

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 797**

51 Int. Cl.:

B25J 9/04 (2006.01)

B25J 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2014 PCT/EP2014/002714**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2015 WO15067334**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2014 E 14786606 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 3068590**

54 Título: **Dispositivo del tipo de robot de brazo articulado**

30 Prioridad:

11.11.2013 DE 102013018857

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

15.02.2018

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (50.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE y
UNIVERSITÄT ROSTOCK (50.0%)**

72 Inventor/es:

**WANNER, MARTIN CHRISTOPH;
KNY, REINHART;
WOLLENBERG, MICHAEL y
DRYBA, STEFFEN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 654 797 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).

DESCRIPCION

Dispositivo del tipo de robot de brazo articulado

5 Campo técnico

La invención se refiere a un dispositivo del tipo de un robot de brazo articulado para la manipulación de una carga útil, con un brazo de robot, que está fijado en una base giratoria alrededor de un primer eje y que posee al menos dos miembros de brazos dispuestos en serie unos detrás de otros a modo una cadena cinemática así como una mano central colocada en el lado extremo en la cadena cinemática. Un primero de los dos miembros de brazo dispuestos uno detrás del otro está alojado de forma pivotable en la base alrededor de un segundo eje orientado ortogonal al primer eje, en cambio un segundo miembro de brazo está colocado de forma pivotable en el primer miembro de brazo alrededor de un tercer eje orientado paralelo al segundo eje. Para la articulación de los dos miembros de brazo está previsto en cada caso un actuador lineal configurado como accionamiento de husillo, que prevé en cada caso una unidad de tuerca de husillo accionada con motor, que está engranada con un husillo en forma de una barra roscada, que está alojada de forma pivotable alrededor de un eje de articulación orientado paralelo al segundo eje.

Estado de la técnica

Los robots de brazo articulado son robots industriales empleados de múltiples maneras y muy extendidos, cuya cinemática está constituida por varios miembros de brazo conectados entre sí de forma articulada, para posicionar efectores finales, como por ejemplo pinzas o herramientas. Bajo la pluralidad de las formas de configuración posibles de tales robots, posee la máxima movilidad y flexibilidad aquéllos que disponen de una cinemática en serie, es decir, que cada miembro de brazo está conectado en serie sólo con otro miembro de brazo. Sin embargo, tales robots de brazo articulado están limitados sin respecto a su carga de soporte en el extremo del brazo por la necesidad de llevar consigo accionamientos y sistemas de transmisión de fuerza así como con respecto a su exactitud de posicionamiento debido al efecto de la suma de tolerancias a lo largo de la cadena cinemática.

A partir de la publicación WO 84/02301 se puede deducir un robot típico de brazo articulado vertical, llamado de seis ejes, cuyo primer miembro de brazo está unido de forma pivotable, unilateral en el lado extremo, en una base alojada de forma giratoria alrededor de un primer eje. El primer eje corresponde al eje vertical, el eje de articulación, alrededor del cual está alojado de forma pivotable el primer miembro de brazo, se designa como segundo eje y está orientado ortogonal al primer eje, es decir, horizontal. El segundo miembro de brazo está conectado, por su parte, en un extremo con el extremo opuesto a la base del primer miembro de brazo de la misma manera de forma pivotable, es decir, alrededor de un tercer eje de articulación, que está orientado paralelo al segundo eje. Por último, en el extremo del segundo miembro de brazo, que está opuesto al tercer eje, está colocada una mano central alojada de forma giratoria alrededor de tres ejes para el alojamiento o bien la manipulación de piezas de trabajo.

Para la articulación controlada del primer miembro de brazo alrededor del segundo eje de articulación alojado horizontal, una unidad de cilindro hidráulico está instalada entre la base y el primer miembro de brazo. Una segunda unidad hidráulica correspondiente, que proporciona una articulación controlada del segundo miembro de brazo alrededor del tercer eje, se apoya, por una parte, en el primer miembro de brazo y está conectada, por otra parte, con el segundo miembro de brazo.

Una estructura muy similar para la realización de un robot de brazo articulado vertical se puede deducir a partir de la publicación EP 0 243 362 B1, que presenta de la misma manera un robot de brazo articulado vertical con dos miembros de brazo conectados de forma articulada entre sí, para cuya articulación alrededor del segundo y del tercer ejes orientados en cada caso horizontales se emplea una construcción de engranaje actuador más costosa, para incrementar el radio de actuación así como también la carga de soporte del robot. A tal fin, están previstas dos unidades de cilindro, que están unidas entre sí a través de un yugo alojado de forma pivotable y, por lo tanto, son responsables de manera adaptada entre sí tanto para la articulación del primer miembro de brazo alrededor del segundo eje como también para la articulación del segundo miembro de brazo alrededor del tercer eje. En particular, para la articulación del segundo miembro de brazo alrededor del tercer eje, un brazo de fuerza adicional está acoplado de forma pivotable con el segundo miembro de brazo, que se extiende paralelo al primer miembro de brazo bajo la configuración de un llamado "engranaje de paralelogramo", en el que está incorporada cinemáticamente una de las dos unidades de cilindro.

La publicación US 4.507.043 publica de la misma manera un robot de brazo articulado vertical, para cuya articulación del segundo miembro de brazo está previsto un engranaje de paralelogramo accionado en este caso con motor.

En la publicación DE 10 2011 087 958 A1 se describe un robot moderno de soldadura industrial del tipo de un robot de brazo articulado, para cuya articulación dentro de los ejes de giro y de articulación respectivos están integrados

accionamientos de motor eléctrico en forma de construcción compacta, pero como se ha mencionado al principio, en virtud del peso propio de los componentes montados, tal como especialmente de los accionamientos de motor eléctrico, están limitados el peso de carga útil manipulable con el robot sí como también el radio de acción accesible con el robot.

5 A partir de la publicación DE 11 2006 001 920 B4 se puede deducir un robot de brazo articulado con dos cinemáticas paralelas, que está fijado en una base giratoria alrededor de un primer eje vertical y posee dos miembros de brazo dispuestos uno detrás de otro a modo de una cadena cinemática, cuyo primer brazo está alojado de forma pivotable en la base alrededor de un segundo eje orientado ortogonal al primer eje y cuyo segundo miembro de brazo está
10 colocado de forma pivotable en el primer miembro de brazo alrededor de un tercer eje, orientado paralelo al segundo eje. En el lado extremo en la cadena cinemática está colocada una mano central. Para la articulación del primer miembro de brazo alrededor del segundo eje está previsto un primer actuador lineal, que está en conexión operativa a través de un primer engranaje de acoplamiento, por una parte, con la base y, por otra parte, con el primer miembro de brazo. Para la articulación del segundo miembro de brazo alrededor del tercer eje está previsto un segundo
15 actuador lineal, que está en conexión operativa a través de un segundo engranaje de acoplamiento con la base, con el primer miembro de brazo y con el segundo miembro de brazo. Ambos actuadores lineales están configurados en cada caso como accionamientos de husillo y prevén en cada caso una unidad de tuerca de husillo accionada con motor, que está engranada con un husillo en forma de una barra roscada, que está alojada de forma pivotable alrededor de un eje de articulación orientado paralelo al segundo eje. Los engranajes de acoplamiento presentan en
20 cada caso unas barras de longitud constante, que están unidas y están articuladas de forma pivotable, de manera que una fuerza de retención o bien contra fuerza necesaria para la retención de una fuerza que actúa en una parte móvil de las cinemáticas permanece lo más independiente posible de la articulación espacial de las cinemáticas.

Representación de la invención

25 La invención tiene el cometido de desarrollar un dispositivo de tipo de un robot de brazo articulado vertical para la manipulación de una carga útil, con un brazo de robot que está fijado en una base giratoria alrededor de un primer eje, que posee al menos dos miembros de brazos dispuestos en serie unos detrás de otros a modo una cadena cinemática, así como una mano central colocada en el lado extremo en la cadena cinemática, en el que un primero
30 de los dos miembros de brazo dispuestos en serie uno detrás del otro está alojado de forma pivotable en la base alrededor de un segundo eje orientado ortogonal al primer eje, en cambio un segundo miembro de brazo está dispuesto de forma pivotable en el primer miembro de brazo alrededor de un tercer eje orientado paralelo al segundo eje, de tal manera que tanto la carga útil manipulable con el robot como también el radio de acción deben mejorarse, es decir, incrementarse en una medida significativa frente a los sistemas de robot comparables conocidos hasta
35 ahora.

La solución del cometido en el que se basa la invención se indica en la reivindicación 1. Las características que desarrollan la idea de la invención de manera ventajosa son objeto de las reivindicaciones dependientes así como de la descripción siguiente con referencia a los ejemplos de realización.

40 Sobre la base del concepto de diseño de acuerdo con la invención para un robot del tipo de un robot de brazo articulado vertical, para cuya activación con actuador de sus miembros de brazo alojados de forma pivotable se emplea en cada caso un actuador lineal que está en conexión operativa con un engranaje de acoplamiento, un robot configurado de acuerdo con la solución, en comparación con las disposiciones de robot de brazo articulado
45 verticales de máximas prestaciones, disponibles actualmente en el comercio, puede posicionar cargas útiles hasta tres veces más pesadas dentro de un espacio de trabajo casi doble en todos los seis grados de libertad.

