 Málaga, ES

⑦ Inventor/es: **Fernández Lozano, Juan Jesús;**
García Vacas, Francisco;
Muñoz Martínez, Víctor Fernando;
Gómez de Gabriel, Jesús;
Sánchez de Badajoz Chamorro, Eduardo;
Jiménez Garrido, Adolfo y
García Cerezo, Alfonso José

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata.**

⑤ Resumen:

Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata, capaz de mover el resector en respuesta a las órdenes del cirujano. El sistema consta de un robot manipulador de al menos cuatro grados de libertad dotado de un efector final que permite sujetar el resector, un controlador para el robot, y un manipulador maestro que reproduce la forma del resector o que permite engarzar en él un resector real. Opcionalmente, puede contar con un computador que haga de interfaz entre el robot y el manipulador maestro, si la capacidad del controlador del robot utilizado no es suficiente. Como medios alternativos para mover el brazo robot puede contarse con un sistema de reconocimiento de voz o un teclado.

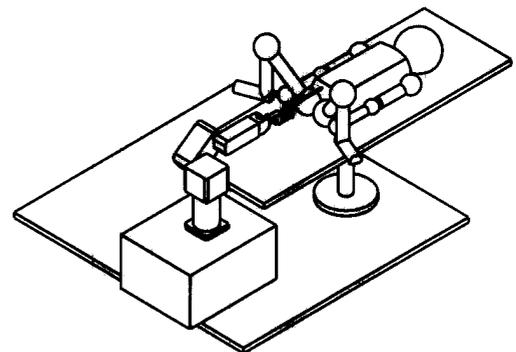


Figura 1

ES 2 200 679 A1

DESCRIPCION

Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata.

Estado de la técnica

Actualmente son muy frecuentes las operaciones quirúrgicas mediante técnicas mínimamente invasivas. Se basan en realizar la intervención mediante endoscopios que se introducen en el cuerpo del paciente a través de pequeñas incisiones o aprovechando orificios naturales del cuerpo, lo que se traduce en menores riesgos para el paciente, menores tiempos de post-operatorio y menores costes económicos de la intervención. A cambio, el cirujano pierde la visión directa de los órganos del paciente, así como el tacto, ya que la información que recibe se restringe a la imagen que muestra una cámara que suele incorporar el endoscopio. La disminución de la información que recibe el cirujano unida a que a veces el uso del endoscopio le obliga a adoptar una posición poco natural, dificulta el desarrollo de estas técnicas, puesto que, por una parte las intervenciones se hacen fatigosas para el cirujano complicando que pueda mantener su concentración y por tanto alcanzar los resultados esperados, y por otra, el aprendizaje de este tipo de técnicas se ve obstaculizado por los inconvenientes mencionados más arriba.

Un ejemplo de este tipo de intervenciones es la operación de próstata mediante resección transuretral. La resección transuretral consiste en realizar la intervención de próstata operando a través de la uretra del paciente. Se introduce un endoscopio que dispone de un bisturí eléctrico, un sistema de drenado y una óptica para una cámara que se conecta en el extremo exterior del endoscopio, permitiendo al cirujano ver la próstata del enfermo. Esta técnica permite evitar realizar incisiones en el paciente, lo que se traduce en menores riesgos para el paciente, menores tiempos de post-operatorio y menores costes económicos de la intervención.

Actualmente el procedimiento normal en este tipo de operación consiste en que el cirujano maneje el endoscopio él mismo, situado entre las piernas del paciente e inclinado sobre él. Al mismo tiempo puede observar la imagen en un monitor situado a un lado del paciente y elevado. Esta postura es muy incómoda para el cirujano, lo que hace que se fatigue rápidamente y que la operación le resulte más difícil según se incrementa su duración. Esto a su vez hace que sea problemático el adiestramiento de un nuevo cirujano en esta técnica. Todo ello complica alcanzar la calidad de la intervención deseada.

Breve resumen de la invención

La presente memoria describe un sistema robótico que permite manejar con seguridad un endoscopio en intervenciones mediante técnicas de cirugía mínimamente invasiva, particularmente en la resección transuretral de la próstata, aunque también puede emplearse en otras intervenciones, como las de cirugía laparoscópica. El control de este instrumento lo realiza el propio cirujano mediante un brazo maestro que reproduce exactamente la forma del endoscopio utilizado habitualmente en la operación en cuestión, o bien permite

engarzarse en él un endoscopio real. Esto permite que el cirujano pueda colocarse a distancia, en una posición más cómoda, y que pueda interrumpir momentáneamente la operación cuando crea conveniente. Además, puede aplicarse una ganancia a los movimientos del brazo maestro de modo que, por ejemplo, cuando el cirujano lo mueva un centímetro, el brazo robot mueva el endoscopio en el paciente un milímetro. Esto ofrece al cirujano una mayor precisión en los movimientos del endoscopio en el paciente, y que además no se ve afectada por la duración de la intervención. Así mismo, en la resección transuretral de la próstata, la imagen que el cirujano ve por el monitor mejora considerablemente sus características, al ser más estable durante toda la operación. Como sistema alternativo para posicionar el endoscopio se utiliza una palanca de mando, un sistema de reconocimiento de voz, o un teclado.

