



TÍTULO DE PATENTE NO. 258129

Titular(es): CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.

Domicilio(s): Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, 07360, Distrito Federal, MÉXICO

Denominación: ASISTENTE ROBÓTICO PARA CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA.

Clasificación: Int.CI.8: A61B1/00; A61B17/00; A61B17/34; B25J11/00

Inventor(es): ARTURO MINOR MARTÍNEZ; JOSÉ LUIS MOSSO VÁZQUEZ

SOLICITUD		
Número:	Fecha de presentación:	Hora:
PA/a/2002/009959	9 de octubre de 2002	13:21
PRIORIDAD		
País:	Fecha:	Número:

ESTA PATENTE CONCEDE A SU TITULAR EL DERECHO EXCLUSIVO DE EXPLOTACIÓN DEL INVENTO RECLAMADO EN EL CAPÍTULO REIVINDICATORIO Y TIENE UNA VIGENCIA IMPRORROGABLE DE VEINTE AÑOS CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD.

Fecha de expedición: 18 de junio de 2008

EL DIRECTOR DIVISIONAL DE PATENTES

QUÍM. FABIÁN R. SALAZAR GARCÍA



MX/2008/62444

Asistente robótico para cirugía laparoscópica.

Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

Campo de la invención.

La presente invención se relaciona a la exploración médica de órganos y cavidades del cuerpo mediante dispositivos o aparatos que desarrollan espacios anatómicos en ellos mediante procedimientos de laparoscopia y que son útiles para asistir cirugías que requieren de tales procedimientos.

Antecedentes de la invención.

Dentro del campo médico se han desarrollado múltiples técnicas quirúrgicas e instrumentos que han permitido la realización de cirugías evitando grandes incisiones en el cuerpo del paciente y que provocaban un mayor riesgo de infecciones intra-hospitalarias así como un mayor daño a tejidos, hecho que dificultaba en muchas ocasiones la recuperación completa después de la cirugía. Una de las técnicas que ha evitado éste tipo de manipulación en los pacientes durante la cirugía son los procedimientos de laparoscopia, los cuales además permiten desarrollar espacios anatómicos adecuados para permitir la visualización de los órganos y de la misma manipulación dentro del cuerpo. Hasta la fecha se han diseñado múltiples aparatos e instrumentos para la exploración laparoscópica, dentro de los cuales se pueden citar los diseñados por Kieturakis dotado de un balón inflable^[1], para la intervención de cirugía espinal^[2], sistemas automáticos asistidos por robot^{[3],[18],[19],[20]} y accesorios para intervención laparoscópica^[4] entre otros.

A pesar de que los procedimientos de laparoscopia evitan el uso de métodos más invasivos durante la cirugía, tales procedimientos han representado hasta la fecha una serie de inconvenientes, tanto en la manipulación como en los dispositivos diseñados para tal fin.

Tradicionalmente la cirugía asistida por procedimientos de laparoscopia se lleva normalmente de la siguiente manera. Una vez que el cirujano ha determinado el órgano a operar en el paciente en la zona torácica o abdominal, se introduce por un orificio (3) realizado al paciente bióxido de carbono a presión constante para

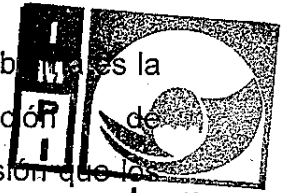


tener un espacio de trabajo adecuado, creando un domo (4) de trabajo (aquí en adelante se mencionara simplemente como domo), por otro orificio o el mismo y cerca del órgano a operar se introduce un laparoscopio (2) que tiene en uno de sus extremos una microcámara (1). El laparoscopio es una fibra óptica rígida la función de ésta es transmitir luz al interior del domo y posteriormente transmitir la imagen al exterior en tiempo real de lo que existe al interior del domo y exhibirla en un monitor de alta resolución. Finalmente por otro u otros orificios, se introducen los instrumentos necesarios para realizar la intervención quirúrgica.

En este procedimiento el cirujano requiere estar observando todo el tiempo el órgano o tejido a operar así como las herramientas que utiliza dentro del domo, y esto lo hace por el monitor ubicado frente a él. Por esta razón el cirujano requiere que el laparoscopio se mueva de acuerdo a sus necesidades visuales dentro del domo para poder ver mejor el órgano a operar y realizar un mejor trabajo de cirugía. Para realizar esto, un asistente humano controla el laparoscopio hacia diferentes direcciones donde verbalmente le indica el cirujano que está ejecutando el procedimiento quirúrgico. El cirujano principal realiza la navegación dentro del domo con la ayuda del asistente. Este método de navegación asistido por otro médico presenta un retardo temporal importante, debido a la comunicación subjetiva que puede haber entre el cirujano y el asistente. Expresiones dadas durante la cirugía tales como "*mover a la derecha un poquito*" son muy frecuentes, con lo cual la comunicación verbal es imprecisa, generando magnitudes de desplazamiento ambiguos, difíciles de cuantificar para el asistente y que solamente el cirujano principal sabría cual es la medida correcta de desplazamiento para que se pueda realizar correctamente la aproximación visual al órgano o tejido durante la cirugía.

Otro de los problemas es que el asistente humano por cansancio puede hacer temblar el laparoscopio y mover la imagen que observa el médico durante la intervención, dificultando la precisión necesaria que necesita el cirujano; evidentemente, este tipo de movimientos involuntarios que se dan durante el manejo del laparoscopio son indeseables para la intervención quirúrgica.

Una de las soluciones que se han ofrecido a la resolución de éste problema es la manipulación del laparoscopio mediante la utilización de robots^{[5],[6],[7],[8],[9],[10],[11],[12],[13],[14],[15],[16],[17]}, permitiendo una mayor precisión que los



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

5 Estos robots pueden ser activados por voz, teclado y joystick ó bien por palanca de juegos. Las configuraciones físicas de los robots utilizados son diferentes, y dependen del fabricante o del laboratorio donde se desarrolle la investigación. La función que debe cumplir el asistente robótico o humano durante esta cirugía, es que durante el movimiento del laparoscopio, éste respete la integridad del orificio de ingreso, aun cuando se muéva hacia todas direcciones, y además ingrese o salga libremente del domo complementada con la dirección como se aprecia en la figura 1. Este requisito es importante, pues de no hacerlo se corre el riesgo de rasgar la dermis o la piel superficial, provocando daños innecesarios y que pueden ser graves al paciente.

10 15 El ingreso del laparoscopio por el medio robótico debe ser discreto para que no dañe algún órgano o tejido. Esto implica que durante la navegación dentro del domo (4) el cirujano debe tener mucha precaución pues desconoce el valor real de tensión del camino de navegación y su relación con él solo es visual.

En todos los diseños de asistentes robóticos para cirugía laparoscópica conocidos hasta el momento, se utilizan más de cinco grados de libertad; considerando que cada grado de libertad implica un costo adicional en factores tales como peso, electrónica, diseño mecánico, programación, mantenimiento (preventivo y correctivo), entre otros, la reducción de grados de libertad del diseño de la presente invención permite generar ahorros substanciales en los factores anteriormente mencionados.

