

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 490**

51 Int. Cl.:

A61N 5/00 (2006.01)

A61B 6/04 (2006.01)

B25J 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2008 PCT/US2008/076013**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2009 WO09036169**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2008 E 08830051 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2190530**

54 Título: **Sistema de posicionador de pacientes**

30 Prioridad:

13.09.2007 US 972107 P

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

02.04.2018

73 Titular/es:

**HENDERSON, TOBY D. (50.0%)
27 Springbrook Road
Rockford, IL 61114, US y
PROCURE TREATMENT CENTERS, INC. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HENDERSON, TOBY D.;
SCHREUDER, NIEK y
BRODERICK, BRIAN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 661 490 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de posicionador de pacientes

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a sistemas robóticos para posicionar pacientes para procedimientos médicos, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Antecedentes de la invención

Los robots usados en aplicaciones de fabricación industrial son bien conocidos. Tales robots están diseñados y programados para realizar funciones específicas repetida y precisamente. Por lo tanto, los robots se usan a menudo en tales aplicaciones para realizar operaciones, tales como el ensamblaje en una configuración de línea de montaje, de manera más eficiente, y a menudo produciendo una calidad mayor y más consistente, de lo que dichas operaciones podrían ser realizadas por humanos.

Los robots industriales convencionales tienen típicamente uno o dos brazos robóticos. Estos brazos robóticos pueden tener múltiples segmentos que facilitan el movimiento en múltiples grados de libertad (DOF). El movimiento de los brazos puede ser proporcionado por un motor de pasos u otros motores controlables, típicamente bajo control del ordenador. En otras aplicaciones, se puede usar la hidráulica o la neumática para accionar los segmentos de brazo del robot.

Un ejemplo de un robot industrial típico es un robot de brazo robótico articulado compatible selectivamente (SCARA). Los robots SCARA conocidos funcionan típicamente con cuatro o menos grados de libertad, es decir, estos robots están diseñados para moverse a lo largo de cuatro ejes de rotación o menos.

Una aplicación típica para un brazo robótico convencional de este tipo en un entorno industrial es la de máquina de tipo recoger y colocar. Las máquinas de tipo recoger y colocar se usan para ensamblaje de automatización, colocación de automatización, fabricación de placas de circuito impreso, recogida y colocación de circuitos integrados y otros trabajos de automatización que contienen elementos pequeños, tales como mecanizado, medición, comprobación y soldadura. Estos brazos robóticos incluyen un efector final, también conocido como periférico robótico, accesorio robótico, herramienta robótica o de robot, herramienta de extremo de brazo (EOA) o dispositivo de extremo de brazo. El efector final puede implementarse como una pinza robótica, herramienta de prensa, pistola de pintura, soplete, herramienta de desbarbado, pistola de soldadura por arco, taladros, etc. Estos efectores finales típicamente se colocan en el extremo del brazo robótico y se usan para realizar las funciones descritas anteriormente. Un efector final común es una versión robótica simplificada de una mano, que puede agarrar y transportar diferentes objetos.

Algunos robots industriales convencionales se han modificado para el posicionamiento de pacientes en un entorno médico. Por ejemplo, en la radioterapia externa, por ejemplo, usando un haz de protones, el haz de radiación empleado es fijo o de movilidad limitada. En una aplicación de este tipo, un paciente puede ser posicionado en una mesa de tratamiento de pacientes que, a su vez, está acoplada al extremo del brazo de robot. El robot se controla con precisión para mover al paciente en relación con el haz de tratamiento para lograr la exposición terapéutica deseada. Se logra un control preciso en una aplicación de este tipo mediante el posicionamiento preciso del paciente sobre la mesa de tratamiento de modo que la posición exacta del área de tratamiento del paciente, obtenida antes de la terapia, se conozca con respecto a la posición del brazo de robot en cualquier punto en el tiempo.

Un ejemplo de un robot usado en tal entorno médico se describe en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos nº US 2005/0234327, titulada "Robotic Arm for Patient Positioning Assembly". Este conjunto robótico de posicionamiento de pacientes incluye un brazo de robot articulado que incluye un conjunto de montaje de guía para facilitar el movimiento de un paciente en una camilla de tratamiento del paciente (por ejemplo, mesa o silla) en un espacio tridimensional (3D), así como subir y bajar al paciente en posiciones altas y bajas sin comprometer la flexibilidad o el posicionamiento en movimientos de traslación y rotación. El conjunto de montaje de guía puede estar montado verticalmente, por ejemplo en un lado vertical de una columna. Este sistema particular presenta un primer segmento de brazo unido de forma móvil en un primer extremo al conjunto de montaje de guía que está unido a la columna vertical, y un segundo segmento de brazo, de diferente longitud del primer segmento de brazo, unido de forma móvil en un primer extremo del mismo al segundo extremo del primer segmento de brazo. La mesa de paciente se posiciona en el segundo extremo del segundo segmento de brazo. El segundo segmento de brazo se une debajo del primer segmento de brazo, de modo que la mesa de paciente se puede bajar tan cerca del suelo de la sala de tratamiento como sea posible. Desafortunadamente, esta disposición proporciona una envolvente en la que la mesa de paciente puede ser posicionada con huecos. En otras palabras, al tener el segundo brazo debajo del primero, el segundo brazo se encuentra con el conjunto de montaje de guía.

Esta envolvente 300 de posicionamiento limitada se ilustra en la figura 8. Más particularmente, el segundo segmento 302 de brazo está posicionado debajo del primer segmento 304 de brazo que está montado en el conjunto 306 de

montaje de guía. Por lo tanto, el movimiento del segundo segmento 302 de brazo, y típicamente incluso el primer segmento 304 de brazo, está obstruido por el conjunto 306 de montaje de guía. Por lo tanto, se crea la envolvente 300 que limita el posicionamiento de cualquier dispositivo, típicamente la mesa de paciente, montado en el extremo del brazo robótico. Estas limitaciones pueden denominarse "puntos muertos" ilustrados generalmente en 308.

5 En la patente de Estados Unidos nº US 5.410.767, titulada "Examination Table Connected To A Floor Stand Via An Articulated Lever Arrangement", se divulga un sistema de posicionador de pacientes que comprende un brazo robótico con un primer segmento de robot y un segundo segmento de brazo de robot, por lo que el segundo segmento de brazo pasa sobre el primer segmento de brazo.

10 Además, como se ilustra en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2007/0230660 publicada el 4 de octubre de 2007 titulada "Medical Radiotherapy Assembly", de Herrmann, se ilustra un sistema robótico de posicionador de pacientes. Sin embargo, en este sistema robótico, el movimiento vertical no es provisto en una trayectoria perpendicular directa relativa al suelo. En cambio, dos brazos robóticos deben moverse uno con respecto al otro para obtener una variación en la posición vertical del paciente. Además, debido a la falta de un componente de posicionamiento vertical lineal directo, la envolvente para posicionar al paciente es limitada. Esta disposición proporciona numerosos puntos muertos dentro de la envolvente para colocar al paciente con relación al emisor de partículas, limitando por lo tanto la eficacia del sistema de posicionador de pacientes.

20 El uso de robots para el posicionamiento de pacientes en el tratamiento médico y entornos similares plantea tanto oportunidades para una mayor eficacia del tratamiento del paciente (y, por lo tanto, menor coste) y efectividad, como desafíos para la seguridad del personal médico y del paciente. Las operaciones de radioterapia, como el tratamiento con haz de protones, pueden ser muy costosas, tanto por el coste de capital involucrado en la instalación de dicha instalación como por los costes de funcionamiento asociados con el funcionamiento de la instalación. En la medida en que los robots del sistema de posicionamiento de pacientes se puedan usar para reducir los costes de capital de la instalación de tratamiento y/o aumentar el rendimiento del paciente, es decir, reducir el tiempo requerido para que cada paciente ocupe las instalaciones para recibir el tratamiento deseado, los costes del tratamiento por paciente pueden ser reducidos. Sin embargo, tal eficacia aumentada no puede obtenerse a costa de una menor efectividad del tratamiento o de una seguridad reducida para el paciente o para el personal médico que proporciona dicho tratamiento. Lo que se desea, por lo tanto, es un sistema de posicionamiento de pacientes mejorado que aproveche la tecnología de robot en mayor medida para mejorar la eficacia (reducir el coste) y la efectividad de la radioterapia del paciente y otros tratamientos, al tiempo que mejora también la seguridad del paciente y del operador.