A tal fin, el dispositivo de acuerdo con la solución del tipo de un robot de brazo articulado vertical de acuerdo con las características del preámbulo de la reivindicación 1 de la patente está configurado de tal forma que el primer
50 engranaje de acoplamiento está en conexión operativa de forma pivotable a través de una primera articulación cardánica con la unidad de tuerca de husillo accionada con motor del primer actuador lineal y el segundo engranaje de accionamiento está en conexión operativa de forma pivotable a través de una segunda articulación cardánica con la tuerca de husillo accionada con motor del segundo actuador lineal. La primera y la segunda articulaciones cardánicas poseen en cada caso un eje de articulación orientado paralelo al segundo eje así como un eje de
55 articulación orientado ortogonal al segundo eje. El segundo engranaje de acoplamiento dispone en cada caso de un primer medio de acoplamiento que transmite fuerzas de tracción y fuerzas de presión así como un segundo medio de acoplamiento. El primer medio de acoplamiento está configurado como miembro de engranaje ternario en forma de una estructura triangular rígida, en cuyas esquinas está alojado el primer medio de acoplamiento en cada caso alrededor de un eje de articulación. De esta manera, el medio de acoplamiento está conectado de forma pivotable
60 alrededor de un primer eje de articulación, que es un eje de articulación de la segunda articulación cardánica, con la unidad de tuerca de husillo, alrededor de un segundo eje de articulación con el primer miembro de brazo, y alrededor de un tercer eje de articulación con el segundo medio de acoplamiento. Cada una de las tres esquinas configuradas como ojales de cojinete del miembro de engranaje ternario está atravesada de esta manera por uno de los tres ejes de articulación orientados paralelos entre sí. El segundo medio de acoplamiento, en cambio, está configurado, en

cambio, en forma de un tirante de unión rígido, uno de cuyos extremos de tirante de unión está conectado de forma articulada con el primer medio de acoplamiento alrededor del tercer eje de articulación y cuyo otro extremo de tirante de unión está conectado de forma pivotable con el segundo miembro de brazo alrededor de otro eje de articulación.

5 De manera alternativa a la configuración y articulación del segundo engranaje de acoplamiento explicado anteriormente, una solución alternativa subordinada prevé configurar el segundo engranaje de acoplamiento de la misma manera con un primer medio de acoplamiento y con al menos un segundo medio de acoplamiento que transmiten fuerzas de tracción y fuerzas de presión, cuyo primer medio de acoplamiento presenta un miembro de engranaje ternario en forma de una estructura de triángulo rígido, en cuyas esquinas está alojado el primer medio de acoplamiento en cada caso alrededor de un eje de articulación, de manera que el medio de acoplamiento está conectado de forma pivotable alrededor de un primer eje de articulación, que es un eje de articulación de la segunda articulación cardánica, con la unidad de tuerca de husillo, alrededor de un segundo eje de articulación pero ahora con el segundo miembro de brazo y no como anteriormente con el primer miembro de brazo, así como alrededor de un tercer eje de articulación en un lado con el segundo medio de acoplamiento, de manera que el segundo medio de acoplamiento está conectado, por otra parte, de forma pivotable alrededor de un eje de articulación con el primer miembro de brazo.

20 A través del empleo según la solución de un miembro de engranaje ternario, es decir, de una estructura de triángulo rígido, para la realización del segundo engranaje de acoplamiento. se abren una serie de ventajas, frente a la solución conocida descrita al principio. Por una parte, a través de la estructura de triángulo rígido se permite un incremento de la zona de movimiento con descarga simultánea de los engranajes de motor y la reducción de sus carreras de desviación.

25 Por otra parte, también en determinadas posiciones del robot de brazo articulado aparecen sobre toda la zona de movimiento del tercer eje, también en el caso de la posición horizontal del segundo brazo tanto en un estado articulado por lo demás totalmente retraído como también en un estado de articulación extendido del primer brazo momentos de carga estáticos máximos que pueden ser absorbidos de una manera significativa buena condicionado por las buenas relaciones de palanca casi constantes sobre toda la zona de movimiento del eje del engranaje de acoplamiento.

30 Además, a través de un punto de articulación adicional en el miembro ternario se abre otro grado de libertad para una optimización del sistema, con lo que se puede adaptar el sistema mejor a la zona angular útil con respecto a la reducción al mínimo de la carga, a la zona de movimiento y a la linealidad del movimiento.

35 Como muestran las otras formas de realización con referencia a un ejemplo de realización concreto, como actuador lineal sirve en cada caso un accionamiento de husillo, que dispone de una unidad de tuerca de husillo accionada con motor eléctrico, que está engranada con un husillo en forma de una barra roscada. El engranaje de acoplamiento que está engranado en cada caso con el actuador lineal puede convertir el movimiento de traslación de la unidad de tuerca de husillo accionada con motor eléctrico, que avance a lo largo del husillo, en un movimiento de rotación alrededor del segundo o bien del tercer eje de articulación, respectivamente. A través de la configuración de seis miembros del segundo engranaje de acoplamiento, con preferencia en forma de una cadena de Watt, se posibilita un incremento significativo del espacio de trabajo accesible a través del brazo de robot. Esto se refiere especialmente a la accesibilidad del brazo de robot en las zonas próximas al suelo y a la base del robot.

45 Con preferencia, el primer miembro de brazo de la disposición de brazo de robot está en conexión operativa con una unidad de cilindro hidráulico que se apoya de forma pivotable en la base para apoyar de esta manera las fuerzas de apoyo y las fuerzas de retención que actúan sobre el miembro de brazo. De esta manera, se abre la posibilidad de configurar los accionamientos de husillo de ambos actuadores lineales con preferencia idénticos. Esto repercute de manera ventajosa sobre un control simplificado del robot así como también sobre los costes reducidos de adquisición.

50 Para el alojamiento giratorio de la disposición de robot según la solución alrededor del primer eje, que corresponde típicamente al eje vertical, sirve una base dispuesta de forma giratoria con motor alrededor del primer eje, con preferencia en forma de una disposición de corona giratoria con dentado exterior, en la que engranan dos piñones de accionamiento tensados mutuamente. Con un engranaje tensor configurado de esta manera se posibilita una transmisión libre de juego del momento de accionamiento sobre la base con la disposición de robot dispuesta encima.

60 La disposición de robot está constituida en su mayor parte de forma modular. A través de la previsión de una interfaz mecánica colocada en la zona del segundo miembro de brazo se pueden prever, de acuerdo con las condiciones de empleo, segundos elementos de miembros de brazos configurados de diferente longitud. De esta manera, según los requerimientos se pueden realizar espacios de trabajo de forma circular con un radio de hasta 5 m.

Es muy importante la configuración de la mano central necesaria para una tarea de agarre y de manipulación, que

está colocada en la zona extrema del manipulador del brazo de robot. Ésta debería estar configurada lo más compacta posible y de peso ligero, para optimizar la carga de soporte máxima de la disposición de robot. La mano central está configurada como módulo autónomo, para cuyo accionamiento o bien activación es necesaria exclusivamente una alimentación de señales y de energía eléctrica, es decir, que todos los motores giratorios necesarios para ejercer movimientos giratorios están integrados en la mano central. En este caso, la mano central posee tres ejes de articulación accionados con motor, orientados ortogonales entre sí, uno de cuyos ejes de articulación se puede accionar a través de dos engranajes separados en el espacio por medio de un modo de accionamiento común en cada caso a través de un accionamiento de correa. Los otros dos ejes de articulación pueden ser accionados en cada caso por un motor de accionamiento dispuesto axialmente en los ejes de articulación.

Para la explicación de la disposición de robot configurada de acuerdo con la solución, se remite, por lo demás, al ejemplo de realización ilustrado en las figuras, con cuya ayuda se explica en detalle el concepto de accionamiento de acuerdo con la solución que sirve de base para la disposición de robot.

Breve descripción de la invención

A continuación se describe la invención de forma ejemplar sin limitación de la idea general de la invención con la ayuda de un ejemplo de realización con referencia a los dibujos. En este caso:

Las figuras 1a, b, c, muestran una vista lateral de un robot de brazo articulado vertical configurado según la solución.

Las figuras 2a, b, c muestran una representación esquemática del alojamiento y posicionamiento de la base configurada como disposición de corona giratoria.

Las figuras 3a, b, c muestran una vista en perspectiva sobre las disposiciones de engranaje de acoplamiento.

La figura 4 muestra una representación de una parte del segundo miembro de brazo.

Las figuras 5a, b muestran una representación en perspectiva así como una representación de imagen en sección a través de una mano central así como

Las figuras 6a, b muestran una ilustración del radio de acción de la disposición de robot configurada según la invención.

Modos de realización de la invención, aplicabilidad industrial

La figura 1a muestra una vista lateral de un robot de brazo articulado vertical configurado de acuerdo con la solución, que presenta un brazo de robot dispuesto giratorio alrededor del primer eje A1, que corresponde al eje vertical, que comprende dos miembros de brazos de robot 2, 3 dispuestos en serie uno detrás del otro, en forma de una cadena cinemática, así como una mano central 4A dispuesta para la manipulación y posicionamiento de una carga útil no representada en detalle, colocada en el lado extremo en el segundo miembro de brazo 3. La persona P representada como comparación de magnitudes, debe ilustrar la dimensión del robot, a la que hacen referencia, por lo demás, también las figuras 6a y b.

El primero de los dos miembros de brazo 2 está instalado de forma pivotable alrededor de un segundo eje A2 orientado ortogonalmente al primer eje A1 en la base. Con preferencia, el segundo eje A2 está orientado horizontal. En el lado extremo, en el primer miembro de brazo 2, opuesto a la base 1, está instalado el segundo miembro de brazo 3 de forma pivotable alrededor de un tercer eje A3, que está orientado paralelo al segundo eje A2, en el primer miembro de brazo 2.

Para una articulación dinámica del primer miembro de brazo 2 alrededor del segundo eje horizontal A2 sirve un actuador lineal 4, que está en conexión operativa a través de un primer engranaje de acoplamiento K1, por una parte, con la base 1 y, por otra parte, con el primer miembro de brazo 2. El primer actuador lineal 4 está configurado como accionamiento de husillo y dispone de una unidad de tuerca de husillo 41 accionada con motor eléctrico, que está engranada con un husillo 42 en forma de una barra roscada, cuyo extremo inferior del husillo está alojado de forma pivotable en la base 1, alojada de forma giratoria alrededor del primer eje A1, alrededor de un eje de articulación SA4 orientado paralelo al segundo eje A2.