El sistema consta de un robot de al menos cuatro grados de libertad, un efector final especialmente diseñado para sujetar un endoscopio, un controlador para el brazo robot, un brazo maestro que reproduce la forma del endoscopio o permite engarzar uno real, y, opcionalmente, si el controlador del robot no tiene la capacidad adecuada, un computador que permite interpretar las órdenes que el cirujano da a través del brazo maestro y transmitir las al controlador antes mencionado, y que se encarga asimismo de presentarle al cirujano información sobre el estado del sistema, el transcurso de la operación, u otra que pueda considerarse de interés.

Explicación de los dibujos

Figura 1: esquema general del sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata. Se muestra un brazo robot genérico instalado sobre un montaje que contiene su controlador, y lleva unido a su muñeca un efector final que monta un resector. No se muestra el manipulador maestro, que puede estar situado próximo a la mesa de operaciones, pero también puede estar en otra habitación.

Figura 2: esquema del manipulador maestro. Cuenta con seis grados de libertad ((b) a (g)), cada uno de ellos dotado con sensores para conocer el ángulo girado. También se muestra el resector real (a) engarzado a la estructura del manipulador maestro.

Figura 3: esquema articular del manipulador maestro. Se muestran los sistemas de coordenadas asignados según la convención de Denavit-Hartenberg para obtener el modelo cinemático. El sistema 0 y el sistema 1 coinciden para $\theta_1=0$.

Figura 4: esquema de una realización alternativa del manipulador maestro. Se dispone una membrana (a) que atraviesa el resector en su camino para engarzarse en el brazo maestro. Así, los movimientos de dicho resector quedan limitados a los que tiene cuando se insertan en el cuerpo del paciente, lo que incrementa el realismo del manipulador maestro. Además, conocida la posición de la membrana, pueden eliminarse los sensores correspondientes a los dos últimos grados de libertad del brazo maestro, pues son redundantes. Pueden sustituirse en cambio por motores eléctricos que transmitan información, en forma de fuerzas, al usuario.

Figura 5: diagrama de bloques de la realización preferida del sistema. El manipulador maestro es movido por el usuario; dicho movimiento es captado por los sensores angulares, que los transmiten al controlador del robot. Dicho controlador calcula la posición que desea el usuario que ocupe la herramienta real insertada en el cuerpo del paciente, y envía al robot la orden correspondiente para lograrlo. Asimismo, envía información sobre el estado del sistema, el transcurso de la operación, u otra que pueda resultar de interés para el cirujano, a la pantalla en la que éste observa la imagen del interior del cuerpo del paciente.

Figura 6: diagrama de bloques de una realización alternativa del sistema, en la que el controlador del robot carece de la capacidad suficiente. En este caso, los sensores del brazo maestro envían la información angular a un sistema electrónico auxiliar, que calcula la posición deseada por el cirujano para la herramienta insertada en el cuerpo del paciente, y envía al controlador del robot las órdenes de movimientos adecuadas para llegar a la mencionada posición. Asimismo, el sistema electrónico auxiliar se encarga de mostrar la información que se considere de interés en el monitor de vídeo en el que se muestra la imagen del interior del paciente. El mencionado sistema electrónico auxiliar también recibe información del controlador acerca del estado del sistema, de modo que pueda mostrarla en el monitor mencionado, pero también comprobar la integridad del sistema. El sistema electrónico auxiliar puede ser un computador estándar o un sistema de diseño específico.

Descripción detallada de la invención

El sistema consta de un robot de al menos cuatro grados de libertad, un efector final especialmente diseñado para sujetar un endoscopio, un controlador para el brazo robot, un brazo maestro que reproduce la forma del endoscopio o permite engarzar uno real, y, opcionalmente, si el controlador del robot no tiene la capacidad adecuada, un computador.

El brazo robot puede ser un diseño específico o un robot industrial convenientemente adaptado, siempre que cuente con al menos cuatro grados de libertad. Esta limitación viene dada por el tipo de movimiento que pueden desarrollar las herramientas quirúrgicas durante una operación de cirugía mínimamente invasiva. Una vez que el instrumento quirúrgico está insertado en el cuerpo del paciente, sus movimientos quedan limitados a aquéllos que no desplazan lateralmente el punto de inserción. Por tanto, una herramienta de cirugía mínimamente invasiva tiene cuatro grados de libertad: dos rotaciones en torno al punto de entrada, una rotación en torno al eje longitudinal de la herramienta, y un desplazamiento según dicho eje. Si además la herramienta puede ser actuada (por ejemplo, pinzas, tijeras, bisturíes, etc.), existe un grado de libertad adicional asociado a esta acción. Por tanto, un robot encargado del movimiento de un instrumento quirúrgico debe contar con al menos cuatro grados de libertad. En caso de necesitar un grado de libertad adicional para la actuación de la herramienta, en el sistema descrito se dispone un

actuador apropiado en el efector final que fija el instrumento al robot. El brazo robot está instalado sobre un montaje móvil que se puede situar al lado de la mesa de operaciones (Figura 1), o, en la resección transuretral de la próstata, entre las piernas del paciente. El montaje dispone de frenos o un sistema análogo que permite inmovilizarlo. Tanto el montaje como el propio brazo pueden cubrirse con una funda estéril.

