



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 655**

51 Int. Cl.:
B25J 17/02 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05752643 .6**
96 Fecha de presentación : **03.06.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1755838**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2007**

54 Título: **Robot cinemático paralelo y procedimiento de control de este robot.**

30 Prioridad: **10.06.2004 US 578322 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.04.2011

73 Titular/es: **ABB AB.**
Kopparbergsvägen 2
721 83 Västerås, SE

72 Inventor/es: **Brogårdh, Torgny**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 357 655 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

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un robot industrial para desplazar un objeto en el espacio. El objeto es, por ejemplo, un utensilio o un objeto de trabajo. Dicho robot comprende un manipulador y un equipamiento de control para desplazar el objeto. El manipulador comprende un manipulador cinemático paralelo que incluye al menos tres brazos, comprendiendo cada uno una disposición de tirantes. El manipulador comprende una plataforma conjuntamente soportada por los tres brazos. Cada brazo está asociado con un accionador con la finalidad de desplazar los tirantes del brazo de tal manera que se consiga que la plataforma se desplace. La función de la plataforma es soportar directa o indirectamente los utensilios u objetos de funcionamiento, tanto grandes como pequeños, para su desplazamiento, medición tratamiento, trabajo, unión, etc. En particular, el manipulador está destinado a ser utilizado en la industria manufacturera pero, así mismo, también resulta aplicable en la transferencia de productos y en pasarelas para pasajeros en puertos y en aeropuertos.

TÉCNICA ANTERIOR

Un robot industrial incluye un manipulador y una unidad de control que incorpora unos medios para accionar el manipulador de forma automática. Hay diferentes tipos de manipuladores, como por ejemplo un manipulador cinemático en serie, un manipulador cinemático paralelo.

Un manipulador cinemático paralelo (PKM) se define como un manipulador que comprende al menos un elemento fijo, un elemento amovible designado como plataforma, y al menos dos brazos. Cada brazo comprende una disposición de tirantes conectada a la plataforma amovible. Cada brazo es accionado por un medio de arrastre dispuesto, de manera preferente, sobre el elemento fijo para reducir la masa móvil. Estas disposiciones de tirantes transfieren unas fuerzas hasta la plataforma amovible. Para un manipulador cinemático paralelo totalmente integrado para el desplazamiento de la plataforma con tres grados de libertad, por ejemplo, en las direcciones x, y, z un sistema de coordenadas cartesiano, se requieren tres brazos de trabajo paralelos. Para conseguir un sistema de brazos rígido con una gran capacidad de carga y de poco peso, los brazos del manipulador cinemático paralelo deben tener un total de seis tirantes. Esto significa que los brazos deben compartir los seis tirantes entre ellos, y esto solo puede llevarse a cabo con ciertas combinaciones.

Cuando se requiere un espacio de trabajo rectangular en aplicaciones de manipuladores, en la actualidad se utilizan los llamados los manipuladores de pórtico. Estos dispositivos manipulan una plataforma con normalmente tres grados de libertad: x, y, z. Estos manipuladores están compuestos por tres vías lineales conectadas en serie, sobre las cuales son desplazadas las unidades en las direcciones x-, y- y z.

La solicitud de patente internacional WO02/34480 divulga un robot industrial con una cinemática paralela que comprende una plataforma dispuesta para soportar un objeto, un primer brazo dispuesto para influenciar la plataforma en un primer emplazamiento y que comprende un primer accionador que presenta una primera vía y un primer carro linealmente amovible a lo largo de la primera vía y al menos dos tirantes, cada uno de los cuales comprende una junta externa dispuesta en la plataforma y una junta interna dispuesta en el primer carro, un segundo brazo dispuesto para influenciar la plataforma en un segundo desplazamiento y que comprende un segundo accionador, que comprende una segunda vía y un segundo carro linealmente amovible a lo largo de la segunda vía, y dos tirantes, cada uno de los cuales comprende una junta externa dispuesta en la plataforma y una junta interna dispuesta en el segundo carro, y un tercer brazo dispuesto para influenciar la plataforma en un tercer desplazamiento y que comprende un tercer accionador y al menos un tirante, el cual comprende una junta externa dispuesta en la plataforma y una junta interna conectada al tercer accionador. El brazo soporta un eje de rotación cuando el manipulador tiene cuatro grados de libertad. En este documento se divulga un robot en el cual los brazos comparten los seis tirantes entre ellos en unas combinaciones 3 / 2 / 1.

OBJETIVOS Y SUMARIO DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un robot industrial mejorado que comprenda un manipulador cinemático paralelo.

De acuerdo con un aspecto de la invención este objetivo se consigue por medio de un robot industrial de acuerdo con lo definido en la reivindicación 1.

Al menos uno de los tirantes está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal para el control de la longitud del tirante. El accionador lineal para el control de la longitud del tirante está adaptado para modificar la longitud axial del tirante en base a una señal de control procedente de la unidad de control del robot. Por el ejemplo, el accionador lineal es utilizado para el control de desplazamiento de la plataforma en la dirección x, y o z, o para la modulación del ángulo de inclinación de la plataforma para, de esta manera, incrementar el número de grados de libertad del robot. La incorporación de un accionador lineal que controla la longitud del tirante integrado en el tirante es particularmente útil en la aplicación por la que una acusada rigidez es más importante que una velocidad y

aceleración elevadas. Ejemplos de dichas aplicaciones de robot son el taladro, el corte, el fresador y la molturación de materiales duros, como por ejemplo acero y hierro.

Si uno de los tirantes del manipulador es sustituido por un tirante con una longitud ajustable, se consiguen muchas posibilidades para el incremento de la rigidez del manipulador. Por ejemplo, si los grados de libertad exceden el número deseado, el grado de libertad suplementario obtenido puede ser utilizado para incrementar la rigidez del robot mediante el control de la configuración del robot, esto es, mediante la configuración de la estructura de los tirantes. A lo que se aspira es a tratar de potenciar al máximo la configuración de la estructura de tirantes con el fin de conseguir la mayor rigidez posible. Por ejemplo, el tirante es ajustado momentáneamente con el fin de incrementar la rigidez de la estructura de tirantes.

Una posibilidad conseguida para el incremento de la rigidez del manipulador es medir el esfuerzo de la vía provocado por la fuerza de los utensilios. Estos valores de los esfuerzos son utilizados para calcular el par de flexión sobre la vía lineal y las fuerzas axiales añadidas existentes en el tirante. Por medio de un modelo elastocinético de la vía lineal y del tirante, se calcula el ajuste necesario sobre la longitud del tirante con el fin de compensar los errores del TPC (Puente Central de la Herramienta) provocado por la elasticidad de la estructura del robot. La longitud del tirante es ajustada en base al ajuste calculado. Por medio de lo cual, es posible compensar no solo modificaciones de las fuerzas de baja frecuencia sino también fenómenos tales como la vibración durante el fresado o el bamboleo durante el taladrado.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el tirante del tercer brazo está dispuesto con una longitud ajustable e incluye el accionador lineal para el control de la longitud del tirante. La incorporación al tirante del tercer brazo de un accionador para el control de la longitud del tirante hace posible el control de la inclinación del tirante con el fin de potenciar al máximo la rigidez del robot con respecto a las fuerzas del utensilio. Cuando se modifica la inclinación se ajusta la longitud del tirante dependiendo de la distancia entre la junta externa conectada a la plataforma y la junta interna conectada al accionador que desplaza el tirante. Para conseguir la mayor rigidez posible el ángulo entre el tirante y la vía lineal debe ser, de modo preferente, de aproximadamente 90° y el ángulo entre el tirante del tercer brazo y los tirantes de los otros brazos debe ser, de modo preferente, de aproximadamente 90° . De esta manera, esta forma de realización hace posible controlar los movimientos del tirante del tercer brazo de tal manera que el ángulo entre el tirante y la vía lineal se aproxime a los 90° , y / o el ángulo entre el tirante del tercer brazo y uno o más de los otros tirantes se aproxime a los 90° .

De acuerdo con una forma de realización de la invención al menos uno de los primero y segundo accionadores comprende una vía lineal y un carro linealmente amovible a lo largo de la vía y el tirante del tercer brazo comprende una junta interna conectada al carro. En esta forma de realización, el accionador lineal es utilizado para el control del desplazamiento de la plataforma principalmente en la dirección z. Esta forma de realización puede ser combinada con una mayor distancia entre los tirantes superior e inferior de los primero y / o segundo brazos, lo cual reduce las fuerzas aplicadas sobre estos tirantes provocadas por las fuerzas de los utensilios y mejorando con ello la rigidez del manipulador. Otra ventaja en esta forma de realización es que no requiere tres vías lineales, lo que hace que el robot sea más barato y menos voluminoso. Para objetos muy largos, como componentes de alas o álabes para dispositivos de energía eólica, constituye una ventaja contar con tres o incluso dos vías lineales paralelas a lo largo de la entera longitud del objeto, debido al coste de los accionadores lineales. Una solución más rentable consiste en utilizar dos vías o solo una vía que cubra la longitud del objeto y, en su lugar, utilizar un accionador lineal soportador por la vía. El accionador lineal controla el desplazamiento de la plataforma mediante el ajuste de la longitud de tirante del tercer brazo.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el accionador comprende una primera vía y un primer carro linealmente amovible a lo largo de la primera vía, y dichas juntas internas de dichos tres tirantes están conectadas al primer carro, dicho segundo accionador comprende una segunda vía y un segundo carro linealmente amovible a lo largo de la segunda vía, y dichas juntas internas de dichos dos tirantes están conectadas al segundo carro, y la segunda vía está montada sobre el primer carro, y dicho tirante del tercer brazo comprende una junta interna conectada al segundo carro. Esta forma de realización solo requiere una vía que cubra la longitud del objeto y, de esta manera, es particularmente útil para aplicaciones que incluyan el tratamiento de objetos muy largos.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el primer accionador comprende una primera vía y un primer carro linealmente amovible a lo largo de la primera vía, y dichas juntas internas de dichos tres tirantes están conectadas al primer carro, dicho segundo accionador comprende una segunda vía y un segundo carro linealmente amovible a lo largo de la segunda vía, y dichas juntas internas de dichos dos tirantes están conectadas al segundo carro, y dicho tercer brazo comprende un tercer accionador que presenta una tercera vía y un tercer carro linealmente amovible a lo largo de la tercera vía, y dicho tirante del tercer brazo comprende una junta interna conectada al tercer carro. En esta forma de realización, el accionador lineal que controla la longitud del tirante controla el desplazamiento de la plataforma principalmente en la dirección z y un tercer accionador linealmente amovible a lo largo de una tercera vía controla la inclinación del tirante con el fin de mejorar la rigidez del manipulador. De esta manera, el tercer brazo es redundante, lo que significa que hay más accionadores que el número de grados de libertad manipulados de la plataforma móvil. Esta redundancia se utiliza para incrementar la rigidez del manipulador.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el manipulador incluye al menos dos tirantes dispuestos con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal para el control de la longitud del tirante. Por medio de lo cual es posible incrementar la rigidez del manipulador así como modificar la orientación de la plataforma. Por ejemplo, uno de los dos tirantes dispuestos con una longitud ajustable es el tirante del tercer brazo. Para obtener la inclinación de la plataforma en un grado de libertad, por ejemplo uno de los tirantes del segundo brazo, o uno de los tirantes del primer brazo, está dispuesto con una longitud ajustable para obtener la inclinación de la plataforma en dos grados de libertad, por ejemplo uno de los tirantes del segundo brazo y uno de los tirantes del primer brazo están dispuestos con una longitud ajustable. Para obtener la inclinación de la plataforma en tres grados de libertad, por ejemplo uno de los tirantes del segundo brazo y dos de los tirantes del primer brazo, están dispuestos con una longitud ajustable.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos uno de dichos tres tirantes del primer brazo está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal para el control de la longitud del tirante. En esta forma de realización, el accionador lineal es utilizado para el control del ángulo de inclinación de la plataforma. Una ventaja de esta forma de realización es que hace posible manipular la orientación de la plataforma sin perder rigidez. Una alternativa sería montar un montaje de muñequillas cinemáticas en serie sobre la plataforma para rotar y / o inclinar el utensilio o el objeto de trabajo montado sobre la plataforma. Sin embargo, una muñequilla en serie del tipo indicado sería pesada y ofrecería un grado de rigidez bajo. Por otro lado la utilización de un accionador para el control de la longitud del tirante no añadirá peso a la plataforma y será fácil de diseñar con un alto grado de rigidez.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, al menos uno de dichos dos tirantes del segundo brazo está dispuesto con una longitud ajustable que incluye un accionador lineal para el control de la longitud del tirante. En esta forma de realización, el accionador lineal es utilizado para el control del ángulo de inclinación de la plataforma.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención este objetivo se consigue con un procedimiento de acuerdo con lo definido en la reivindicación 9.