El actuador lineal 4 configurado como accionamiento de husillo dispone de un accionamiento de correa 4R accionado por medio de un servo motor 4S, que está engranado con la unidad de tuerca de husillo 41, con lo que la unidad de tuerca de husillo 41 puede avanzar a lo largo de la rosca de la barra roscada 42 en función del sentido de giro del servo motor a lo largo de la rosca de la barra roscada 42 linealmente hacia arriba o bien hacia abajo.

El movimiento lineal ejercido por la unidad de tuerca de husillo 41 a lo largo del husillo 42 se convierte con la ayuda del engranaje de acoplamiento o bien de palanca K1 en un movimiento de rotación del primer miembro de brazo 2 alrededor del segundo eje 2. A tal fin, el primer engranaje de acoplamiento o bien engranaje de palanca K1 presenta un primero y un segundo miembros de acoplamiento 6, 7, que transmiten fuerzas de tracción y de presión, cuyo primer medio de acoplamiento 6 está alojado de forma pivotable, por una parte, directa o indirectamente, con preferencia a través de un cojinete giratorio uniaxial en la base 1, alrededor de un eje de articulación SA41 orientado paralelo al segundo eje A2 y, por otra parte, está conectado con la unidad de tuerca de husillo 41 del primer actuador lineal 4 de la misma manera de forma pivotable alrededor de un eje de articulación SA40. El eje de articulación SA41 está articulado en la base 1 de forma pivotable alrededor del primer medio de acoplamiento 6, presenta una distancia lateral del eje de articulación SA53, alrededor del cual el husillo 42 está alojado de forma pivotable en la base 1 para generar de esta manera, por una parte, un par de torsión lo más grande posible que articula el husillo 42 en el lugar de la unidad de tuerca de husillo 42, con una carga de tracción mínima posible a lo largo del husillo y, por otra parte, para procurar evitar colisiones durante la desviación del accionamiento de husillo con el primer engranaje de acoplamiento conectado con él con otros componentes del brazo de robot.

El segundo medio de acoplamiento 7 del primer engranaje de acoplamiento K1 está conectado de forma articulable, por una parte, con la unidad de tuerca de husillo 41 alrededor del eje de articulación SA40 y, por otra parte, está alojado de forma pivotable en el primer miembro de brazo 2 alrededor de un eje de articulación SA42 orientado paralelo al segundo eje A2. Para el alojamiento pivotable del segundo medio de acoplamiento 7 en el primer miembro de brazo 2, de la misma manera por razones de una generación o bien transmisión del par de torsión lo más grande posible, es ventajoso emplazar la instalación del eje de articulación SA42 lo más lejos posible del segundo eje A2 a lo largo del primer miembro de brazo 2, es decir, a ser posible en el extremo del primer miembro de brazo 2 que está opuesto al segundo eje A2. Evidentemente la selección de la instalación de los puntos de articulación de los componentes individuales que están conectados entre sí en una conexión cinemática debe realizarse en función de sus dimensiones y longitudes, tal como especialmente en función de la longitud del husillo.

Ambos medios de acoplamiento 6, 7 están conectados con la unidad de tuerca de husillo 41 a través de una articulación cardánica 4K común, de manera que se posibilita una conversión a ser posible libre de pérdida, es decir, libre de eventuales inclinaciones laterales, del movimiento lineal ejercido por la unidad de tuerca de husillo 41, en un movimiento de articulación orientado en el primer miembro de brazo 2 alrededor del segundo eje A2. A través de la disposición distanciada de manera optimizada de los puntos de articulación cinemática del primer engranaje de acoplamiento K1 en los lugares de los ejes de articulación SA41, SA42 así como de la articulación cardánica 4K en el lugar de la unidad de tuerca de husillo 41 se puede reducir pequeña o bien al mínimo la fuerza de tracción que actúa sobre el husillo 42 a través de la articulación con motor de la unidad de tuerca de husillo 41.

De manera ventajosa, además, en la base 1 dispuesta de forma giratoria alrededor del primer eje A1 están instaladas una unidad de cilindro hidráulico 10 así como un acumulador de presión 11 que alimenta la unidad de cilindro hidráulico 11. La unidad de cilindro hidráulico 10 se apoya en un lado en la base 1, en la que está alojada, además, de forma giratoria alrededor de un eje de articulación SA10. Por otra parte, la unidad de cilindro hidráulico 10 está conectada de forma giratoria alrededor del eje de articulación SA12 con una proyección 12 conectada fijamente con el primer miembro de brazo 2. La unidad de cilindro hidráulico 10 sirve de esta manera como sistema de compensación del peso y puede reducir la carga de la unidad de tuerca de husillo 41 accionada con motor así como el consumo de energía necesario para el actuador lineal 4.

El accionamiento para iniciar los movimiento de articulación dinámica del segundo miembro de brazo 3 alrededor del tercer eje A3 se realiza con un segundo actuador lineal 5 diferente del primer actuador lineal 4 sólo en la posición y con un segundo engranaje de acoplamiento K2 que está en conexión operativa con él, que está configurado como engranaje de acoplamiento de seis miembros, con preferencia del tipo de una cadena de Watt. De la misma manera que el primer actuador lineal 4, el segundo actuador lineal 5 está configurado como accionamiento de husillo y presenta una unidad de tuerca de husillo 51 accionada con motor, que está engranada con un husillo 52 configurado como barra roscada. Solo para completar, se indica que también en este caso, un accionamiento de correa 5, que está en conexión operativa con la unidad de tuerca de husillo 51, es accionado por un servo motor 5S. Una gran ventaja de la disposición de robot de acuerdo con la solución se puede ver en que se pueden utilizar actuadores lineales idénticos para el primero y para el segundo actuadores lineales. esto reduce los costes de fabricación en la fabricación en serie.

El movimiento lineal realizado por la unidad de tuerca de husillo 51 en función del sentido de giro del motor del servo motor 5S a lo largo del husillo 52 se convierte con la ayuda del segundo engranaje de acoplamiento K2 en un movimiento de rotación o bien de articulación orientado alrededor del tercer eje A3, con el que se puede articular el tercer eje A3 con relación al primer miembro de brazo 2.

A tal fin, el husillo 52, que forma parte del segundo engranaje de acoplamiento, está alojado con su extremo inferior del husillo de forma pivotable alrededor del eje de articulación SA5, que es idéntico con el segundo eje A2, con lo que el husillo 52 se apoya directamente en la base 1. Esto provoca, por una parte, que se desacoplen los

movimientos de articulación alrededor del eje 2 así como alrededor del eje 3 totalmente unos de los otros y, por otra parte, de esta manera las fuerzas de tracción que actúan a lo largo del husillo 52 pueden ser absorbidas directamente por el zócalo del robot, es decir, por la base 1. No aparecen ya las cargas de tracción condicionadas por el accionamiento a través del actuador lineal 5 en estructuras en otro caso de soporte de la cinemática del movimiento del robot.

El segundo engranaje de acoplamiento K2 comprende, además, un primer medio de acoplamiento 8, que está configurado en forma de una estructura de forma triangular rígida, un llamado miembro de engranaje ternario. Un miembro de engranaje ternario presenta tres puntos de articulación conectados de forma rígida entre sí por medio de tirantes de unión, con preferencia, configurados como ojales de cojinete. En la figura 1a se muestra solamente una vista lateral del primer medio de acoplamiento 8, cuya configuración espacial se representa, sin embargo, en la figura 3b, que se explica en detalle en otro texto de la descripción. El primer medio de acoplamiento 8 está alojado de forma pivotable, por una parte, en el primer miembro de brazo 2 alrededor de un eje de articulación SA51 orientado paralelo al segundo eje A2 y, por otra parte, está conectado fijo giratorio con la unidad de tuerca de husillo 51 del segundo actuador lineal 5 por medio de una articulación cardánica 5K al menos alrededor del eje de articulación SA50. En el medio de acoplamiento 8 está previsto un eje de articulación SA53 adicional, alrededor del cual el medio de acoplamiento 9 está alojado de forma pivotable en un lado, que está conectado, por otra parte, de forma pivotable alrededor del eje SA52 con el segundo miembro de brazo 3. La división en seis miembros del segundo engranaje de acoplamiento K2 se compone de la pluralidad de los miembros individuales conectados entre sí a través de articulaciones o bien ejes de articulación. Para la ilustración de los miembros individuales E1 a E6 se remite a la figura 1b, que muestra la misma estructura del ejemplo de realización representado en la figura 1a, sólo completada por las identificaciones de los componentes individuales E1 a E6 que justifican la división en seis miembros de la cadena de Watt del segundo engranaje de acoplamiento K2. El husillo 52 representa el primer componente individual E1, a lo largo del cual está dispuesta móvil longitudinalmente bidireccional la unidad de tuerca de husillo 51 como segundo componente E2. Con el segundo componente individual E2 configurado como unidad de tuerca de husillo 51 está conectada de forma pivotable alrededor del eje de articulación SA50 la estructura triangular rígida como tercer componente individual E3, que está conectado, además, de forma pivotable alrededor del eje de articulación SA51 con el primer miembro de brazo 2 y alrededor del eje de articulación SA53 con el segundo miembro de acoplamiento 9, que representa el cuarto componente individual E4. El cuarto componente individual E4 está conectado, por su parte, de forma pivotable con el segundo miembro de brazo 3 como quinto componente individual E5 alrededor del eje SA52. El segundo miembro de brazo 3 está conectado por último de forma pivotable sobre el tercer eje A3 en el primer miembro de brazo 2, que corresponde al sexto componente individual E6.