35 **Breve resumen de la invención**

La presente invención proporciona un sistema de posicionador de pacientes mejorado para radioterapia y otras aplicaciones médicas. La presente invención presenta un robot de posicionamiento de pacientes bajo control informático diseñado y controlado para reducir los costes de capital de la instalación de tratamiento global, aumentar el rendimiento del paciente, reduciendo así los costes de funcionamiento, al tiempo que aumenta la seguridad del paciente y del operador de la instalación de tratamiento.

45 La presente invención presenta un robot controlado por ordenador que proporciona cinco grados de libertad rotacional y un grado lineal de libertad en la dirección vertical. El robot incluye un primer segmento de brazo que está unido de forma móvil a un primer extremo del mismo en la parte superior de un árbol vertical que funciona desde un foso debajo del suelo de la sala de tratamiento. El árbol vertical puede elevarse y bajarse para subir o bajar la posición de la mesa de paciente en la sala de tratamiento. El primer brazo del robot se extiende horizontalmente desde el árbol vertical y puede girar en un círculo completo en la dirección horizontal alrededor del árbol vertical. Un segundo segmento de brazo de robot está unido de forma móvil en un primer extremo del mismo al segundo extremo del primer segmento de brazo de robot. El segundo segmento de brazo de robot es preferiblemente de la misma longitud que el primer segmento de brazo de robot y está unido al primer segmento de brazo para extenderse paralelo al mismo de manera que el segundo segmento de brazo puede girar en un círculo completo en una dirección horizontal alrededor de la unión entre los segmentos de brazo, de manera que el segundo segmento de brazo pasa sobre el primer segmento de brazo. Un conjunto de gorrón robótico está unido en el segundo extremo del segundo segmento de brazo, extendiéndose generalmente hacia arriba desde el mismo para no interferir con la rotación del segundo segmento de brazo con respecto al primer segmento de brazo. La mesa de paciente está unida al conjunto de gorrón. El conjunto de gorrón proporciona tres ejes de rotación (cabeceo, balanceo y guiñada) de la mesa de paciente con respecto al segundo extremo del segundo segmento de brazo. De acuerdo con la invención el sistema de posicionador de pacientes se caracteriza porque el segundo segmento de brazo pasa sobre el primer segmento de brazo, porque el brazo robótico tiene una envolvente de posicionamiento en la cual el gorrón puede ser posicionado, teniendo la envolvente un radio constante que se extiende en una circunferencia de 360 grados continua, y porque los segmentos primero y segundo de brazo son substancialmente de la misma longitud de manera que el gorrón se puede posicionar en cualquier parte dentro de la circunferencia de la envolvente definida por el radio constante de manera que la envolvente está libre de puntos muertos.

65 Debido a la disposición única de los segmentos horizontales de brazo y al árbol vertical que funciona desde el suelo, un paciente puede ser posicionado en cualquier lugar en un círculo completo dentro del alcance de los segmentos

- de brazo de robot. No solo la envolvente de trabajo aumenta en tamaño, sino que la disposición de los segmentos de brazo de robot proporciona una envolvente de trabajo más funcional al permitir que el gorrón de robot llegue a cualquier punto de la envolvente. Esto significa que no hay "puntos muertos" en la envolvente. También permite un movimiento fácil y trayectorias libres de colisión dentro de la envolvente de trabajo. Las trayectorias de movimiento más fáciles permiten restricciones fáciles a la envolvente permitida a través de parámetros de firmware estándar. Esta es una ventaja sobre los sistemas de posicionamiento de pacientes robóticos previos en los que el uso de una columna vertical para montar el sistema y la posición relativa de los segmentos de brazo de robot reduce y restringe la envolvente de trabajo disponible y la libertad de las trayectorias de movimiento del brazo.
- 5
- 10 El sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención está preferiblemente diseñado para eliminar alambres, cables y similares que cuelgan de los segmentos de brazo de robot. Esto mejora la apariencia, seguridad y funcionalidad del sistema. Para lograr este resultado deseado, la presente invención emplea preferiblemente cajas de engranajes que conectan el primer segmento de brazo con el árbol vertical y entre los segmentos primero y segundo de brazo de robot que incluyen agujeros pasantes u otras aberturas formadas en el mismo. Esto permite que los cables de control necesarios se ejecuten hasta el final del segundo segmento de brazo de robot a través de, en lugar de fuera de, las cajas de engranajes. Los segmentos de brazo pueden estar provistos de cubiertas, con los cables de control y los cables contenidos en su totalidad a lo largo de la longitud de los segmentos de brazo.
- 15
- 20 Las cajas de engranajes empleadas en el sistema de posicionador de pacientes de la presente invención presentan preferiblemente una reducción de engranaje doble para limitar la velocidad máxima de rotación. Esto limita la velocidad del movimiento del brazo de robot en el improbable caso de una situación de escape fuera de control, lo que le da al operador la oportunidad de presionar un interruptor de apagado de emergencia para apagar el sistema.
- 25 Un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención presenta una ausencia de partes móviles en el sistema de suelo. Como solo un árbol vertical sobresale del suelo de la sala, se puede emplear un sistema estacionario de revestimiento del suelo. Esto hace que el uso y la instalación del sistema sean mucho más fáciles y permite una adaptación más fácil a las necesidades de los usuarios.
- 30 La presente invención también presenta preferiblemente un sistema de acoplador dual diseñado exclusivamente que puede usarse para unir dispositivos de posicionamiento de pacientes (por ejemplo, una mesa de paciente) y dispositivos de aseguramiento de calidad (por ejemplo, fantasmas de prueba) al extremo de gorrón del sistema de robot. Son provistos dos acopladores independientes, cada acoplador en sí mismo es suficiente para proporcionar el accesorio seguro y fiable requerido. Cada acoplador se controla individualmente a través de circuitos de control independientes. Esto proporciona un doble sistema de acoplamiento seguro redundante. El diseño del acoplador dual permite una implementación más eficiente del sistema de acoplador.
- 35
- 40 Preferiblemente, una célula de carga puede ser posicionada entre la brida de acoplamiento en una mesa de paciente, por ejemplo, y la brida del robot. Por ejemplo, se puede usar un medidor de tensión piezoeléctrico de seis puntos o una estructura similar para este propósito. Tal dispositivo se puede usar como una medida de seguridad para detectar fuerzas en el extremo del brazo de robot que pueden indicar, por ejemplo, que la posición del paciente sobre la mesa está cambiando, y existe el peligro de una caída. Estos movimientos de la mesa debido al desplazamiento producirían una desalineación de la vista tumoral. Alternativamente, tal estructura se puede usar para determinar el peso del paciente o similar.
- 45
- 50 En una realización, el sistema puede ser capaz de ajustar el cabeceo y el balanceo sobre los ejes para ajustar la posición de la mesa o sillón desde la horizontal. Esta capacidad de ajustar el cabeceo y el balanceo proporciona un mayor grado de tratamiento angular. Como una característica de seguridad adicional de la presente invención, la disposición de los brazos de robot permite la restricción mecánica del rango de movimiento de los ejes de rotación de cabeceo y balanceo. Por lo tanto, las rotaciones fuera de los planos horizontales se pueden restringir a un máximo absoluto deseado, por ejemplo, +/- 15 grados. Esto reduce la probabilidad de que un paciente salga despedido de la mesa de un paciente o que se sienta incómodo por un resultado excesivo al volcar la mesa de paciente.
- 55 El robot del sistema de posicionamiento de pacientes de la presente invención está bajo control informático. De acuerdo con la presente invención, el control del robot del sistema de posición de pacientes también se implementa para aumentar la eficacia, efectividad y seguridad del tratamiento.
- 60 Una forma de control informático que se puede usar es la tecnología KUKA Safe Robot. Esta tecnología de control KUKA Safe Robot controla el robot de forma segura sin monitorizar el rango mecánico del eje. El software de control funciona para evitar que el robot "rompa" su espacio de trabajo definido. Más particularmente, el control del robot monitoriza la velocidad y la aceleración de los componentes del robot alrededor de un eje dado para evitar la "ruptura".
- 65 El sistema de posicionamiento de pacientes de la presente invención presenta un algoritmo de prevención de colisiones específico del dispositivo. Al igual que en los sistemas convencionales de control de robot, los sensores

se usan para monitorizar la posición en el espacio real de puntos específicos en el robot, por ejemplo, el extremo del brazo de robot cerca del conjunto de gorrón. Además de esta información de retroalimentación posicional para puntos específicos en el robot, la presente invención puede emplear representaciones de diseño asistido por ordenador (CAD) de toda la superficie de la estructura del robot, así como de cualquier dispositivo conectado al robot, por ejemplo, una mesa de paciente, para determinar la posición en el espacio de trabajo de la superficie de todo el sistema. Por lo tanto, el algoritmo de prevención de colisiones puede ser específico para cada dispositivo conectado al sistema de posicionador de pacientes. De esta manera, el robot puede ser accionado para evitar colisiones entre cualquier parte del propio sistema, o entre el sistema y cualquier otra estructura donde la posición de tales estructuras se proporciona al sistema.