20 25 Adicionalmente es necesario contar con dispositivos en los cuales pueda colocarse el laparoscopio de manera para que no existan fugas de energía eléctrica al paciente, esto debido a que el robot entra en contacto con fuentes de corriente eléctricas y que de manera indirecta entran en contacto con el paciente a través del laparoscopio. Esto representa un inconveniente importante en los diseños actuales, ya que éste tipo de fugas eléctricas de no ser aisladas pueden

30

provocar desde daños en los tejidos abiertos del paciente durante la cirugía hasta la muerte.

En éste sentido, el diseño del asistente de la presente invención garantiza que no fluye corriente eléctrica hacia el paciente a través del asistente, evitando con el riesgo de electrocución. La erradicación de éste efecto está garantizada del diseño al utilizar un portallaparoscopio (13) de material aislante que desacopla el contacto eléctrico entre el robot y el laparoscopio que tiene contacto directo con el paciente (ver figura 4).

El contar con robots asistentes para cirugía laparoscópica que aseguren una manipulación precisa durante la intervención quirúrgica, que eliminen o disminuyan el riesgo de daños traumáticos en el tejido y órganos del área de ingreso con lo cual la recuperación del paciente es mucho más rápida y que sean accesibles, es de mucho interés en el campo médico.

15 **Breve descripción de las figuras.**

Figura 1. Se observa el movimiento que debe respetar el laparoscopio en el orificio de ingreso del domo de trabajo. El laparoscopio puede entrar y salir del domo, así como también moverse en cualquier dirección.

Figura 2. Se observa una vista isométrica de conjunto del robot asistente compuesto de cuatro articulaciones activas más una articulación pasiva.

Figura 3. Se observa una vista isométrica de conjunto del robot asistente compuesto de cuatro articulaciones activas más una articulación pasiva sujeta a una superficie superior plana.

Figura 4. Se observa una vista isométrica (Panel A) y frontal (Panel B) de conjunto del portallaparoscopio de la presente invención.

Figura 5. Se describe un diagrama general para la activación del asistente robótico, iniciándose desde la interfase usuario-electrónica, seguido de una etapa de control por programación y finalizando en una etapa de control electrónico lográndose el movimiento del robot.

Figura 6. Se muestra la etapa de control electrónico responsable del movimiento de cada articulación del robot, comenzando desde la salida de la señal del puerto



de salida de la interfase (computador ó microcontrolador) hasta su llegada hasta el motor localizado en cada articulación.

Figura 7. Se muestra el diagrama integral de activación del asistente robótico, incluyendo las etapas de control por programación y control electrónico.



5

Descripción del invento.

Es por ello que uno de los objetivos de la presente invención es el contar con un robot asistente para cirugía laparoscópica que supere éstos problemas y que represente una opción técnica y comercial para su uso en éste tipo de intervenciones quirúrgicas.

Otro de los objetivos de la presente invención es el de contar con un robot asistente para cirugía laparoscópica que permita diferentes grados de adaptabilidad en el movimiento de navegación durante intervenciones quirúrgicas que requieran de ello.

Otro de los objetivos de la presente invención es el de contar con un robot asistente para cirugía laparoscópica sencillo en su estructura, con la cual su mantenimiento y refacciones es más accesible, así como de uso seguro y preciso. Otro de los objetivos de la presente invención es el de contar con un sistema sencillo y seguro de sujeción del laparoscopio al asistente robótico que permita el aislamiento de fugas eléctricas del robot que puedan ser transmitidas al paciente a través del laparoscopio, proporcionando seguridad eléctrica durante la intervención quirúrgica.

El asistente robótico de la presente invención, permite una mayor adaptabilidad en el movimiento, auto-adaptación de su posición al orificio de ingreso y una navegación suave sin molestar el tejido del paciente. Las consideraciones y criterios de diseño propuestas para el robot asistente de la presente invención permiten eliminar el alto costo informático o de programación para realizar la misma tarea de navegación que la de los actuales robots comerciales, pues la colocación del laparoscopio con la asistencia del robot en el orificio de ingreso se auto-adapta.



En general, el robot asistente de la presente invención consta de una base, una columna, un brazo articulado capaz de sujetar el laparoscopio a través de una articulación pasiva, un sistema de control por programación y electrónico, y un software que permite dar precisión y navegar dentro de la cavidad de la pa-
5 con la ayuda del cirujano. Los medios de interacción con el robot pueden ser diversos, dependiendo de la interfase de comunicación hombre-máquina que se pretenda establecer, sin embargo a pesar de que cualquier interfase cirujano-robot funciona para los fines de la presente invención, se prefiere usar un sistema de videojuego por sus características ergonómicas de manipulación.

10 Así mismo el asistente robótico está formado de articulaciones activas dotadas de motores, y de una articulación pasiva, que en conjunto permiten el movimiento del mismo. Para los fines de la presente invención, una articulación activa será aquella que se mueve debido a un efector eléctrico (motor), neumático, hidráulico o bien a alguno capaz de provocar un movimiento. Así mismo, la articulación
15 pasiva puede ser de cualquier tipo, preferentemente rotatoria.

El diseño del asistente robótico de la presente invención, permite incluso cambiarlo de posición para asegurar su funcionamiento y para permitir un manejo eficiente y versátil del mismo, por ejemplo, puede sujetarse mediante su base a cualquier superficie plana del cuarto quirúrgico como el techo (ver figura 3) o las
20 paredes, o bien a cualquier superficie plana del mobiliario utilizado para la cirugía, como en las mesas de intervención quirúrgica.

Con la finalidad de activar a cada uno de los motores de las articulaciones activas, el brazo robótico tiene un sistema electrónico que permite controlar el movimiento de la base (5), columna (6), brazo (7) y muñeca (8). Cada uno de los motores
25 mencionados pueden controlarse electrónicamente desde una computadora personal conectada al asistente robótico a través de un puerto de salida como puede ser el puerto paralelo, serial ó USB con un programa de software que sigue el diagrama de flujo que se presenta en la figura no. 7, o bien a través de un micro-controlador, DSP u otro dispositivo que disponga de puertos de entrada, de
30 salida y de capacidad de memoria para establecer la misma función descrita.



Con el asistente robótico de la presente invención se respeta la manera en que el laparoscopio (2) debe apoyarse en el orificio de ingreso (3) en la pared abdominal durante la cirugía y realizar la navegación como se describe gráficamente en la figura 1. Esto evita por una parte, desgarres en la piel del paciente durante la navegación, y proporciona un mayor control del médico durante la manipulación ya que se podrá ingresar sucesivamente y rotar el laparoscopio para explorar y acercarse al tejido o al órgano a analizar, cortar, cauterizar, etc. Así mismo durante la manipulación, el usuario realiza una aproximación del robot hasta el punto de inserción del paciente, utilizando una interfase usuario-electrónica como por ejemplo un joystick como sistema de control. Una vez insertado el laparoscopio, el usuario utilizando el joystick desplaza cada una de las articulaciones activas hasta llegar al lugar de exploración. Utilizando la misma metodología con el joystick, el usuario puede navegar y realizar la cirugía de manera efectiva y precisa.