Todos los puntos de articulación así como las longitudes y ángulos de ataque del segundo engranaje de acoplamiento K2 están adaptados entre sí de tal manera que se reduce al mínimo la fuerza del husillo que actúa a lo largo del husillo 52 y no se pueden producir de ninguna manera colisiones entre el primero y el segundo engranajes de acoplamiento accionados con motor. A tal fin, los medios de acoplamiento de los dos engranajes de medios de acoplamiento, como se explica también en particular, están configurados del tipo de horquilla o bien del tipo de acoplamiento, con lo que se puede elevar en una medida significativa la transmisión de la fuerza así como la rigidez de la construcción de los engranajes de acoplamiento respectivos.

También las articulaciones cardánicas 4K, 5K del primero y del segundo actuadores lineales se ocupan de una transmisión de los momentos de fuerza y de los momentos de torsión libres de pérdidas, es decir, libres de inclinaciones laterales eventuales durante la realización de los movimientos de articulación, para impedir que se transmitan otras cargas que fuerzas de tracción o fuerzas de presión a lo largo de los husillos. Las articulaciones cardánicas están configuradas como articulaciones cruzadas y presentan a tal fin en cada caso dos ejes de articulación orientados ortogonales entre sí, uno de los cuales SA40, SA50, respectivamente, está orientado paralelo al segundo eje A2. Ambos ejes de articulación de la articulación cruzada están orientados en cada caso ortogonales al eje del husillo del actuador lineal.

De manera alternativa a la configuración preferida explicada anteriormente del segundo engranaje de acoplamiento K2 como cadena de Watt de seis miembros, de la misma manera es concebible una realización equivalente de K2 en forma de una llamada cadena de Stephenson de seis miembros, que se representa de forma esquemática en la figura 1c. Con la excepción de la configuración y de la instalación cinemática del primer medio de acoplamiento 8 explicado anteriormente, por lo demás, la disposición de robot ilustrada en la figura 1c se mantiene inalterada.

Aquí el medio de acoplamiento 8' modificado está realizado de la misma manera como estructura triangular rígida y prevé en sus puntas de triángulo de la misma manera que anteriormente unas uniones de articulación uniaxial configuradas en cada caso como ojales de cojinete. Ahora la estructura triangular 8' está conectada directamente con el segundo miembro de brazo 3 de forma pivotable alrededor del eje de articulación SA52 y se apoya de forma articulada alrededor de los ejes de articulación SA53' y SA51 sobre el medio de acoplamiento 9' en el primer miembro de brazo 2.

En las figuras 2a - c se representan en cada caso representaciones de la vista en planta superior sobre la base 1 configurada como corona giratoria con rosca exterior, alojada de forma giratoria alrededor del primer eje A1. Para garantizar un alojamiento estable de la base 1 así como una transmisión libre de juego de un momento de accionamiento sobre la base 1 configurada como corona giratoria, están previstos dos piñones de accionamiento 13, 14 tensados mecánicamente entre sí, que están alojados dentro de una carcasa de engranaje común en forma de un engranaje tensor 15. Por lo demás, se aplica unir ambos piñones de accionamiento 13, 14 exactamente y de manera independiente entre sí en la periferia exterior de la base 1 configurada como corona giratoria, de tal manera que las ruedas dentadas de ambos piñones de accionamiento ruedan exactamente sobre las de la corona giratoria. La ausencia de juego de las coronas dentadas que engranan entre sí resulta a partir de la tensión de los dos engranajes entre sí. Esta disposición está protegida sobre todo de efectos dinámicos. Debe impedirse que en el caso de una inversión, es decir, la modificación del sentido de giro, el juego de los flancos de los dientes conduzca a inexactitudes durante el movimiento de la carga.

En virtud de la disposición con los dos piñones de accionamiento 13, 14 tensados entre sí, es necesaria una instalación de posicionamiento especial para los engranajes 15 tensados, que posibilita tanto un posicionamiento de traslación como también un posicionamiento rotatorio.

En una primera etapa se lleva a través de traslación de la carcasa de engranaje en primer lugar un piñón de accionamiento 14 exactamente a engrane con la estructura de los flancos dentados de la corona giratoria, como se ilustra en la figura 2b, de manera que el segundo piñón de accionamiento 13 permanece distanciado de la estructura de corona giratoria. En la etapa siguiente de acuerdo con la figura 2c, se gira el engranaje tensor 15 junto con el piñón de accionamiento 13 alrededor del eje de giro del piñón de accionamiento 14 en el contorno de los flancos dentados de la corona giratoria 1. A través de esta disposición, en la que el eje de giro, alrededor del cual se gira la carcasa del engranaje o bien del engranaje tensor 15, y el eje de giro del piñón de accionamiento 14 están colocados superpuestos, es decir, que son idénticos, es posible ajustar los círculos parciales de ambos piñones de accionamiento 13, 14 de una manera independiente entre sí sobre el círculo parcial de la corona giratoria 1 y garantizar una marcha perfecta de las parejas de ruedas dentadas.

La instalación de posicionamiento necesaria para el proceso de posicionamiento anterior comprende cáscaras de cojinete especialmente adaptadas, cáscaras de cojinete exteriores e interiores, con radios diferentes, respectivamente, que están colocados de forma desplazable en traslación sobre carriles de guía. Después del posicionamiento de traslación adecuado, se fijan las cáscaras de cojinete exteriores y se giran las cáscaras de cojinete interiores de manera adecuada.

Si los dos piñones de accionamiento engranan exactamente en la corona giratoria, entonces las dos cáscaras de cojinete de unen rígidamente entre sí.

De esta manera, se asegura que ambos piñones de accionamiento 13, 14 estén exactamente engranados con la estructura de corona dentada. De esta manera, es posible transmitir momentos de accionamiento de hasta 60 kNm, con lo que se pueden mover tanto el peso propio de la disposición de robot, pero especialmente cargas útiles, que son manipulables y son posicionadas con la ayuda de la disposición de robot, de hasta 4 t.

La figura 3a muestra una vista en perspectiva del brazo de robot, con cuya ayuda se puede deducir la configuración espacial del primero y del segundo engranajes de acoplamiento. Durante la manipulación de cargas útiles, especialmente con la ayuda de una mano central 4Z aparecen junto a las fuerzas de carrera, unas cargas de torsión orientadas a lo largo del primero y del segundo miembros de brazos 2, 3, que pueden ser absorbidas, al menos parcialmente, por los dos engranajes de acoplamiento K1 y K2. Para proporcionar una estabilidad suficiente de la carga de soporte así como especialmente también la rigidez a la torsión dentro de los dos engranajes de acoplamiento K1, K2, los medios de acoplamiento que componen los engranajes de acoplamiento respectivos están configurados en forma de hebilla o bien en forma de horquilla.

Para el apoyo o bien el alojamiento de los momentos de carga que actúan a lo largo del brazo de robot, los primeros y segundos miembros de brazos 2, 3 están configurados en forma de tirantes dobles que se extienden paralelos entre sí, como se puede deducir a partir de la representación en perspectiva según la figura 3a. Además, el primero y el segundo medios de acoplamiento 6, 7 están configurados en cada caso del tipo de balancín doble y disponen por cada eje de articulación, respectivamente, de dos puntos de unión o bien ojales de cojinete 61, 71, a través de los cuales se pueden absorber momentos de torsión a lo largo de los medios de acoplamiento individuales. Los medios de acoplamiento 6, 7 individuales configurados del tipo de balancín están configurados en cuanto a la construcción de tal forma que se pueden fabricar de manera especialmente sencilla. Los puntos de unión individuales configurados como ojales de cojinete así como los medios de acoplamiento 6, 7 propiamente dichos están configurados como piezas de combustión individuales, que se unen por medio de soldadura siguiente. Las costuras de soldadura se colocan en este caso, respectivamente, en zonas poco cargadas de los medios de acoplamiento configurados del tipo de balancín doble, ver la figura 3c.

Además de la alta rigidez a la torsión, los medios de acoplamiento 6, 7 configurados del tipo de balancín doble, permiten un montaje lo más compacto posible y reducido en el espacio de construcción de los dos actuadores lineales 4, 5 que accionan los miembros de brazo 2, 3 individuales y garantiza, además, que los actuadores lineales no entren en colisión mutua junto a los engranajes de acoplamiento unidos con ellos durante el empleo del robot.

Además, a partir de la figura 3a se puede deducir la configuración y la instalación del segundo engranaje de acoplamiento K2, de manera que especialmente el medio de acoplamiento 8 configurado como estructura triangular rígida, que se ilustra en representación particular en la figura 3b, en la que está contenido adicionalmente el eje de articulación SA51. El medio de acoplamiento 8 configurado como miembro de engranaje ternario dispone de una estructura tridimensional configurada abierta y se compone de horquillas o bien de tirantes dobles 8.1, 8.2, 8.3, en los que están soldados los ojales de cojinete L1, L2, L3. El medio de acoplamiento 8 comprende en este caso un espacio de construcción interior, en el que puede penetrar sin colisión a través de la configuración abierta de la construcción de horquilla o bien de la construcción de tirantes, por ejemplo el servo motor 5S del segundo actuador lineal 5.

Además, el medio de acoplamiento 8 configurado como tirante doble en conexión con el segundo medio de acoplamiento 9 configurados como horquilla doble, que se ilustra en la figura 3c, incide en cuatro lugares de cojinete 16 en el segundo miembro de brazo 3. Este diseño constructivo especial del segundo engranaje de acoplamiento K2 proporciona una rigidez alta y permite una introducción o bien absorción de momentos de torsión, que pueden ser absorbidos de nuevo a través de la rigidez a la torsión del primer engranaje de acoplamiento inferior K1 o bien proceden de éste.