La presente invención emplea preferiblemente un sistema de atraque basado en visión para facilitar el atraque de diferentes dispositivos al sistema. El sistema de atraque emplea una cámara de visión u otro dispositivo de detección óptica montado en un lugar apropiado en la sala de tratamiento dentro de la envolvente de trabajo del robot, por ejemplo, la cámara puede montarse en el suelo de la sala de tratamiento. Los dispositivos que se montan en el sistema de posicionador (por ejemplo, los pacientes que ya están posicionados en las mesas, los fantasmas de prueba, etc.) son posicionados en carros de soporte en la sala en el campo de visión de la cámara. El carro de soporte solo necesita estar en una ubicación aproximada para que la cámara capte la ubicación del dispositivo que se montará en el sistema. Las marcas u otros índices en el carro de soporte son detectados por la cámara, lo que permite que el sistema de control del ordenador detecte la posición del carro que transporta el dispositivo considerado para el atraque o el des-atraque. La tecnología de código de barras y las marcas de alineación en el dispositivo y/o el carro permiten que el sistema identifique el dispositivo particular que se va a conectar al robot y manipular automáticamente el brazo de robot en la posición deseada para conectarlo automáticamente al robot. Este sistema automatizado de atraque aumenta la eficacia con la que se puede usar una instalación de tratamiento, por ejemplo, reduciendo el tiempo requerido para unir al paciente al sistema, y evita la necesidad de aditamentos de atraque rígidos en el suelo de la sala de tratamiento.

Como característica de seguridad adicional, un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención está equipado preferiblemente con una pluralidad (por ejemplo, tres) de circuitos auxiliares de perturbación. Los circuitos auxiliares de perturbación permiten la incorporación sin problemas de interruptores y circuitos auxiliares de perturbación que no forman parte de los sistemas de seguridad primarios. Por ejemplo, para añadir una alfombra de seguridad o una cortina de luz, basta con enchufarla a uno de los circuitos auxiliares de perturbación. Los circuitos de perturbación monitorizan solamente los cambios de estado y no usan ningún software para detectar un cambio de estado. Cualquier cambio de estado detectado invocará una parada inmediata de todo movimiento del sistema de posicionador de pacientes.

Un ejemplo de una perturbación que debería invocar una parada inmediata de todo movimiento del robot es una colisión del robot con cualquier objeto. Para facilitar la detección rápida de cualquier colisión de este tipo, cada uno de los segmentos de brazo está cubierto preferiblemente con una cubierta que está cargada por resorte o implementada de otro modo de manera que la cubierta es empujada o deformada por cualquier colisión. Los interruptores debajo de las cubiertas están posicionados para ser pulsados por cualquier perturbación de este tipo y, por lo tanto, para detectar inmediatamente una colisión. El cambio del estado del interruptor se detecta inmediatamente y se detiene inmediatamente todo movimiento invocado en respuesta.

Para facilitar el uso de un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar a sus operadores un emulador 3D del sistema en funcionamiento. Como se discutió anteriormente, el sistema puede incluir representaciones CAD en 3D del robot y de cualquier dispositivo conectado. Estas representaciones se pueden usar para generar una simulación gráfica 3D de los movimientos que realizará el sistema. Por lo tanto, un usuario podrá simular primero las acciones del sistema y revisarlas de una manera visualmente realista antes de enviar los comandos para accionar realmente el sistema. Además, el emulador puede estar en comunicación constante con el controlador del robot para verificar colisiones en tiempo real.

Un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención se implementa preferiblemente para permitir el uso de partes de robot industrial estándar. En particular, el sistema se implementa preferiblemente de modo que las piezas de extensión de brazo estándar se puedan unir fácilmente para extender el radio de la envolvente de trabajo.

Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se toman junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan, incorporados y que forman parte de la memoria descriptiva, ilustran varios aspectos de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

la figura 1 es una ilustración de vista en perspectiva de un robot de ejemplo para un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una ilustración de vista en perspectiva de un robot de ejemplo para un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención con una mesa de paciente fijada al mismo y ciertos detalles internos revelados;

5 la figura 3 es una ilustración de vista en planta superior del robot de ejemplo para un sistema de posicionador de pacientes y una mesa de paciente de la figura 2;

10 la figura 4 es una ilustración de vista en planta lateral del robot de ejemplo para un sistema de posicionador de pacientes y una mesa de paciente de la figura 2 como se ve desde la dirección 4 de la figura 3;

15 la figura 5 es una ilustración de vista en perspectiva de una caja de engranajes de ejemplo para su uso en un robot para un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención y que tiene un orificio pasante formado a través de la misma;

la figura 6 es una ilustración de vista en perspectiva de un sistema de acoplador dual de ejemplo de acuerdo con la presente invención;

20 la figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención que muestra un sistema de control por lo tanto; y

la figura 8 es una ilustración de vista en planta superior de un robot convencional para un sistema de posicionador de pacientes y mesa de paciente de acuerdo con la técnica anterior.

25 Aunque la invención se describirá en conexión con ciertas realizaciones preferidas, no hay intención de limitarla a esas realizaciones. Por el contrario, la intención es cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes incluidos dentro del espíritu y alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de la invención

30 La presente invención se describirá ahora en detalle con referencia a la aplicación particular de un sistema de posicionador de pacientes para su uso en el posicionamiento de un paciente humano para el tratamiento de radioterapia, tal como en una sala o instalación de tratamiento con haz de protones. Debe entenderse, sin embargo, que la presente invención también puede tener aplicación en otros tipos de tratamientos u otros procedimientos médicos, que incluyen procedimientos de diagnóstico y cirugía mayor, tanto para humanos como para animales. Además, debe entenderse que las características de la presente invención también pueden encontrar aplicación completamente fuera del campo médico, tal como en un entorno industrial, de fabricación o de investigación científica.

40 Un sistema 20 de posicionador de pacientes completo de acuerdo con la presente invención incluye un robot 22 (véase la figura 1) y un sistema 24 de control (véase la figura 7) por lo tanto. A menos que se describa en el presente documento, se pueden usar partes de robot convencionales, métodos de ensamblaje, hardware, software, circuitos de seguridad y control conocidos por los expertos en la técnica de robots industriales para implementar un robot 22 y un sistema 24 de control para implementar las características novedosas y funciones de un sistema 20 de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención.

50 Un robot 22 de ejemplo para un sistema 20 de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención se ilustra en varias vistas en las figuras 1-4. El robot 22 de ejemplo proporciona cinco grados de libertad rotacional y un grado lineal de libertad en la dirección vertical. Sin embargo, podrían incorporarse otros robots con más grados de libertad, como un robot cinemático de seis ejes. El robot 22 incluye un primer segmento 26 de brazo que está unido de forma giratoria en un primer extremo 28 del mismo a la parte superior 30 de un árbol vertical 32. El primer segmento 26 de brazo de robot se extiende horizontalmente desde el árbol vertical 32 y puede girar en un círculo completo en la dirección horizontal alrededor del árbol vertical 32.

55 El árbol vertical 32 está montado para el movimiento vertical en una placa 34 de montaje u otra estructura de montaje. En funcionamiento, la placa 34 de montaje se asegura a una construcción apropiada u otra estructura (no mostrada) por debajo del nivel de suelo F (véase la figura 4) de la sala en la que el robot del sistema 22 de posicionador de pacientes debe funcionar. Debe proporcionarse suficiente espacio alrededor del árbol vertical 32 en un foso debajo del suelo F para permitir el movimiento vertical apropiado del árbol 32.