En la presente invención (figura 2, figura 3), el robot asistente consta de una base (5) que soporta al brazo (7), la cual en su interior dispone de un sistema electromecánico que permite que la columna (6) del robot pueda girar libremente hasta 360 grados, ya sea de derecha a izquierda o de izquierda a derecha. En la parte superior de la columna se localiza un sistema electromecánico (31) capaz de mover al brazo del robot, siendo el movimiento de éste último hacia arriba y abajo. En uno de los extremos del brazo del robot se dispone de dos sistemas electromecánicos, uno de ellos (9) con un movimiento en la misma dirección de la base y el otro integrado en una guía lineal (10) que describe un movimiento lineal. Esta disposición permite que todas las articulaciones activas contribuyan a darle el movimiento a la última articulación pasiva, donde es colocado el portalaparoscopio (13). En ésta guía lineal (10), que puede ser removible, se sujeta una articulación pasiva giratoria (11) que en su parte final sujeta mecánicamente, mediante una extensión adosada a ésta última articulación (12), el portalaparoscopio (13) que es donde descansa el laparoscopio (1, 2). Este portalaparoscopio (13) está sujeto mecánicamente en uno de sus extremos (14) a la extensión de la articulación

pasiva (12), y en el otro extremo dispone de un seguro mecánico (15) para quitar, colocar y asegurar el laparoscopio (1, 2) fácilmente.

En la presente invención, se incluye un portalaparoscopio el cual es un dispositivo para la sujeción y desacoplamiento eléctrico del laparoscopio que consta de:

- 5 a) un bloque inferior que en su parte central superior contiene un orificio en forma semicircular,
- b) un bloque superior que en su parte central inferior contiene un orificio en forma semicircular, en uno de sus extremos tiene un seguro mecánico y en donde el bloque se encuentra unido en una de sus caras a uno de los extremos de un bloque de forma rectangular que en su parte superior
- 10 contiene un orificio de forma cuadrada, y

en donde los bloques inferior y superior están unidos entre sí por el extremo opuesto a donde se encuentra el seguro mecánico y que al unirse por su parte central forman un orificio circular.

- 15 El portalaparoscopio (13) de la presente invención, está fabricado en plástico de alta resistencia mecánica y eléctrica, lo que permite aislar eléctricamente al paciente de cualquier fuga eléctrica proveniente del robot proporcionándole seguridad eléctrica. Solo a manera de ilustración y según como se observa en la figura 4, el portalaparoscopio consta de un bloque rectangular (32) que puede ser
- 20 construido con materiales de alta resistencia mecánica y eléctrica (por ejemplo, plástico), conteniendo en la parte superior un orificio de forma cuadrada (33) para que durante la rotación o movimiento del laparoscopio, el bloque no se desplace de su posición central. En su parte inferior el bloque está dividido en dos partes (34, 35), pero ambas están unidas por uno de sus extremos (36). Al unir ambas
- 25 partes, se forma un orificio circular en la parte central (37), orificio por donde entra el laparoscopio. Para sujetar el laparoscopio, ambas partes se unen y se aseguran mediante un seguro mecánico metálico (15); de ésta manera el laparoscopio queda firmemente sujeto formando un solo bloque. Para separar el laparoscopio, se quita el seguro mecánico (15) manualmente liberando ambas partes. El
- 30 portalaparoscopio finalmente se integra al robot a través del orificio en forma cuadrada (33) localizado en la parte superior del bloque rectangular, por medio de



una extensión metálica (12) con forma cuadrada en su parte final y rosca. De esta manera, con una tuerca se sujeta la extensión mecánica; en su otro extremo, la extensión se sujeta a la articulación pasiva del robot. Este portalamparoscopio, al



ser de un material de alta resistencia eléctrica, desacopla eléctricamente al robot del paciente, eliminando totalmente el riesgo de un choque eléctrico al paciente y contribuyendo a que no se requiera de una etapa de protección eléctrica del robot que redunde en un menor costo en el diseño propuesto.

Con respecto al asistente robótico de la presente invención, los motores (30) de cada articulación son controlados desde una computadora personal mediante una interfase usuario-electrónica (16) que puede ser una computadora, joystick, teclado, joypad, mouse, movimiento cefálico, movimiento ocular, movimiento perceptual u otros que sean convenientes para la comunicación con la computadora, a través de un programa (ver figura 7 panel izquierdo) así como microcontroladores de cualquier tipo, DSP, PLC o cualquier otro medio electrónico que permita comunicación con el asistente robótico. Este programa inicialmente (21) escribe al puerto de salida de la computadora una palabra de ocho bits igual a cero (22), implicando que todas las salidas de éste puerto tengan un cero digital y en consecuencia ningún motor y articulación asociada al robot se mueve; los puertos de salida que pueden ser utilizados para los fines de comunicación con el sistema del robot pueden ser el puerto paralelo, serial u otro conveniente. Después el programa pregunta por el estado digital de cada uno de las partes de la interfase usuario-electrónica (23) en éste caso, como por ejemplo los botones del sistema de juegos (joypad) utilizadas como control, y que es activada por el usuario. Si alguno de los botones es activado, (esto se refleja como un cambio de valor en alguna de las variables utilizadas en el programa) entonces se procede a escribir una palabra digital específica (25, 26, 27, 28) en el puerto de salida de la computadora (29) y que está relacionada electrónicamente con el sistema de potencia (20) de cada motor que controla los movimientos de cada articulación del robot. Esto provoca que el motor asociado digitalmente (30) sea activado con una dirección y velocidad adecuadas. De ésta manera el usuario realiza una

retroalimentación visual con el robot utilizando la interfase usuario-electrónica, logrando así la navegación dentro del domo.

En el momento que el usuario o cirujano desactiva la interfase usuario-electrónica,

(24), el programa escribe en el puerto de salida una vez más la palabra digital cero

5 (22) para que el motor (30) de la articulación deje de moverse. Este procedimiento

se realiza por ejemplo, con todos los botones del joystick indefinidamente,

haciendo por este método que el usuario realice las aproximaciones y la navegación con el robot durante la cirugía, hasta que el usuario apaga eléctricamente al robot o suspende el programa de activación.

10 El sistema de control integral que permite el control y movimiento del robot no está limitado a ser implementado en una computadora personal, dado que puede adaptarse a un microcontrolador, un DSP, un microprocesador u otro dispositivo que permita llevar a cabo, mediante el sistema de control descrito, la comunicación del usuario con el robot.

15 Este sistema permite por su versatilidad, una conectividad a la computadora personal del asistente robótico más inmediata y sin el uso de complicados procedimientos de instalación o hardware especialmente diseñado para lograr su funcionamiento. El uso del puerto de salida de la computadora (29) para lograr la comunicación entre ésta y el asistente robótico, permite una muy importante

20 simplificación de la conectividad entre estos elementos.