Se propone un procedimiento para el control de un robot industrial en el que el tercer brazo comprende una vía y un carro linealmente amovible a lo largo de la vía y un tirante que comprende una junta externa conectada a la plataforma y una junta interna conectada al tercer carro, y el tirante del tercer brazo está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal para el control de la longitud del tirante. El accionador lineal del único tirante del tercer brazo proporciona un grado de libertad suplementario y puede ser utilizado para incrementar la rigidez del robot mediante el control de la configuración del robot. El procedimiento comprende el control del desplazamiento del carro del tercer brazo a lo largo de la vía, controlando de esta manera la inclinación del tirante del tercer brazo con el fin de incrementar la rigidez del robot con respecto a las fuerzas de los utensilios, y el ajuste de la longitud del tirante del tercer brazo en base a la posición del tercer carro y a la posición deseada de la plataforma, de esta manera se incrementa la rigidez del robot.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el procedimiento comprende la determinación del ángulo entre el tirante del tercer brazo y al menos uno de los otros tirantes del robot, y en base al control del desplazamiento del tercer carro a lo largo de la tercera vía con el fin de obtener un ángulo deseado, lo cual es favorable con respecto a la rigidez del robot, entre el tirante del tercer brazo y el otro tirante. De modo preferente, el desplazamiento del tercer carro es controlado de tal manera que el ángulo entre el tirante del tercer brazo y los otros tirantes resulte lo más próximo posible a 90°. Por medio de lo cual, la rigidez del manipulador resulta incrementada.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el procedimiento comprende la determinación del ángulo entre el tirante del tercer brazo y la tercera vía, y en base a ello el control del desplazamiento del tercer carro a lo largo de la tercera vía con el fin de obtener un ángulo deseado, lo cual es favorable con respecto a la rigidez del robot, entre el tirante del tercer brazo y la tercera vía. De modo preferente, el ángulo deseado entre el tirante del tercer brazo y la tercera vía resulta lo más próximo posible a 90°. Por medio de lo cual, se incrementa la rigidez del manipulador.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el objetivo se consigue mediante un programa informático que puede ser cargado directamente en la memoria interna de una computadora o de un procesador, comprendiendo unas porciones de código de software para llevar a cabo las etapas del procedimiento de acuerdo con la invención, cuando dicho programa sea ejecutado en una computadora. El programa informático está dispuesto, o bien sobre un medio legible por computadora o a través de una red, como por ejemplo Internet.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el objetivo se consigue mediante un medio legible por computadora que incorpora un programa registrado en él, cuando el programa consiste en que una computadora lleve a cabo las etapas del procedimiento de acuerdo con la invención, y dicho programa sea ejecutado en la computadora.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el objetivo se consigue por medio de un robot industrial de acuerdo con lo definido en la reivindicación 15. En lugar de la integración del accionador lineal con el tirante, un accionador lineal es montado sobre un carro entre un primero y un segundo carros para desplazar linealmente la junta externa del tirante en relación con los carros. El accionador lineal acciona la plataforma mediante el desplazamiento de la junta externa del tirante, en lugar de modificar la longitud del tirante, como en las formas de realización de la

5 invención mencionadas con anterioridad. La ventaja de este robot es que el accionador lineal no añade ningún tipo de inercia a la estructura de tirantes y, por consiguiente, es útil en aplicaciones que requieren unas elevadas velocidad y aceleración, por ejemplo el fresado, el taladrado y el rebabeado en materiales más bien blandos, por ejemplo el aluminio, el plástico, y la madera. Esta solución es particularmente útil en aplicaciones en las que la velocidad y la aceleración altas son más importantes que la rigidez del manipulador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se expondrá la invención con mayor detenimiento mediante la descripción de las diferentes formas de realización de la invención con referencia a las figuras adjuntas.

- 10 Fig. 1 muestra un ejemplo de forma de realización de un robot industrial que presenta un tirante con un accionador lineal para modificar la longitud del tirante.
- Figs. 2a - b muestran dos ejemplos de accionadores lineales para modificar la longitud del tirante.
- Fig. 3 ilustra un ejemplo de un procedimiento para el control de la configuración del robot con el fin de incrementar la rigidez del robot.
- 15 Fig. 4 a 9 muestran ejemplos de formas de realización adicionales de un robot industrial que presenta un tirante con un accionador lineal para modificar la longitud del tirante.
- Fig. 10 - 11 muestran dos formas de realización de un robot industrial que presenta tres brazos con dos tirantes cada uno.
- 20 Fig. 12 - 13 muestran dos ejemplos de formas de realización de un robot industrial que presenta un accionador lineal separado montado sobre uno de los primero y segundo carros para desplazar linealmente la junta externa del tirante en relación con el carro.
- Figs. 14 a 16 muestran formas de realización diferentes de un manipulador cinemático.
- Fig. 17 muestra un ejemplo de un robot industrial útil para el tratamiento de objetos muy largos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERENTES DE LA INVENCION

25 La Figura 1 muestra un manipulador cinemático paralelo (PK) de acuerdo con una primera forma de realización de la invención. El manipulador comprende dos vías lineales 1 y 2, las cuales definen conjuntamente un plano paralelo al plano $x_w y_w$ del sistema de coordenadas mostrado en la figura. Sobre la vía 1 hay un carro 4, el cual es accionado para su desplazamiento a lo largo de la vía 1, mediante, por ejemplo, un módulo lineal de tornillo de bolas accionado por motor, una transmisión por correa accionada por motor, un elemento de propulsión de piñón y cremallera, un motor lineal de mando directo, un cilindro neumático, o un cilindro hidráulico. De la misma manera un carro 5 es accionado a lo largo de la vía 2. El manipulador comprende, así mismo, una vía lineal 3 y un carro 6 accionado para su desplazamiento a lo largo de la vía 3. La vía 3 es paralela con las vías 1 y 2 y forma una geometría rectangular en el plano $y_w z_w$ junto con las vías 1 y 2.

35 El robot incluye, así mismo, una plataforma 16 para acarrear un objeto. El objeto es, por ejemplo, un utensilio. Cada carro 4, 5 y 6 está conectado a la plataforma 16 por medio de un brazo, el carro 4 con un primer brazo 7, el carro 5 con un segundo brazo 8, y el carro 6 con un tercer brazo 9. El primer brazo 7 comprende tres tirantes paralelos 10, 11, 12. En cada extremo de los tirantes hay una junta. De esta manera, el tirante 10 presenta una junta interna 10a y una junta externa 10b, el tirante 11 presenta una junta interna 11a y una junta externa 11b, y el tirante 12 presenta una junta interna 12a y una junta externa 12b. El brazo 8 comprende dos tirantes paralelos 13 y 14 y, de la misma manera que respecto del brazo 7, estos tirantes presentan una junta interna y una externa, 13a y 13b para el tirante 13, y 14a y 14b para el tirante 14. Finalmente, el brazo 9 presenta solo un tirante 15 con una junta interna 15a y una junta externa 15b. Las juntas 13a, 13b, 14a, 14b, 15a, 15b deben tener, al menos, 2 grados de libertad, en lo sucesivo indicados como DOF.

45 El carro 4 sobre la vía 1 incorpora los tirantes paralelos 10, 11 y 12 y estos tirantes están montados sobre el carro por medio de las juntas 10a, 11a y 12a. En los otros extremos los tirantes están montados sobre la plataforma 16 con las juntas 10b, 11b y 12b, todas con al menos dos DOF. El carro 5 sobre la vía 2 está conectado a los tirantes 13 y 14 con las juntas 13a y 14a y en el otro extremo de los tirantes se efectúa una conexión de la plataforma móvil 16 con las juntas 13b y 14b. Finalmente, el carro 6 sobre la vía 3 está conectado al tirante 15 con la junta 15a y el tirante 15 está conectado a la plataforma móvil con la junta 15b. Todas las juntas deben tener al menos dos DOF, pero para ofrecer un sistema mecánico no redundante, al menos una junta de un extremo de cada tirante debe tener tres DOF.

