

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 051**

51 Int. Cl.:

B25J 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2010 E 10774163 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2629941**

54 Título: **Manipulador móvil auto-reconfigurable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.06.2015

73 Titular/es:

**TECNALIA FRANCE (50.0%)
672 rue du Mas de Verchant
34000 Montpellier, FR y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BARADAT, CÉDRIC;
YANG, HAI;
PIERROT, FRANÇOIS;
KRUT, SÉBASTIEN y
SAENZ, AGUSTIN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 539 051 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

Manipulador móvil auto-reconfigurable

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se encuentra dentro del campo técnico de la robótica y, en particular, está relacionada con dispositivos y sistemas para la manipulación de objetos, tales como el posicionamiento y la sujeción de un objeto A con relación a un segundo objeto B, para realizar una o más operaciones en grandes áreas de trabajo, y es particularmente útil en, pero no limitado exclusivamente a, procesos de fabricación.

Antecedentes de la invención

10 Industrias como la industria aeronáutica, la industria de la construcción naval y la industria de fabricación de trenes tratan con piezas de gran tamaño. En tales industrias, y también en la industria de fabricación en general, es común para realizar operaciones de fabricación tal como medición, taladrado, fresado, corte, inspección, sujeción.

Los efectores de extremo para tales operaciones son bien conocidos en la técnica y no forman parte de la presente invención; sin embargo, el término "efector de extremo", como se usa a continuación, debe entenderse que abarca todos estos aparatos para realizar cualquier operación de este tipo.

15 El término "manipulación" como se utilizará posteriormente debe entenderse que abarca todas estas operaciones para sujetar y colocar los efectores de extremo en las posiciones requeridas con las orientaciones requeridas.

Para automatizar las operaciones para piezas de trabajo grandes, se requieren sistemas que sean capaces de tener las siguientes propiedades:

- Buena rigidez y precisión en cualquier ubicación de operación
- 20 • Gran espacio de trabajo
- Espacio de trabajo reconfigurable

25 Los simuladores de vuelo como la plataforma Stewart [Stewart D., "A platform with six degrees of freedom", en Proc. Instituto de Ingeniería Mecánica, Páginas 371-386, vol. 180, 1965] se han utilizado y estudiado como manipuladores paralelos. Sobre la base de mecanismos paralelos, se proponen varios manipuladores con 6 grados de libertad (GDLs), 5 GDLs, 4 GDLs, 3 GDLs y 2 GDLs.

30 Estas familias de manipuladores pueden describirse como dos plataformas (una placa móvil y una placa fija) conectadas por varias cadenas cinemáticas que a continuación se harán referencia como patas de manipuladores paralelos. Con ciertas articulaciones dentro de estas patas que se accionan, la placa móvil se puede mover con ciertos grados de libertad con respecto a la placa fija. Se proponen para construir manipuladores con una buena rigidez y/o una buena precisión.

Sin embargo, la mayoría de los manipuladores paralelos tienen un espacio de trabajo limitado. Una vez que se determinan las dimensiones de los componentes de manipuladores paralelos, el movimiento de la placa móvil con respecto a la placa fija se limita a su espacio de trabajo predefinido. En la técnica anterior, se han propuesto las siguientes soluciones para superar tales inconvenientes:

- 35 • Manipuladores paralelos hechos reconfigurables para formar equipos con diferentes espacios de trabajo [Xi, Fengeng, Xu, Yuonan, Xiong, Guolian. "Design and analysis of a re-configurable parallel robot", Mechanisms and Machine Theory, páginas 191-211, volumen 41, I2, 2006].
- Manipuladores paralelos hechos transportables, por ejemplo, como los descritos en la patente US 5987726. Pueden instalarse en diferentes lugares, tales como suelos, accesorios, etc.
- 40 • Para la obtención de espacios de trabajo más grandes, los manipuladores paralelos están instalados en varias plataformas móviles, tales como: el sistema basado de guía [Pekka Pessi, "Novel robot solutions for carrying out field joint welding and machining in the assembly of the vacuum vessel of ITER", Tesis doctoral, Universidad Tecnológica de Lappeenranta, Finlandia 2009].

45 La reconfiguración de manipuladores paralelos reconfigurables en la técnica anterior requiere una gran cantidad de tiempo de inactividad de la máquina. Cambiar el lugar de trabajo de los manipuladores paralelos transportables es también un proceso que requiere mucho tiempo. Poner manipuladores paralelos en otro dispositivo móvil, como sistemas de ruedas, orugas y patas, representa componentes adicionales y controles del sistema de locomoción. La construcción de guías con alta rigidez y precisión en una larga distancia representa obras civiles tediosas y unos costes muy altos.

Una de las particularidades de los robots paralelos (y algunos robots de serie que incluyen cadenas cinemáticas cerradas) es la presencia de articulaciones pasivas, además de una pluralidad de patas que conectan una placa móvil a una placa fija. Como la pluralidad de patas forman las cadenas cinemáticas cerradas que imponen restricciones cinemáticas a los sistemas, no hay necesidad de accionar cada junta de dichos robots. La presencia de las articulaciones ayuda a construir robots con relativamente mayor eficiencia con respecto a los robots con todas las articulaciones accionadas. Como una pluralidad de patas pueden hacer reforzar la rigidez, así como otras propiedades de un robot, los robots paralelos atraen más y más las intenciones para aplicaciones de fabricación.

Sin embargo, con una pluralidad de patas de conexión de la placa móvil y la placa fija, el volumen del espacio de trabajo del robot se penaliza severamente. Para ampliar el espacio de trabajo, manipuladores paralelos convencionales se montan en otra plataforma móvil, tal como robots con ruedas, robots rastreados y robots con patas. Esto implica accionadores adicionales y medios de control de la plataforma móvil a los sistemas. Cuando se construyen guías largas para agrandar el espacio de trabajo de manipuladores paralelos, se requiere una alta rigidez de las guías para reducir al mínimo las vibraciones y las deflexiones y para aumentar la precisión de posicionamiento. Esto implica una obra civil tediosa y menos flexibilidad para la producción.

El documento "A module-base method for design and analysis of reconfigurable parallel robots" de Xi y otros, IEEE 8-2010, páginas 627-632 describe un manipulador móvil auto-reconfigurable que es capaz de lograr la manipulación, la auto-reconfiguración y el movimiento de locomoción que comprende una placa móvil adecuada para llevar un objeto, y una pluralidad de patas que tienen, cada una, un extremo distal conectado a dicha placa móvil y un extremo proximal conectado a un soporte; comprendiendo cada pata al menos un accionador interconectados entre dicha placa móvil y el objeto de soporte, en el que cada pata puede separarse y puede tener puntos de conexión ajustables al soporte y a la placa móvil.

Descripción de la invención

La presente invención pretende superar los inconvenientes antes mencionados de la técnica anterior proporcionando un manipulador móvil según la reivindicación 1.

Los términos "proximal" y "distal" como se usan en el presente documento, respectivamente, significan "más cercano al objeto de soporte" y "separado del soporte y más cercana a la placa móvil".

Como es evidente, cada pata es una cadena cinemática que conecta el dispositivo de sujeción con la placa móvil. El objeto llevado por la placa móvil es al menos un efector de extremo con cadena cinemática articulada o no articulada. El efector de extremo puede ser, por ejemplo, al menos una herramienta seleccionada de herramientas para medición, inspección, pintura, conformación, montaje y otros procesos de fabricación según sea necesario.

Preferiblemente, el manipulador comprende al menos tres patas. También preferiblemente, el extremo distal de cada pata está fijado a una porción lateral de la placa móvil.

El manipulador de la presente invención proporciona un manipulador para un sistema de automatización que puede lograr tareas de manipulación, auto-reconfiguración y locomoción. En comparación con los manipuladores paralelos anteriores, la presente invención tiene las siguientes ventajas:

- La presente invención es capaz de lograr la auto-reconfiguración para obtener espacios de trabajo con diferentes formas y propiedades de fuerza.
- Es capaz de lograr un movimiento de locomoción para obtener un espacio de trabajo en diferentes posiciones.
- Se requieren menos obras civiles que en las soluciones basadas en guías.
- El número de accionadores para lograr la locomoción es menor que los robots convencionales con patas gracias a la utilización de dispositivos de bloqueo en algunas juntas articuladas.

Según la presente invención, el dispositivo de sujeción puede ser, dependiendo del uso del manipulador, por ejemplo, un dispositivo de sujeción mecánico, un sistema de sujeción de vacío o un sistema de sujeción electromagnético. Los objetivos de sujeción están en el objeto de soporte, que podría ser suelos, techos, accesorios, piezas de trabajo, etc. Cuando las patas se fijan al objeto de soporte, los objetivos de sujeción forman un patrón de soporte.

El dispositivo de sujeción y el objetivo de sujeción son dos partes de un sistema de sujeción. Otra posible configuración de los sistemas de sujeción (no descritos como un ejemplo en la descripción) es que el dispositivo de sujeción se fije al objeto de soporte y el objetivo de sujeción esté en el segundo extremo de cada pata.