En general, el movimiento del asistente robótico se logra a partir de diferentes etapas como puede observarse en la figura 5. A partir de la activación por el usuario de la interfase usuario-electrónica (16), la computadora realiza una etapa de control por programación (17) en la cual se detecta si la interfase ha sido

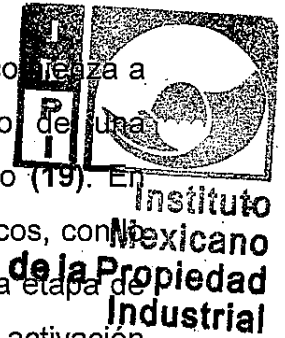
25 activada por el usuario, con lo cual se desencadena posteriormente la activación de la etapa de control electrónico (18) que es la que permite generar el movimiento de cada motor (30) asociado a las articulaciones activas del asistente robótico.

Como se ha descrito, el movimiento de cada una de las articulaciones activas del

30 asistente robótico de la presente invención se logra a partir de la activación programada de los motores asociados (30) a cada una de ellas. Dicha activación



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial



es posible a partir de una etapa electrónica (18) (ver figura 6), la cual comienza a partir de la salida digital del puerto de salida (29), por ejemplo de una computadora, desencadenando una etapa de acoplamiento electrónico (19). En

5 ésta etapa adicionalmente se pueden utilizar optoacopladores electrónicos, con la cual no existe conexión electrónica directa entre la etapa de control y la etapa de potencia (20) que posteriormente se realiza en la etapa electrónica de activación (18); este diseño permite que la conexión entre la etapa de control y potencia (20) pueda realizarse por luz. Dentro del diseño de la etapa electrónica pueden utilizarse adicionalmente dos optoacopladores por motor haciendo posible, de ésta
10 manera, la transferencia de dos señales de control que permiten activar al motor (30) en cualquier dirección y a la velocidad especificada del programa. Después de la etapa de control se continua con la etapa de potencia (20), la cual permite relacionar las señales de control a la potencia eléctrica necesaria para cada motor (30). Este mismo mecanismo se aplica a cada articulación activa del asistente
15 robótico de la presente invención.

El diseño del asistente robótico de la presente invención, permite una mayor adaptabilidad en el movimiento y posicionamiento durante la intervención y exploración quirúrgica. Así mismo el software empleado permite también utilizar el puerto paralelo de cualquier computadora personal para sacar datos para el
20 control del robot, convirtiendo al puerto en una interfase compatible con el robot y cualquier computadora.

Referencias.

- [1] Kieturakis, M.J., et. al. *Apparatus and method for developing an anatomic space for laparoscopic procedures with laparoscopic visualization*. US Pat 25 2001/0029388, Oct 11, 2001.
- [2] Zdeblick, T.A., et. al. *Laparoscopic instrument sleeve*. PCT/US01/40126, Sep 20, 2001.
- [3] Bieger, J., et. al. *Fully-automatic, robot-assited camera guidance using position
30 sensors for laparoscopic interventions*. PCT/DE01/01886, Nov 29, 2001.



- [4] de la Torre, R. A., et. al. *Laparoscopic access port for surgical instruments for the hand*. US 6319246, Nov 20, 2001.
- [5] H. A. Paul, B. Mitlestadt et. al. 1992. *Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty*. *Clinical Orthopaedics*. **285**: 57-66.
- 5 [6] Benabid AL, Cinquin P., Lavalle S. *Computer driven robot for stereotactic surgery connected to CT scan and magnetic resonance imaging*. *Proceedings American Society Stereotactic Funtional Neurosurgery*, Montreal 1987.
- [7] Soni AH Gudavilli MR Herndon WA, Sullivan JA. 1986. *Application of passive robot in spine surgery*. *Proc. Eight Annual Conf. IEEE/Engineer Biol and Med Society*. **3**: 1186-1191.
- 10 [8] Levy SA, Ramani K. 1987. *Robotic ophthalmic surgery an evaluation in radial keratotomy*. *IEEE Ninth annual Conf Engineering Medicine Biology Society Boston MA*. Nov 13-16 pp 1102-1103.
- [9] P.Cinquin et. al. 1995. *Computer Assisted Medical Interventions*. *IEEE Engineering in medicine and Biology*, pp. 254-263.
- 15 [10] Paolo Dario et. al. 1996. *Robotics for medical Applications*. *IEEE Robotics &Automation Magazine*, pp 44-54.
- [11] Sackier, J.M., et. al. 1994. *Robotically assisted laparoscopic surgery. From concept to development*. *Surgical Endoscopy* **8**: 63-66.
- 20 [12] Hyosig Kang and Jhon T. Wen. 2001. *Robotic Assistants aid surgeons during minimally invasive procedures*. *IEEE Engineering in medicine and Biology*, pp. 94-96.
- [13] E. Hanish, B.Markus, C.Gutt, T.C.Schmandra, A. Encko. 2001. *Robot-Assisted laparoscopic cholecystectomy and fundoplication:initial experience with the*
- 25 *DaVinci system*. *Der Chirurg*, **72(3)**: 286-288.
- [14] Paolo Dario et al. 1996. *Robotics for medical Applications*. *IEEE Robotics &Automation Magazine*, pp 44-54.
- [15] Hyosig Kang, John T. Wen. 2001. *Robotic Assistants aid surgeons during minimally invasive procedures*. *IEEE Engineering in medicine and Biology*, pp. 94-
- 30 96.
- [16] Unger S.W., Unger H.M., Bass R.T. 1994. AESOP Robotic arm. *Surg Endosc*.

[17] W.K. Cheah, B. Lee, J.E. Lenzi and P.M.Y. Goh. 2000. *Telesurgical laparoscopic cholecystectomy between two countries*, Surgical Endoscopy.

[18] Lathrop, R.L. et. al. Peritoneal distension robotic arm. US Pat 5,372,147. Dic 13, 1994.

5 [19] Sing, W. Articulated arm for medical procedures. PCT/SG95/00009, Ene 9, 1997.

[20] Wang, Y. et.al. Method and apparatus for performing minimally invasive cardiac procedures. US Pat 6,007,550, Dic 28, 1999.





Reivindicaciones.