50 Tal y como se muestra en la figura 1 tres accionadores lineales 10c, 13c y 15c están integrados en la estructura de tirantes del manipulador. Los accionadores lineales están montados mediante, por ejemplo, una transmisión por tornillo de bolas, de piñón y cremallera o por correa. Cada uno de los tirantes 10, 13 y 15 está equipado con los accionadores lineales 10c, 13c y 15c para el control de la longitud del tirante. Estos aplicarán unas fuerzas en la

dirección axial de los tirantes y modularán la distancia entre las juntas de cada extremo del tirante. Este accionamiento modificará la posición y orientación de la plataforma móvil 16. De esta manera, el accionador lineal 15c desplazará la plataforma hacia arriba y hacia abajo y los accionadores lineales 10c y 13c modificarán el ángulo de inclinación de la plataforma. Si se introduce también un accionador para el tirante 11 será, así mismo, posible hacer rotar la plataforma móvil alrededor del eje Zw del sistema de coordenadas globales mostrado en la figura.

El robot de acuerdo con la invención comprende una unidad de control (no mostrada) que incorpora una memoria, uno o más procesadores y cualquier otro equipo necesario para el control del movimiento del robot. La unidad de control comprende un software para desarrollar las etapas del procedimiento de acuerdo con la invención.

En otra forma de realización la invención, los accionadores 10c y 13c están suprimidos, y el manipulador solo comprende el manipulador lineal 15c.

Los accionadores lineales que están integrados dentro de los tirantes para modificar las longitudes de los tirantes pueden estar elaborados de diferentes maneras. Las figuras 2a - b muestran dos posibilidades. En la figura 2a el accionador 15c comprende un motor 15c₁ que incorpora un árbol de rotor hueco, a través del cual puede pasar el tirante 15. La longitud del tirante es controlada por el motor 15c₁. Por medio de un concepto de tornillo de bolas, la rotación del rotor del motor forzará al tirante 15 a desplazarse a través del rotor y la distancia entre las juntas 15a y 15b será modificada. El propio tirante 15 es un tornillo en este caso, y las cadenas de bolas están situadas dentro del árbol de rotor hueco. La ventaja de este diseño es que el margen de trabajo para el control de la distancia entre las juntas 15a y 15b es muy grande. Sin embargo, las juntas 15a y 15b deben ser capaces de manejar los pares de torsión generados por el tornillo de bolas y haber sido diseñado con mayor rigidez que el resto de las juntas del robot. Una forma de prescindir de ello es utilizar un mecanismo deslizante, tal y como se muestra en la figura 2b con unos cojinetes lineales para manejar el par de torsión generado por el mecanismo de tornillo de bolass. En la figura 2b, el accionador 15c₂ comprende tanto la parte de las bolas del mecanismo de tornillo de bolass como los cojinetes lineales para impedir que el tornillo gire alrededor de su propio eje. Si en lugar del mecanismo de tornillo de bolass se utiliza un accionador neumático o hidráulico no hay pares de torsión generados sobre el tirante 15 y no se necesitan cojinetes lineales a lo largo de la extensión del tirante 15. Por supuesto, pueden ser utilizados otros mecanismos para modificar la distancia entre las juntas 15a y 15c, como por ejemplo un tirante conectado a una transmisión de correa o a un motor lineal de modo directo. Así mismo, puede ser utilizado un accionador lineal piezoeléctrico para una micromanipulación.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento y un producto de programa informático de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Debe entenderse que cada bloque del diagrama de flujo puede ser implementado mediante unas instrucciones de programa informático. Este procedimiento se describe con referencia al manipulador divulgado en la figura 1. La Figura 3 muestra la implementación del procedimiento utilizado para manejar la redundancia de un manipulador de tirantes lineal, cuando la rigidez del robot se incrementa mediante el control de la configuración del robot. De esta manera, cuando se ha iniciado un desplazamiento del manipulador, bloque 90, se efectúa un cálculo cinemático no solo para calcular las posiciones deseadas del accionador para obtener la posición ordenada de la plataforma móvil, sino también para calcular los ángulos entre los tirantes del robot, bloque 91. El robot puede o bien ser diseñado para funcionar en un modo de máxima rigidez, o en un modo de par mínimo, bloque 92.

En el modo de máxima rigidez, se calcula la desviación de 90 grados del ángulo entre el tirante 15 y el resto de los tirantes 10 a 14, bloque 93, y si el valor absoluto de esta desviación es mayor de cero, la posición del carro 6 y la longitud del tirante 15 son calculados para obtener el menor valor posible para la desviación de 90 grados, dados los condicionamientos los márgenes de trabajo del carro accionado 6, del accionador 15c y de la dinámica de los desplazamientos de estas unidades de accionador, bloque 94. Estos valores del carro 6 y del accionador 15c son a continuación utilizados como referencias de la posición para el control del siguiente desplazamiento incremental del robot, bloque 97. Para el siguiente incremento del desplazamiento, el procedimiento se repite a partir del bloque 91, y se debe observar que ahora los antiguos valores acerca de las desviaciones mínimas angulares del tirante de 90 grados pueden ser utilizados como punto de arranque cuando la posición del carro 6 y la longitud del tirante 15 son calculadas.

Si, por el contrario, se utiliza la estrategia del par mínimo de accionamiento del carro 6, el mismo tipo de cálculos se lleva a cabo para el ángulo existente entre el tirante 15 y la vía 3, bloques 95 y 96. Si este ángulo se mantiene en cero grados, el accionamiento del carro 6 únicamente requerirá contar con la suficiente potencia para prestar atención a la fricción de los cojinetes lineales entre el carro 6 y la vía 3.

La Figura 4 muestra la forma en que los accionadores lineales 10b y 13c pueden, así mismo, ser utilizados en un robot donde los tirantes 11 y 12 están conectados a una junta común 11a + 12a sobre el carro 4. La ventaja de esta disposición de la junta es que toda la estructura del robot puede ser reconfigurada para que trabaje en la dirección opuesta, lo cual incrementará el espacio de trabajo en una longitud determinada de las vías lineales. Como en la Figura 1 los accionadores 10c y 13c controlarán el ángulo de inclinación de la plataforma móvil 16.

En la Figura 5 la estructura de tirantes de la figura 2 es más fácil de comprender y además, las juntas 11a y 12a están separadas en la dirección Zw para obtener un montaje no redundante de la estructura de tirantes. Otra diferencia con respecto a la figura 2, es que el accionador lineal 13c del tirante 13 es sustituido por un accionador lineal 14c en el tirante 14. Sin embargo, la funcionalidad es la misma, los accionadores lineales 10c y 14c son utilizados para

modular el ángulo de inclinación de la plataforma móvil 16. La plataforma móvil es arrastrada como una estructura cinemática y es una ventaja contar con tres líneas 23, 62, 63 y 64 en paralelo cuando la estructura esté montada y los accionadores 10c y 14c estén a la mitad de su margen de trabajo con el fin de contar con el mayor espacio de trabajo posible.

5 En la Figura 6 el accionamiento lineal 6 para la tercera vía 3 ha sido cambiado a una disposición de cojinetes lineales pasiva 62, sobre la cual está montado el segundo carro 5. De esta manera, el segundo carro 5 ahora, así mismo, desplaza el tirante 15 sobre la segunda vía 2. Para obtener un posicionamiento de tres DOF de la plataforma móvil 6, un accionador lineal 15c para el control de la longitud del tirante está integrado dentro del tirante 15. El montaje de tirante 15 sobre el segundo carro 5 y sobre la plataforma móvil 16 se lleva a cabo de tal manera que el accionador 10c ofrecerá una cierta distancia hasta los tirantes 13 y 14. El accionador 15c será ahora responsable del desplazamiento de la plataforma en la dirección Zw.

10 En la Figura 7 el único tirante accionado 15 ha sido desplazado hasta el primer carro 4 sobre la primera vía 1, la junta 15a está montada por debajo de la junta 10a, y la junta 15b está montada sobre la junta 11b. El accionador ahora trabaja desde arriba en lugar de desde abajo como en la figura 6. El manipulador tiene solo dos vías 1, 2 y los cojinetes para el montaje del primer carro 4 sobre la primera vía 1, se hace lo suficientemente rígido para tener cuidado en las fuerzas suplementarias derivadas del tirante 15. En total hay montados cuatro tirantes sobre el primer carro 4.

15 En la Figura 8 el accionador lineal 15c ha sido integrado con el tirante 15 y para obtener una dirección más vertical sobre el tirante 15 la junta 15a está montada sobre una extensión 68 situada sobre el segundo carro 5 y la junta 15b está montada sobre una extensión 67 situada sobre la plataforma móvil 16. Las extensiones 67, 68 están montadas en direcciones opuestas y en unos ángulos tales que el tirante 15 y el accionador lineal 15c nunca colisionen con los tirantes 13 y 14.

20 La Figura 9 muestra un manipulador que presenta unas juntas comunes para los tirantes montados sobre el mismo carro. Esto puede ser utilizado, por ejemplo, en el robot mostrado en la Figura 1. A continuación las juntas 10a, 11a y 12a (mostradas en las Figuras 1) son montadas sobre una junta común 12a sobre el primer carro 4, y las juntas 13a y 14a (mostradas en la figura 1) están montadas sobre una junta común 14a sobre el segundo carro 5. Obsérvese que una ventaja de este concepto es que los primeros y segundos carros 4 y 5 pueden fabricarse mucho más pequeños. Sin embargo, de manera simultánea los ángulos de inclinación de la plataforma dependerán de la posición de la plataforma.

25 La Figura 10 muestra una estructura de tirantes con los tirantes 11 y 12 montados sobre el primer carro 4, los tirantes 13 y 14 montados sobre el segundo carro 5 y los tirantes 10 y 15 montados sobre el tercer carro 6. De esta manera, en comparación con las figuras 1, 4, 5 el tirante 10 ha sido desplazado del primer carro 4 hasta el tercer carro 6. Con el fin de conseguir esta disposición para que trabaje solo con fuerzas axiales, los seis tirantes tienen que poner cuidado en las tres fuerzas y en los tres componentes de par que actúan sobre la plataforma móvil 16. Los tirantes deben estar montados de tal manera que ninguna de las líneas 75, 76 y 77 sean paralelas entre sí. Así mismo, no se permite que una de las líneas (77 en la figura) sea perpendicular a ninguna de las otras líneas (75 y 76 en la figura). Las líneas están definidas por los centros cinemáticos de las juntas de un par de tirantes conectados al mismo carro. En la figura la integración de los accionadores lineales de la estructura de tirantes se ejemplifica con el accionador lineal 10c para el tirante 10. El accionador lineal 15c para el tirante 15, y el accionador lineal 12c para el tirante 12. La línea entre las juntas 15a y 10a se indica mediante la referencia numeral 78.