En una realización preferida, las juntas articuladas son juntas pivotantes, y en cada pata, un primer enlace distal está fijamente conectado por su extremo distal a la placa móvil y por su extremo proximal a una primera junta pivotante distal situada en una porción intermedia de un segundo enlace distal pivotante que es transversal al primer enlace

distal, y un enlace intermedio distal izquierdo está conectado de manera pivotante por su porción de extremo distal a una porción de extremo izquierdo del segundo enlace distal por medio de una junta pivotante izquierda distal fijada al segundo enlace distal, y conectado de manera fija mediante su porción de extremo proximal a un accionador izquierdo.

5 Un enlace intermedio distal derecho está conectado de forma pivotante por su porción de extremo distal a una porción de extremo derecho del segundo enlace distal mediante una junta pivotante distal derecha fijada al segundo enlace distal, y conectado de manera fija por su porción de extremo proximal a un accionador derecho, mientras que un enlace intermedio proximal izquierdo está conectado de manera fija por su porción de extremo distal al accionador izquierdo, y un enlace intermedio proximal derecho está conectado de forma fija por su porción de extremo distal al accionador derecho. Estos enlaces intermedios se extienden en un plano que es sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del segundo enlace distal.

15 Las porciones de extremo proximales de los enlaces proximales derecho e izquierdo están respectivamente conectadas de forma fija a una junta pivotante proximal izquierda y a una junta pivotante derecha que están conectadas de forma pivotante entre sí mediante un enlace proximal transversal central que comprende una porción lateral conectada de forma fija a una junta lateral pivotante proximal. La junta pivotante proximal lateral está fijamente conectada por un enlace proximal perpendicular a una junta pivotante proximal perpendicular conectada de manera pivotante al dispositivo de sujeción mediante un enlace proximal ortogonal pivotante. La primera junta pivotante distal, al menos una de la junta central proximal izquierda y la junta pivotante derecha, y la junta pivotante proximal perpendicular son juntas que se pueden bloquear equipadas cada una con un dispositivo de bloqueo.

20 En otra realización de la invención, en cada pata, un primer enlace distal de la pata está fijado a la placa móvil mediante uno de sus extremos, y por su otro extremo a una primera junta de revolución que se puede bloquear, cuyo eje de rotación es perpendicular al eje longitudinal del primer enlace distal. La primera junta de revolución está conectada a una segunda junta distal de revolución mediante un segundo enlace distal que es coaxial con el primer enlace distal. El eje de rotación de la segunda junta distal es transversal al eje longitudinal del segundo enlace distal.

25 La segunda junta de revolución está conectada a una junta prismática accionada por un enlace intermedio distal, que a su vez está conectado a una tercera junta de revolución que se puede bloquear mediante un enlace intermedio proximal. El eje de rotación de la tercera junta de revolución es transversal al plano longitudinal del enlace intermedio proximal. La tercera junta de revolución está conectada a una cuarta junta de revolución que se puede bloquear mediante un primer enlace proximal, de tal manera que el eje de rotación de la cuarta junta de revolución es perpendicular al eje de rotación de la tercera junta de revolución. La cuarta junta de revolución está conectada a una quinta junta de revolución por medio de un segundo enlace proximal, de tal manera que el eje de rotación de la quinta junta de revolución es transversal al de la cuarta junta de revolución. El eje de rotación de la quinta junta de revolución está conectado a un dispositivo de sujeción mediante un tercer enlace proximal.

Preferiblemente, las uniones articuladas o pivotantes mencionadas son juntas de revolución.

35 Los grados de libertad de movimiento (GDLs) del manipulador dependen de variables que se enumeran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Variables

Símbolo variable de la Estructura	Descripción
f_{kx}^i	GDL de la junta k en la pata i
j_i	número de juntas en la pata i
n_i	número de enlaces en la pata i
L	número de patas
F^P	GDL de la placa móvil
F_i	GDL de la pata i
J	Número total de juntas
N	Número total de enlaces

Símbolo variable de la Estructura	Descripción
λ	Número entero, 3 para plano y esférico, o 6 para mecanismos espaciales

La placa móvil está controlada por accionadores situados en patas que se unen al objeto de soporte. Cuando todas las patas están asociadas al objeto de soporte, los GDLs del movimiento de manipulación deseado de la placa móvil se caracterizan por la relación expresada en la siguiente fórmula:

$$5 \quad F^P = \lambda(N - J - 1) + \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^{J_i} f_k^i$$

Según la presente invención, dichas patas de manipuladores móviles están unidas al objeto de soporte de acuerdo con un patrón específico de soporte. Al elegir los diferentes grupos de objetivos de sujeción sobre el objeto de soporte, las formas y las posiciones de los patrones de soporte se pueden cambiar. Para reconfigurar el manipulador móvil o para lograr el movimiento de locomoción, los segundos extremos de ciertas patas serán recolocados. Para el proceso de reconfiguración y de locomoción, las patas que se han de reubicar serán reubicadas una por una.

Para reubicar una pata, por ejemplo, la Pata x, la Pata x se separará de su objetivo de sujeción, luego se reubicará y se unirá a otro objetivo de sujeción.

La separación de la Pata x desde el objeto de soporte puede causar el cambio del GDL de la placa móvil que se caracteriza por una relación que se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$15 \quad F^P = \lambda(N - n_x - J - J_x - 1) + \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^{J_i} f_k^i - \sum_{k=1}^{J_x} f_k^x$$

Además, los GDLs totales entre el primer extremo y el segundo extremo de la Pata x se pueden obtener mediante la siguiente fórmula:

$$F_x = \lambda(n_x - J_x - 1) + \sum_{k=1}^{J_x} f_k^x$$

Para volver a colocar el dispositivo de sujeción de la Pata x, los GDLs pasivos entre el dispositivo de sujeción y el objeto de soporte individual deben ser eliminados, porque de lo contrario la pata no sería controlable. Eso implica que deben eliminarse los GDLs pasivos entre el dispositivo de sujeción separado y la placa móvil, así como los GDLs pasivos entre la placa móvil y el objeto de soporte. Los dispositivos de bloqueo se utilizan para eliminar estos GDLs pasivos. Cuando una junta está bloqueada, los dos enlaces unidos por la dicha junta se convierten en un enlace rígido. Además, los dispositivos de bloqueo pueden ser dispositivos basados en resortes, de manera que cuando las juntas articuladas ya no están limitadas por la cadena cinemática cerrada, los dispositivos de resorte se mantendrán las juntas articuladas en la posición de junta de equilibrio.

En la presente invención, una de las placas de los robots paralelos convencionales se sustituye por dispositivos de sujeción fijos en el extremo de las patas, capaces de interactuar con el soporte. Además, al menos algunas de las juntas articuladas están equipadas con dispositivos de bloqueo. Esta construcción particular permite que los manipuladores paralelos sean manipuladores móviles auto-reconfigurables.

Con los segundos extremos de las patas fijos a objetivos de sujeción, la plataforma móvil se puede fijar a las posiciones de manipulación y realizar como un manipulador paralelo convencional. La rigidez durante una operación se asegura localmente mediante el mecanismo paralelo, los dispositivos de sujeción y el objeto de soporte tal como suelos, accesorios o incluso una propia pieza de trabajo. Los dispositivos de bloqueo pueden eliminar los GDLs pasivos temporalmente, de modo que cuando una de las patas se separa del objeto de soporte, el segundo extremo de la pata separado puede controlarse mediante accionadores del manipulador como TCP (punto central de la herramienta) secundario. Esto hace que los accionadores del manipulador multifuncionales. Sirven para manipulaciones, auto-reconfiguraciones y locomoción.

A primera vista, la presente invención puede verse como un robot con patas de la técnica anterior. Sin embargo, en los robots con patas convencionales, los robots bípedos a modo humano y los robots cuadrúpedos a modo de animal o los robots hexápodos tienen patas con todas sus juntas que se accionan. Se necesitan tres accionadores para el posicionamiento del tipo de punta del pie a un punto en el espacio 3D donde no se requiere la capacidad de orientación. Es por eso que un cuadrúpedo biomimético típico tiene 12 accionadores y un hexápodo tiene 18 accionadores. Cuando la orientación del pie debe controlarse para encajar bien el terreno, se necesitan más de 5 accionadores en cada pata. Es difícil considerar el uso de este tipo de robots con patas para aplicaciones de fabricación debido a su alto coste de material y la complejidad de su control.

De acuerdo con la invención, los accionadores, que pueden ser accionadores eléctricos, neumáticos o hidráulicos,

5 se pueden conectar a unos medios de control programables, como por ejemplo un PLC, (“Controlador Lógico Programable”) que controlan la acción de los accionadores para colocar cada una de las patas en una posición predeterminada. Preferiblemente, los dispositivos de bloqueo de las articulaciones que se pueden bloquear también se conectan a los medios de control para bloquear selectivamente y desbloquear dichas articulaciones que se pueden bloquear para bloquear selectivamente las juntas que se pueden bloquear para eliminar los grados de libertad de las juntas bloqueadas y desbloquear las articulaciones bloqueables para restaurar los grados de libertad de las juntas desbloqueadas, de modo que pueden alcanzarse las posiciones deseadas de las patas. En otra realización, los dispositivos de bloqueo pueden ser dispositivos de bloqueo a base de resortes que mantienen las juntas articuladas bloqueables en sus posiciones de equilibrio cuando se encuentran en una cadena cinemática abierta.