1. Un asistente robótico para cirugía laparoscópica, de los del tipo comprenden un sistema que permite controlar el movimiento de una columna respecto de la base que la soporta, un brazo y una muñeca, formando estos elementos parte integral del asistente robótico y a partir de los cuales se tiene una mayor adaptabilidad en el movimiento, auto-adaptación de su posición al orificio de ingreso y una navegación suave sin molestar el tejido del paciente, que se caracteriza porque en el interior de la base se dispone un primer sistema electromecánico que permite que la columna que descansa sobre la base y que a su vez sostiene al brazo del robot, pueda girar libremente hasta 360 grados, ya sea de derecha a izquierda o de izquierda a derecha, en donde en la parte superior de dicha columna se ha dispuesto un segundo sistema electromecánico a través del cual se permite que el brazo del robot tenga un movimiento en dirección vertical con relación a la columna, movimiento que puede ser hacia arriba o hacia abajo, en el extremo opuesto a donde se sujeta a la columna, el brazo del robot comprende un tercer y cuarto sistemas electromecánicos, de tal manera que el tercero permite a una guía lineal que se dispone en este extremo del brazo y en la que se sujeta una articulación pasiva giratoria, un movimiento en la misma dirección de la base, mientras que el cuarto sistema electromecánico integrado en la guía lineal describe un movimiento lineal de la misma guía, esta configuración permite que todas las articulaciones activas contribuyan a darle el movimiento a la última articulación pasiva giratoria que se sujeta en la guía lineal y en donde en la parte final de dicha articulación pasiva se sujeta mecánicamente, mediante una extensión adosada a ésta última articulación un portallaparoscopio que sirve de descanso a un laparoscopio.
2. El asistente robótico para cirugía laparoscópica, de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque el portallaparoscopio que está sujeto mecánicamente en uno de sus extremos a la extensión de la articulación pasiva giratoria, se comprende de un bloque rectangular que presenta en la parte superior un orificio de forma cuadrada en el que se introduce una



extensión metálica con forma cuadrada en su parte final y rosca que se une a la articulación pasiva del robot, evitando con ello que durante la rotación o movimiento del laparoscopio, el bloque no se desplace de su posición central, en su parte inferior el bloque está dividido en dos partes, pero ambas estando unidas por uno de sus extremos, de tal manera que al unir ambas partes, se forma un orificio circular en la parte central, orificio por donde entra el laparoscopio y en donde para sujetar el laparoscopio, ambas partes se unen y se aseguran mediante un seguro mecánico metálico; de tal manera que el laparoscopio queda firmemente sujeto formando un solo bloque con el portallaparoscopio.

3. El asistente robótico para cirugía laparoscópica, de acuerdo con la reivindicación 2, que se caracteriza porque a efecto de desacoplar eléctricamente al asistente robótico del paciente, el portallaparoscopio se elabora de un material de alta resistencia mecánica y eléctrica, como el plástico, eliminando totalmente el riesgo de un choque eléctrico al paciente.
4. El asistente robótico para cirugía laparoscópica, de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque cada uno de los cuatro sistemas electromecánicos que permiten el movimiento de las articulaciones activas que integran al asistente robótico, comprenden un efector eléctrico (motor) controlado desde una computadora personal mediante una interfase usuario-electrónica.
5. El asistente robótico para cirugía laparoscópica, de acuerdo con la reivindicación 4, que se caracteriza porque el efector puede ser neumático, hidráulico o bien alguno capaz de provocar un movimiento.
6. El asistente robótico para cirugía laparoscópica, de acuerdo con la reivindicación 4, que se caracteriza porque la interfase usuario-electrónica con la que se controla cada efector puede ser una computadora, joystick, teclado, joypad, mouse, movimiento cefálico, movimiento ocular, movimiento perceptual, u otros que sean convenientes para la comunicación con la computadora, a través de un programa así como microcontroladores de cualquier tipo, DSP,

PLC o cualquier otro medio electrónico que permita comunicación con el asistente robótico.



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

7. En un asistente robótico para cirugía laparoscópica que implementa motores para mover los distintos elementos que lo integran, un método para controlar dicho movimiento de los motores, caracterizado porque comprende las etapas de:

- a) Proveer una señal para activar un control por programación que funciona a través de un programa de computadora;
- b) Enviar una primera señal a través del programa de computadora al puerto de salida de la computadora para desactivar cualquier posible movimiento de algún motor;
- c) Evaluar a través del programa de computadora la activación de la interfase usuario-electrónica;
- d) Enviar a través del programa de computadora una segunda señal al puerto de salida de la computadora que a su vez activa el sistema de potencia de cada motor según corresponda, cuando la interfase usuario-electrónica este activada, para con ello originar el movimiento requerido;
- e) Evaluar nuevamente a través del programa de computadora la interfase usuario-electrónica cuando esta se desactiva; y
- f) Regresar a la etapa b).

8. El método de conformidad con la reivindicación 7, caracterizado porque en la etapa d) la activación del sistema de potencia de cada motor a través de la segunda señal enviada al puerto de salida de la computadora se logra a través de optoacopladores.

Resumen

La presente invención se relaciona con robots asistentes para cirugía laparoscópica de articulaciones activas y pasivas que aseguran una manipulación más precisa del laparoscopio durante la intervención quirúrgica de pacientes disminuyendo el riesgo de daños traumáticos en el tejido y órganos del área de ingreso y de navegación de éste.



10

15

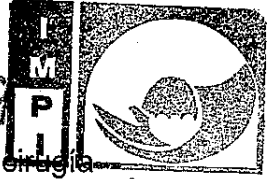
20

25

30

Resumen

PA/2002/009959



La presente invención se relaciona con robots asistentes para cirugía laparoscópica de articulaciones activas y pasivas que aseguran una manipulación más precisa del laparoscopio durante la intervención quirúrgica de pacientes, disminuyendo el riesgo de daños traumáticos en el tejido y órganos del área de ingreso y de navegación de éste.

Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

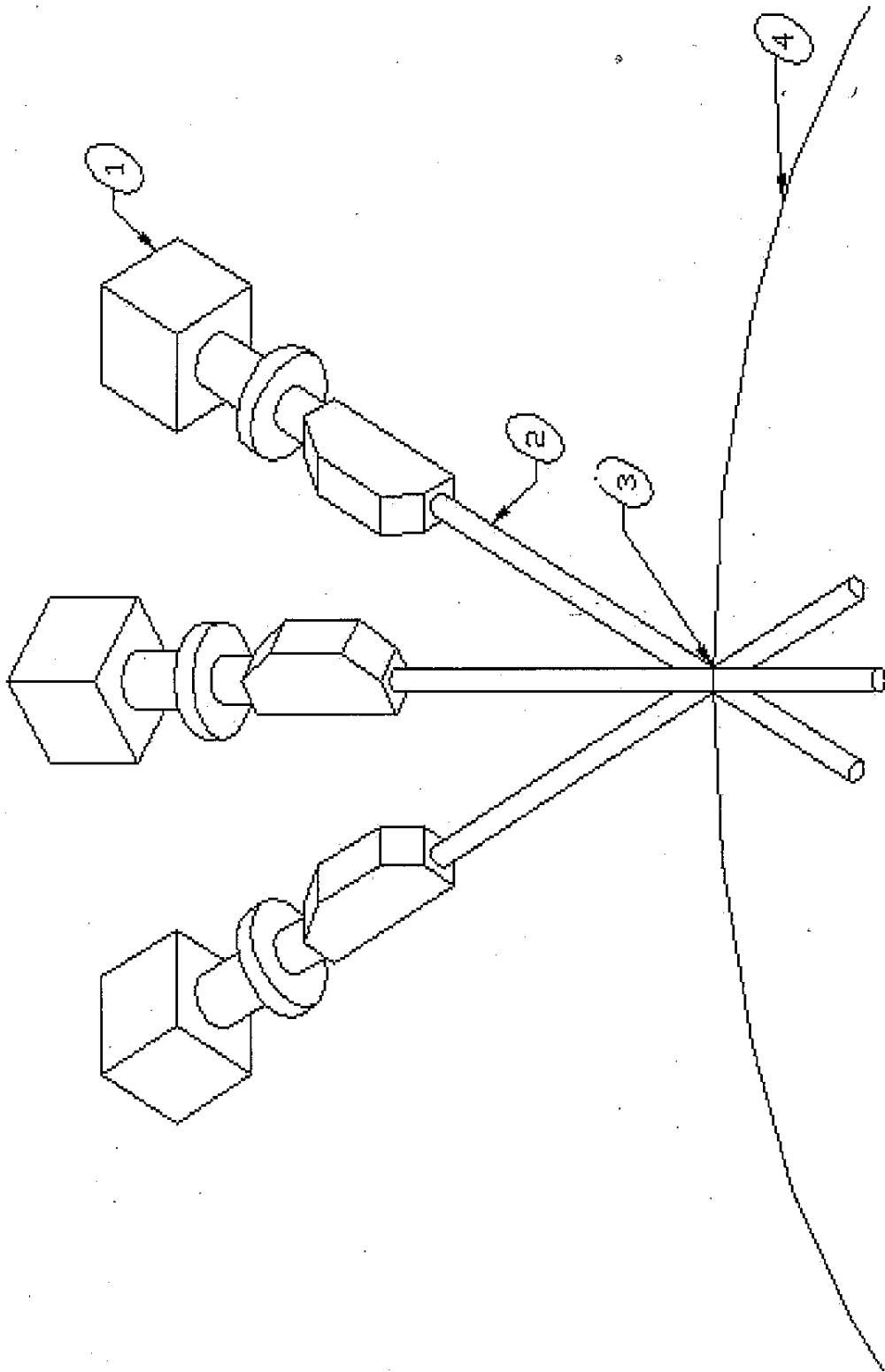
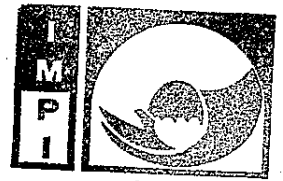