En la figura 4 se ilustran las partes individuales del segundo miembro de brazo 3 en vista en perspectiva. El balancín de brazo doble 31 prevé ojales de cojinete 33, 34, para la disposición móvil articulada del segundo miembro de brazo 3 con relación al primer miembro de brazo 2 o bien del segundo engranaje de acoplamiento K2. De esta manera, los ojales de cojinete 33 sirven para la articulación del segundo miembro de brazo 3 alrededor del tercer eje A3 así como los ojales de cojinete 34 para la articulación móvil pivotable del segundo medio de acoplamiento 9 del segundo engranaje de acoplamiento K2 alrededor del eje de articulación SA52. Para garantizar la modularidad del sistema de robot, de acuerdo con el objeto de empleo y de aplicación sobre un medio de montaje 17 se puede montar un tubo de brazo 32 dimensionado de diferente longitud de manera fija desmontable en el balancín de brazo doble 31. Sobre otro medio de montaje 18 se puede instalar de la misma manera fija desprendible, por ejemplo, una mano central 4Z, como se ilustra en las figuras 5a, b.

La rueda central 4Z representa un módulo autónomo, que se puede sustituir, por ejemplo, por una solución más sencilla, suficiente para muchas aplicaciones, como por ejemplo una mano de plataforma de carga. En la configuración de la mano central 4Z se trata de una mano central clásica, que se caracteriza por las siguientes características: un motor de accionamiento 19 está conectado a través de un engranaje 20 con un elemento de transmisión 21 en forma de U, para su accionamiento alrededor del cuarto eje A4. El engranaje 20 posee un árbol hueco, de manera que a través de éste se pueden conducir las alimentaciones de energía así como cables de datos para los accionamientos restantes de la mano central 4Z. Dentro del elemento de transmisión 21 en forma de U está dispuesto otro motor 22, que inicia, por su parte, a través de otro engranaje 23, un movimiento alrededor del quinto eje A5. A través de esta disposición es posible realizar el eje manual de una manera especialmente pequeña.

Las unidades de accionamiento 23 opuestas del quinto eje A5 accionan otro elemento de transmisión 24 en forma de U, en el que está alojado el engranaje del sexto eje A6. Los motores 25, 26 con respecto al quinto y sexto ejes A5, A6 se encuentran, respectivamente, dentro de los dos elementos de transmisión 21, 24 y contribuyen a que las dimensiones del eje manual sean muy pequeñas.

La disposición de robot de acuerdo con la solución representa una construcción robusta y modular variable, que permite un acondicionamiento individual a diferentes tareas de cargas útiles.

En la figura 6a se muestra una vista en planta superior sobre un robot de brazo articulado vertical configurado de acuerdo con la solución, cuyo alcance máximo puede contribuir a la activación de cargas útiles de hasta cuatro toneladas 5,5 m. Debido al tamaño propio de la disposición de robot se excluye una zona alrededor del primer eje A1 con un radio de aproximadamente 1,5 m.

La figura 6b ilustra la dilatación vertical máxima de la zona de trabajo A, que puede extenderse hasta 4 m en la extensión vertical. En este caso, a partir de la figura 6b se pueden deducir los dimensionados de componentes individuales del robot. De esta manera, a tal fin a lo largo del eje horizontal y del eje vertical las indicaciones de distancia se indican en metros. Por ejemplo, la longitud del primer miembro de brazo 2 medida desde la posición del primer eje, que posee en la representación una altura de 1 m, es 2,5 m. La longitud horizontal del segundo miembro de brazo 3 corresponde aproximadamente a 2,5 m.

Para prestar a un sistema de robot una rigidez suficientemente alta, que es necesaria para conseguir una exactitud

alta de posicionamiento, en un tipo de construcción convencional, el robot debería estar constituido muy macizo y pesado.

5 Además, durante el movimiento de cargas útiles grandes se requieren momentos de accionamiento altos alrededor de los ejes individuales del robot que, sin embargo, no se pueden realizar por motores montados dentro de los ejes individuales, que se pueden adquirir actualmente en el comercio. Por estos motivos, ha sido seleccionada la estructura cinemática según la propuesta explicada anteriormente para un robot grande, en el que el eje vertical, es decir, el primer eje A1 ha sido seleccionado directamente con la ayuda de una pareja de piñones de accionamiento tensados entre sí, que están engranados con una corona giratoria. El segundo y el tercer ejes del robot A2, A3 son accionados de manera correspondientes a través de actuadores lineales, que convierten su avance por medio de engranajes de acoplamiento en un movimiento de rotación de los ejes. Los engranajes de acoplamiento conectados con los actuadores lineales están configurados ligeros y resistentes a la torsión en virtud de su forma configurada del tipo de balancín doble y, además, pueden absorber cargas altas y resistirlas.

15 **Lista de signos de referencia**

	1	Base
	2	Primer miembro de brazo
	3	Segundo miembro de brazo
20	31	Balancín de brazo doble
	32	Tubo de brazo, tubo
	33, 34	Ojales de cojinete
	4Z	Mano central
	4	Primer actuador lineal
25	41	Unidad de tuerca de husillo
	42	Husillo, barra roscada
	4S	Servomotor
	4R	Accionamiento de correa
	4K	Articulación cardánica
30	5	Segundo actuador lineal
	51	Unidad de tuerca de husillo
	52	Husillo, barra roscada
	5S	Servomotor
	5R	Accionamiento de correa
35	5K	Articulación cardánica
	6	Primer medio de acoplamiento
	61	Puntos de unión, ojales de cojinete
	7	Segundo medio de acoplamiento
	71	Puntos de unión, ojales de cojinete
40	8, 8'	Primer medio de acoplamiento, estructura de triángulo rígido
	9, 9'	Segundo medio de acoplamiento
	10	Unidad de cilindro hidráulico
	11	Acumulador de presión
	12	Proyección
45	13, 14	Piñón de accionamiento
	15	Engranaje tensor
	16	Puesto de cojinete
	17, 18	Medio de montaje
	19	Motor de accionamiento
50	20	Engranaje
	21	Elemento de transmisión
	22	Motor
	23	Engranaje
	24	Elemento de transmisión
55	25	Motor
	26	Motor
	A1	Primer eje
	A2	Segundo eje
	A3	Tercer eje
60	A4	Cuarto eje
	A5	Quinto eje
	A6	Sexto eje
	SA4	Eje de articulación
	SA40	Eje de articulación

	SA41	Eje de articulación
	SA42	Eje de articulación
	SA5	Eje de articulación
	SA50	Eje de articulación
5	SA51	Eje de articulación
	SA52	Eje de articulación
	SA10	Eje de articulación
	SA12	Eje de articulación
	SA53	Eje de articulación
10	SA53'	Eje de articulación
	P	Persona

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo del tipo de un robot de brazo articulado para la manipulación de una carga útil, con un brazo de robot (R), que

- está fijado en una base (1) giratoria alrededor de un primer eje (A1),
- que posee al menos dos miembros de brazos (2, 3) dispuestos en serie unos detrás de otros a modo una cadena cinemática, cuyo primer miembro de brazo (2) está alojado de forma pivotable en la base (1) alrededor de un segundo eje (A2) orientado ortogonal al primer eje y cuyo segundo miembro de brazo (3) está colocado de forma pivotable en el primer miembro de brazo (2) alrededor de un tercer eje (A3) orientado paralelo al segundo brazo (A2), así como
- una mano central (AZ) colocada en el lado extremo en la cadena cinemática,

en el que está previsto un primer actuador lineal (4), que articula el primer miembro de brazo (2) alrededor del segundo eje (A2), que está en conexión operativa a través de un primer engranaje de acoplamiento (K1), por una parte, con la base (1) y, por otra parte, con el primer miembro de brazo (2), y está previsto un segundo actuador lineal (5), que articula el segundo miembro de brazo (3) alrededor del tercer eje (A3), que está en conexión operativa a través de un segundo engranaje de acoplamiento (K2) con la base (1), con el primer miembro de brazo (2) y con el segundo miembro de brazo (3), y el primero y el segundo actuadores lineales (4, 5) están configurados en cada caso como accionamientos de husillo, que prevén, respectivamente, una unidad de tuerca de husillo (41, 51) accionada con motor, que está engranada con un husillo (42, 52) en forma de una barra roscada, que está alojada de forma pivotable alrededor de un eje de articulación (SA4, SA5) orientado paralelo al segundo eje (A2),

caracterizado porque el primer engranaje de acoplamiento (K1) está en conexión operativa de forma pivotable a través de una primera articulación cardánica (4K) con la unidad de tuerca de husillo (41) accionada con motor del primer actuador lineal (4) y el segundo engranaje de acoplamiento (K2) está en conexión operativa de forma pivotable a través de una segunda articulación cardánica (5K) con la tuerca de husillo (51) accionada con motor del segundo actuador lineal (5), porque la primera y la segunda articulación cardánica (4K, 5K) poseen en cada caso un eje de articulación orientado paralelo al segundo eje (A2) así como un eje de articulación orientado ortogonal al segundo eje (A2), porque el segundo engranaje de acoplamiento (K2) presenta en cada caso un primer medio de acoplamiento (8) que transmite fuerzas de tracción y fuerzas de presión así como un segundo medio de acoplamiento (9), porque el primer medio de acoplamiento (8) es un miembro de engranaje ternario en forma de una estructura de triángulo rígido, en cuyas esquinas está alojado el primer medio de acoplamiento (8), respectivamente, alrededor de un eje de articulación, de tal manera que el medio de acoplamiento (8) está conectado de forma pivotable alrededor de un primer eje de articulación, que es un eje de articulación de la segunda articulación cardánica (5K), con la unidad de tuerca de husillo (51), alrededor de un segundo eje de articulación (SA51) con el primer miembro de brazo (2), y alrededor de un tercer eje de articulación (SA53) con el segundo medio de acoplamiento (9), y porque el segundo medio de acoplamiento (9) está configurado a modo de un tirante de unión rígido, uno de cuyos extremos de tirante de unión está conectado de forma pivotable con el primer medio de acoplamiento (8) alrededor del tercer eje de articulación (SA53) y cuyo otro extremo de tirante de unión está conectado de forma pivotable con el segundo miembro de brazo (3) alrededor de un eje de articulación (SA52).