10 También los medios de sujeción pueden ser conectables a los medios de control para fijar selectivamente y separar cada dispositivo de sujeción hacia y desde los objetivos de sujeción, para sujetar el dispositivo de sujeción con los objetivos de sujeción para proporcionar una conexión rígida con el objeto de soporte y para liberar el dispositivo de sujeción del objetivo de sujeción para permitir que el dispositivo de sujeción sea móvil con respecto al objetivo de sujeción.

15 Los dispositivos de sujeción pueden ser sujetados a objetivos de sujeción tales como objetos que se pueden sujetar por los dispositivos de sujeción, áreas que pueden ser fijadas por los dispositivos de sujeción, y combinaciones de dichas áreas y objetos. Estos objetos y áreas pueden estar, por ejemplo, situados en objetos de soporte, tales como bases móviles, suelos, techos en talleres, plantillas de piezas y piezas de trabajo como tales.

20 Muchas disposiciones de estas juntas podrían conducir al mismo resultado: 6 GDLs entre la placa móvil y el dispositivo de sujeción, algunos accionados y los otros bloqueables. Las juntas pueden ser una disposición de juntas de revolución, juntas pivotantes, juntas prismáticas. El número total de GDLs accionados en el manipulador tiene que ser por lo menos de 6.

25 Como es evidente, el manipulador auto-configurable de acuerdo con esta invención sirve para operaciones tales como realizar, transportar, posicionar y orientar objetos o efectores de extremo realizados por la placa móvil. Las manipulaciones se realizan uniendo el dispositivo de sujeción de cada pata a un objeto de soporte de acuerdo con un patrón de sujeción predeterminado, desbloqueando todas las juntas articuladas bloqueables en cada pata, y accionando el accionador de cada pata para recolocar y fijar una pata después de la otra en su posición deseada.

30 La locomoción del manipulador, es decir, mover el manipulador desde una área de trabajo a otra se puede lograr realizando la repetición del proceso de reubicación de las patas tal como se describe anteriormente con respecto a la manipulación.

35 La auto-configuración se puede lograr fijando las patas al objeto de soporte, bloqueando selectivamente las juntas bloqueables en cada pata, separando el dispositivo de sujeción de una pata del objeto de soporte, accionando de manera controlable cada accionador para hacer que el extremo distal de la pata separada siga una trayectoria determinada.

Como es evidente, la invención resuelve los inconvenientes de la técnica anterior, proporcionando un manipulador resistente y versátil que es simple en estructura y eficiente en el rendimiento.

Breve descripción de los dibujos

40 En lo sucesivo, los aspectos y realizaciones de la invención se describirán en base a un conjunto de dibujos adjuntos, en los que

La figura 1 ilustra esquemáticamente un manipulador móvil auto-reconfigurable con cuatro patas situadas en un objeto de soporte.

La figura 2 ilustra esquemáticamente la estructura de pata del mecanismo de las figuras 1, 3 y 6.

45 La figura 3 ilustra esquemáticamente una vista superior del manipulador móvil auto-reconfigurable de cuatro patas que se muestra en la figura 1.

La figura 4 ilustra esquemáticamente la gráfica de junta y bucle del mecanismo de la figura 1 con las cuatro patas situadas en un objeto de soporte.

La figura 5 ilustra esquemáticamente la gráfica de junta y bucle del mecanismo de la figura 1 con tres patas situadas en un objeto y una pata de soporte separada del objetivo de sujeción.

50 La figura 6 ilustra esquemáticamente una vista superior del manipulador móvil auto-configurable de tres patas cuya estructura de patas se muestra en la figura 2.

La figura 7 ilustra esquemáticamente la gráfica de junta y bucle del mecanismo de la figura 6 con las tres patas situadas en un objeto de soporte.

ES 2 539 051 T3

La figura 8 ilustra esquemáticamente la gráfica de junta y bucle del mecanismo de la figura 6 con dos patas situadas en un objeto y una pata de soporte separada del objetivo de sujeción.

La figura 9 ilustra esquemáticamente la gráfica de junta y bucle de otra posible disposición de un manipulador móvil auto-reconfigurable de tres patas con las tres patas situadas en un objeto de soporte.

5 La figura 10 ilustra esquemáticamente la gráfica de junta y bucle del manipulador móvil auto-reconfigurable de tres patas con dos patas situadas en un objeto de soporte y una pata separada del objetivo de sujeción.

La figura 11 ilustra esquemáticamente una estructura de pata del mecanismo utilizable en la disposición del manipulador móvil mostrado en las figuras 9 y 10.

En estas figuras hay signos de referencia que identifican los siguientes elementos:

1, 1'	placa móvil (1, 1'),
2	primer enlace distal
3	segundo enlace distal
4	enlace intermedio distal
5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c'	dispositivos de sujeción
6	objeto de soporte
6a, 6b, 6c, 6d	objetivos de sujeción
7, 7a, 7b, 7c, 7d, 7a', 7b', 7c'; 8a, 8b, 8c, 8d, 8a', 8b', 8c'	segundas juntas de revolución
9	enlace intermedio proximal
10	primer enlace proximal
11	segundo enlace proximal
12	tercer enlace proximal
21a, 21b, 21c, 21d, 21a', 21b', 21c'	primeros enlaces
22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c'	segundos enlaces
23a, 23b, 23c, 23d, 23a', 23b', 23c'	terceros enlaces
24a, 24b, 24c, 24d, 24a', 24b', 24c'	cuartos enlaces
25a, 25b, 25c, 25d, 25a', 25b', 25c'	quintos enlaces
26a, 26b, 26c, 26d, 26a', 26b', 26c'	sextos enlaces
27a, 27b, 27c, 27d, 27a', 27b', 27c'	séptimos enlaces
28a, 28b, 28c, 28d, 28a', 28b', 28c'	octavos enlaces
29a, 29b, 29c, 29d, 29a', 29b', 29c'	novenos enlaces
31a, 31b, 31b', 32b, 31c, 32c, 31d, 32d; 31a', 32a', 31b', 32b', 31c, 31c'	accionadores
41a, 41b, 41c, 41d, 41a', 41b', 41c'	primeras juntas de revolución

42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c', 45 bis, 45 ter, 45 terceras juntas de revolución quater, 45d, 45a', 45b', 45 C'	
43, 43a, 43b, 43c, 43d, 43a', 43b', 43c'	cuartas juntas de revolución
44, 44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c'	quintas juntas de revolución
P	accionadores en forma de juntas prismáticas
<u>P</u>	juntas prismáticas accionadas cuando se accionan
R	juntas de revolución
<u>R</u>	juntas de revolución accionadas
(R)	juntas equipadas con un dispositivo de bloqueo
(R)	juntas de revolución bloqueadas

Realizaciones de la invención

En vista de las figuras anteriormente mencionadas, se divulgan varias disposiciones posibles de un manipulador móvil auto-reconfigurable.