FIGURA 1



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

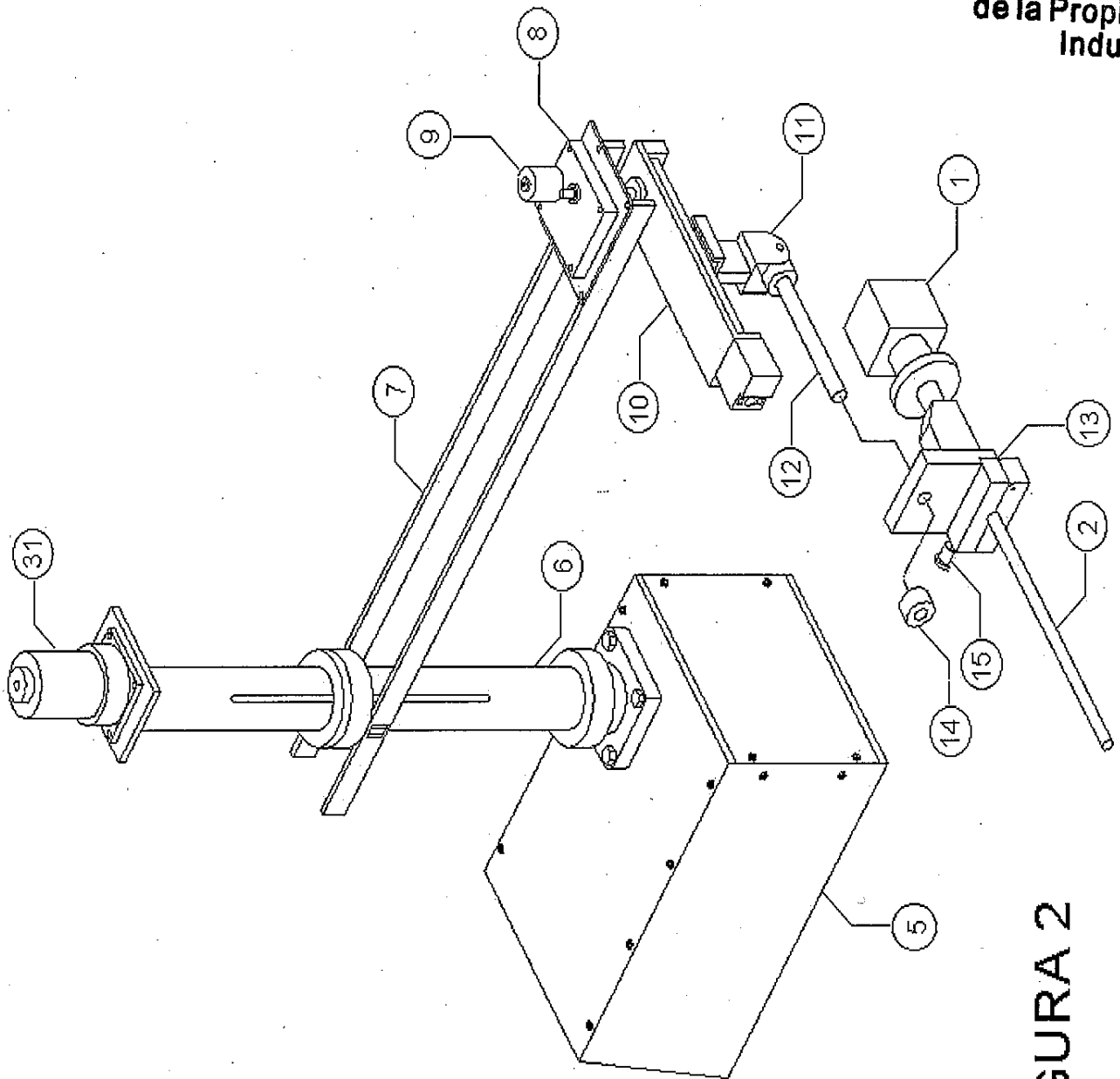
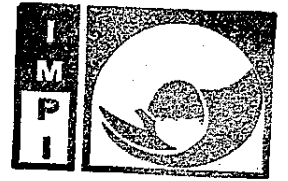