En la muñeca del robot se fija el efector final antes mencionado. Éste cuenta con medios para sujetar con seguridad la herramienta quirúrgica, pero de manera que ésta pueda ser liberada con facilidad y sin necesidad de herramientas en caso de necesidad. Además, si el instrumento quirúrgico necesita ser actuado (por ejemplo, tijeras, pinzas, etc.), el efector final cuenta con un actuador apropiado que se encarga de dicha acción en respuesta a las órdenes del cirujano, emitidas desde el manipulador maestro o desde otros medios de entrada de órdenes que se dispongan al efecto.

Como medio principal para controlar el movimiento del endoscopio en el paciente, el cirujano dispone de un brazo maestro, cuya realización preferida se muestra en la Figura 3. Este brazo maestro reproduce la forma del endoscopio utilizado o permite adaptarle uno real (a), de modo que por una parte un cirujano que domine las técnicas de cirugía mínimamente invasiva no tenga que adaptarse a un nuevo dispositivo, y por otra, un cirujano sin experiencia en estas técnicas pueda utilizar el sistema como medio de aprendizaje. El brazo maestro tiene seis grados de libertad ((b) a (g), en la Figura 2), de modo que mediante su modelo cinemático directo y las lecturas de sensores dispuestos en las articulaciones, pueda determinarse la posición y la orientación de su extremo. Dicha posición y orientación son transformadas en órdenes de movimiento apropiadas para el robot, de manera que se establece una correspondencia entre la posición y la orientación del brazo maestro y la posición y la orientación del instrumento portado por el robot. No obstante, el usuario puede contar con medios que le permitan especificar una ganancia K o una atenuación K^{-1} en la correspondencia de los movimientos, de manera que un desplazamiento de una longitud L , en una determinada dirección, mueva la herramienta real una magnitud $K \cdot L$ ó $K^{-1} \cdot L$, respectivamente, en la dirección correspondiente. Esta atenuación permite incrementar la precisión en los movimientos de la herramienta quirúrgica, de modo que, por ejemplo, cuando el cirujano mueva el brazo maestro un centímetro, el brazo robot mueva el instrumento real un milímetro.

El mencionado modelo cinemático directo del manipulador maestro se obtiene estableciendo varios sistemas de coordenadas a lo largo del brazo robot según la convención de Denavit-Hartenberg (ver Figura 3):

$$\begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{31} & m_{33} & m_{34} \\ m_{41} & m_{42} & m_{43} & m_{44} \end{pmatrix}$$

donde,

$$\begin{aligned}
m_{11} &= -\text{Cos}(\theta_6)\text{Sen}(\theta_1)\text{Sen}(\theta_5) + \text{Cos}(\theta_1) (\text{Cos} \\
&\quad (\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \text{Cos}(\theta_5) \text{Cos}(\theta_6) + \text{Sen}(\theta_2 + \\
&\quad \theta_3 + \theta_4)\text{Sen}(\theta_6)), \\
m_{12} &= \text{Cos}(\theta_5)\text{Sen}(\theta_1) + \text{Cos}(\theta_1)\text{Cos}(\theta_2 + \theta_3 + \\
&\quad \theta_4)\text{Sen}(\theta_5), \\
m_{13} &= -\text{Sen}(\theta_1)\text{Sen}(\theta_5) \text{Sen}(\theta_5) + \text{Cos}(\theta_1) (\text{Cos} \\
&\quad (\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)\text{Cos}(\theta_5)\text{Sen}(\theta_6) - \text{Sen}(\theta_2 + \\
&\quad \theta_3 + \theta_4)\text{Cos}(\theta_6)), \\
m_{14} &= \text{Cos}(\theta_1)(l_2\text{Cos}(\theta_2) + l_3 \text{Cos}(\theta_2 + \theta_3)), \\
m_{21} &= \text{Cos}(\theta_6)(\text{Cos}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \text{Cos}(\theta_5) \text{Sen} \\
&\quad (\theta_1) + \text{Cos}(\theta_5) \text{Sen}(\theta_1)) + \text{Sen}(\theta_1) \text{Sen}(\theta_2 \\
&\quad + \theta_3 + \theta_4) \text{Sen}(\theta_6)), \\
m_{22} &= -\text{Cos}(\theta_1)\text{Cos}(\theta_5) + \text{Cos}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)\text{Sen} \\
&\quad (\theta_1)\text{Sen}(\theta_5), \\
m_{23} &= -\text{Cos}(\theta_6)\text{Sen}(\theta_1) \text{Sen}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) (\text{Cos} \\
&\quad (\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \text{Cos}(\theta_5)\text{Sen}(\theta_1) + \text{Cos}(\theta_1) \\
&\quad \text{Sen}(\theta_5))\text{Sen}(\theta_6)), \\
m_{24} &= \text{Sen}(\theta_1)(l_2\text{Cos}(\theta_2) + l_3 \text{Cos}(\theta_2 + \theta_3)), \\
m_{31} &= \text{Cos}(\theta_6)\text{Cos}(\theta_5)\text{Sen}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) + \\
&\quad \text{Cos}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)\text{Sen}(\theta_6), \\
m_{32} &= -\text{Sen}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)\text{Sen}(\theta_5), \\
m_{33} &= -\text{Cos}(\theta_5)\text{Sen}(\theta_6)\text{Sen}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) - \\
&\quad \text{Cos}(\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)\text{Cos}(\theta_6), \\
m_{34} &= -l_1 - l_2 \text{Sen}(\theta_2) - l_3 \text{Sen}(\theta_2 + \theta_3), \\
m_{41} &= 0, \\
m_{42} &= 0 \\
m_{43} &= 0 \\
m_{44} &= 1,
\end{aligned}$$