- 5 Las figuras 1 y 3 son vistas de un manipulador de cuatro patas de acuerdo con la presente invención. Dicho manipulador comprende una placa móvil (1) cuadrangular, cuatro patas, cuatro dispositivos de sujeción (5a, 5b, 5c, 5d), ocho accionadores (31 a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c, 31 d, 32d), dieciséis juntas de revolución (41a, 42a, 43a, 44a, 41b, 42b, 43b, 44b, 41c, 42c, 43c, 44c, 41d, 42d, 43d, 44d; 45a, 45b, 45 C, 45d) que comprenden dispositivos de bloqueo y un efector de extremo. Este efector de extremo puede fijarse directamente a la placa móvil (1) o puede
- 10 fijarse a una cadena cinemática accionada (no mostrada en los dibujos) que está vinculada a la placa móvil (1). Los GDLs finales del efector de extremo serán la suma de los GDLs de la placa móvil (1) y los GDLs de la cadena cinemática accionada que lleva el efector de extremo. Cada uno de los dispositivos de sujeción (5a, 5b, 5c, 5d) se sujeta a un objetivo de sujeción (6a, 6b, 6c, 6d) de un objeto de soporte (6).
- 15 La figura 2 muestra la estructura de una pata del manipulador de acuerdo con la presente invención que se utiliza en la realización mostrada en las figuras 1 y 3, y en la realización mostrada en la figura 6. El primer enlace (21a, 21b, 21c, 21d, 21a', 21b', 21c') de la pata está fijado a la placa móvil (1) por uno de sus extremos. El primer enlace de extremo (21a, 21b, 21c, 21d, 21a', 21b', 21c') está unido por su otro extremo a un segundo enlace (22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c'), que es transversal al primer enlace (21a, 21b, 21c, 21 d, 21a', 21b', 21c') mediante una primera junta de revolución (41a, 41b, 41c, 41d, 41a', 41b', 41c').
- 20 Los dos extremos opuestos del segundo enlace (22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c') están unidos respectivamente con unos terceros (23a, 23b, 23c, 23d, 23a', 23b', 23c') y cuartos (24a, 24b, 24c, 24d, 24a', 24b', 24c') enlaces respectivamente mediante dos segundas articulaciones de revolución (7a, 7b, 7c, 7d, 7a', 7b', 7c'; 8a, 8b, 8c, 8d, 8a', 8b', 8c') que son ortogonales al segundo enlace (22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c'). Los segundos extremos de los terceros (23a, 23b, 23c, 23d, 23a', 23b', 23c') y cuartos (24a, 24b, 24c, 24d, 24a', 24b', 24c') enlaces están
- 25 vinculados con unos quintos (25a, 25b, 25c, 25d, 25a', 25b', 25c') y sextos (26a, 26b, 26c, 26d, 26a', 26b', 26c') enlaces respectivamente, mediante los accionadores en forma de juntas prismáticas accionadas (31a, 31b, 31c, 31d, 31a', 31b', 31c'; 32a, 32b, 32c, 32d, 32a', 32b', 32c'). Los terceros, cuartos, quintos y sextos enlaces se extienden en un plano que es sustancialmente perpendicular a los segundos enlaces (22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c').
- 30 Los segundos extremos de los quintos (25a, 25b, 25c, 25d, 25a', 25b', 25c') y sextos (26a, 26b, 26c, 26d, 26a', 26b', 26c') enlaces están vinculados con un séptimo enlace transversal (27a, 27b, 27c, 27d, 27a', 27b', 27c'), respectivamente, mediante unas terceras juntas de revolución (42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c', 45a, 45b, 45c, 45d, 45a', 45b', 45c'). El mecanismo formado por dichos primeros, segundos, terceros, cuartos, quintos, sextos y séptimos enlaces y dichas primeras, segundas y terceras uniones es un mecanismo plano que tiene tres grados de libertad.
- 35 Un octavo enlace (28a, 28b, 28c, 28d, 28a', 28b', 28c') está vinculado con el séptimo enlace (27a, 27b, 27c, 27d, 27a', 27b', 27c') mediante una cuarta junta de revolución (43a, 43b, 43c, 43d, 43a', 43b', 43c') que es

sustancialmente perpendicular al séptimo enlace. Un noveno enlace (29a, 29b, 29c, 29d, 29a', 29b', 29c') está vinculado con el octavo enlace (28a, 28b, 28c, 28d, 28a', 28b', 28c') en una quinta junta de revolución (44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c') que es sustancialmente perpendicular a la cuarta junta de revolución (43a, 43b, 43c, 43d, 43a', 43b', 43c').

- 5 La tercera, cuarta y quinta juntas de revolución que enlazan los quintos, sextos, séptimos, octavos y novenos enlaces se cruzan en un punto que puede ser considerado como el centro de una junta esférica equivalente. El dispositivo de sujeción (5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5d) se fija en el extremo del noveno enlace (29a, 29b, 29c, 29d, 29a', 29b', 29c').

- 10 Con la disposición mostrada en la figura 2, los grados de libertad entre el dispositivo de sujeción (5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5d) de cada pata y la placa móvil (1) es de seis, y dos de ellos son accionados. Si el dispositivo de sujeción (5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5d) de dicha pata se separa del objetivo de sujeción (6a, 6b, 6c, 6d), habrá cuatro GDLs pasivos correspondientes a la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta juntas de revolución que están equipadas con dispositivos de bloqueo. Mediante el bloqueo de las juntas correspondientes de forma simultánea, los grados de libertad entre el objetivo de sujeción y la placa móvil (1) es de dos, para que puedan ser accionados por los dos accionadores (31a, 32a, 31a', 32a', 31b, 32b, 31b', 32b', 31c, 32c, 31c', 32c', 31d, 32d) en la pata separada.

- 15 Las figuras 4 y 5 muestran gráficas de junta y bucle del mecanismo de la figura 1, en el que los bloques con R y P representan una junta de revolución y una junta prismática, respectivamente. Las juntas con subrayados, como R, representan juntas bloqueables. Las juntas con paréntesis, tales como (R), representan las juntas equipadas con dispositivos de bloqueo. Las juntas con paréntesis en un bloque de trazos, tales como (R), representan las juntas bloqueadas.

- 20 La figura 4 muestra la gráfica de junta y bucle del mecanismo de la figura 1 con los dispositivos de sujeción (5a, 5b, 5c, 5d) de las cuatro patas situadas en objetivos de sujeción de un objeto de soporte. La placa móvil (1) tiene seis GDLs que son controlados por ocho accionadores (31a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c, 31d, 32d).

- 25 La figura 5 muestra la gráfica de junta y bucle del mecanismo de la figura 1 con el dispositivo de sujeción (5d) de una de las patas separadas del objetivo de sujeción. La placa móvil (1) tiene todavía seis GDLs. Estos son accionados por seis accionadores (31a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c) que están situados en las patas unidas. Mientras tanto, en la pata separada, varios dispositivos de bloqueo se activan para el bloqueo de las juntas de revolución (41d, 42d, 43d, 44d) correspondientes que están representadas como bloques de trazos en la figura 5, de modo que sólo hay dos GDLs que quedan entre el dispositivo de sujeción (5d) separado y la placa móvil (1'), que son accionados por dos accionadores (31d, 32d) en la pata separada.

- 30 La figura 6 muestra un manipulador móvil auto-reconfigurable con tres patas, cada una teniendo una estructura correspondiente a lo que se ha descrito anteriormente en este documento con referencia a la figura 2, montada en una placa móvil (1') triangular.

- 35 Las figuras 7 y 8 muestran gráficas de junta y bucle del mecanismo de la figura 6, en el que de nuevo los bloques con R y P representan una junta de revolución y una junta prismática, respectivamente. Las juntas con subrayados, como R, representan juntas bloqueables. Las juntas con paréntesis, tales como (R), representan las juntas equipadas con dispositivos de bloqueo. Las juntas con paréntesis en un bloque de trazos, tales como (R), representan las juntas bloqueadas.

- 40 Como se muestra en la figura 7, con todas las patas unidas al objeto de soporte, la placa móvil (1') del manipulador de tres patas tiene seis GDLs que son controlados por seis accionadores (31a', 32a', 32b, 31b', 31c', 32c'). Al separar el dispositivo de sujeción (5c') de una de las patas del objetivo de sujeción, como se muestra en la figura 8, los GDLs pasivos en la pata individual deben bloquearse por la misma razón que se explicó anteriormente con referencia a la figura 5. Sin embargo, los dos GDLs pasivos de la placa móvil (1) serán eliminados temporalmente mediante el bloqueo de un dispositivo de bloqueo (42a', 42b') en cada pata sujeta, de modo que los cuatro GDLs restantes de la placa móvil pueden ser controlados por accionadores (31a', 32a', 31b', 32b'), colocados en las patas unidas.

- 45 Las figuras 9 y 10 muestran la gráfica de junta y bucle de otra posible disposición de la pata para la construcción de manipuladores móviles auto-reconfigurables que comprenden tres patas que tienen una arquitectura en serie, teniendo cada pata una estructura como se muestra, por ejemplo, en la figura 11.

- 50 En la realización mostrada en la figura 11, un primer enlace distal (2) de la pata está fijado a la placa móvil (1') por uno de sus extremos, y por su otro extremo a una primera junta de revolución (41) bloqueable, cuyo eje de rotación es perpendicular al eje longitudinal del primer enlace distal (2). La primera junta de revolución (41) está conectada a una segunda junta distal de revolución (7) mediante un segundo enlace distal (3) que es coaxial con el primer enlace distal (2). El eje de rotación de la segunda junta distal es transversal al eje longitudinal del segundo enlace distal (3).

- 55 La segunda junta de revolución (7) está conectada a una junta prismática (31) accionada por un enlace intermedio distal (4) que a su vez está conectado a una tercera junta de revolución (42) bloqueable por medio de un enlace proximal intermedio (9). El eje de rotación de la tercera junta de revolución (42) es transversal al plano longitudinal

5 del enlace proximal intermedio (9). La tercera junta de revolución (42) está conectada a una cuarta junta de revolución (43) bloqueable mediante un primer enlace proximal (10), de una manera tal que el eje de rotación de la cuarta junta de revolución (43) es perpendicular al eje de rotación de la tercera junta de revolución (42). La cuarta junta de revolución (43) está conectada a una quinta junta de revolución (44) por medio de un segundo enlace proximal (11), de tal manera que el eje de rotación de la quinta junta de revolución (44) es transversal al de la cuarta junta de revolución (43). El eje de rotación de la quinta junta de revolución (44) está conectado a un dispositivo de sujeción (5) mediante un tercer enlace proximal (12).

10 Las figuras 9 y 10 muestran gráficas de junta y bucle del mecanismo de la figura 6 con patas, como se muestra en la figura 11, en el que de nuevo los bloques con R y P representan junta de revolución y una junta prismática, respectivamente. Las juntas con subrayados, como R, representan juntas bloqueadas. Las juntas con paréntesis, tales como (R), representan juntas equipadas con dispositivos de bloqueo. Las juntas con paréntesis en un bloque de trazos, tales como (R), representan las articulaciones bloqueadas.