30 Mediante la manipulación de los accionadores 10c y 15c de manera sincronizada la plataforma móvil 16 oscilará hacia arriba / hacia abajo y la redundancia de accionamiento del carro 6 puede ser utilizada para obtener unos ángulos favorables entre los tres pares de tirantes con respecto a la rigidez. Si los accionadores 10c y 15c son accionados de manera no sincronizada, esto puede ser utilizado para modificar la orientación de la plataforma y, junto con el accionador 12c, la plataforma puede ser reorientada en dos grados de libertad.

35 La Figura 11 es una variante de la figura 10, en este caso los tirantes 15 y 10 están dispuestos de forma que tengan una junta común 15a sobre el carro 6 y el tirante 15 incluya el accionador lineal 15c, y para que el tirante 10 incluya el accionador lineal 10c. De la misma forma el par de tirantes 11 / 12 presenta una junta común 12a sobre el primer carro 4 y el par de tirantes 13 / 14 presenta una junta común 14a sobre el segundo carro 5. Para obtener una manipulación completa de seis DOF de la plataforma uno de los tirantes tanto en el par de tirantes 11 / 12 como en el par de tirantes 13 / 14 está montado con un accionador lineal para modificar la longitud del tirante, 12c para el tirante 12 y 14c para el tirante 14. De esta manera, los accionadores lineales 10c, 12c y 14c pueden ser considerados como accionadores para el control de la orientación de la plataforma, mientras que el accionador lineal 15c es utilizado junto con el accionador lineal 10c para obtener una mayor rigidez de la estructura de tirantes.

40 En lugar de integrar el accionador lineal con el tirante 15, un accionador lineal separado 63 está montado sobre cualquiera de los carros 4 y 5 para desplazar la junta 15a de la única junta 15 hacia arriba y hacia abajo. Esto se ejemplifica en la Figura 12.

45 La Figura 12 muestra un robot industrial para el desplazamiento de un objeto en el espacio con una plataforma 16 para acarrear el objeto. El objeto es por ejemplo un utensilio. Un primer brazo 80 está dispuesto para influenciar la

plataforma en un primer desplazamiento, que comprende una primera vía lineal 1, un primer carro 4 que puede desplazarse linealmente a lo largo de la primera vía 1, y tres tirantes 10, 11, 12 comprendiendo cada tirante una junta externa 10b, 11b, 12b conectada a la plataforma 16 y una junta interna 10a, 11a, 12a conectada al primer carro 4. Un segundo brazo 81 está dispuesto para influenciar la plataforma 16 en un segundo desplazamiento, que comprende una segunda vía lineal 2, un segundo carro 5 que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la segunda vía, y dos tirantes 13, 14, comprendiendo cada tirante una junta externa 13b, 14b conectada a la plataforma 16 y una junta interna 13a, 14a, conectada al segundo carro 5. Un tercer brazo 82 está dispuesto para influenciar la plataforma 16 en un tercer desplazamiento, que comprende un tirante 15 que comprende una junta externa 15b conectada a la plataforma 16. El tercer brazo 82 comprende un accionador lineal 63 montado sobre el segundo carro 5, y el tirante 15 incluye una junta interna 15a conectada al accionador lineal 63, por medio de lo cual la junta 15a y, en consecuencia, también el tirante 15 puede ser desplazado linealmente con respecto al carro 5.

El carro 5 incluye una viga alargada 62 que se extiende en sentido vertical. La viga alargada 62 está verticalmente montada sobre el carro 5. El accionador lineal 63 comprende un carro, el cual puede ser desplazado linealmente a lo largo de la viga 62. La junta 15a está conectada al accionador 63, el cual es controlado para desplazar la junta 15a. Este desplazamiento es transmitido a la plataforma móvil 16 por el tirante 15 y por la junta 15b. La ventaja de esta disposición es que el accionador lineal no añade inercia alguna a la estructura de tirantes. Por otro lado, la viga lineal tendrá que ser más larga que el accionador integrado 15c, y necesita, así mismo, ser rígida de forma que no se doble, y no solo debido a las fuerzas axiales como las que se aplican sobre el accionador integrado 15c. Por consiguiente, la solución de la figura 12 será utilizada cuando la velocidad y la aceleración elevadas sean los factores más importantes y la solución del accionador integrado como en las figuras anteriores cuando la acusada rigidez sea más importante que la velocidad y la aceleración elevadas.

En la figura 13 la viga vertical 62 con el accionador que puede ser desplazado linealmente 63 incluye, así mismo, un segundo carro 64 que desplaza la junta 14a del tirante 14. De manera similar, la junta 10a es desplazada por un carro 66 sobre una viga alargada 65 montada sobre el primer carro 4. El desplazamiento de los carros 64 y 66 hacia arriba y hacia abajo modificará la distancia entre las juntas 14a y 13a y entre las juntas 10a y 12a / 11a, lo cual inclinará la plataforma 16. De esta manera, los carros accionados 64 y 65 ofrecen la misma finalidad que los accionadores lineales integrados 13c y 10c de la Figura 1 para controlar los ángulos de inclinación de la plataforma 16. Tal y como se indicó en conexión con la figura 12, esta disposición es ventajosa cuando se necesita una masa estructural de tirantes baja.

En la figura 13, la junta 13a está montada directamente sobre el carro 5, pero, por supuesto, la junta 13a podría estar montada sobre el carro 64 y, en ese caso la junta 14a podría ser montada sobre el carro 5. De la misma forma, es posible montar las juntas 11a y 11b sobre el carro 66 en lugar de sobre el primer carro 4 y, en ese caso, la junta 10a es montada sobre el carro 4 en lugar de sobre el carro 66.

Las vías 1, 2, 3 de las figuras 1, 4, 5, 10 están dispuestas de tal manera que forman un triángulo con la tercera vía 3 en medio de las vías 1 y 2. La figura 14 muestra que esto no es necesario, sino que por el contrario la tercera plataforma de la vía 3 esta aquí montada sobre la vía 2, lo que hace que sea más fácil montar un andamiaje 60a y 60b sobre el cual son montadas las vías lineales. La estructura de tirantes en esta figura es la misma que en la figura 1 y los accionadores lineales pueden ser integrados en la estructura de tirantes, de acuerdo con lo descrito en la figura 1.

La figura 15 muestra un montaje de tirantes alternativo en el que la segunda vía 2 está montada por encima de la tercera vía 3 en lugar de por debajo como en la figura 5. Esta disposición se utiliza cuando el robot tiene que trabajar en posición más elevada, por ejemplo cuando el objeto de trabajo está sobre una tabla rotatoria o sobre una cadena de transferencia. El armazón para sujetar la primera vía lineal 1 no se muestra en ninguna de las figuras 14 o 15, pero debe, por supuesto, ser más alto en la figura 15 que en la figura 14.

La Figura 16 muestra la disposición de robot de la Figura 15 en la dirección Xw. En la Figura 16 la muñequilla 61 está incluida con una separación L2 respecto de la junta 14b. Sobre la muñequilla se ejercerán unas fuerzas y unos pares y cuanto mayor sea la longitud L2 mayores serán las fuerzas en los tirantes 10 - 14 como resultado de las fuerzas horizontales. Con el fin de conseguir que se apliquen la menor cantidad de fuerzas posible en los tirantes 10 - 14 bajo estas circunstancias, es importante diseñar el robot de tal manera que las distancias L1, L3 y L4 sean lo mayor posible con relación a la longitud L2. De manera simultánea, por supuesto, es importante no diseñar un manipulador demasiado alto, lo que significa que hay que mantenerse en unos límites sobre el parámetro H en la figura. Por supuesto, los accionadores lineales pueden, así mismo, estar integrados en los tirantes de este tipo.

La Figura 17 muestra un ejemplo de un robot industrial de utilidad para el tratamiento de objetos largos. En los casos en que el objeto de trabajo sea muy largo, como por ejemplo en el caso de las alas de un avión, de los álabes de dispositivos de energía eólica, de vigas de acero, etc. puede ser demasiado costoso utilizar dos accionadores paralelos 1 y 2 para la totalidad de la longitud del objeto. Una posibilidad es, por consiguiente, fabricar un montaje de la parte de accionamiento del robot, tal y como se muestra en la Figura 17. La vía lineal 1 tendrá la misma longitud que el objeto de trabajo y el carro 4, accionado para desplazarse a lo largo de la primera vía lineal 1, comprende dos partes 4a y 4b. La segunda vía lineal 2 está montada sobre su carro 5 sobre la parte 4a y los tirantes 10 - 12 están directamente montados sobre la parte 4b. El tirante 15 del tercer brazo está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal

5 15c para el control de la longitud del tirante 15. El tirante 15 presenta una junta interna conectada al segundo carro 5 y una junta externa conectada a la plataforma 16. Los tirantes 13, 14 del segundo brazo y el tirante 15 con el accionador lineal 15c están montados sobre el carro 5. Las juntas internas de los dos tirantes 13, 14 están conectadas al segundo carro 5, y las juntas externas de los dos tirantes 13, 14 están conectadas a la plataforma. De esta manera, tanto las carreras de trabajo lineales de la segunda vía como el accionador 15c serán pequeñas y solo la carrera de trabajo de la vía 1 necesita abarcar la longitud del objeto de trabajo.