donde

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6$, son los ángulos de giro de las articulaciones primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta, respectivamente,

l_1, l_2, l_3 , denotan las longitudes de los elementos del robot que unen la articulación primera con la segunda, la segunda con la tercera y la tercera con la cuarta, respectivamente.

En la realización preferida del brazo maestro, éste cuenta con sensores en todas las articulaciones (en la Figura 2 no se muestra el primero, que se encuentra en el interior de la estructura del brazo maestro). Estos sensores son preferiblemente codificadores angulares ópticos, aunque también pueden disponerse potenciómetros o resolvers. En una realización alternativa del brazo maestro (Figura 4), éste no cuenta con sensores en sus dos últimas articulaciones, y se dispone una membrana (a) que debe atravesar el endoscopio unido al brazo maestro en su camino a la fijación con éste. Esta membrana, con características mecánicas apropiadas, emula el punto de inserción de la herramienta real en el cuerpo

del paciente, con lo que, conocida la posición de dicha membrana, sólo son necesarios cuatro sensores en el brazo maestro del mismo modo que la herramienta real sólo puede moverse con cuatro grados de libertad. Alternativamente, pueden montarse motores eléctricos en sustitución de los sensores eliminados, de manera que pueda proporcionarse al cirujano, a través de fuerzas transmitidas en el manipulador maestro, información acerca de límites de seguridad en el movimiento de la herramienta quirúrgica. Así por ejemplo, una vez definidos unos límites en los que el movimiento del instrumento quirúrgico es seguro, el sistema puede poner en funcionamiento los motores mencionados de manera que produzcan una fuerza proporcional a la cercanía de la herramienta a los límites de trabajo.

En el manipulador maestro pueden disponerse también medios para especificar una ganancia o una atenuación en la correspondencia de sus movimientos con los de la herramienta real. También pueden disponerse medios para interrumpir dicha correspondencia de movimientos, de manera que el cirujano pueda retirarse del manipulador maestro, o éste pueda llevarse a una posición de trabajo más favorable, con seguridad.

Los datos obtenidos de los sensores instalados en el brazo maestro son conducidos al controlador del robot, donde (si los sensores no son digitales) se convierten de analógicos a digitales. El mencionado controlador calcula la posición del manipulador maestro en base al modelo cinemático de éste y a los datos de los sensores. La posición calculada, una vez modificada mediante la atenuación o la ganancia especificadas por el usuario, si es el caso, se transforma en una orden de movimiento para el robot que porta el instrumento real. El controlador del robot se encarga, asimismo, de generar información acerca del estado del sistema, del transcurso de la operación, o de otros aspectos que puedan considerarse de interés para el cirujano. Esta información puede mostrarse en la pantalla de vídeo en la que habitualmente se muestra la imagen de la cámara en las intervenciones de cirugía mínimamente invasiva. Si el controlador del robot no tiene la capacidad suficiente para llevar a cabo estas tareas, puede disponerse un sistema electrónico (comercial o de diseño específico) que se ocupe parcial o totalmente de ellas (en cuyo caso el controlador únicamente recibiría las órdenes de movimiento que debe efectuar el robot, y las transformaría en los movimientos adecuados de éste). En la Figura 5 se muestra un diagrama de bloques de la realización preferida del sistema. En la Figura 6 puede verse un diagrama correspondiente a una realización alternativa, en la que un sistema electrónico auxiliar descarga al controlador del robot de parte de las tareas.

Aplicaciones

El sistema permite utilizar un robot para una gran variedad de procedimientos de cirugía mínimamente invasiva, en particular la resección transuretral de la próstata, pero de manera que el cirujano puede seguir aprovechando su experiencia y sus habilidades adquiridas con la práctica convencional de estas técnicas (esto es, sin robots). El diseño del manipulador maestro, que

permite engarzar un resector convencional (u otra herramienta de cirugía mínimamente invasiva), logra que el cirujano se siga encontrando con el mismo dispositivo, lo que facilita la transición de éste y mejora su adaptación al sistema y el tiempo requerido para ello. El uso de robots incrementa las capacidades de manipulación de los seres humanos, por lo que su introducción en los quirófanos permite mejorar el rendimiento en numerosas operaciones quirúrgicas, así como afrontar algunas que hasta ahora no eran viables. El sistema descrito queda abierto en cuanto al robot empleado (siempre que éste cumpla los requisitos

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

mencionados en la descripción de la invención), por lo que puede ser utilizado para mejorar las características de sistemas de robótica quirúrgica ya existentes pero también para adaptar sistemas robot no específicos, por Ejemplo basados en robots industriales.