60 El árbol vertical 32 puede elevarse y bajarse a través de un mecanismo apropiado accionado por motor 36. Por ejemplo, un sistema de tipo cremallera y piñón puede proporcionar el mecanismo 36 para mover el árbol 32 verticalmente a lo largo de una guía 38 montada en la placa 34 de montaje. Alternativamente, se puede emplear un mecanismo de tipo tornillo tradicional.

65 Un segundo segmento 40 de brazo de robot está unido de forma móvil en un primer extremo 42 del mismo al

segundo extremo 44 del primer segmento 26 de brazo de robot. El segundo segmento 40 de brazo de robot es preferiblemente de la misma longitud que el primer segmento 26 de brazo de robot y está unido al primer segmento 26 de brazo sobre el primer segmento 26 de brazo para extenderse paralelamente de manera que el segundo segmento 40 de brazo pueda girar en un círculo completo en una dirección horizontal alrededor de la unión entre los segmentos de brazo, de manera que el segundo segmento 40 de brazo pase sobre el primer segmento 26 de brazo.

Un conjunto 46 de gorrón robótico está unido en el segundo extremo 48 del segundo segmento 40 de brazo, extendiéndose generalmente hacia arriba desde allí para no interferir con la rotación del segundo segmento 40 de brazo con respecto al primer segmento 26 de brazo. Una mesa 50 de paciente (véanse las figuras 3-4), u otro dispositivo, está unida al conjunto 46 de gorrón. (Como se discutirá con más detalle a continuación, la mesa 50 del paciente, u otro dispositivo, está preferiblemente unida al conjunto 46 de gorrón a través de un novedoso sistema 52 de acoplador dual (véase la figura 1). El conjunto 46 de gorrón proporciona tres ejes de rotación (cabeceo, balanceo y guiñada) de la mesa 50 de paciente con respecto al segundo extremo 44 del segundo segmento 40 de brazo.

Debido a la disposición única de los segmentos 26 y 40 de brazo horizontales y al árbol vertical 32 que funciona desde el suelo F, un paciente puede ser posicionado en cualquier parte de una envolvente completa definida dentro del círculo C dentro del alcance del brazo de robot (véase la figura 3). No solo se aumenta el tamaño de la envolvente de trabajo, sino que la disposición de los segmentos 26 y 40 del brazo de robot proporciona una envolvente de trabajo más funcional al permitir que el gorrón 46 de robot alcance cualquier punto de la envolvente. Esto significa que no hay "puntos muertos" en la envolvente. La envolvente 300 de la técnica anterior ilustrada en la figura 8 se transpone sobre la envolvente de la presente invención para ilustrar más claramente la diferencia en envolventes de la técnica anterior y la presente invención y la presencia de puntos muertos 308. (El uso de segmentos 26 y 40 de brazo robótico de longitud desigual daría como resultado tales "puntos muertos"). También permite un movimiento fácil y trayectorias libres de colisión dentro de la envolvente de trabajo. Las trayectorias de movimiento más fáciles permiten restricciones fáciles a la envolvente permitida a través de parámetros de firmware estándar. Esta es una ventaja sobre los sistemas de posicionamiento de pacientes robóticos previos en los que el uso de una columna vertical para montar el sistema y la posición relativa de los segmentos de brazo de robot (con el segmento distal posicionado debajo del segmento proximal) reduce y restringe la envolvente de trabajo disponible y libertad de las trayectorias del movimiento del brazo. Por ejemplo, imaginando que el árbol vertical 32 de la figura 3 está montado en una columna vertical, en lugar de debajo del suelo, la envolvente de trabajo disponible se reduciría, es decir, incluiría los puntos muertos 308 mostrados en las figuras 3 y 8.

Como en los robots industriales convencionales, se proporcionan servomotores u otros motores y cajas de engranajes apropiados para implementar un movimiento giratorio altamente controlable en la unión entre la columna vertical 32 y el primer segmento 26 de brazo, en la unión entre los segmentos primero y segundo 26 y 44 de brazo, y en el conjunto 46 de gorrón robótico. Sin embargo, en los robots convencionales, los cables de control y los alambres para el robot pasan por los brazos del robot por el exterior. El resultado es que cuelgan alambres y cables que no proporcionan una apariencia ordenada, lo que puede apreciarse en un entorno médico, y también pueden presentar problemas de seguridad y funcionalidad. Un sistema 20 de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención está diseñado preferiblemente para eliminar dichos alambres, cables y similares que cuelgan de los segmentos de brazo de robot. Esto mejora la apariencia, seguridad y funcionalidad del sistema. Para lograr este resultado deseado, la presente invención emplea preferiblemente cajas 54 de engranajes, por ejemplo, como se ilustra en la figura 5, conectando el primer segmento 26 de brazo al árbol vertical 32 y entre los segmentos primero y segundo 26 y 40 de brazo de robot, que incluyen orificios pasantes 56 u otras aberturas formadas en el mismo. Esto permite que los cables de control necesarios pasen al extremo del segundo segmento 40 de brazo de robot a través, en lugar de por fuera, de las cajas 54 de engranajes.

Con los cables y alambres de control necesarios que pasan a través de las aberturas 56 en las cajas 54 de engranajes, los segmentos 26 y 40 de brazo pueden estar provistos de cubiertas 58 y 60, respectivamente. Con los cables y alambres de control contenidos por completo dentro de las cubiertas 58 y 60 a lo largo de los segmentos 26 y 40 de brazo, se proporciona una apariencia limpia y ordenada y no hay riesgo de interferencia de los alambres y cables colgantes con el funcionamiento del sistema.

Las cajas 54 de engranajes empleadas en el sistema de posicionador de pacientes de la presente invención presentan preferiblemente una reducción de engranaje doble para limitar la velocidad máxima de rotación. Esto limita la velocidad del movimiento del brazo de robot en el improbable caso de una situación de escape fuera de control, lo que le da al operador la oportunidad de presionar un interruptor de parada de emergencia para apagar el sistema.

Una realización de la presente invención también presenta preferiblemente un sistema de acoplador dual diseñado exclusivamente que puede usarse para unir dispositivos de posicionamiento del pacientes (por ejemplo, la mesa 50 de paciente), dispositivos de garantía de calidad (por ejemplo, fantasmas de prueba) y cualquier otra unión, al extremo 46 de gorrón del sistema 24 de robot. Ahora se describirá un sistema 52 de acoplador doble de ejemplo de acuerdo con la presente invención con referencia a la figura 6. (Obsérvese que la ilustración de la figura 6 está "boca abajo" con respecto a la figura 1). Se proporcionan dos acopladores independientes 60A y 60B. Cada acoplador 60A y 60B está diseñado para, por sí mismo, ser suficiente para proporcionar la unión segura y fiable requerida. Cada

acoplador 60A y 60B se controla individualmente a través de circuitos de control independientes. Esto proporciona un doble sistema de acoplamiento seguro redundante. El diseño del acoplador dual permite una implementación más eficiente de espacio del sistema de acoplador.

5 Cada sistema 60A y 60B de acoplador incluye un primer acoplador 62A y 62B que está asegurado a la mesa de paciente u otro dispositivo que va a unirse al robot 24. Un segundo par de acopladores 64A y 64B están montados en el extremo 46 de gorrón del robot 24, por ejemplo, a través de la estructura 66 de placa de montaje. Los primeros acopladores 62A y 62B y los segundos acopladores 64A y 64B están diseñados para acoplarse entre sí. Cuando se unen las varillas (no mostradas) se extienden en las aberturas radiales 68 A y 68B para unir los acopladores. El control de los pares de acopladores es completamente independiente. Para seguridad adicional, también se puede prever preferiblemente una palanca 70 de leva accionada manualmente para unir manualmente los acopladores. Además, se puede proporcionar una abrazadera de seguridad mecánica para ayudar al sistema de acoplador neumático.

15 Un sistema 24 de control basado en ordenador de ejemplo para un sistema 20 de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención se describirá ahora con más detalle con referencia a la figura 6. Debe observarse que la funcionalidad e implementaciones de control y seguridad conocidas y convencionales tal como se usan en aplicaciones de robots industriales y médicos no se describen en este documento.