REIVINDICACIONES

1. Un robot industrial para el desplazamiento de un objeto en el espacio que comprende:
 - una plataforma (16) dispuesta para acarrear el objeto,
 - un primer brazo (7) dispuesto para influenciar la plataforma en un primer desplazamiento, que comprende un primer accionador (1, 4) y tres tirantes (10, 11, 12), teniendo cada tirante una junta externa conectada a la plataforma y una junta interna conectada al primer accionador,
 - un segundo brazo (8) dispuesto para influenciar la plataforma en un segundo desplazamiento, que comprende un segundo accionador (2, 5) y dos tirantes (13, 14) teniendo cada tirante una junta externa conectada a la plataforma, y una junta interna conectada al segundo accionador, y
 - un tercer brazo (9) dispuesto para influenciar la plataforma en un tercer desplazamiento, que comprende un tirante (15) que tiene una junta externa (15b) conectada a la plataforma, **caracterizado porque** al menos uno de dichos tirantes (10, 11, 12, 13, 14, 15) está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal (10c, 13c, 14c, 15c) para controlar la longitud del tirante.
2. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho tirante (15) del tercer brazo (9) es dicho tirante dispuesto con una longitud ajustable e incluye dicho accionador lineal (15c) para el control de la longitud del tirante (15).
3. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 2, en el que al menos uno de dichos primero y segundo accionadores comprende una vía (1, 2) y un carro (4, 5) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la vía, y dicho tirante (15) de dicho tercer brazo (9) comprende una junta interna (15a) conectada a dicho carro.
4. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho primer accionador comprende una primera vía (1) y un primer carro (4) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la primera vía, y dichas juntas internas de dichos tres tirantes (10, 11, 12) están conectadas al primer carro, dicho segundo accionador comprende una segunda vía (2) y un segundo carro (5) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la segunda vía, y dichas juntas internas de dichos dos tirantes (13, 14) están conectadas al segundo carro, y dicho tercer brazo (9) comprende un tercer accionador que presenta una tercera vía (3) y un tercer carro (6) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la tercera vía, y dicho tirante (15) del tercer brazo (9) comprende una junta interna (15a) conectada al tercer carro.
5. Un robot industrial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que al menos dos de dichos tirantes (10, 11, 12, 13, 14, 15) están dispuestos con unas longitudes ajustables e incluyen unos accionadores lineales (10, 13c, 14c, 15c) para el control de la longitud de los tirantes.
6. Un robot industrial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que al menos uno de dichos tres tirantes (10, 11, 12) del primer brazo está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal (10c) para el control de la longitud del tirante.
7. Un robot industrial de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de dichos dos tirantes (13, 14) del segundo brazo está dispuesto con una longitud ajustable e incluye un accionador lineal (13c, 14c) para el control de la longitud del tirante.
8. Un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicho primer accionador comprende una primera vía (1) y un primer carro (4) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la primera vía, y dichas juntas internas de dichos tres tirantes (10, 11, 12) están conectadas al primer carro, dicho segundo accionador comprende una segunda vía (2) y un segundo carro (5) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la segunda vía, y dichas juntas internas de dichos dos tirantes (13, 14) están conectadas al segundo carro, la segunda vía (2) está montada sobre el primer carro (4), y dicho tirante (15) del tercer brazo comprende una junta interna (15a) conectada al segundo carro (5).
9. Un procedimiento para el control de un robot industrial para el desplazamiento de un objeto en el espacio que comprende una plataforma (16) dispuesta para acarrear el objeto, un primer brazo (7) dispuesto para influenciar la plataforma en un primer desplazamiento, que comprende un primer accionador (1, 4) y tres tirantes (10, 11, 12), teniendo cada tirante una junta externa conectada a la plataforma y una junta interna conectada al primer accionador, un segundo brazo (8) dispuesto para influenciar la plataforma en un segundo desplazamiento, que comprende un segundo accionador (2, 5) y dos tirantes (13, 14), teniendo cada tirante una junta externa conectada a la plataforma y una junta interna conectada al segundo accionador, y un tercer brazo (9) dispuesto para influenciar la plataforma en un tercer desplazamiento, que comprende un tercer accionador que presenta una tercera vía (3) y un tercer carro (6) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la tercera vía, un tirante (15) que presenta una junta externa (15b) conectada a la plataforma y una junta interna (15a) conectada al tercer carro, y dicho un tirante (15) está

dispuesto con una longitud ajustable que incluye un accionador lineal (15c, 10c, 13c) para el control de la longitud del tirante, en el que el procedimiento comprende el control del desplazamiento del tercer carro (6) a lo largo de la tercera vía, para de esta forma controlar la inclinación de dicho tirante del tercer brazo con el fin de incrementar la rigidez del robot con respecto a las fuerzas de los utensilios, y ajustar la longitud del tirante (15) en base a la posición del tercer carro y a la posición deseada de la plataforma.

10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el procedimiento comprende la determinación del ángulo entre el tirante (15) del tercer brazo y al menos uno de los otros tirantes del robot y, sobre esta base, controlar el desplazamiento del tercer carro (6) a lo largo de la tercera vía con el fin de obtener un ángulo deseado que sea favorable con respecto a la rigidez del robot, entre el tirante (15) del tercer brazo y el otro tirante.

11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el procedimiento comprende la determinación del ángulo entre el tirante (15) del tercer brazo y la tercera vía, y sobre esta base, controlar el desplazamiento del tercer carro (6) a lo largo de la tercera vía con el fin de obtener un ángulo deseado, el cual es favorable con respecto a la rigidez del robot, entre el tirante (15) del tercer brazo y la otra vía.

12. Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, en el que dicho ángulo deseado es de 90°.

13. Un programa informático que puede ser cargado directamente dentro de la memoria interna de una computadora, que comprende un software para llevar a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12.

14. Un medio legible por computadora, que incorpora un programa registrado en él, en el que el programa consiste en hacer que una computadora lleve a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, cuando dicho programa es ejecutado en la computadora.

15. Un robot industrial para el desplazamiento de un objeto en el espacio que comprende:

- una plataforma (16) dispuesta para acarrear el objeto,

- un primer brazo (80) dispuesto para influenciar la plataforma en un primer desplazamiento, que comprende una primera vía (1) y un primer carro (4) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de una primera vía, y tres tirantes (10, 11, 12), comprendiendo cada tirante una junta externa conectada a la plataforma y una junta interna conectada al primer carro,

- un segundo brazo (81) dispuesto para influenciar la plataforma en un segundo desplazamiento, que comprende una segunda vía (2) y un segundo carro (5) que puede ser desplazado linealmente a lo largo de la segunda vía, y dos tirantes (13, 14) comprendiendo cada tirante una junta externa conectada a la plataforma y una junta interna conectada al segundo carro, y

- un tercer brazo (82) dispuesto para influenciar la plataforma en un tercer desplazamiento, que comprende un tirante (15) que presenta una junta externa (15b) conectada a la plataforma y una junta interna (15a), **caracterizado porque** el tercer brazo (82) comprende un accionador lineal (63) conectado a uno de dichos primero y segundo carros (4, 5) y a dicha junta interna (15a) del tirante del tercer brazo, y el accionador lineal (63) está adaptado para desplazar linealmente el tirante (15) del tercer brazo con respecto al carro conectado (4, 5).