Otra importante aplicación de la invención es la formación de nuevos cirujanos en este tipo de técnicas. La difusión de la cirugía mínimamente invasiva está limitada, en gran parte, por la dificultad de su aprendizaje. Así, el sistema descrito puede contribuir a extender este tipo de práctica quirúrgica.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata, **caracterizado** por el uso de un robot manipulador de al menos cuatro grados de libertad, un efector final que permite sujetar el resector con firmeza y seguridad pero que permite liberarlo sin herramientas, un controlador para el robot, y un manipulador maestro que reproduce la forma del resector o que permite engarzar en él un resector real.

2. Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata según la reivindicación 1) en el que se incluye un sistema electrónico auxiliar que releva al controlador del robot de algunas de sus tareas.

3. Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata según la reivindicación 2) en el que el sistema electrónico auxiliar es de diseño específico.

4. Sistema de teleoperación de robots para resección transuretral de la próstata según la reivindicación 2) en el que el sistema electrónico auxiliar es un computador comercial.

5. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas que reproduce la forma de la herramienta quirúrgica que porta el robot o en el que se puede engarzar una herramienta real, también similar a la que porta el robot.

6. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicación 5), en el que se dispone de medios para interrumpir la correspondencia de sus movimientos con la de la herramienta montada en el robot.

7. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según las reivindicaciones 5) y 6), en el que se disponen medios adicionales de entrada de órdenes al margen de los movimientos del mencionado manipulador.

8. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según las reivindicaciones 5), 6) y 7) con seis grados de libertad.

9. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicación 8), en el que los grados de libertad se encuentran dispuestos como se muestra en la Figura 3.

10. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según las reivindicaciones 8), y 9), en el que todas las articulaciones están dotadas de sensores.

11. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según las reivindicaciones 5), 6), 7), 8), 9) y 10), en el que se dispone una membrana que atraviesa el resector o la herramienta quirúrgica real engarzada en el mencionado manipulador, de manera que los movimientos de la herramienta engarzada al brazo maestro quedan limitados a los que posee la herramienta insertada en el cuerpo del paciente.

12. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicación 9), en el que la membrana posee características mecánicas que asemejan los movimientos de la herramienta montada en el manipulador maestro a los que se experimenta en una operación convencional sin robots.

13. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicaciones 9) y 10), en el que no se disponen sensores en las dos últimas articulaciones del mencionado manipulador.

14. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicaciones 9) y 10), en el que se disponen motores eléctricos en las dos últimas articulaciones del mencionado manipulador.

15. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicación 8), en el que estos sensores son codificadores angulares ópticos.

16. Manipulador maestro para la teleoperación de robots en tareas quirúrgicas según la reivindicación 8), en el que estos sensores son potenciómetros.