15 Como se muestra en la figura 9, con todas las patas unidas al objeto de soporte, la placa móvil (1') del manipulador de tres patas tiene seis GDLs que son controlados mediante seis accionadores (31). Al separar el dispositivo de sujeción (5) de una de las patas del objetivo de sujeción, como se muestra en la figura 10, los GDLs pasivos en la pata individual deben bloquearse por la misma razón que se explicó anteriormente con referencia a la figura 9. Sin embargo, los dos GDLs pasivos de la placa móvil (1') serán eliminados temporalmente mediante el bloqueo de un dispositivo de bloqueo (42) en cada pata de sujeción, de modo que los cuatro grados de libertad restantes de la placa móvil pueden ser controlados mediante accionadores (31) colocados en patas unidas.

20 En vista de esta descripción y al juego de dibujos, una persona experta en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito se pueden combinar de muchas maneras dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. La invención ha sido descrita según una realización preferida de la misma, pero será evidente para una persona experta en la técnica que muchas variaciones pueden introducirse en dichas realizaciones preferidas sin apartarse del alcance de la invención reivindicada como se define
25 en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un manipulador móvil que es capaz de lograr manipulación, auto-reconfiguración y movimiento de locomoción, que comprende una placa móvil (1, 1') adecuado para llevar un objeto, y una pluralidad de patas, teniendo cada una un extremo distal conectado a dicha placa móvil y un extremo proximal conectado a un soporte; comprendiendo cada pata al menos un accionador (31, 31a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c, 31d, 32d; 31a', 32a', 31b', 32b', 31c', 32c') interconectado entre dicha placa móvil (1, 1') y el objeto de soporte (6); en el que:
- 5 cada pata comprende una pluralidad de enlaces (2, 3, 4, 9, 10, 11, 21a, 21b, 21c, 21d, 21a', 21b', 21c'; 22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c'; 23a, 23b, 23c, 23d, 23a', 23b', 23c'; 24a, 24b, 24c, 24d, 24a', 24b', 24c'; 25a, 25b, 25c, 25d, 25a', 25b', 25c'; 26a, 26b, 26c, 26d, 26a', 26b', 26c'; 27a, 27b, 27c, 27d, 27a', 27b', 27c'; 28a, 28b, 28c, 28d, 28a', 28b', 28c'; 29a, 29b, 29c, 29d, 29a', 29b', 29c'), y se puede conectar a un dispositivo de sujeción. (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') en su extremo proximal para la conexión de la pata al soporte, que es un área de sujeción (6a, 6b, 6c, 6d) de un objeto de soporte (6);
- 10 cada accionador (31, 31a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c, 31d, 32d; 31a', 32a', 31b', 32b', 31c', 32c') está interconectado entre respectivas porciones de extremo proximal de un enlace intermedio distal (4, 23a, 23b, 23c, 23d, 23a', 23b', 23c'; 24a, 24b, 24c, 24d, 24a', 24b', 24c') y las respectivas porciones de extremo distal de un enlace intermedio proximal (9, 25a, 25b, 25c, 25d, 25a', 25b', 25c'; 26a, 26b, 26c, 26d, 26a', 26b', 26c'), comprendiendo dicho enlace intermedio distal porciones de extremo distales conectadas articuladamente a la placa móvil (1, 1') a través de al menos una junta distal articulada (7, 7a, 7b, 7c, 7d, 7a', 7b', 7c'; 8a, 8b, 8c, 8d, 8a', 8b', 8c'; 41, 41a, 41b, 41c, 41d, 41a', 41b', 41c') y comprendiendo dicho enlace intermedio proximal porciones de extremo proximales conectadas articuladamente a uno de los dispositivos de sujeción (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') a través de al menos una junta proximal articulada (42, 42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c'; 45a, 45b, 45c, 45d, 45a', 45b', 45c'; 43, 43a, 43b, 43c, 43d, 43a', 43b', 43c'; 44, 44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c');
- 15 dichas juntas articuladas comprenden un sistema de junta distal bloqueable (41, 41a, 41b, 41c, 41d, 41a', 41b', 41c') dispuesto entre dicho accionador (31, 31a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c, 31d, 32d; 31a', 32a', 31b', 32b', 31c', 32c') y dicha placa móvil (1, 1'), y un sistema de junta proximal bloqueable (42, 42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c'; 43, 43a, 43b, 43c, 43d, 43a', 43b', 43c'; 44, 44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c') dispuesto entre dicho accionador y dicho dispositivo de sujeción (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c'); estando dichos sistemas de junta bloqueables dispuestos para inmovilizar la pata en posiciones predeterminadas alcanzadas por la acción de dichos accionadores.
- 20 2. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichas juntas son seleccionadas de juntas pivotantes y de revolución.
- 25 3. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** en cada pata
- 30 un primer enlace distal (21a, 21b, 21c, 21d, 21a', 21b', 21c') está fijamente conectado por su extremo distal a la placa móvil (1, 1') y por su extremo proximal a una primera junta pivotante distal (41a, 41b, 41c, 41d, 41a', 41b', 41c') situado en una porción intermedia de un segundo enlace pivotante distal (22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c') que es transversal al primer enlace distal;
- 35 un enlace intermedio distal izquierdo (23a, 23b, 23c, 23d, 23a', 23b', 23c') está conectado de forma pivotante por su porción de extremo distal a una porción de extremo izquierdo del segundo enlace distal por medio de una junta pivotante distal izquierda (7a, 7b, 7c, 7d, 7a', 7b', 7c') fijada al segundo enlace distal, y conectado fijamente por su porción de extremo proximal a un accionador izquierdo (31a, 31b, 31c, 31d; 31a', 31b', 31c');
- 40 un enlace intermedio distal derecho (24a, 24b, 24c, 24d, 24a', 24b', 24c') está conectado de forma pivotante por su porción de extremo distal a una porción de extremo derecho del segundo enlace distal por medio de una junta pivotante distal derecha (8a, 8b, 8c, 8d, 8a', 8b', 8c') fijada al segundo enlace distal, y conectada fijamente por su porción de extremo proximal a un accionador derecho (32a, 32b, 32c, 32d; 32a', 32b', 32c');
- 45 un enlace intermedio proximal izquierdo (25a, 25b, 25c, 25d, 25a', 25b', 25c') está conectado de manera fija por su porción de extremo distal al accionador izquierdo, y un enlace intermedio proximal derecho (26a, 26b, 26c, 26d, 26a', 26b', 26c') está conectado de manera fija por su porción de extremo distal al accionador derecho;
- 50 dichos enlaces intermedios se extienden en un plano que incluye sustancialmente el eje de dicho segundo enlace distal (22a, 22b, 22c, 22d, 22a', 22b', 22c');
- 55 las porciones de extremo proximales de los enlaces proximales derecho e izquierdo están respectivamente conectadas de forma fija a una junta proximal pivotante izquierda (42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c') y a una junta pivotante proximal derecha (45a, 45b, 45c, 45d, 45a', 45b', 45c'), que están conectadas de manera pivotante entre sí mediante un enlace transversal proximal pivotante (27a, 27b, 27c, 27d, 27a', 27b', 27c') que comprende una porción lateral conectada fijamente a una junta pivotante proximal lateral (43a, 43b, 43c, 43d, 43a', 43b', 43c');

la junta pivotante proximal lateral está fijamente conectada mediante un enlace perpendicular proximal (28a, 28b, 28c, 28d, 28a', 28b', 28c') a una junta pivotante proximal perpendicular (44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c') conectada de manera pivotante al dispositivo de sujeción (5r-5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') por medio de un enlace proximal ortogonal pivotante (29a, 29b, 29c, 29d, 29a', 29b', 29c');

- 5 la primera junta distal pivotante (41a, 41b, 41c, 41 d, 41a', 41b', 41c'), al menos una de dicha junta pivotante izquierda proximal (42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c') y dicha junta pivotante derecha proximal (45a, 45b, 45c, 45d, 45a', 45b', 45c'), y dicha junta proximal pivotante perpendicular (44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c') son juntas bloqueables equipadas cada una con un dispositivo de bloqueo.

4. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** en cada pata

- 10 un primer enlace distal (2) de la pata está fijado a la placa móvil (1') por uno de sus extremos, y por su otro extremo a una primera junta de revolución (41) bloqueable, cuyo eje de rotación es perpendicular al eje longitudinal del primer enlace distal (2);

- 15 la primera junta de revolución (41) está conectada a una segunda junta distal de revolución (7) mediante un segundo enlace distal (3) que es coaxial con el primer enlace distal (2), siendo el eje de rotación de la segunda junta distal transversal al eje longitudinal del segundo enlace distal (3);

la segunda junta de revolución (7) está conectada a una junta prismática (31) accionada mediante un enlace intermedio distal (4) que está conectado a una tercera junta de revolución (42) bloqueable mediante un enlace intermedio proximal (9), de tal manera que el eje de rotación de la tercera junta de revolución (42) es transversal al plano longitudinal del enlace proximal intermedio (9);

- 20 la tercera junta de revolución (42) está conectada a una cuarta junta de revolución (43) bloqueable mediante un primer enlace proximal (10), de tal manera que el eje de rotación de la cuarta junta de revolución. (43) es perpendicular al eje de rotación de la tercera junta de revolución (42);

- 25 la cuarta junta de revolución (43) está conectada a una quinta junta de revolución (44) mediante un segundo enlace proximal (11), de tal manera que el eje de rotación de la quinta junta de revolución (44) es transversal al de la cuarta junta de revolución (43); y

el eje de rotación de la quinta junta de revolución (44) está conectado a un dispositivo de sujeción (5) mediante un tercer enlace proximal (12).