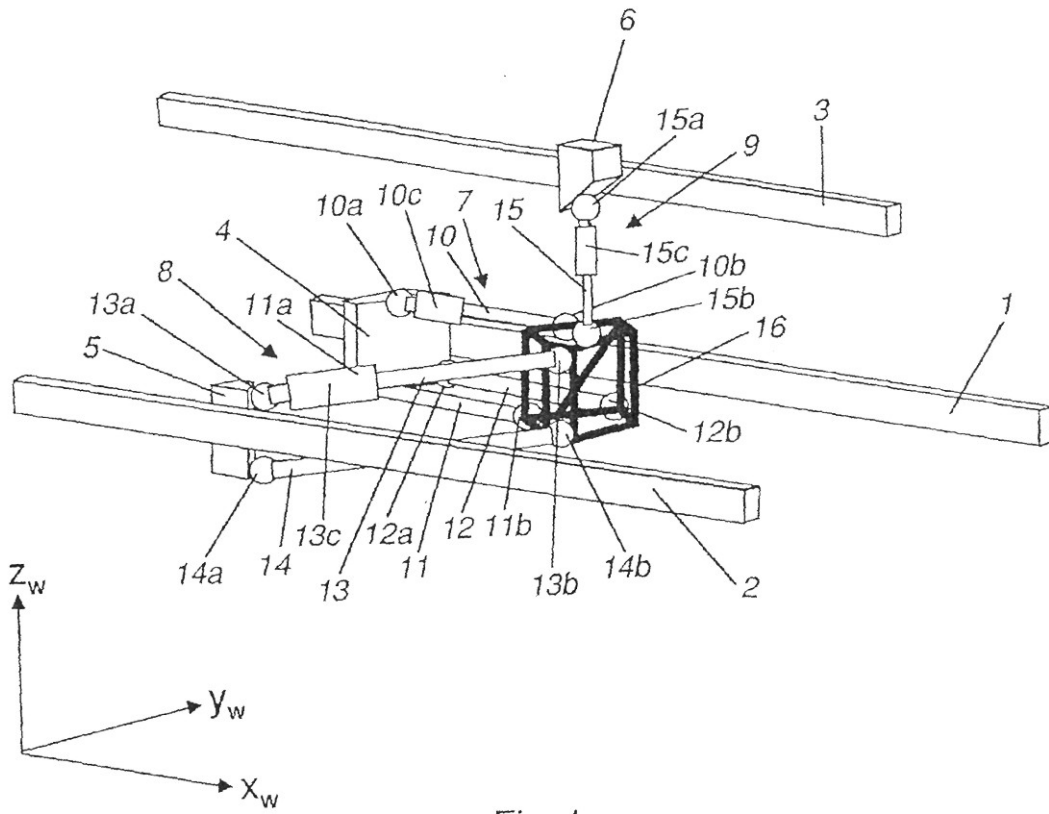


Fig. 1

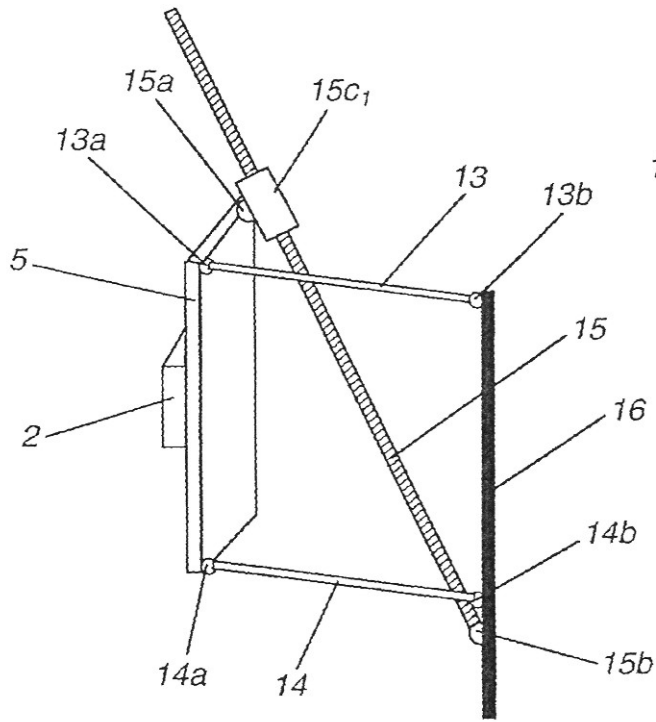


Fig. 2a

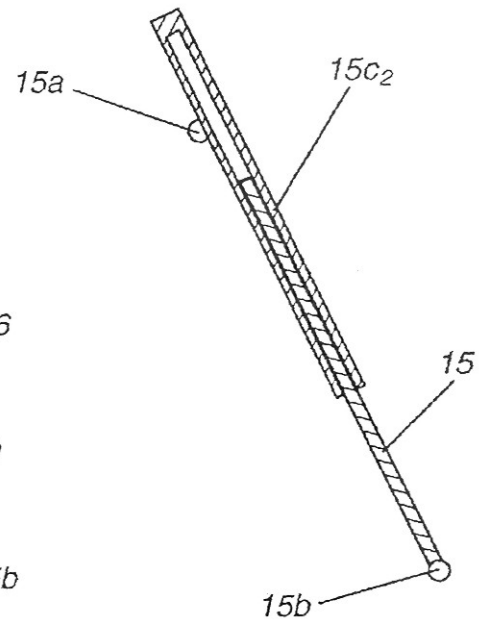


Fig. 2b

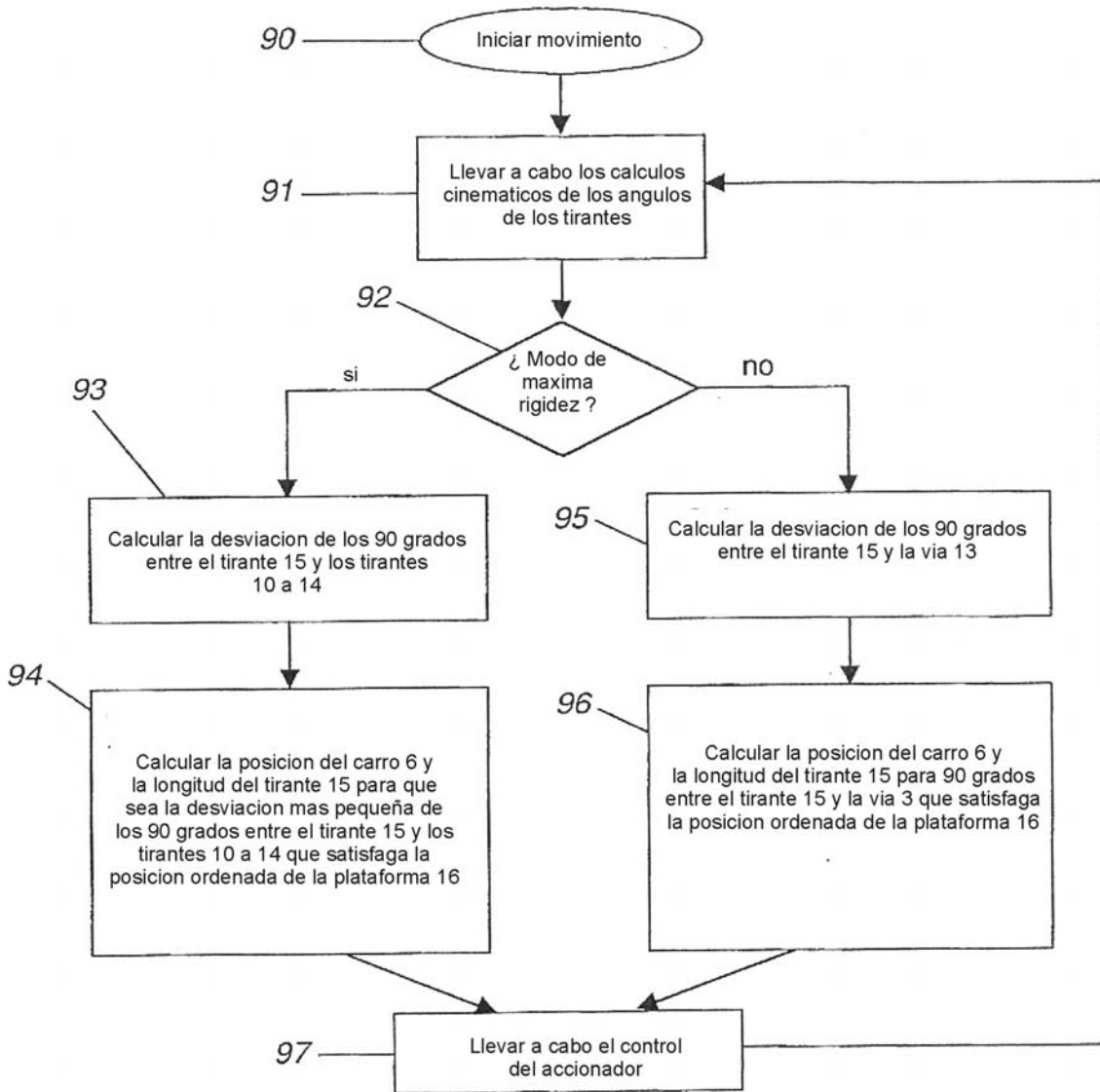


Fig. 3