2.- Dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, **caracterizado** porque el primer engranaje de acoplamiento (K1) está en conexión operativa de forma pivotable a través de una primera articulación cardánica (4K) con la unidad de tuerca de husillo (41) accionada con motor del primer actuador lineal (4) y el segundo engranaje de acoplamiento (K2) está en conexión operativa de forma pivotable a través de una segunda articulación cardánica (5K) con la tuerca de husillo (51) accionada con motor del segundo actuador lineal (5), porque la primera y la segunda articulaciones cardánicas (4K, 5K) poseen en cada caso un eje de articulación orientado paralelo al segundo eje (A2) así como un eje de articulación orientado ortogonal al segundo eje (A2), porque el segundo engranaje de acoplamiento presenta un primero (8') y al menos un segundo medio de acoplamiento (9') que transmiten fuerzas de tracción y de presión, cuyo primer medio de acoplamiento (8') es un miembro de engranaje ternario en forma de una estructura de triángulo rígido, en cuyas esquinas está alojado el primer medio de acoplamiento (8'), respectivamente, alrededor de un eje de articulación, de tal manera que el medio de acoplamiento (8') está conectado de forma pivotable en un lado alrededor de un primer eje de articulación (SA50), que es un eje de articulación de la segunda articulación cardánica (5K), con la unidad de tuerca de husillo (51), alrededor de un segundo eje de articulación (SA52) con el segundo miembro de brazo (3), y alrededor de un tercer eje de articulación (SA53') con el segundo medio de acoplamiento (9), que está conectado, por otra parte, de forma pivotable alrededor de un eje de articulación (SA51) con el primer miembro de brazo (2).

3.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el primer engranaje de acoplamiento (K1) presenta un primero y un segundo medio de acoplamiento (6, 7) que transmiten fuerzas de tracción y fuerzas de presión, cuyo primer medio de acoplamiento (6) está alojado de forma pivotable, por una parte, directa o indirectamente en la base (1) alrededor de un eje de articulación (SA41) orientado paralelo al segundo eje (A2) y, por otra parte, está conectado con la unidad de tuerca de husillo (41) del primer actuador lineal (4) y cuyo segundo medio de acoplamiento (7) está conectado, por una parte, con la unidad de tuerca de husillo (41) del primer

actuador lineal (4) y, por otra parte, está alojado de forma pivotable en el primer miembro de brazo (2) alrededor de un eje de articulación (SA42) orientado paralelo al segundo eje (A2), y porque el primero y el segundo medios de acoplamiento (6, 7) están conectados de forma pivotable con la unidad de tuerca de husillo (41) del primer actuador lineal (4) sobre la articulación cardánica (41).

5 4.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el husillo (42) del primer actuador lineal (4) está alojado de forma pivotable en la base (1).

10 5.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado** porque el eje de articulación (SA4), alrededor del cual está alojado de forma pivotable el husillo (42) del primer actuador lineal (4), es el eje de articulación (SA41), alrededor del cual está alojado de forma pivotable el segundo medio de acoplamiento (6) del primer actuador lineal (4), así como el segundo eje (A2) están dispuestos paralelos entre sí y separados uno del otro a lo largo de la base (1).

15 6.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el eje de articulación (SA5), alrededor del cual está alojado de forma pivotable el husillo (52) del segundo actuador lineal (5), coincide con el segundo eje (A2).

20 7.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la base (1) es una disposición de corona giratoria con un dentado exterior, con el que engranan dos piñones de accionamiento (13, 14) tensados mutuamente.

25 8.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado** porque la disposición de corona giratoria con dentado exterior presenta un diámetro circular mayor o igual a 2 m.

30 9.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la mano central (4Z) representa un módulo autónomo, para cuyo accionamiento es necesario exclusivamente un suministro de señal y de energía eléctrica, porque la mano central posee tres ejes de articulación (A4, A5, A6) accionados con motor, orientados ortogonales entre sí, uno de cuyos ejes de articulación (A5) se puede accionar por medio de dos engranajes (23) separados en el espacio a través de un motor de accionamiento común (21), respectivamente, sobre un accionamiento de correa, cuyos otros dos ejes de articulación (A4, A6) pueden ser accionados, respectivamente, por un motor de accionamiento (25, 26) dispuesto axialmente en los ejes de articulación.

35 10.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el primero y el segundo miembros de brazo están configurados, al menos por secciones, en forma de tirantes dobles, de manera que a lo largo de un miembro de brazo están presentes dos trayectorias de fuerza separadas entre los puntos de articulación respectivos de los miembros de brazo.

40 11.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque el segundo miembro de brazo (3) presenta un balancín de brazo doble (31), en el que se puede montar fijamente de forma desprendible de tipo modular sobre un medio de montaje (17), respectivamente un tubo de brazo (32) de una pluralidad de tubos de brazo (32) dimensionados de diferente longitud.

45 12.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque el eje de articulación (SA52), alrededor del cual el segundo miembro de brazo (3) está conectado de forma pivotable con el segundo medio de acoplamiento (9) o con el primer medio de acoplamiento (8'), así como el tercer eje (A3) están dispuestos a distancia entre sí a lo largo del balancín de brazo doble (31).

50 13.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque los medios de acoplamiento del primero y del segundo engranajes de acoplamiento (K1, K2) están configurados en forma de horquilla doble, de manera que a lo largo de un medio de acoplamiento respectivo están presentes dos trayectorias de fuerza separadas entre los puntos de articulación respectivos de los medios de acoplamiento.

55 14.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque los dos piñones de accionamiento (13, 14) tensados mutuamente son parte de un engranaje tensor (15), que está alojado por medio de una unidad de posicionamiento para traslación y rotación con relación a la disposición de corona giratoria.

60 15.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque el primer miembro de brazo (2) está conectado de forma pivotable alrededor de un eje de articulación (SA12) con una unidad de cilindro hidráulico (10) que se apoya en un lado de forma pivotable alrededor de un eje de articulación (SA10) en la base (1), en el que los ejes de articulación (SA10) y (SA12) están orientados paralelos al segundo eje (A2).