5. Un manipulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** dicho dispositivo de sujeción (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') es seleccionado de acuerdo con los objetivos de sujeción (6a, 6b, 6c, 6d).

- 30 **6.** Un manipulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el dispositivo de sujeción (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') es seleccionado entre dispositivos de sujeción mecánicos, sistemas de sujeción de vacío y sistemas de sujeción electromagnéticos.

- 35 **7.** Un manipulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** dichos objetivos de sujeción (6a, 6b, 6c, 6d) son seleccionados entre objetos que pueden ser sujetados por los dispositivos de sujeción, áreas (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') que se pueden sujetar mediante el dispositivo de sujeción (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c'), y combinaciones de los mismos.

8. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** dicho objeto de soporte (6) es seleccionado entre bases móviles, suelos, techos en talleres, plantillas de piezas de trabajo y piezas de trabajo como tales.

- 40 **9.** Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada accionador (31, 31a, 32a, 31b, 32b, 31c, 32c, 31d, 32d; 31a', 32a', 31b', 32b', 31c, 31c') es controlado por medios de control para su accionamiento.

10. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos dispositivos de bloqueo son seleccionados de bloqueadores y dispositivos basados en resortes.

- 45 **11.** Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** dichos bloqueadores están conectados a unos medios de control para bloquear y desbloquear selectivamente dichas juntas articuladas (41, 4a, 41b, 41c, 41 d, 41a', 41 b', 41c'; 42, 42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c'; 43, 45a, 45b, 45c, 45d, 45a', 45b', 45c'; 44, 44a, 44b, 44c, 44d, 44a', 44b', 44c'), para bloquear selectivamente las juntas bloqueables para eliminar los grados de libertad de las juntas bloqueadas y desbloquear las juntas bloqueables para restaurar los grados de libertad de las juntas desbloqueadas.

- 50 **12.** Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** dichos dispositivos basados en resortes mantienen las juntas articuladas bloqueables (41, 41a, 41b, 41c, 41d, 41a', 41b', 41c'; 42, 42a, 42b, 42c, 42d, 42a', 42b', 42c'; 43, 45a, 45b, 45c, 45d, 45a', 45b', 45c'; 44a, 44b, 44c, 44d, 44a'; 44b', 44c') en sus posiciones de equilibrio cuando se encuentran en una cadena cinemática abierta.

5 **13.** Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos dispositivos de sujeción (5, 5a, 5b, 5c, 5d, 5a', 5b', 5c') están conectados a unos medios de control para unir y separar selectivamente cada dispositivo de sujeción a y de los objetivos de sujeción, para sujetar el dispositivo de sujeción con los objetivos de sujeción para proporcionar una conexión rígida con el objeto de soporte y para liberar el dispositivo de sujeción del objetivo de sujeción para permitir que el dispositivo de sujeción sea móvil con respecto al objetivo de sujeción.

14. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho objeto llevado por dicha placa móvil (1; 1') es al menos un efector de extremo con cadena cinemática articulada o no articulada.

10 **15.** Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** dicho efector de extremo es seleccionado entre herramientas para medición, inspección, pintura, conformación, montaje y otros procesos de fabricación según sea necesario.

16. Un manipulador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende al menos tres patas.

17. Un manipulador de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el extremo distal de cada pata está fijado a una porción lateral de la placa móvil (1, 1').