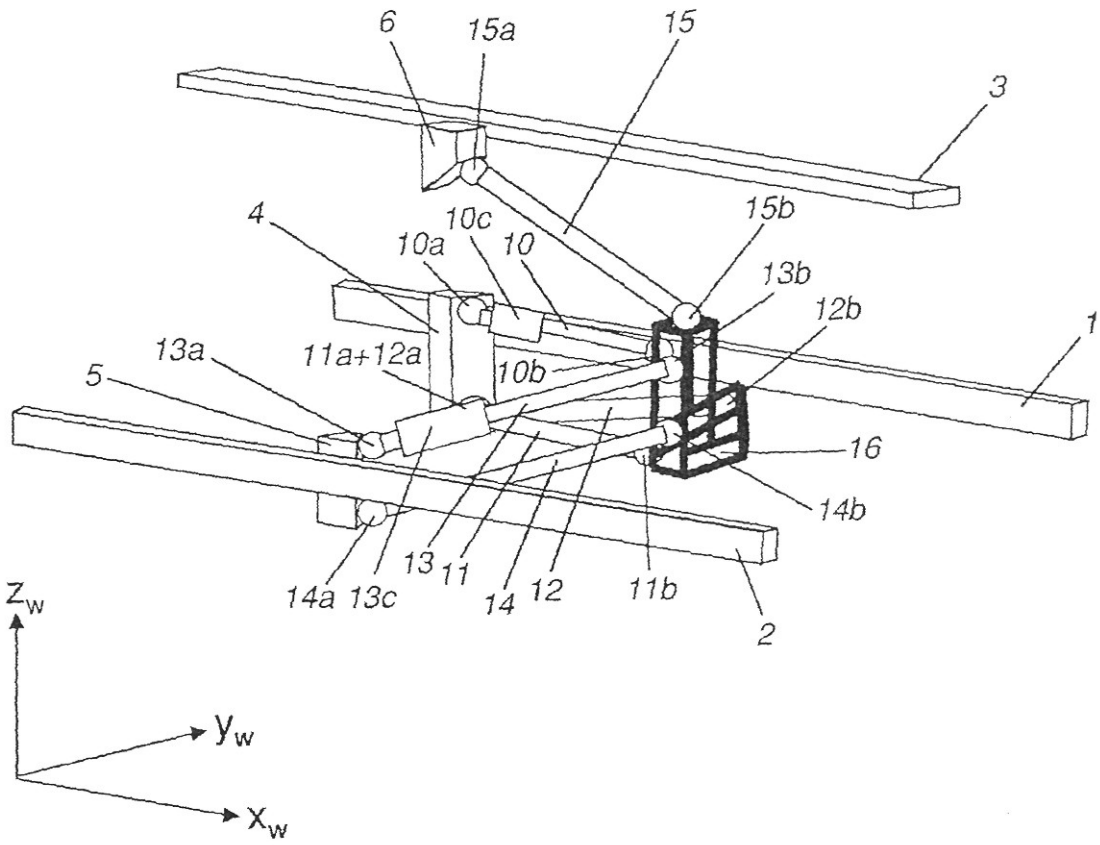


Fig. 4

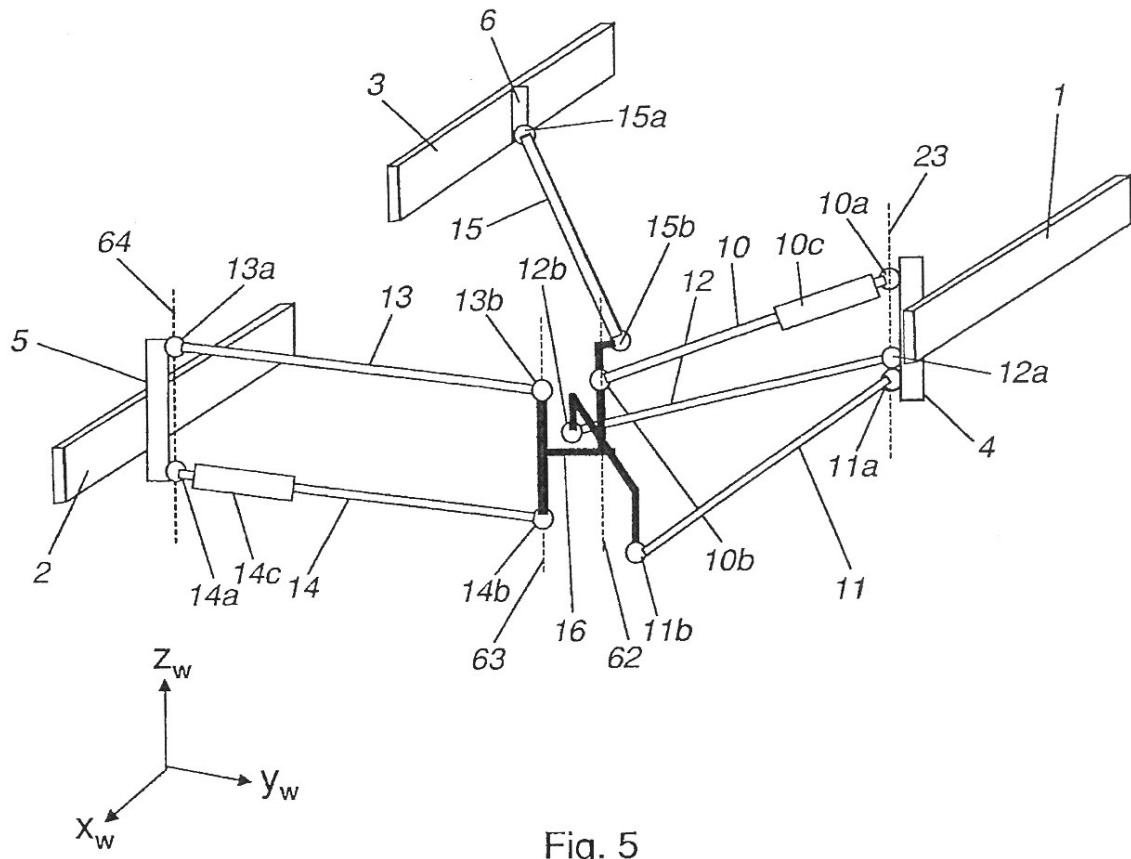


Fig. 5

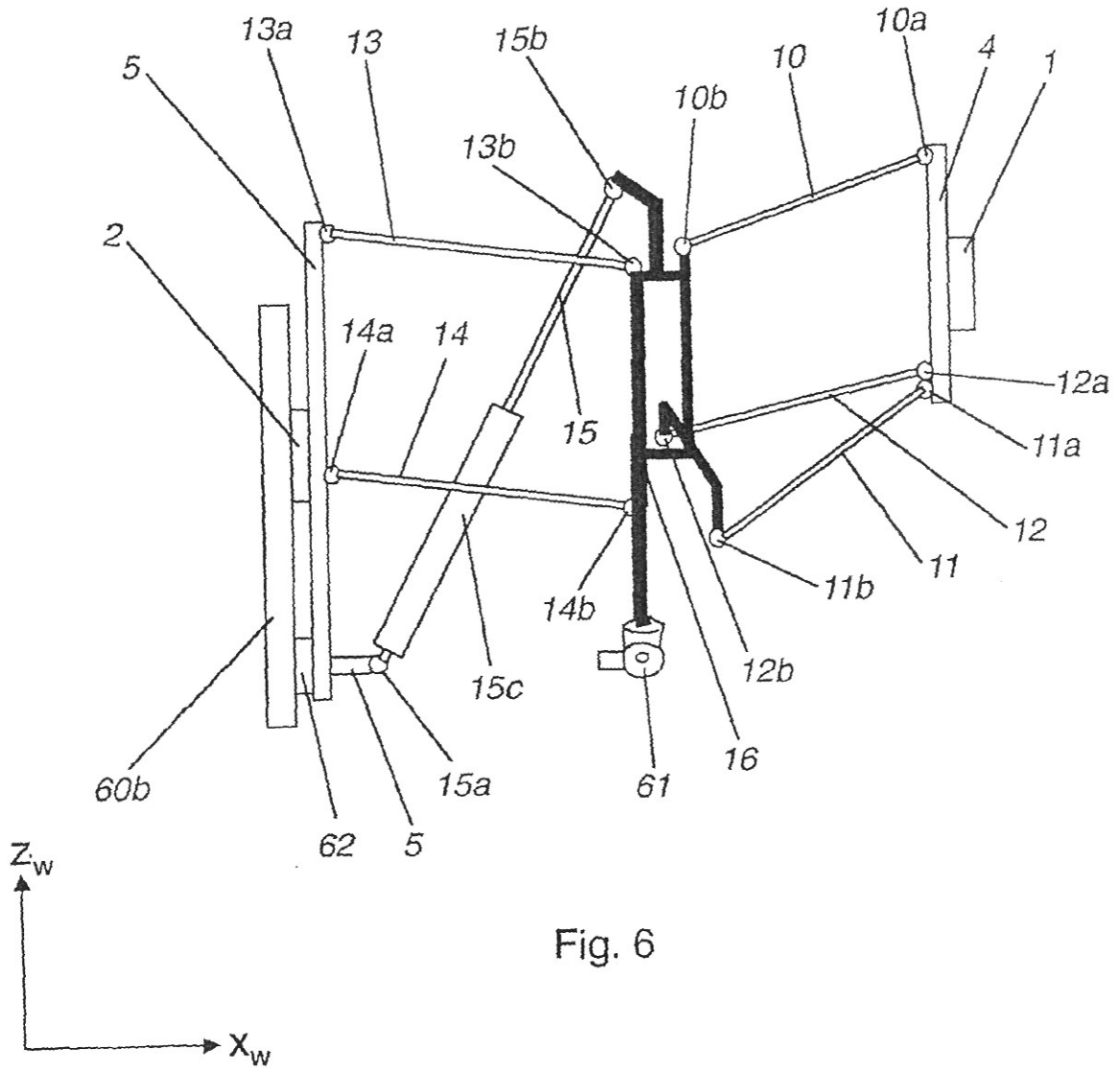


Fig. 6

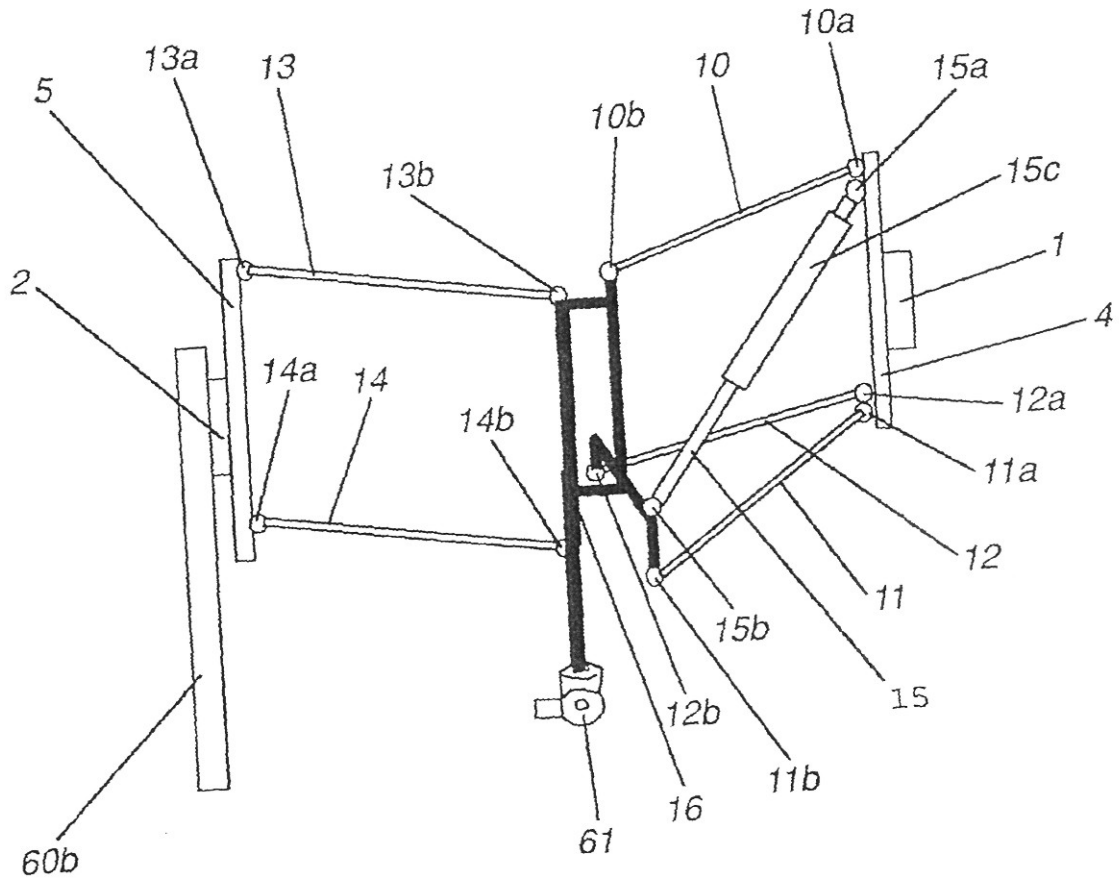


Fig. 7