20 El sistema 24 de control de acuerdo con la presente invención se puede implementar usando un sistema informático convencional 70 del tipo usado convencionalmente para aplicaciones de control de robots industriales y/o médicos según corresponda. Tal sistema informático incluirá dispositivos 72 de entrada, tales como un teclado, un ratón, etc. y dispositivos 74 de visualización o salida para interactuar con el software de control del sistema de una manera convencional. El software de control del sistema puede implementarse usando técnicas y lenguajes de programación convencionales y almacenarse en la memoria apropiada 76 asociada con el sistema informático 70. Además del software de control y sistema operativo convencional, un sistema 24 de control de sistema de posicionador de pacientes puede incluir información de base de datos adicional y funcionalidad de programa implementada y almacenada en memoria, tales como representaciones de diseño asistido por ordenador (CAD) del robot 22 incluyendo cualquier dispositivo conectado, los algoritmos para evitar colisiones que hacen uso de dichas representaciones, el software para implementar el atraque basado en visión de acuerdo con la presente invención, y la emulación 3D del funcionamiento del robot, como se analizará con más detalle a continuación.

35 El sistema informático 70 genera señales de control que se proporcionan (por ejemplo, a través de un accionador apropiado y circuitos de protección) para controlar el funcionamiento de los diversos motores que controlan el movimiento del robot 22. El sistema informático 70 también recibe señales convencionales de sensores o como retroalimentación de ese robot para un mejor control y seguridad del sistema. Por ejemplo, es conocido que el sistema informático 70 detecta los niveles de corriente del servomotor como medida de seguridad.

40 De acuerdo con la presente invención, una célula de carga puede ser posicionada preferiblemente entre la brida de acoplamiento en una mesa 50 de paciente, por ejemplo, y la brida del robot. Por ejemplo, se puede usar un medidor de tensión piezoeléctrico de seis puntos o una estructura similar para este propósito. La salida de un dispositivo de este tipo se puede proporcionar al ordenador 70 de control como medida de seguridad para detectar fuerzas en el extremo del brazo de robot que pueden indicar, por ejemplo, que la posición del paciente sobre la mesa está cambiando, y existe peligro de caída. Además, estas estructuras se pueden usar para controlar el movimiento háptico basándose en el control del par de torsión de fuerza del dispositivo. Alternativamente, tal estructura se puede usar para determinar el peso del paciente o similar.

50 El sistema 20 de posicionamiento de pacientes de la presente invención presenta un algoritmo de prevención de colisiones específico del dispositivo. Al igual que en los sistemas de control de robots convencionales, los sensores se usan para monitorizar la posición en el espacio real de puntos específicos en el robot, por ejemplo, el extremo del brazo de robot cerca del conjunto de gorrón. Además de esta información de retroalimentación posicional para puntos específicos en el robot, la presente invención puede emplear representaciones de diseño asistido por ordenador (CAD) de toda la superficie de la estructura del robot, así como de cualquier dispositivo conectado al robot, por ejemplo, una mesa de paciente, para determinar la posición en el espacio de trabajo de la superficie de todo el sistema. Por lo tanto, el algoritmo de prevención de colisiones puede ser específico para cada dispositivo conectado al sistema de posicionador de pacientes. De esta manera, el robot puede ser accionado para evitar colisiones entre cualquier parte del propio sistema, o entre el sistema y cualquier otra estructura donde la posición de tales estructuras se proporciona al sistema.

60 La presente invención emplea preferiblemente un sistema de atraque basado en visión para facilitar el atraque de diferentes dispositivos al sistema. El sistema de atraque emplea una cámara 76 de visión u otro dispositivo óptico de detección montado en un lugar apropiado en la sala de tratamiento dentro de la envolvente de trabajo del robot 22, por ejemplo, la cámara 76 puede montarse en el suelo de la sala de tratamiento. Los dispositivos que se montan en el sistema de posicionador (por ejemplo, pacientes ya posicionados en las mesas 50, fantasmas de prueba, etc.) son posicionados en carros de soporte en la sala en el campo de visión de la cámara 76. El carro de soporte solo necesita estar en una ubicación aproximada para que la cámara capte la ubicación del dispositivo que se montará en

el sistema. Las marcas u otros índices en el carro de soporte son detectados por la cámara 76, permitiendo así que el sistema 24 de control por ordenador detecte la posición del carro que transporta el dispositivo considerado para el ataque o el des-ataque. La tecnología de código de barras y las marcas fiduciales de alineación en el dispositivo y/o el carro permiten que el sistema 24 identifique el dispositivo particular que se va a conectar al robot 22 y manipule automáticamente el brazo de robot en la posición deseada para conectarlo automáticamente al robot 22, por ejemplo usando el sistema 52 de acoplador dual descrito anteriormente. Este sistema de ataque automatizado aumenta la eficacia con la que se puede usar una instalación de tratamiento, por ejemplo, reduciendo el tiempo requerido para unir al paciente al sistema, y evita la necesidad de aditamentos de ataque rígidos en el suelo de la sala de tratamiento.

Como una característica de seguridad adicional, un sistema de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención preferiblemente está equipado con una pluralidad (por ejemplo, tres) de circuitos auxiliares 78 de perturbación. Los circuitos auxiliares 78 de perturbación permiten la adición sin problemas de conmutadores de perturbación auxiliar y circuitos que no son parte de los sistemas de seguridad primarios. Por ejemplo, para añadir una alfombra de seguridad o una cortina de luz, basta con enchufarla a uno de los circuitos auxiliares 78 de perturbación. Los circuitos 78 de perturbación monitorizan los cambios de estado solamente y no usan ningún software para detectar un cambio de estado. Cualquier cambio de estado detectado invocará una parada inmediata de todo el movimiento del sistema 20 de posicionador de pacientes.

Un ejemplo de una perturbación que debería invocar una parada inmediata de todo movimiento del robot es una colisión del robot con cualquier objeto. Para facilitar la detección rápida de cualquier colisión de este tipo, cada uno de los segmentos 26 y 40 de brazo está cubierto preferiblemente con una cubierta 58 y 60, respectivamente, que está cargada por resorte o implementada de otra manera tal que la cubierta 58 ó 60 es empujada o deformada por cualquier colisión. Los interruptores debajo de las cubiertas están posicionados para ser pulsados por cualquier perturbación de este tipo y, por lo tanto, para detectar inmediatamente una colisión. El cambio del estado del interruptor se detecta inmediatamente y se detiene inmediatamente todo movimiento invocado en respuesta.

Para facilitar el uso de un sistema 20 de posicionador de pacientes de acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar a los operadores un emulador 3D del sistema en funcionamiento a través del sistema 24 de control. Como se discutió anteriormente, el sistema 24 de control puede incluir representaciones 3D de CAD del robot 22 y cualquier dispositivo unido. Estas representaciones se pueden usar para generar una simulación gráfica 3D de los movimientos que realizará el sistema. Por lo tanto, un usuario podrá simular primero las acciones del sistema y revisarlas de una manera visualmente realista en la pantalla 74 del ordenador antes de enviar las órdenes para accionar realmente el robot 22.

Todas las referencias, incluyendo publicaciones, solicitudes de patentes y patentes citadas en el presente documento se incorporan por referencia en el mismo grado que si cada referencia se indicara individual y específicamente para ser incorporada por referencia y se expusiera en su totalidad en el presente documento.

El uso de los términos "un" y "una" y "el/la" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse que abarca tanto el singular como el plural, a menos que se indique de otra manera en el presente documento o se contradiga claramente por el contexto. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos de final abierto (es decir, que significa "que incluye, pero no se limita a"), a menos que se indique lo contrario. La recitación de intervalos de valores en el presente documento solo pretende servir como un método reducido para referirse individualmente a cada valor separado que caiga dentro del rango, a menos que se indique lo contrario en el presente documento, y cada valor separado se incorpora en la especificación como si se recitara en el presente documento individualmente. Todos los métodos descritos en el presente documento se pueden realizar en cualquier orden adecuado a menos que se indique lo contrario en el presente documento o se contradiga claramente por el contexto. El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o el lenguaje de ejemplo (por ejemplo, "tal como") proporcionado en el presente documento, pretende meramente iluminar mejor la invención y no presenta una limitación en el alcance de la invención a menos que se afirme lo contrario. Ningún lenguaje en la especificación debe interpretarse como que indica cualquier elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