FIGURA 2



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

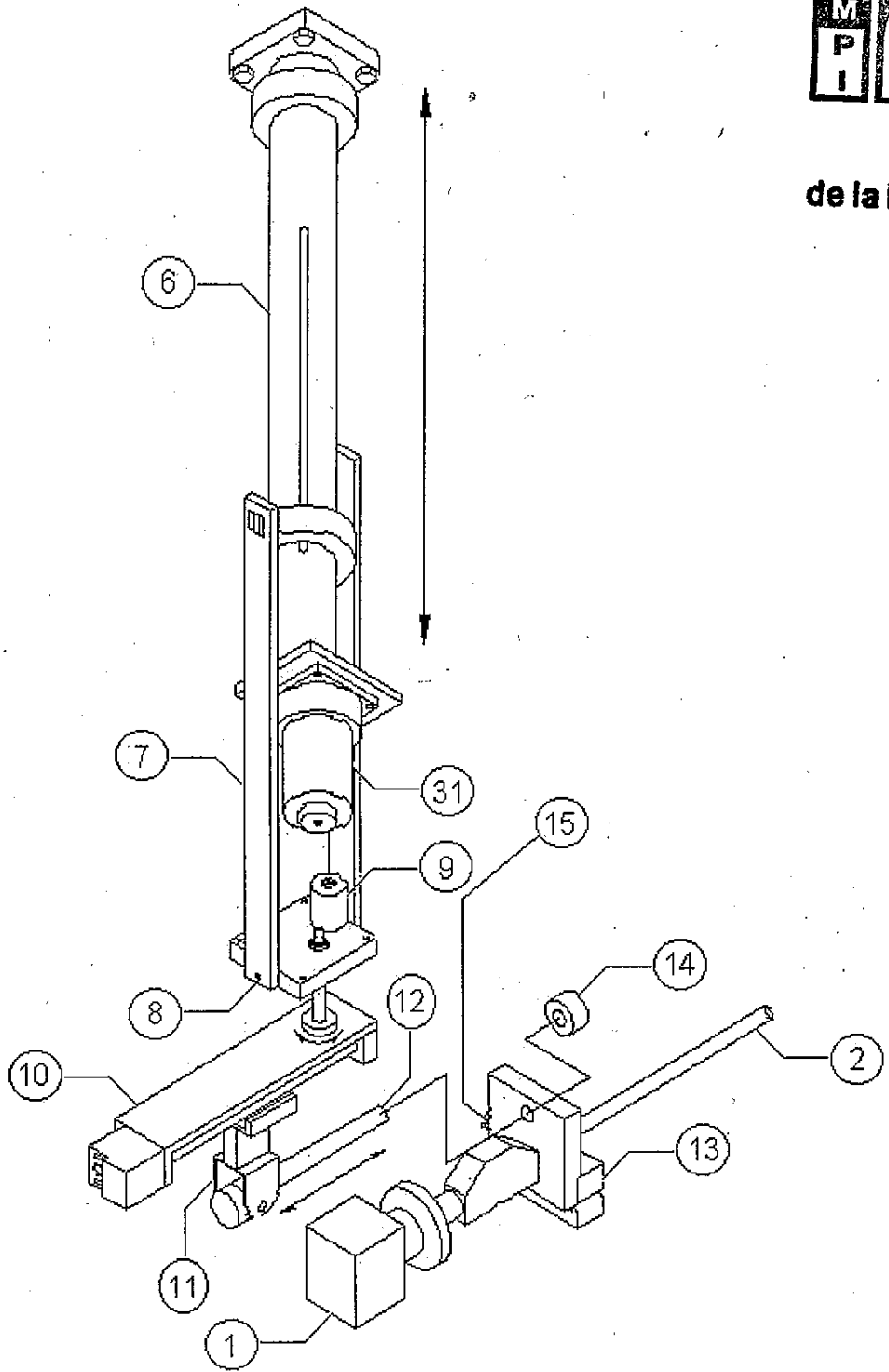


FIGURA 3

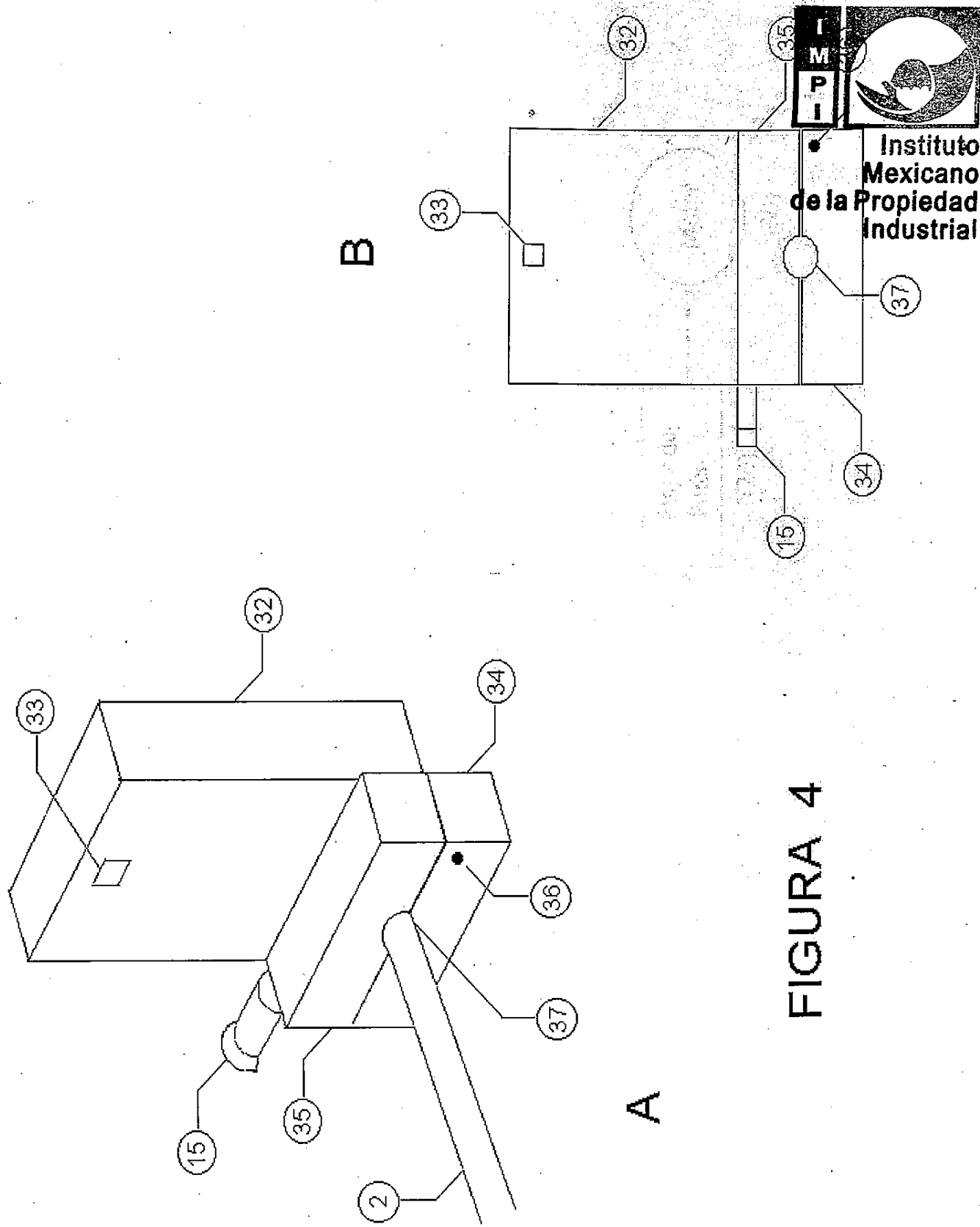


FIGURA 4

FIGURA 5