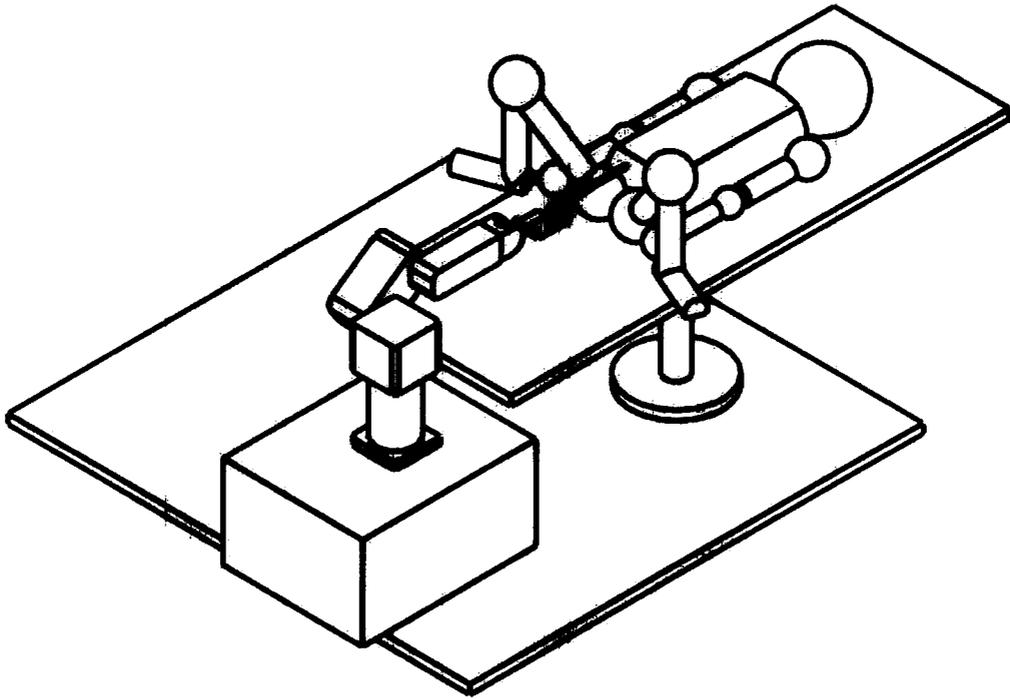


Figura 1

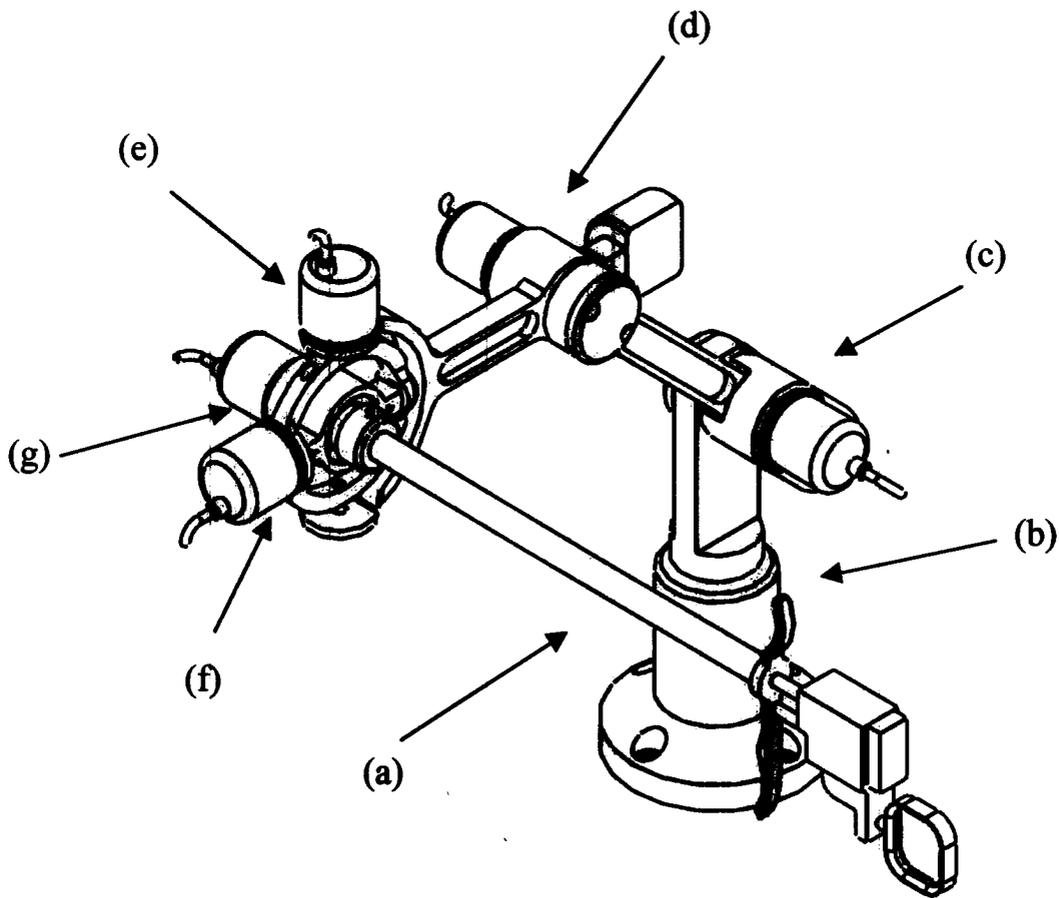


Figura 2

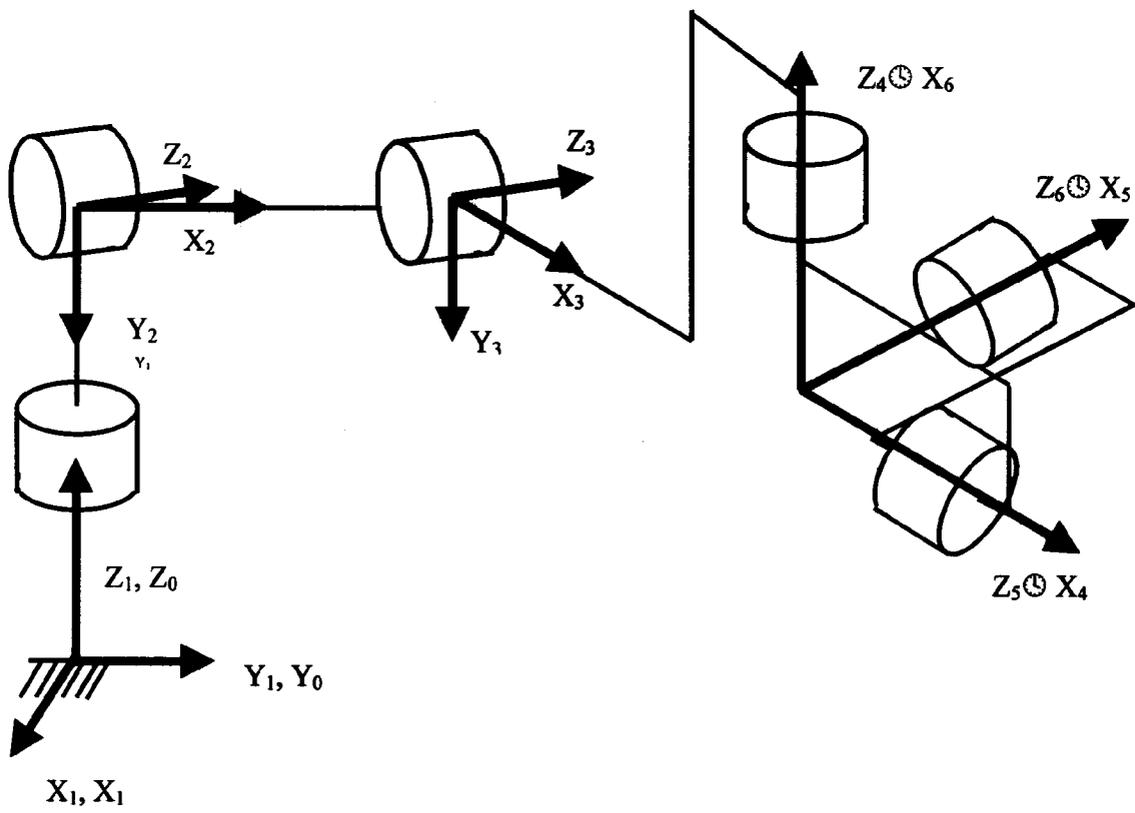


Figura 3

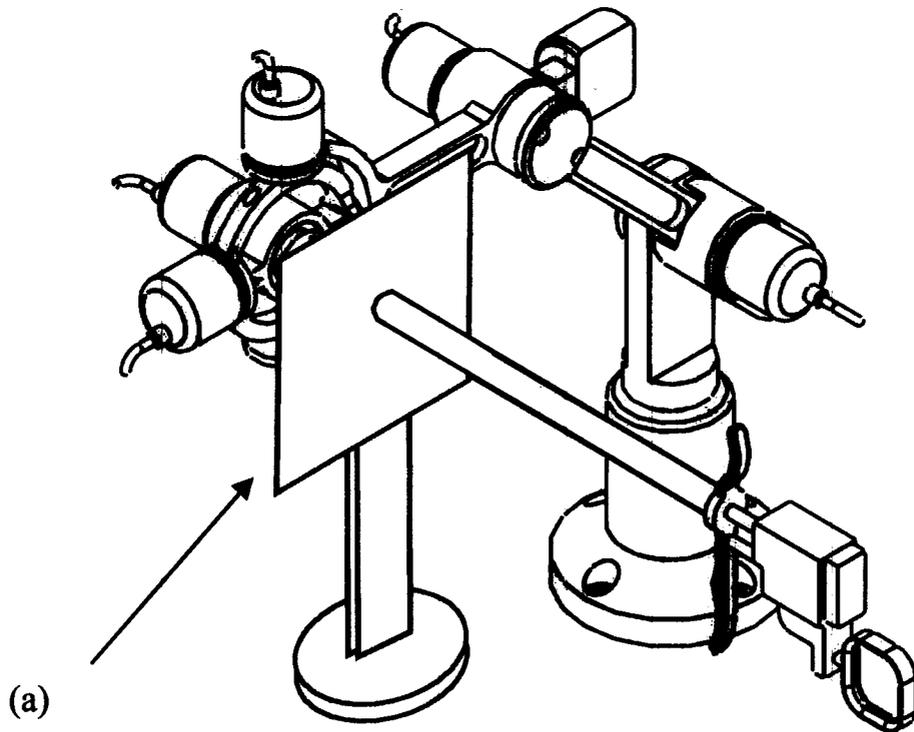


Figura 4

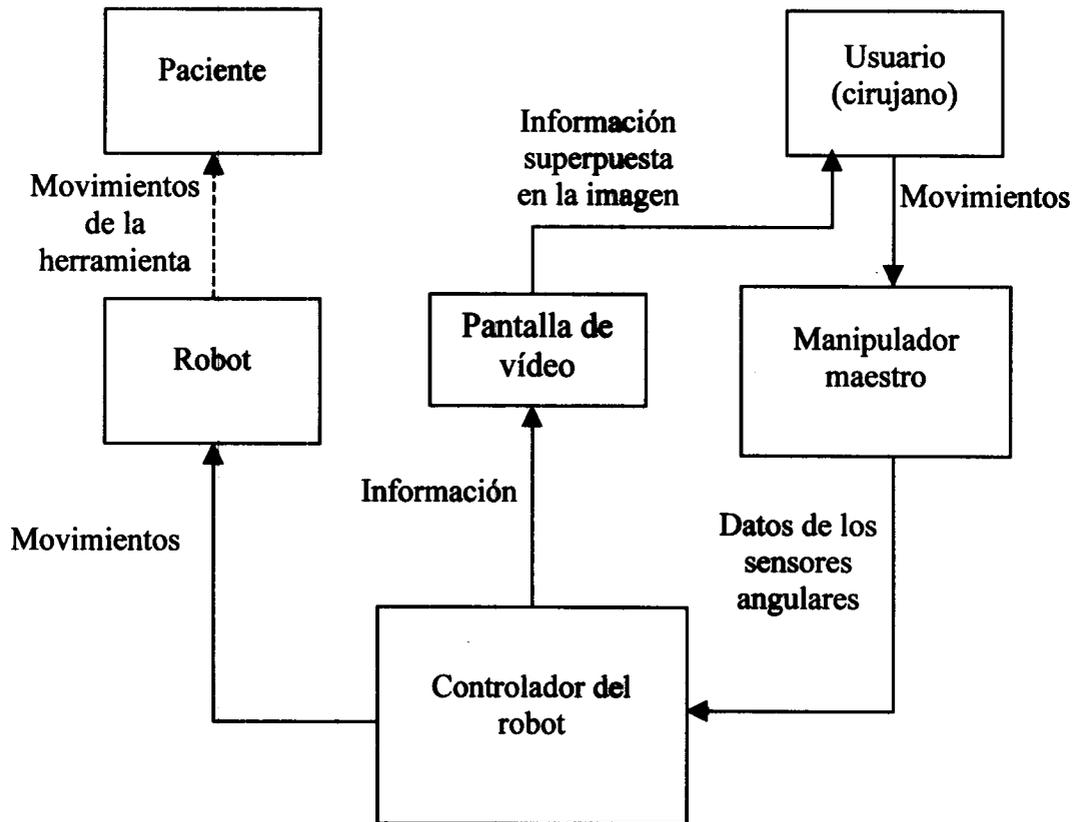


Figura 5

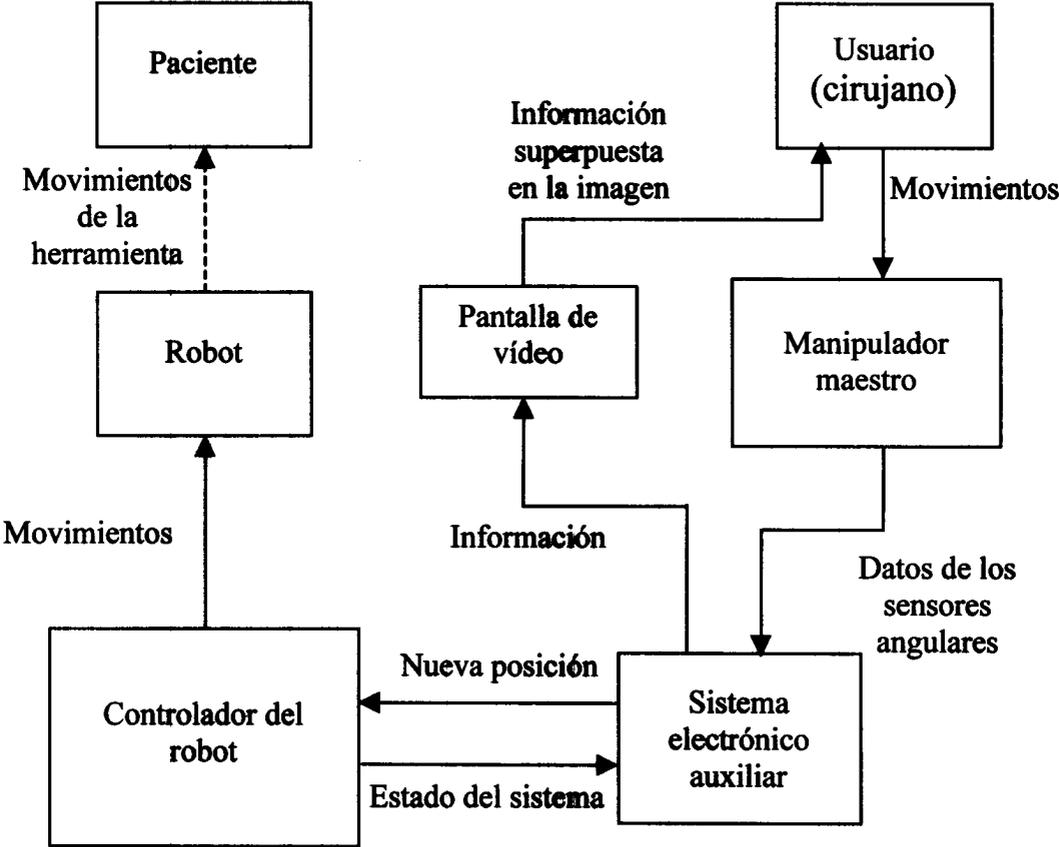


Figura 6



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁷: A61B 17/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5784542 A (OHM et al.) 21.07.1998, columna 2, línea 12 - columna 3, línea 45; columna 5, línea 8 - columna 6, línea 18; columna 16, líneas 5-50,60-62; columna 17, línea 55 - columna 18, línea 42; columna 19, línea 39 - columna 21, línea 32.	1-8,15
A		10,13,14,16
A	US 2001020200 A (DAS et al.) 06.09.2001, todo el documento.	1-8
A	ES 2150880 A (UNIVERSIDAD DE MÁLAGA) 01.12.2000, reivindicaciones.	1,7,10,15,16
A	WO 0007503 A (INTUITIVE SURGICAL INC.) 17.02.2000, reivindicaciones.	1-4

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 n.º:

Fecha de realización del informe

29.01.2004

Examinador

A. Cardenas Villar

Página

1/1