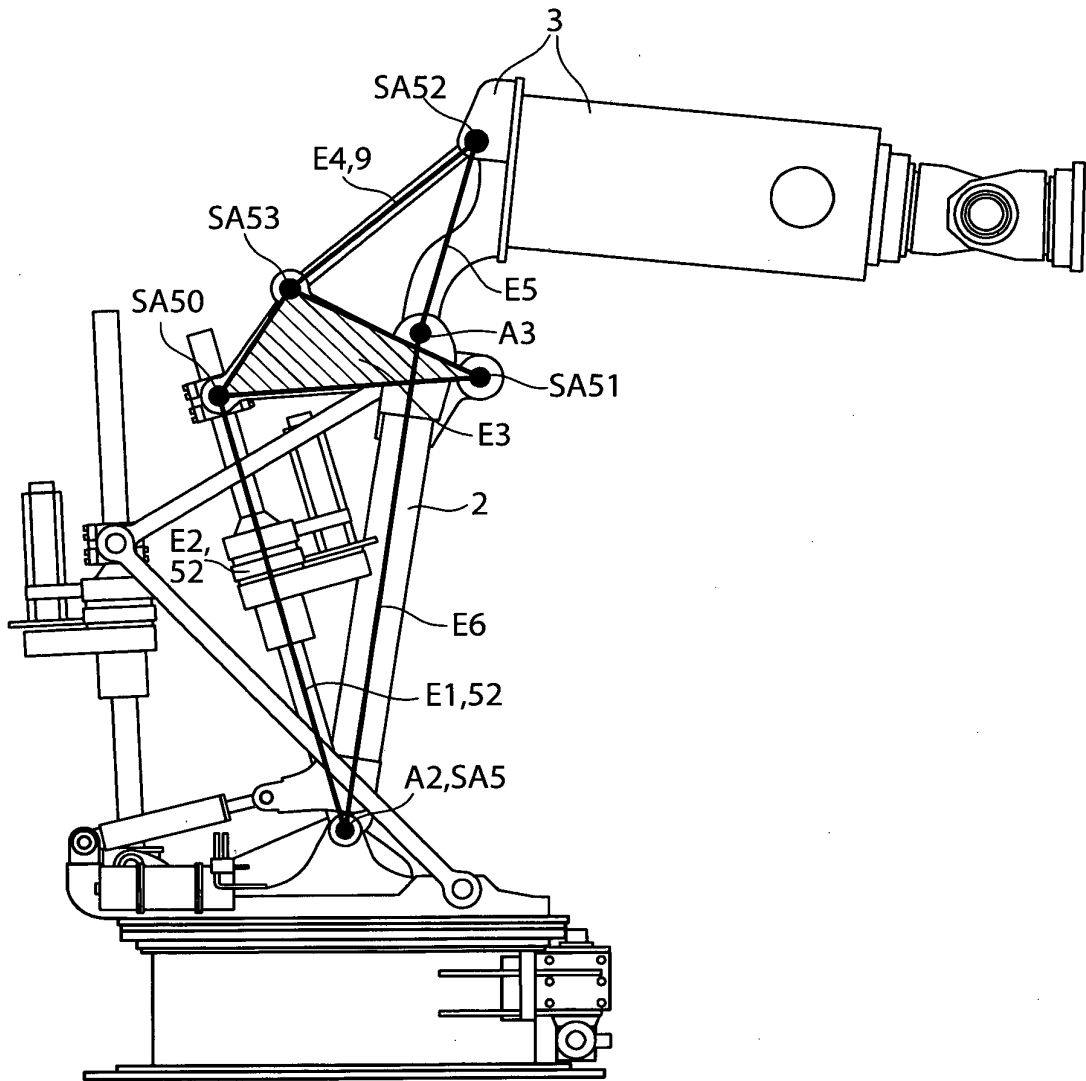


Fig. 1b

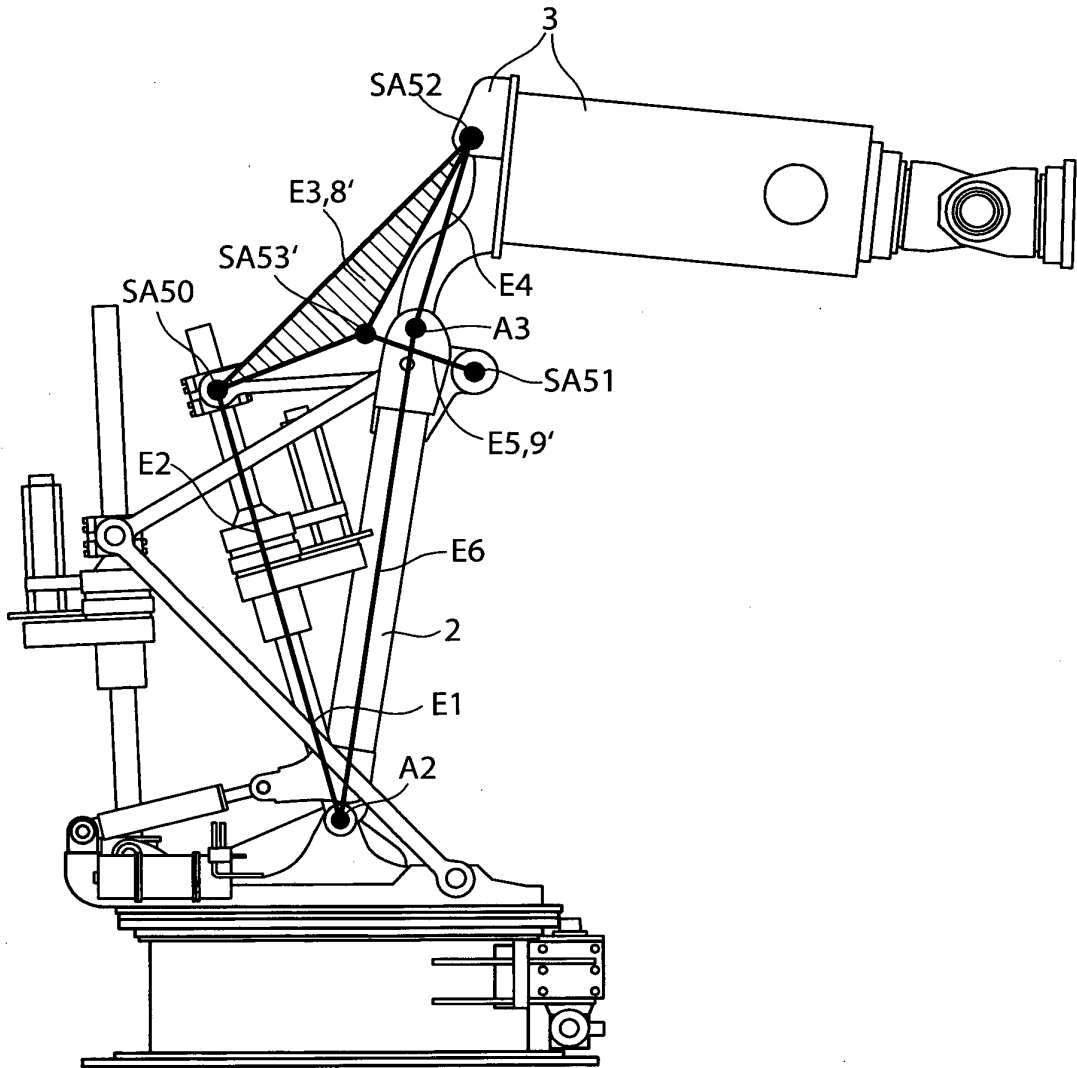


Fig. 1c

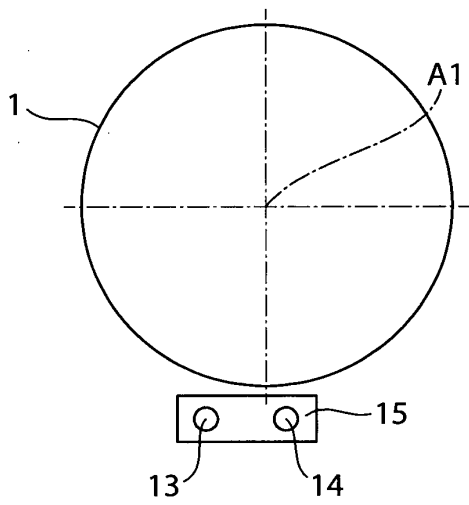


Fig. 2a

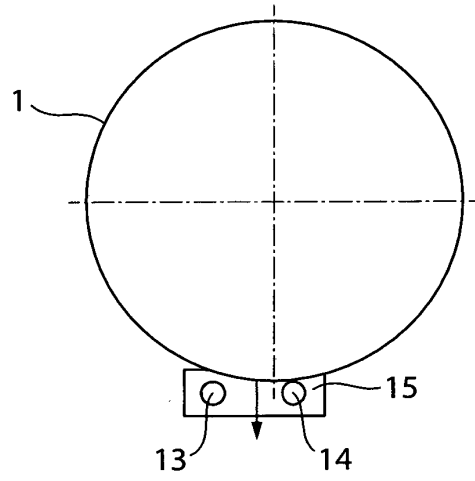


Fig. 2b

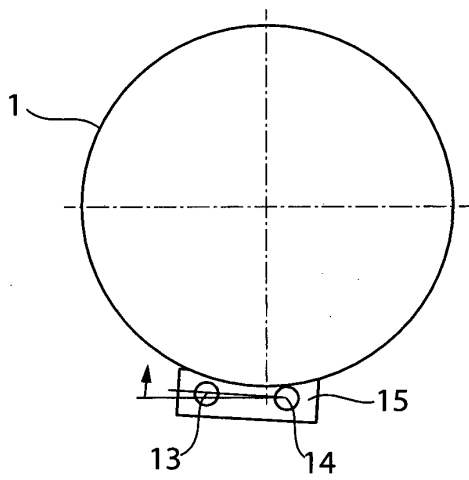


Fig. 2c

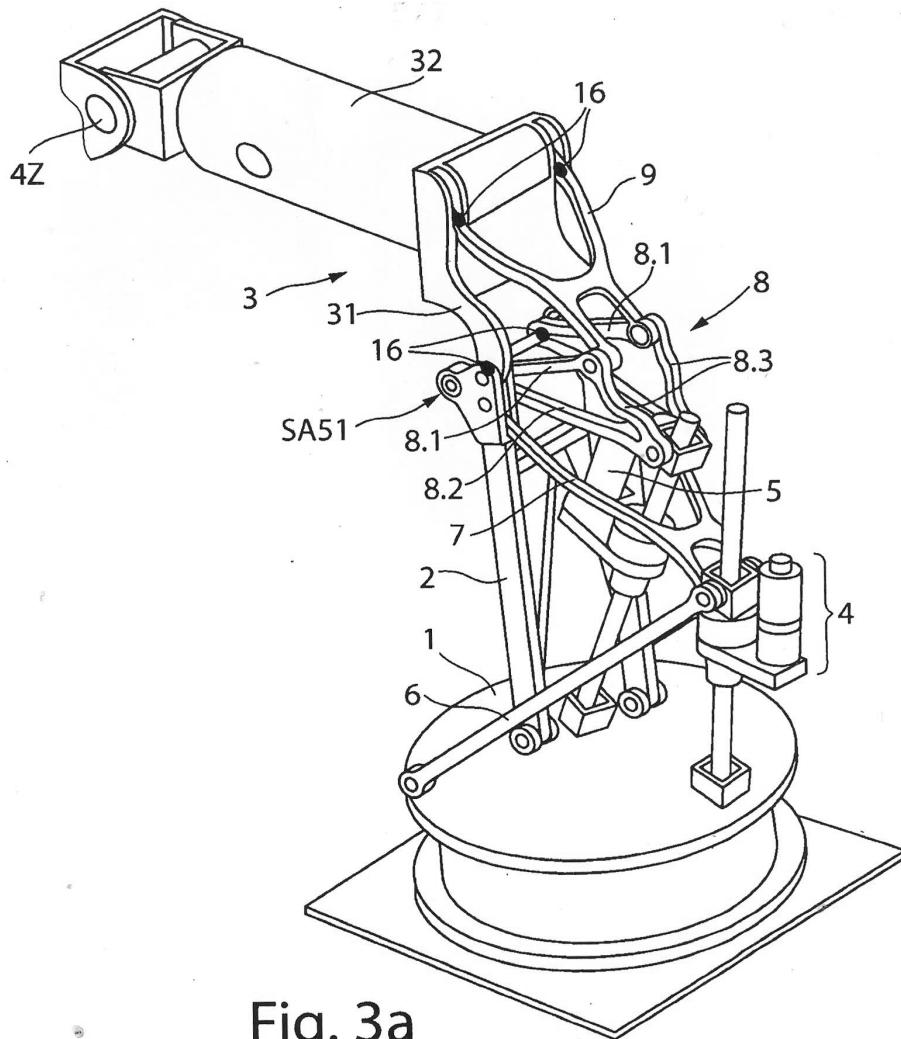


Fig. 3a