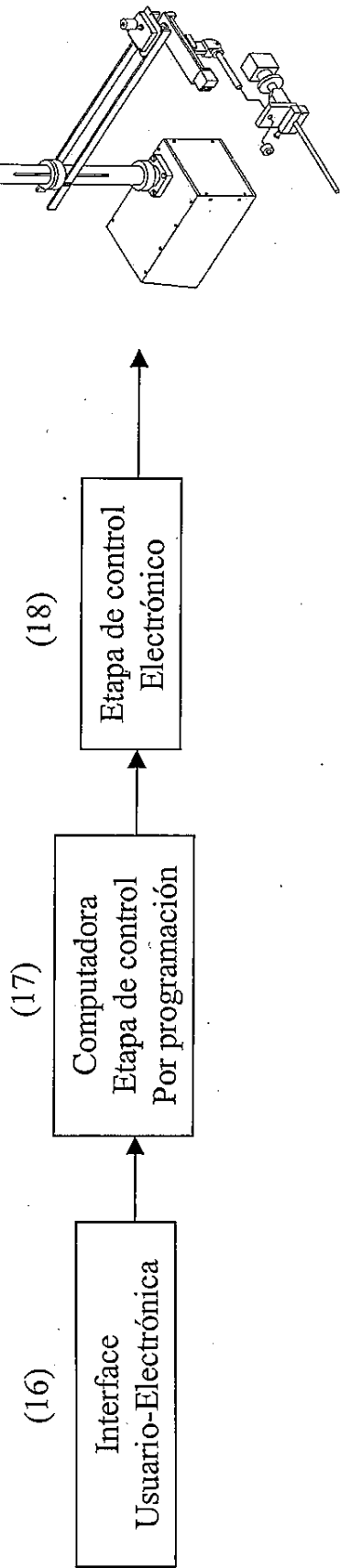
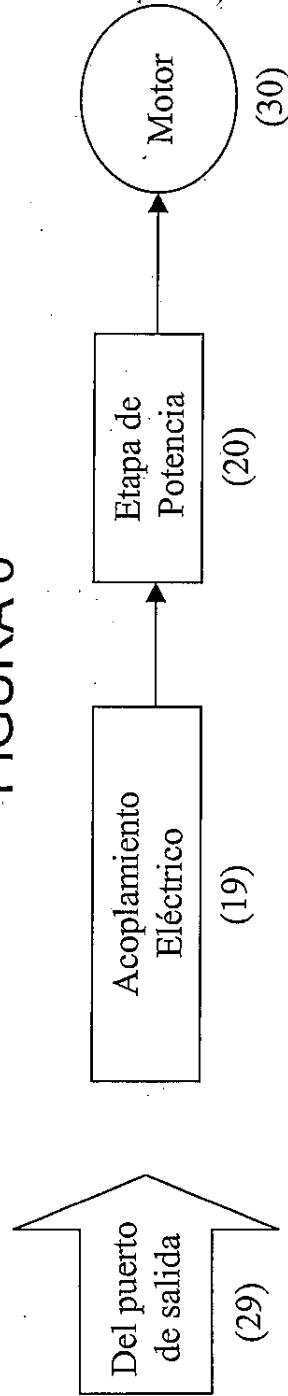


FIGURA 6



(17) Etapa de control por programación

(18) Etapa de control electrónico

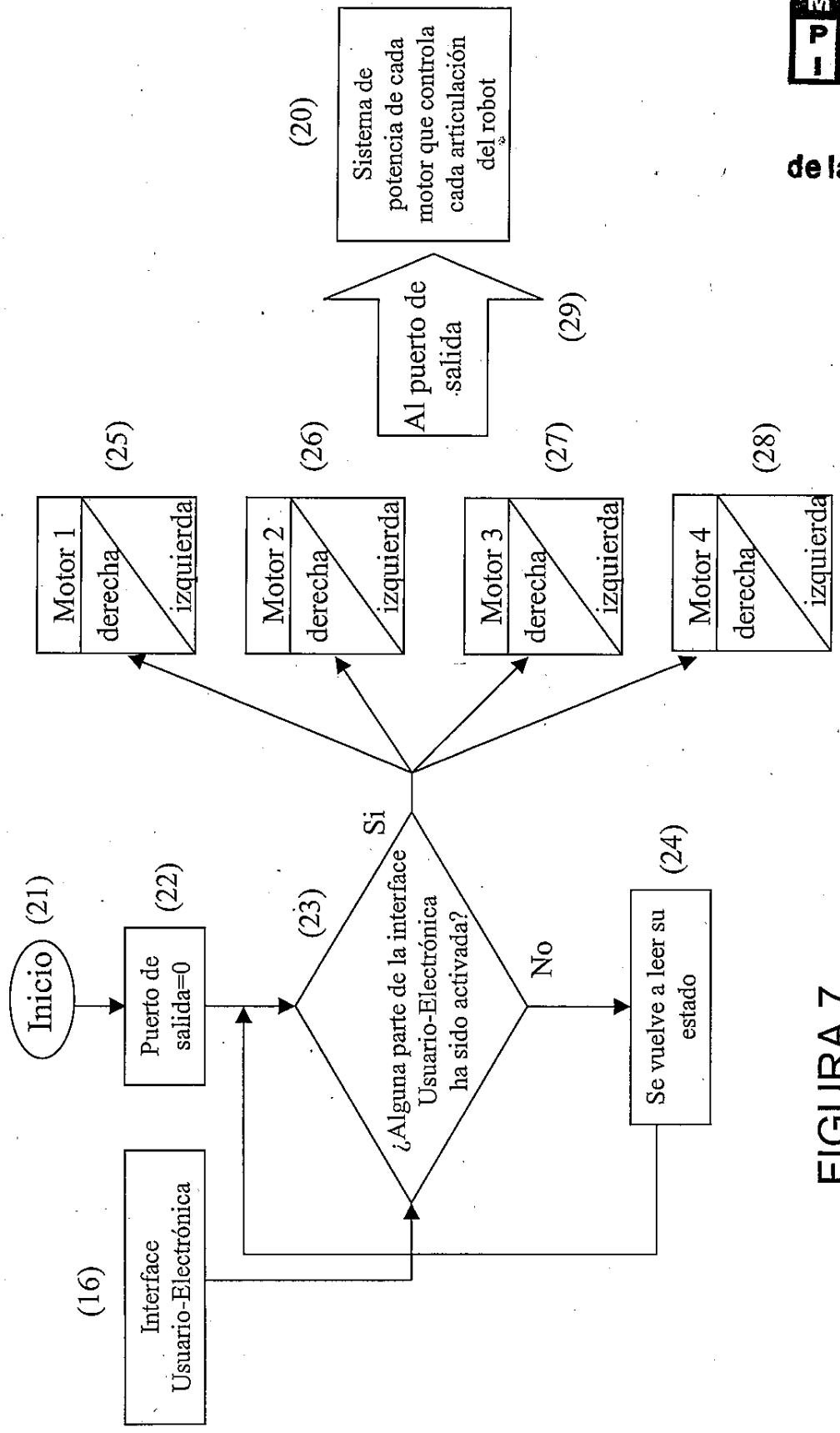


FIGURA 7