Las realizaciones preferidas de esta invención se describen en el presente documento, que incluyen el mejor modo conocido por los inventores para llevar a cabo la invención. Las variaciones de esas realizaciones preferidas pueden ser evidentes para los expertos habituales en la técnica tras leer la descripción anterior. Los inventores esperan que los expertos empleen tales variaciones según sea apropiado, y los inventores pretenden que la invención se ponga en práctica de otra manera que la específicamente descrita en el presente documento. De acuerdo con esto, esta invención incluye todas las modificaciones y equivalentes del objeto expuesto en las reivindicaciones adjuntas al presente como lo permite la ley aplicable. Además, cualquier combinación de los elementos descritos anteriormente en todas sus variaciones posibles está abarcada por la invención a menos que se indique lo contrario en el presente documento o se contradiga claramente por el contexto.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema (20) de posicionador de pacientes, que comprende:

5 un brazo robótico (22) que proporciona cinco grados de libertad de rotación y un grado de libertad lineal en la dirección vertical que tiene un primer segmento (26) de brazo de robot, un segundo segmento (40) de brazo de robot que está unido de forma móvil en un primer extremo (42) al segundo extremo (44) del primer segmento (26) de brazo de robot, el segundo segmento (40) de brazo de robot está unido al primer segmento (26) de brazo para extenderse paralelo a él de manera que el segundo segmento (40) de brazo es rotativo, un conjunto (46) de gorrón robótica está unido en el segundo extremo (48) del segundo segmento (40) de brazo, extendiéndose generalmente hacia arriba desde allí para no interferir con la rotación del segundo segmento (40) de brazo con respecto al primer segmento (26) de brazo, y

15 una mesa (50) de paciente unida al conjunto (46) de gorrón; caracterizado porque el segundo segmento (40) de brazo pasa sobre el primer segmento (26) de brazo, porque el brazo robótico (22) tiene una envolvente de posicionamiento en la que el gorrón (46) puede ser posicionado, teniendo la envolvente un radio constante que se extiende en una circunferencia de 360 grados continua, y porque los segmentos primero y segundo (26, 40) de brazo tienen substancialmente la misma longitud de manera que el gorrón (46) es posicionable en cualquier sitio dentro de la circunferencia de la envolvente definida por el radio constante de manera que la envolvente está libre de puntos muertos.

2.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, en el que el gorrón (46) y la mesa (50) de paciente incluyen un acoplamiento universal desmontable (60) entre ellos de modo que el brazo robótico (22) se puede acoplar de manera desmontable a la mesa (50) de paciente.

3.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, que incluye además al menos un sensor de fuerza y el brazo robótico (22) está configurado para el control de par forzado de modo que el brazo robótico (22) puede colocar la mesa (50) bajo la entrada de control por un usuario que aplica directamente una carga a al menos uno del brazo robótico (22) o la mesa (50) de paciente.

4.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, en el que el gorrón robótico (46) proporciona tres ejes de rotación que incluyen cabeceo, balanceo y guiñada.

5.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 4, que incluye además una restricción mecánica del grado de movimiento a lo largo de los ejes de cabeceo y balanceo de rotación fuera del plano horizontal.

6.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 5, en el que la restricción mecánica evita la rotación fuera del plano horizontal de un grado superior a 15 grados en cualquier dirección alrededor de los ejes de cabeceo y balanceo.

7.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, que incluye además un sistema de prevención de colisiones que incluye al menos un sensor y un controlador programado con un algoritmo de prevención de colisiones, al menos dicho sensor monitoriza la posición de puntos específicos en el brazo robótico (22) en el espacio real.

8.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 7, en el que el controlador está programado con representaciones de diseño añadidas por ordenador de toda la superficie de robot, así como cualquier dispositivo conectado al brazo robótico (22), usando el algoritmo de prevención de colisiones representaciones de diseño añadidas por ordenador para determinar un espacio de trabajo para todo el sistema

9.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 2, que incluye además un sistema de atraque basado en visión, incluyendo el sistema de atraque basado en visión un dispositivo de detección óptica, monitorizando el dispositivo de detección óptica la ubicación de los dispositivos a acoplar al brazo robótico (22).

10.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, que incluye además una pluralidad de circuitos auxiliares de perturbación, los circuitos auxiliares de perturbación pueden acoplarse operativamente a sistemas auxiliares de perturbación que no son parte de ningún sistema de seguridad primario del brazo robótico (22); los circuitos auxiliares de perturbación configurados operativamente para efectuar la detención inmediata de todo movimiento del paciente posicionado tras un cambio de estado detectado de cualquiera de los sistemas auxiliares de perturbación.

11.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 10, que incluye además un sistema auxiliar de perturbación.

12.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 11, en el que el sistema auxiliar de perturbación es

una cortina de luz, y en el que el sistema auxiliar de perturbación se puede acoplar operativamente al circuito auxiliar de perturbación enchufándose al circuito auxiliar de perturbación.

- 5 13.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, que incluye además un emulador 3D que proporciona una simulación 3D de los movimientos del sistema antes de que los movimientos se realicen de modo que el usuario pueda simular las acciones del posicionador de pacientes.
- 10 14.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, que incluye además una monitorización del rango del eje mecánico que monitoriza los parámetros del movimiento del brazo robótico (22) sobre los diversos ejes rotacionales y lineales para monitorizar el movimiento del brazo robótico (22) y mantener el movimiento dentro de límites predefinidos.
- 15 15.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 2, en el que el acoplamiento es un sistema de acoplador dual que incluye dos acopladores independientes (60A, 60B), siendo suficiente cada acoplador independiente (60A, 60B) para proporcionar una unión segura de la mesa (50) de paciente para proporcionar un acoplamiento redundante de la mesa (50) de paciente al brazo robótico (22), siendo controlado cada uno de los acopladores independientes (60A, 60B) a través de circuitos de control independientes.
- 20 16.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, en el que todos los cables necesarios pasan a través de cajas (54) de engranajes de los segmentos (26, 40) de brazo de manera que los cables están ocultos dentro del brazo robótico (22).
- 25 17.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, que incluye además cajas (54) de engranajes para accionar los segmentos primero y segundo (26, 40) de brazo, incorporando las cajas (54) de engranajes una reducción de engranaje doble para limitar la velocidad de rotación máxima.
- 30 18.- El sistema de posicionador de pacientes de la reivindicación 1, en el que el brazo robótico (22) incluye un árbol vertical (32) acoplado al primer segmento (26) de brazo así como un mecanismo (36) de accionamiento, proporcionando el árbol vertical (32) el grado de libertad lineal, a través del mecanismo (36) de accionamiento, en una dirección estrictamente a través del movimiento del árbol vertical (32) perpendicular al suelo.