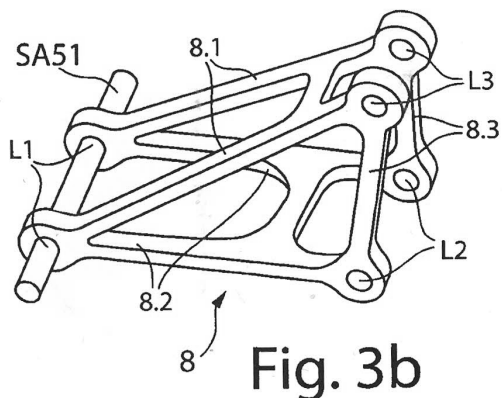


Fig. 3b

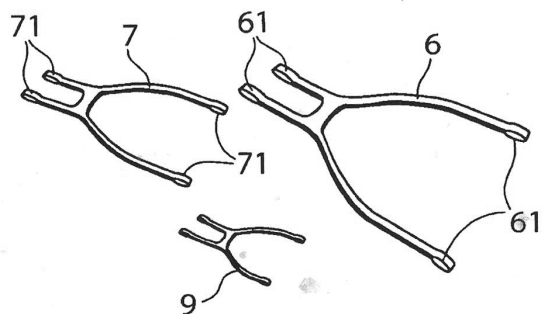


Fig. 3c

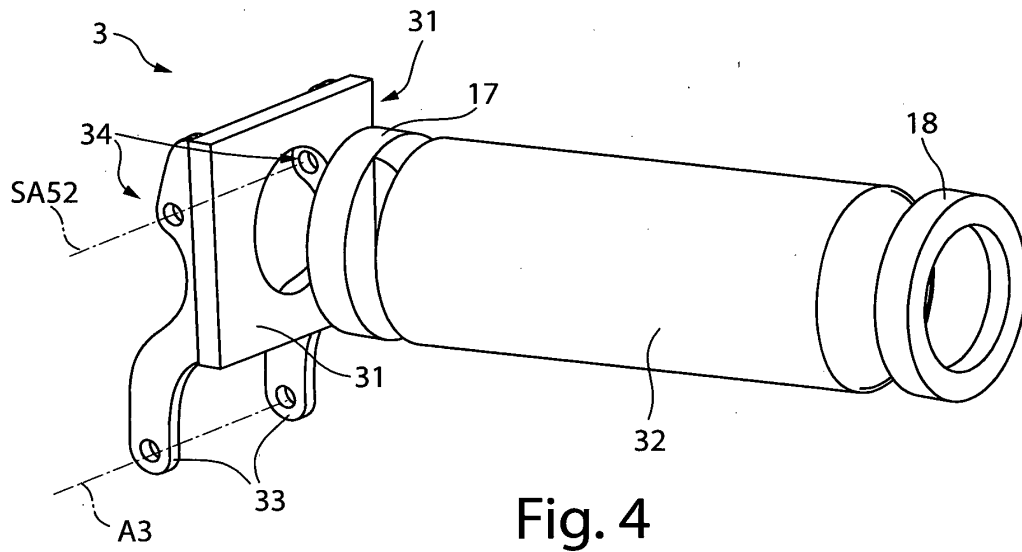


Fig. 4

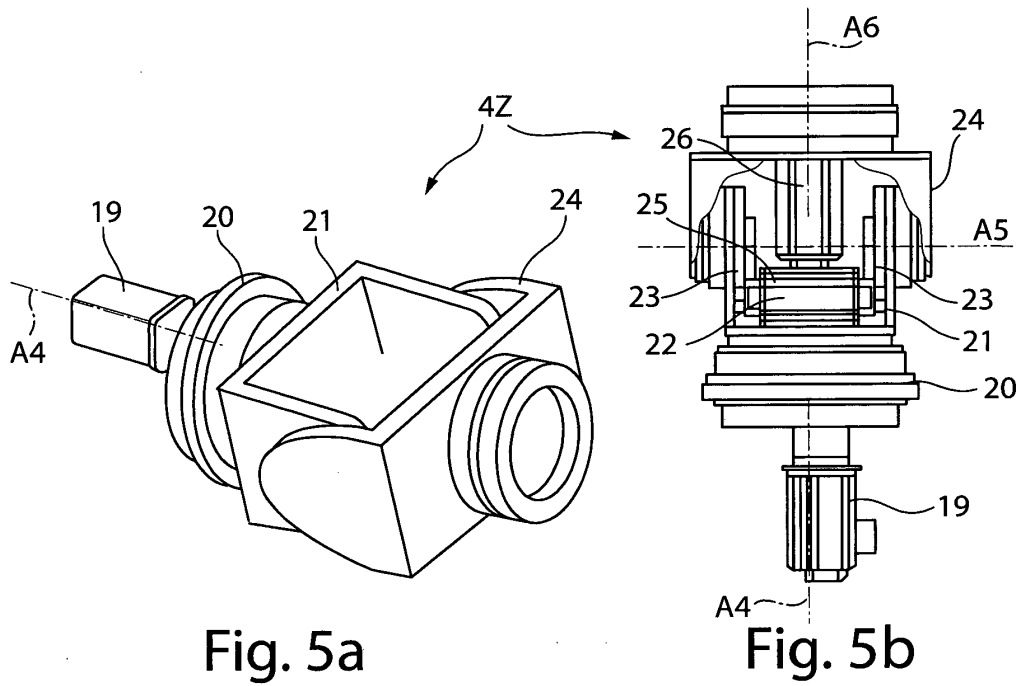


Fig. 5a

Fig. 5b

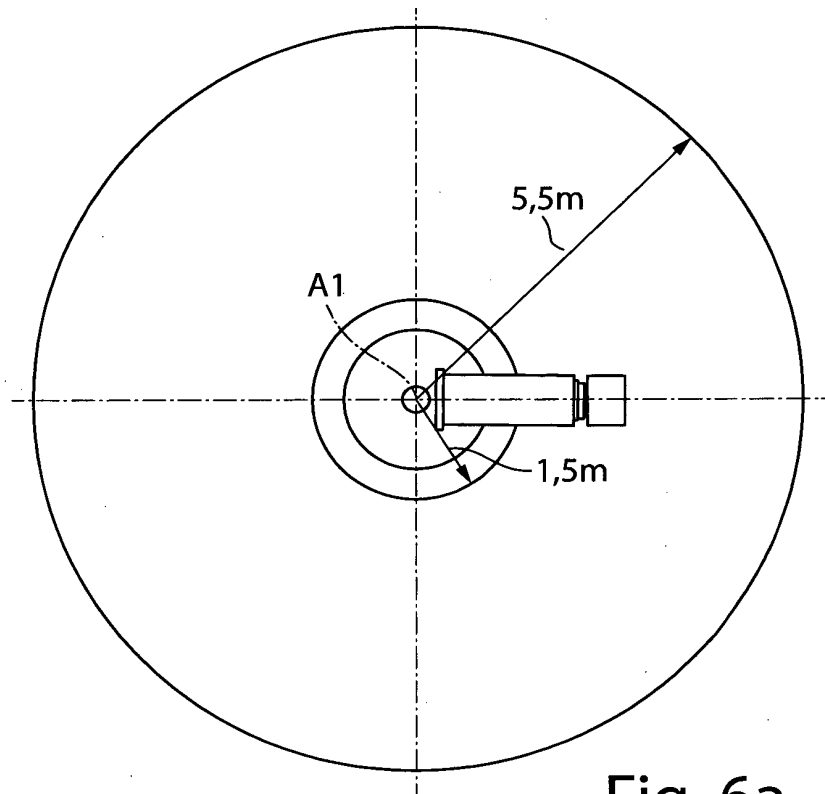


Fig. 6a

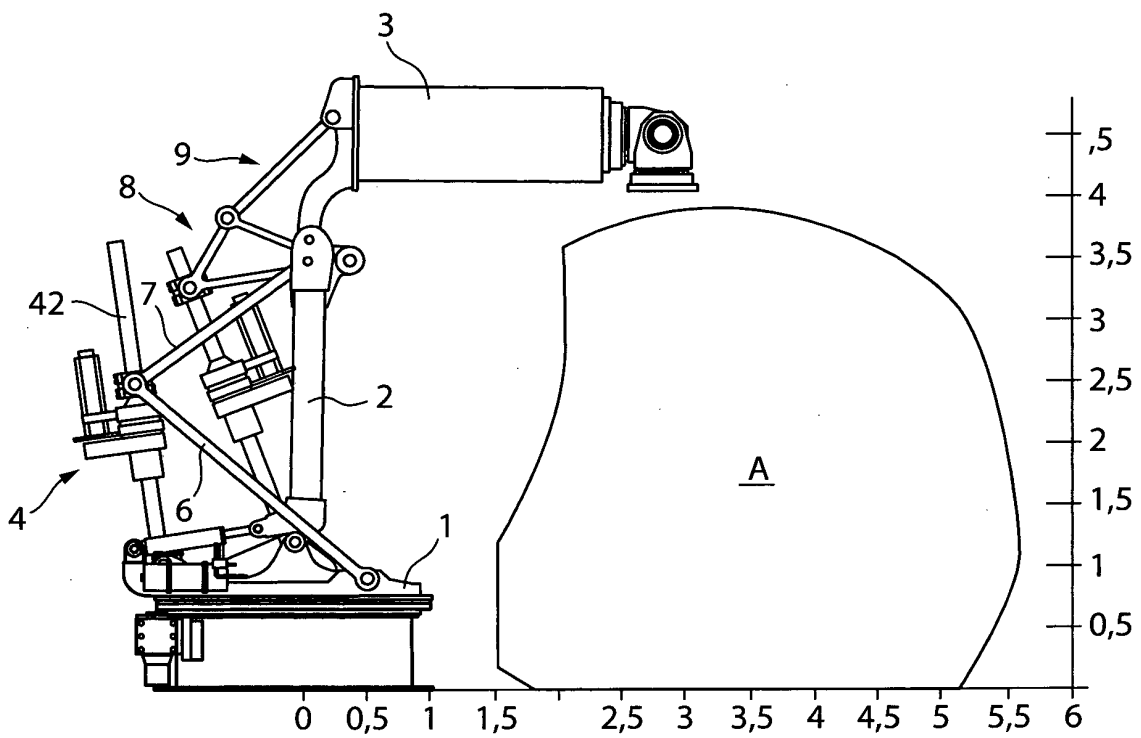


Fig. 6b