15

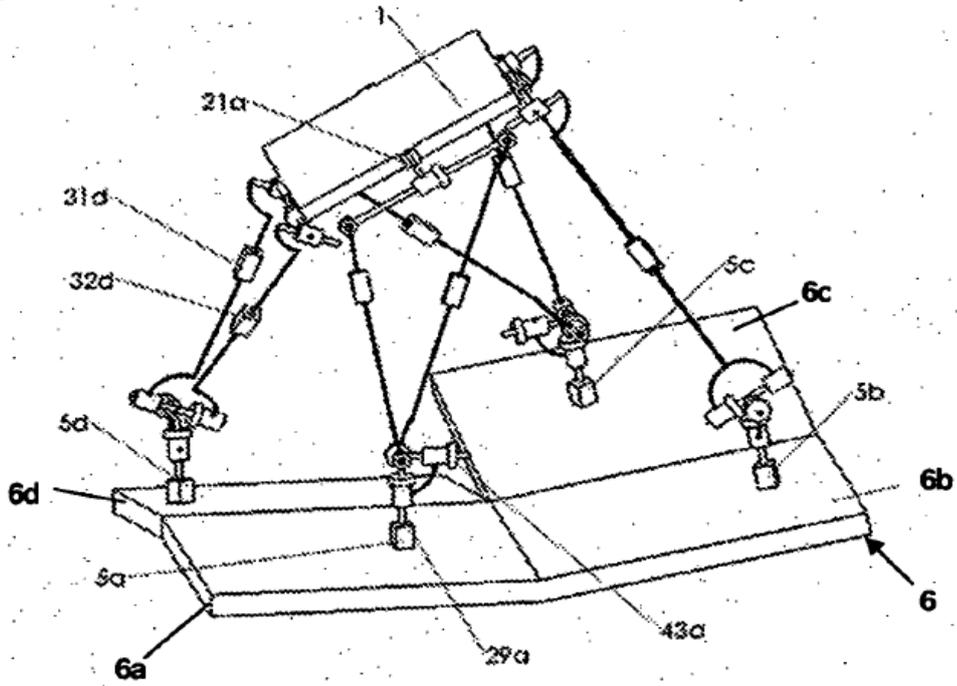


Fig. 1

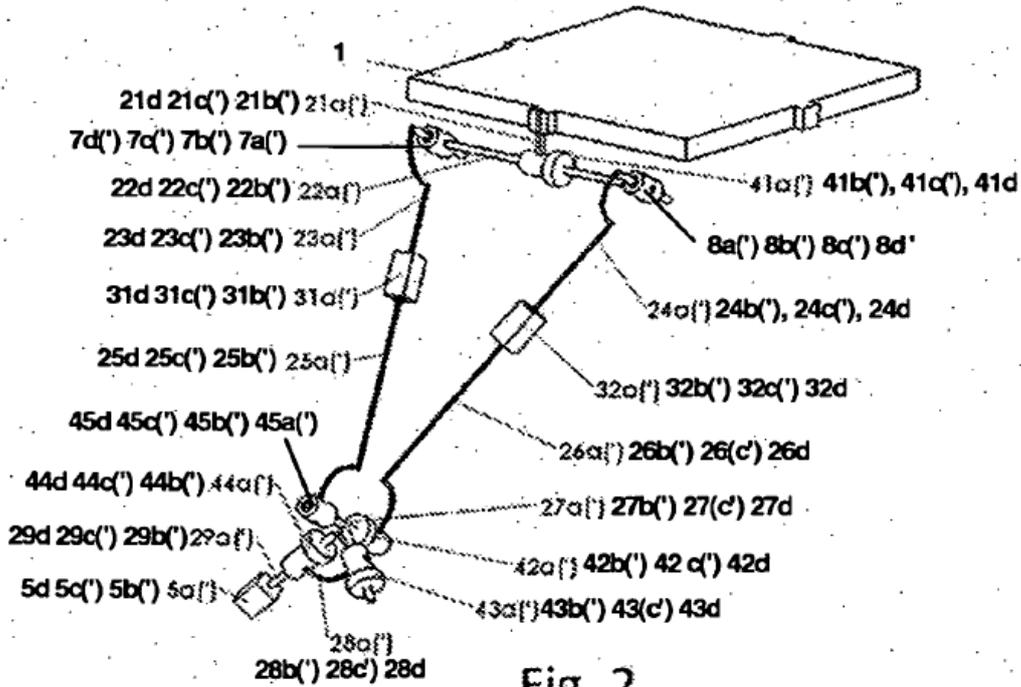


Fig. 2

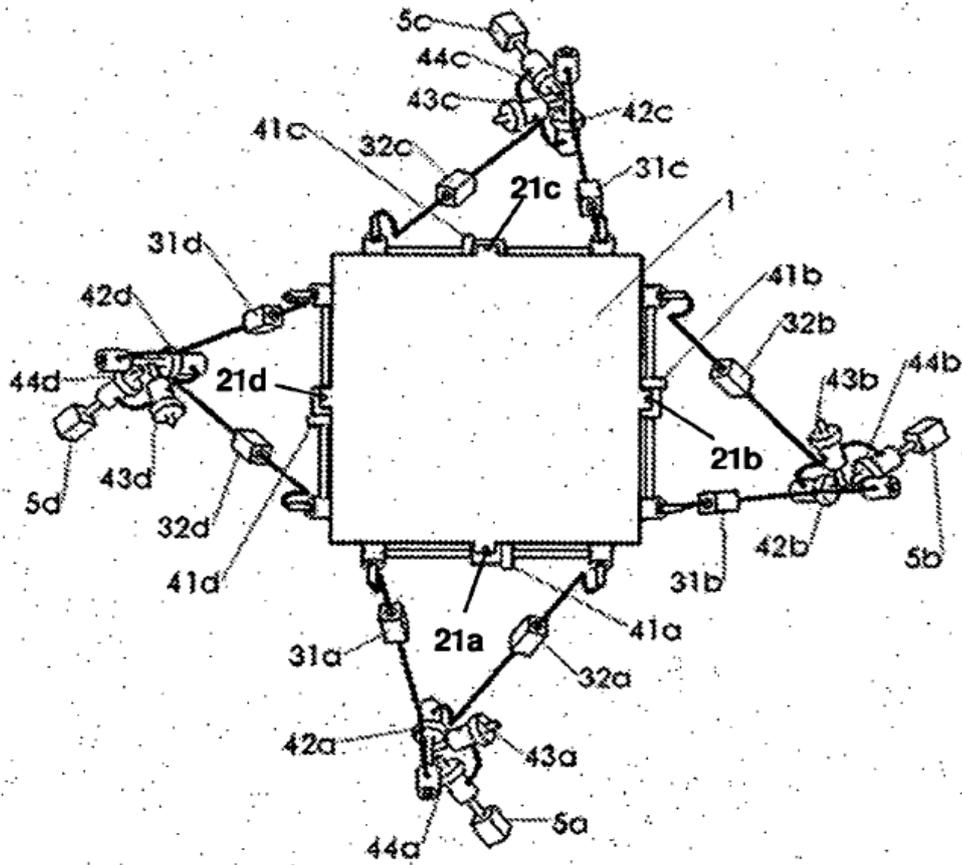


Fig. 3

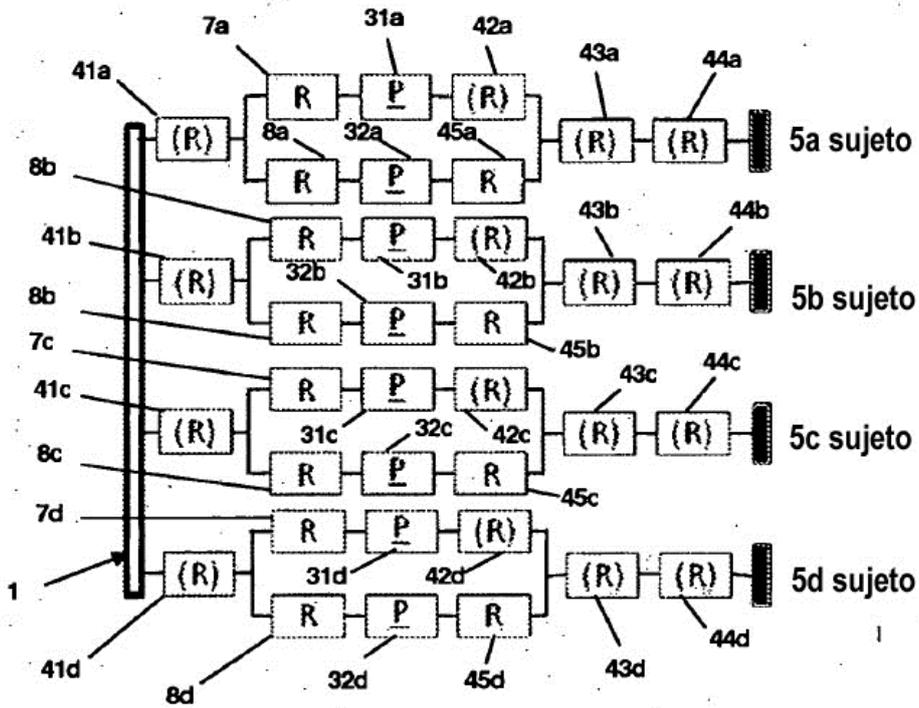


Fig. 4

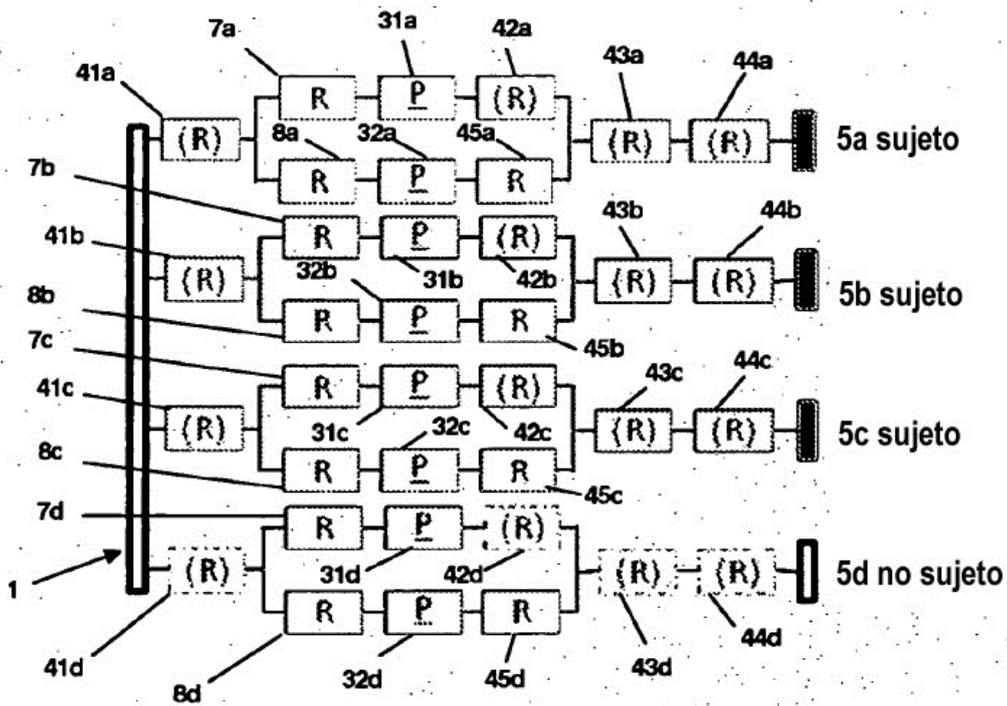


Fig. 5

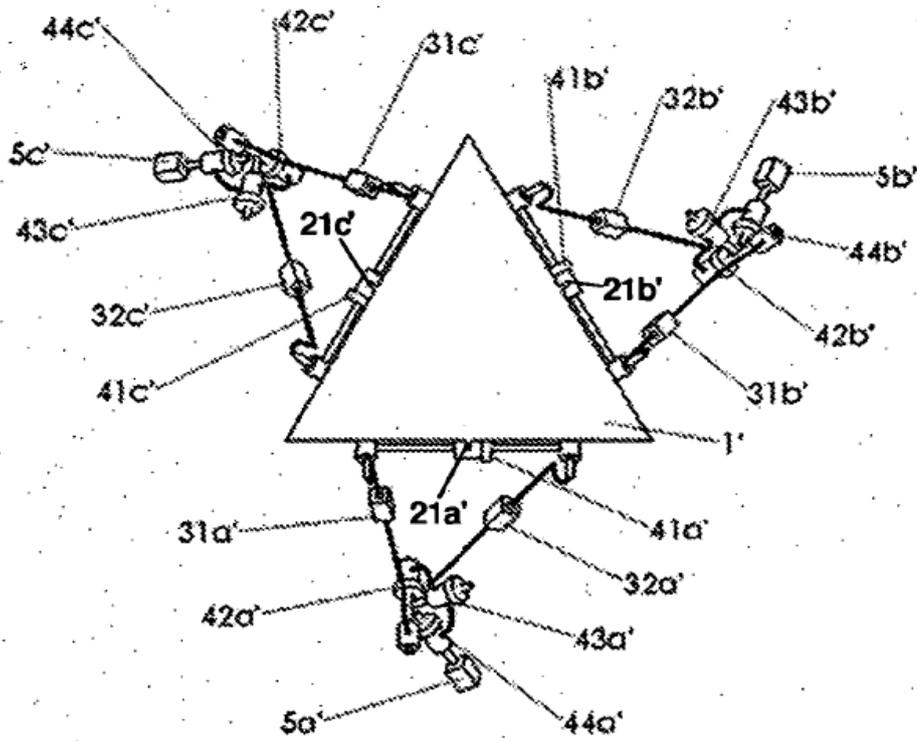