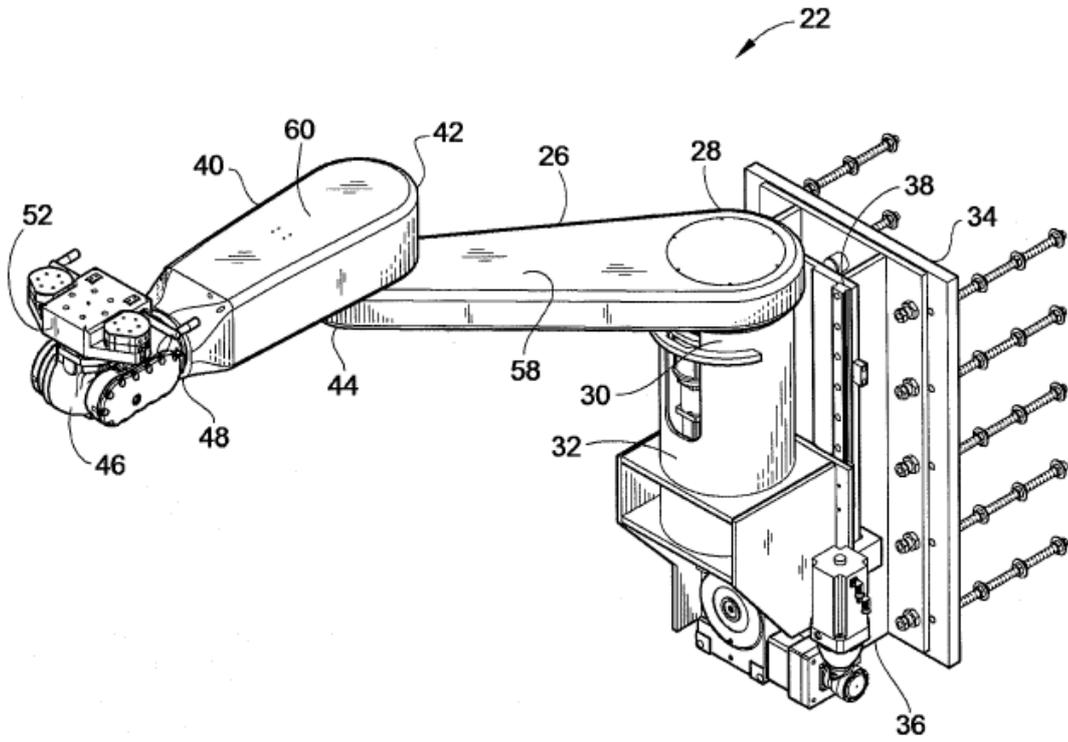


FIG. 1

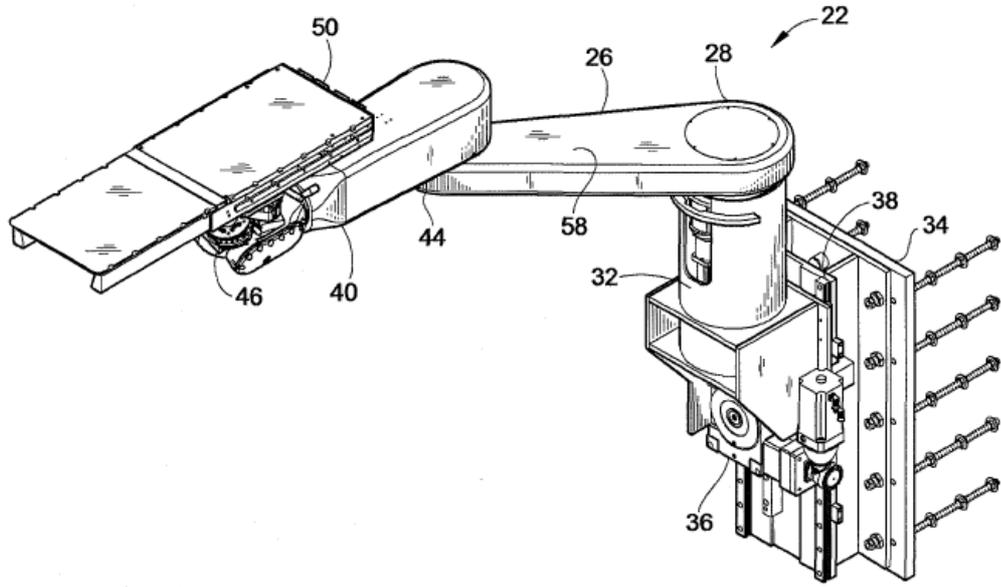


FIG. 2

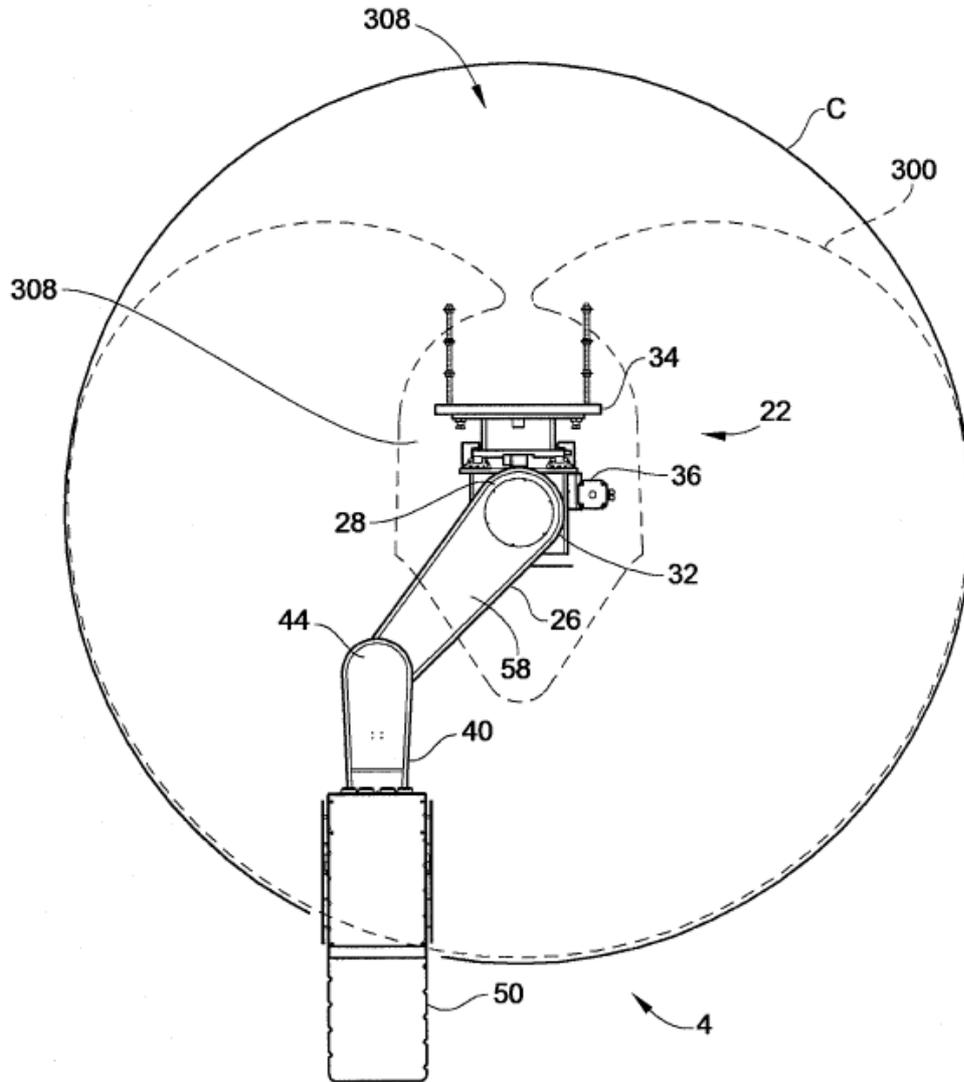


FIG. 3

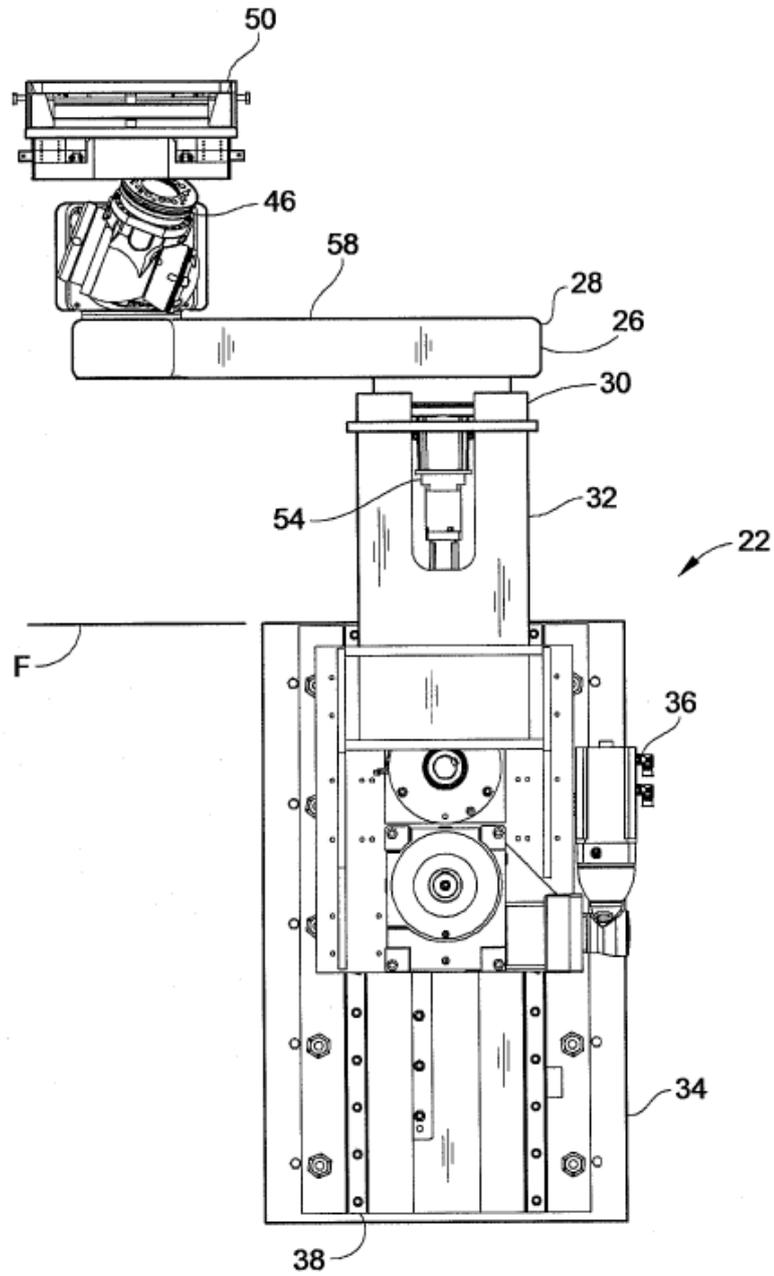


FIG. 4

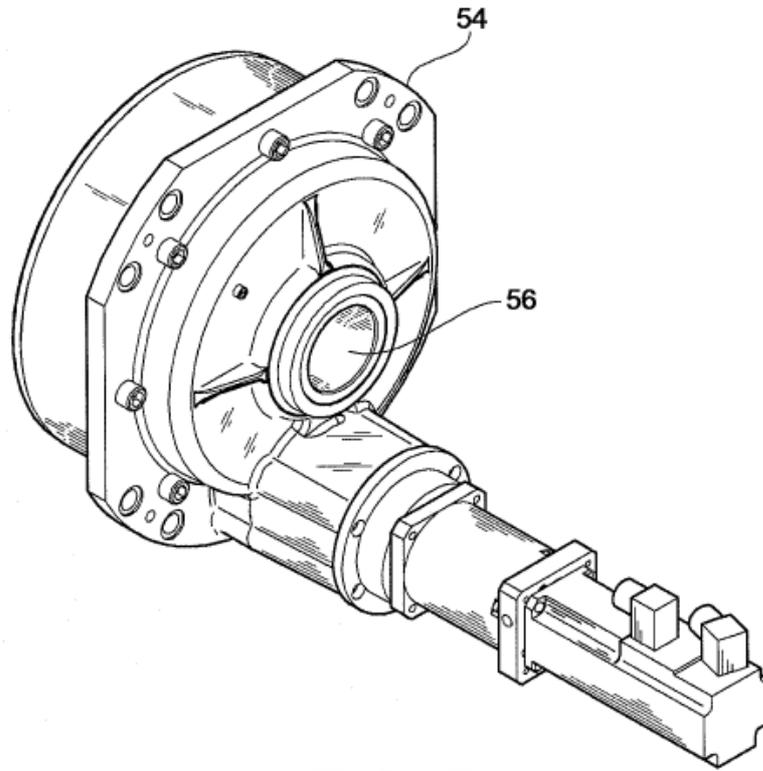


FIG. 5

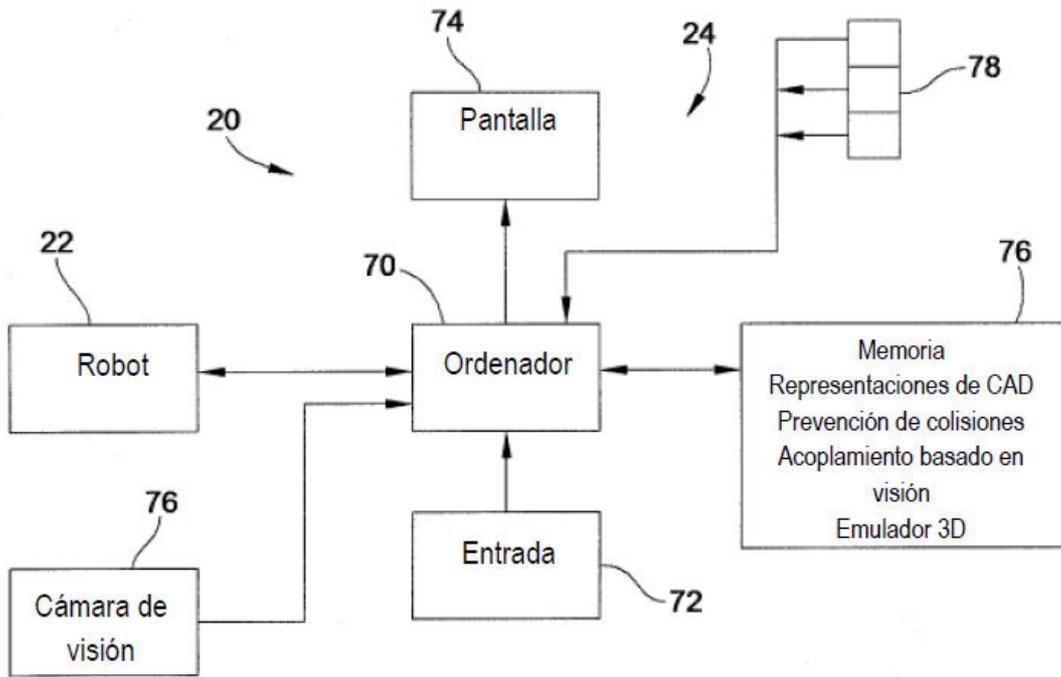


FIG. 7

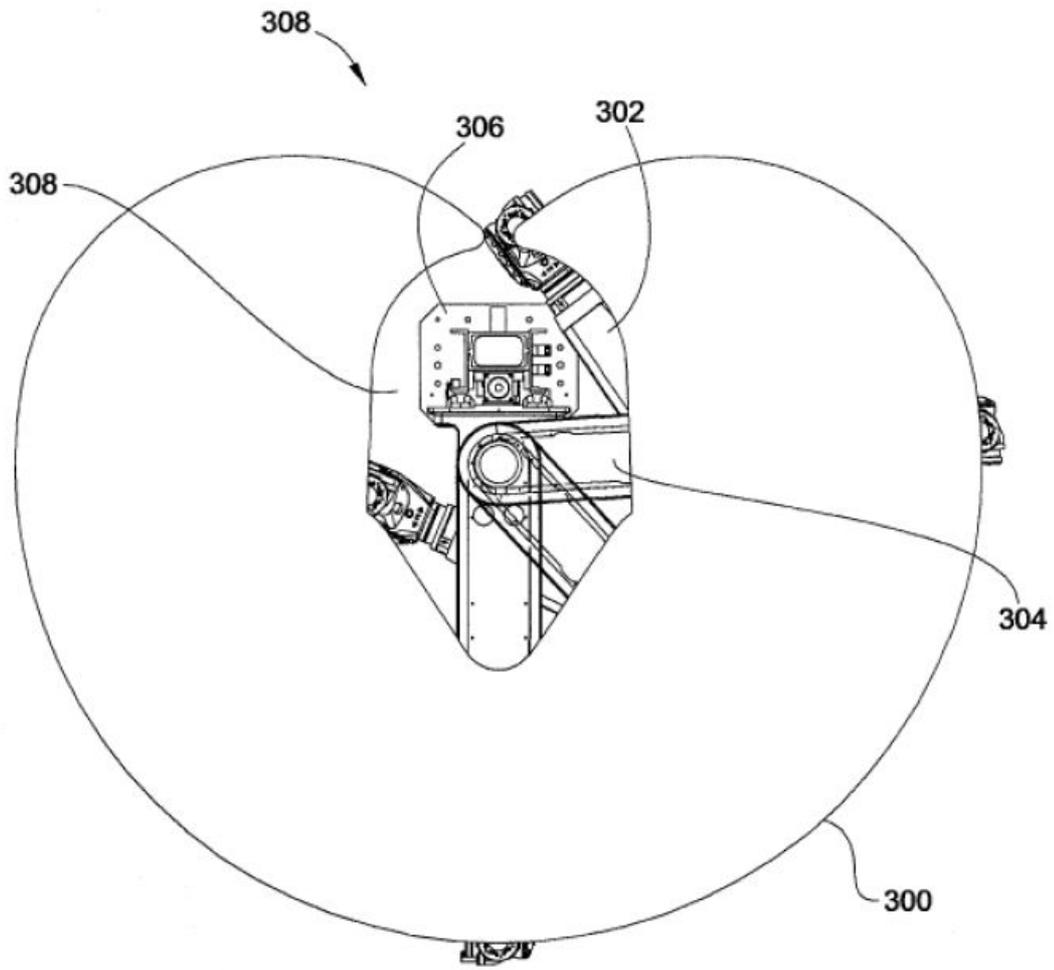


FIG. 8 TÉCNICA ANTERIOR