Fig. 6

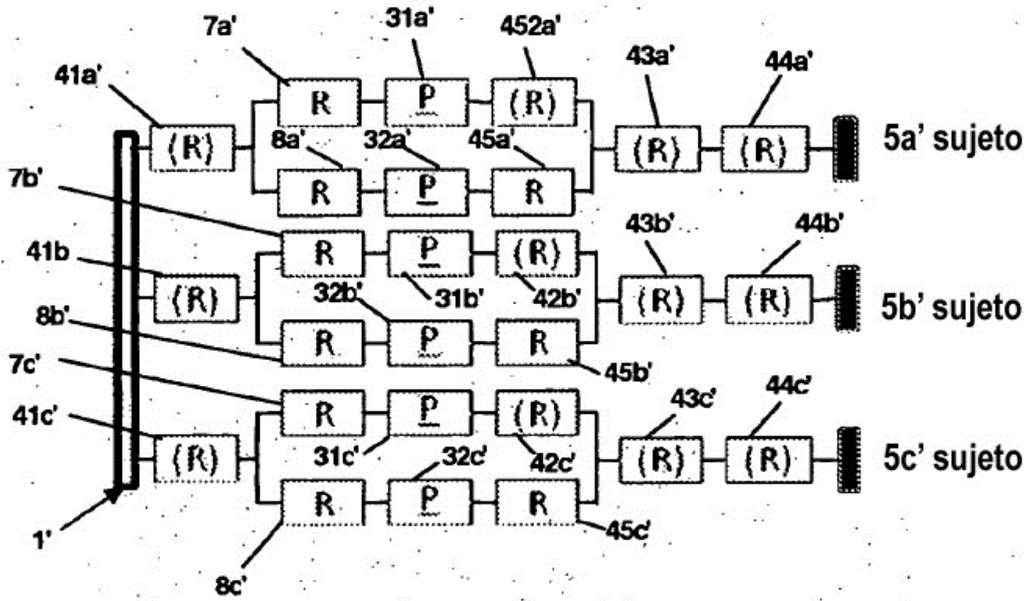


Fig. 7

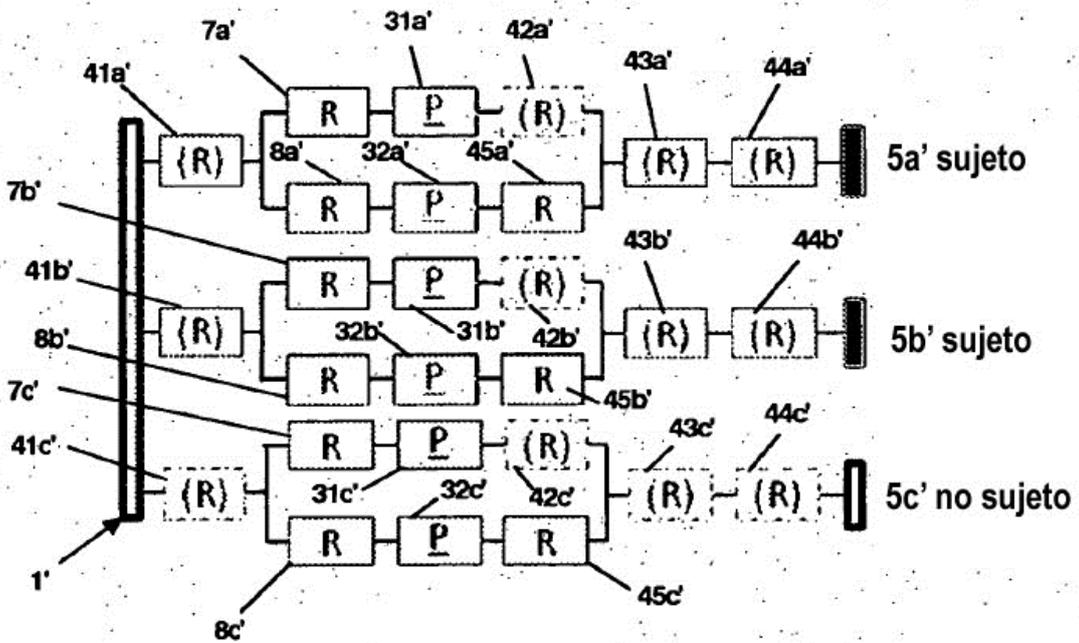


Fig. 8

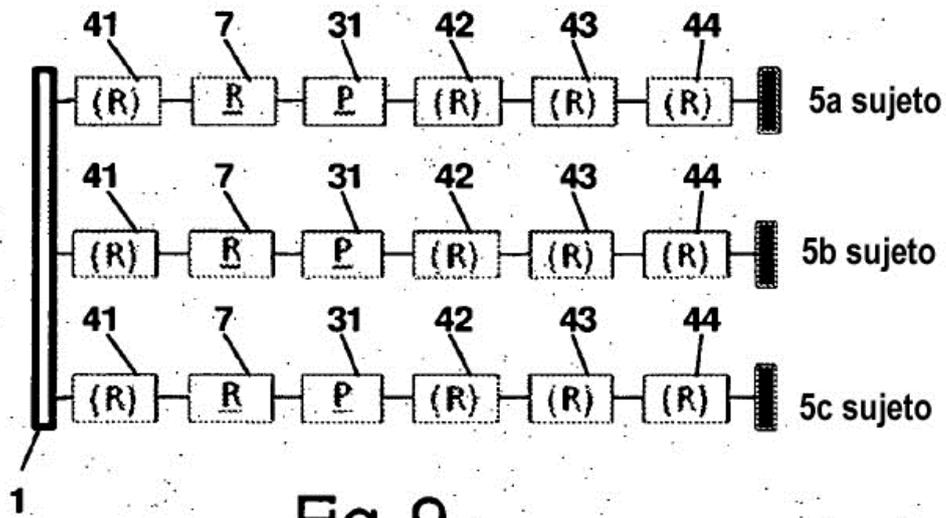


Fig. 9

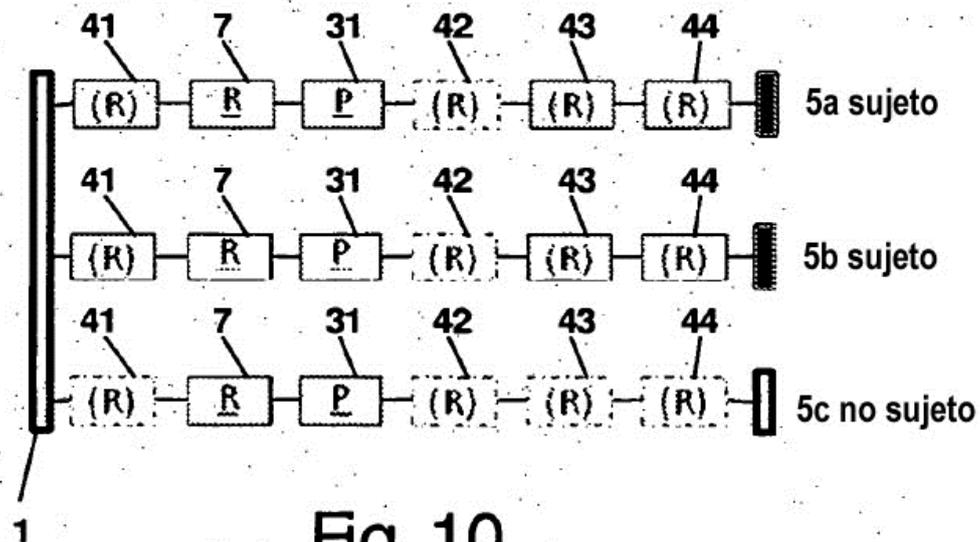


Fig. 10

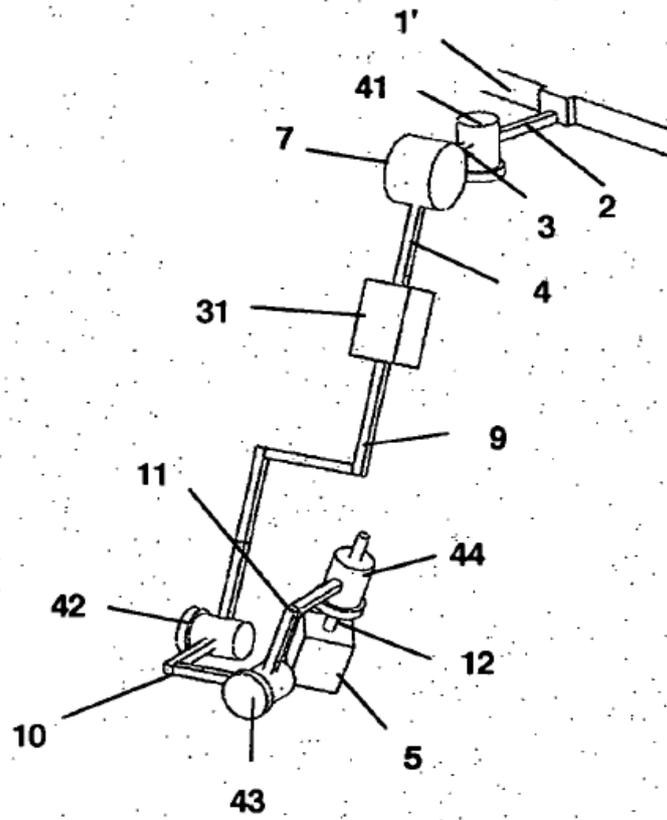


Fig. 11