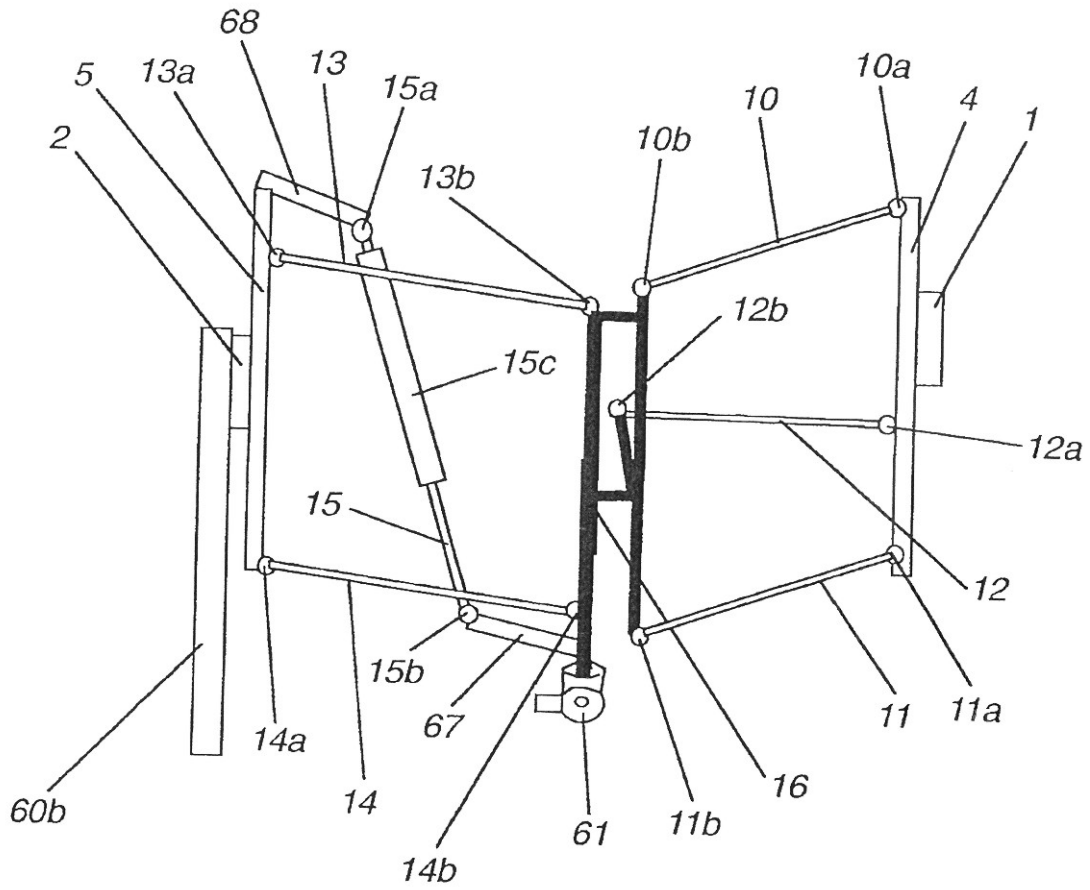


Fig. 8

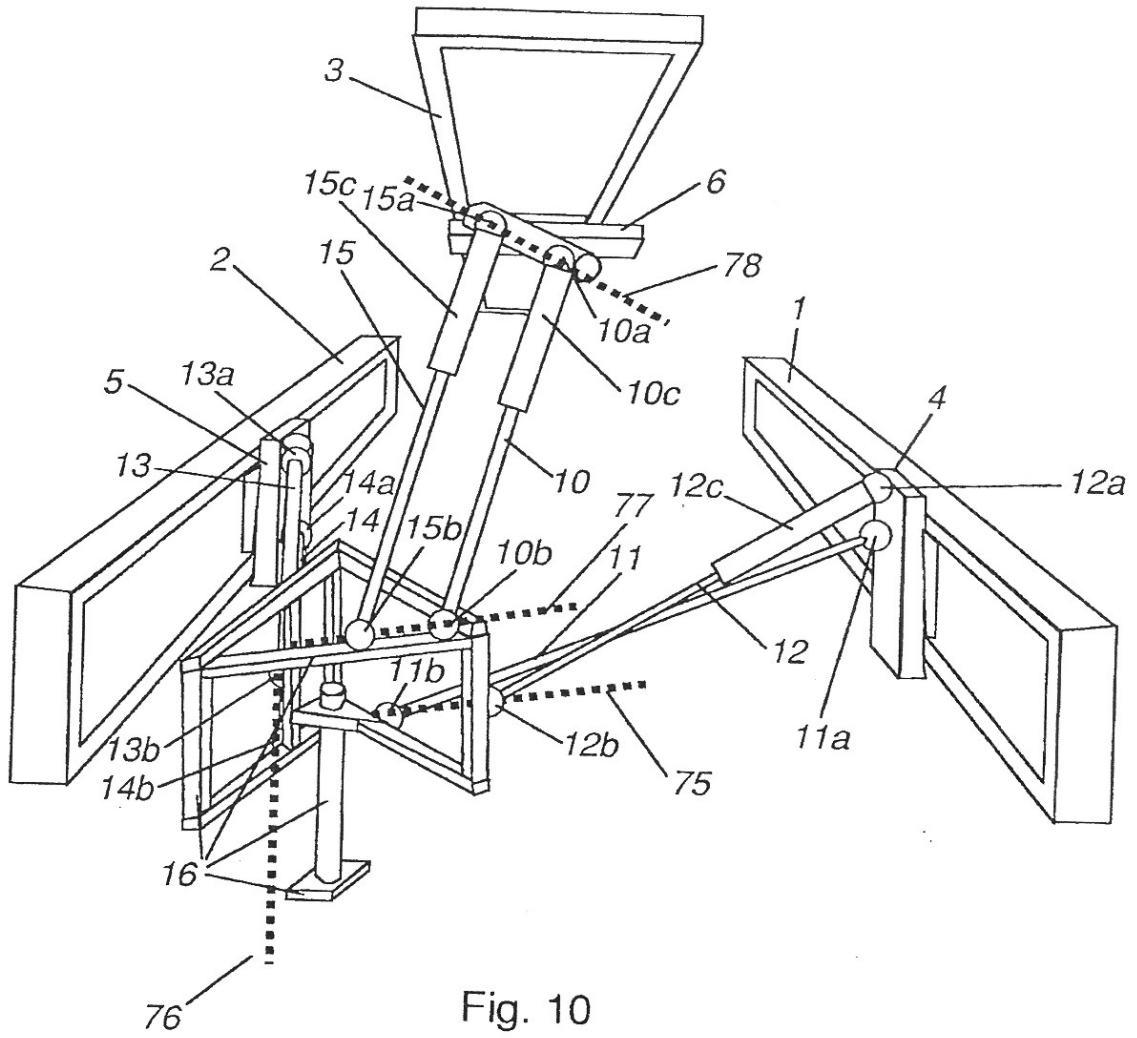


Fig. 10

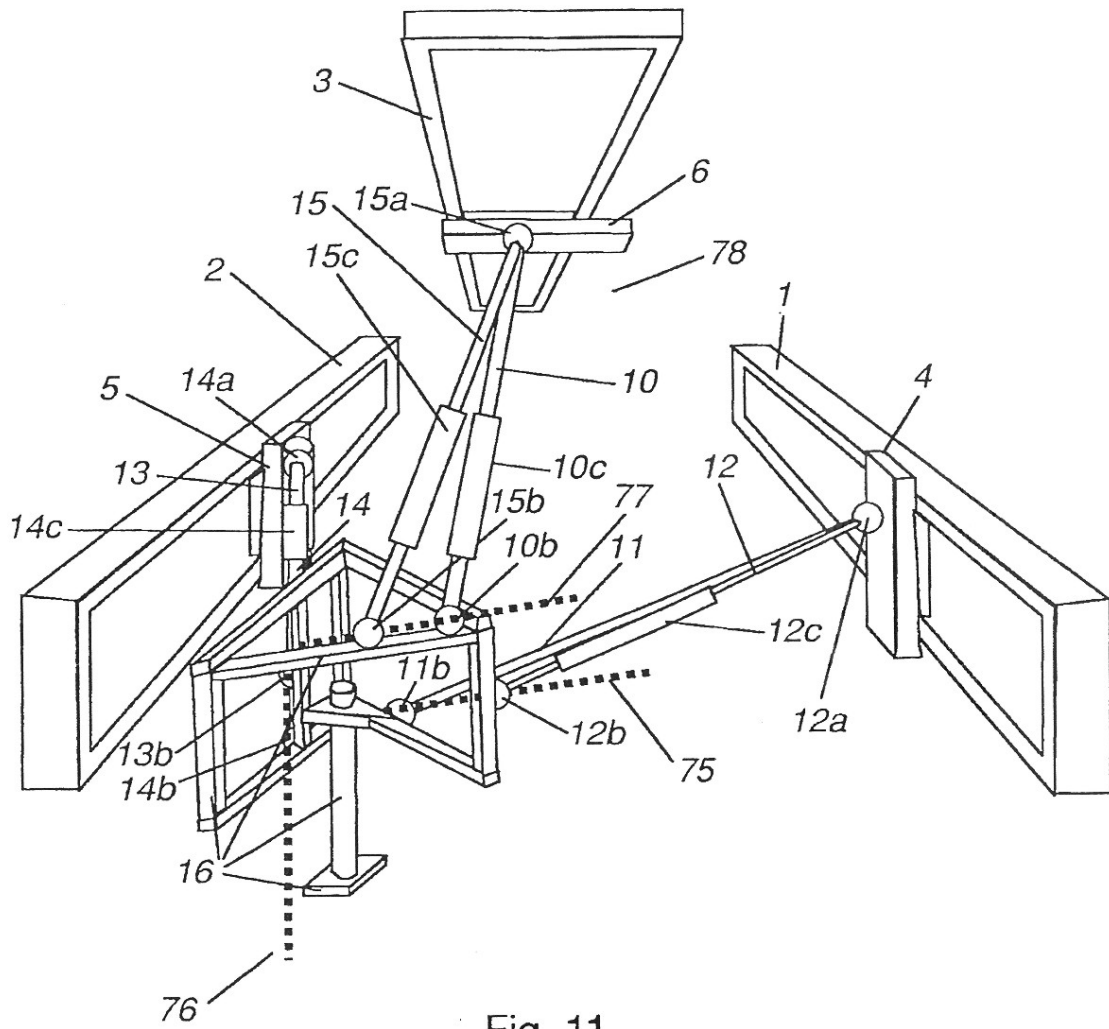


Fig. 11

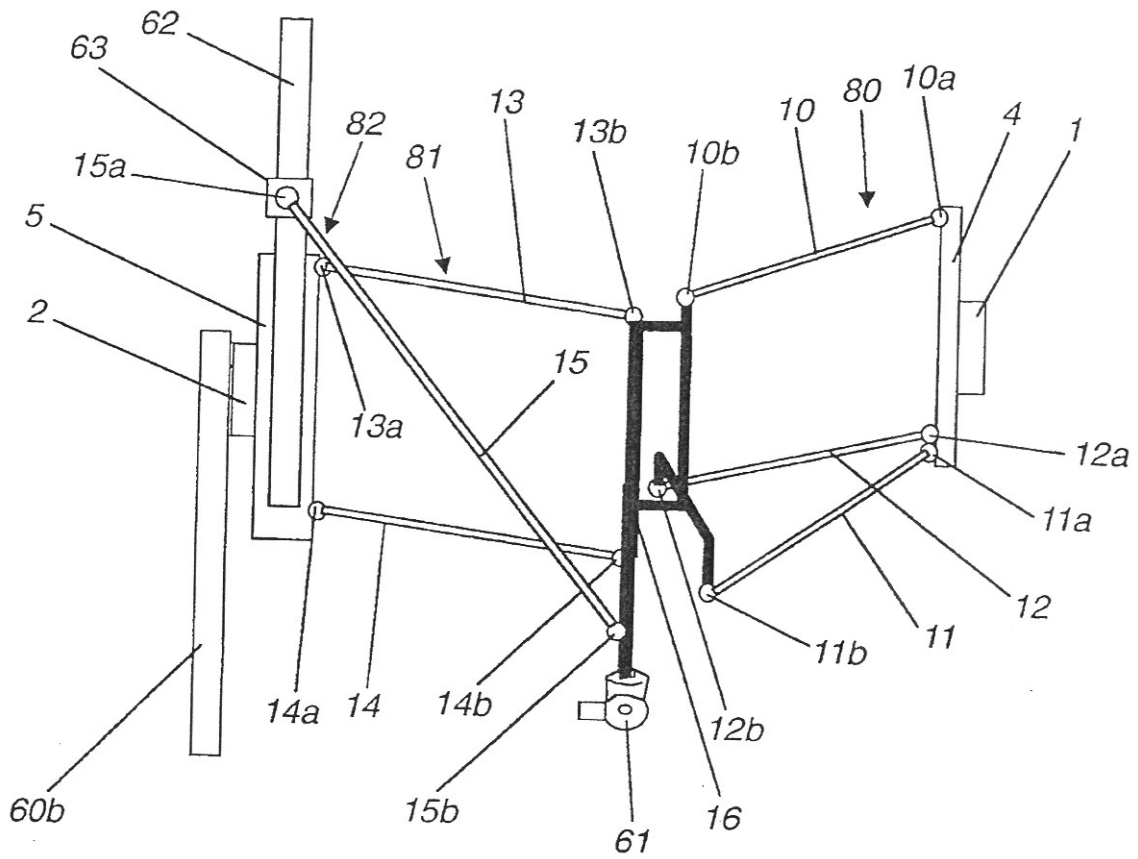


Fig. 12

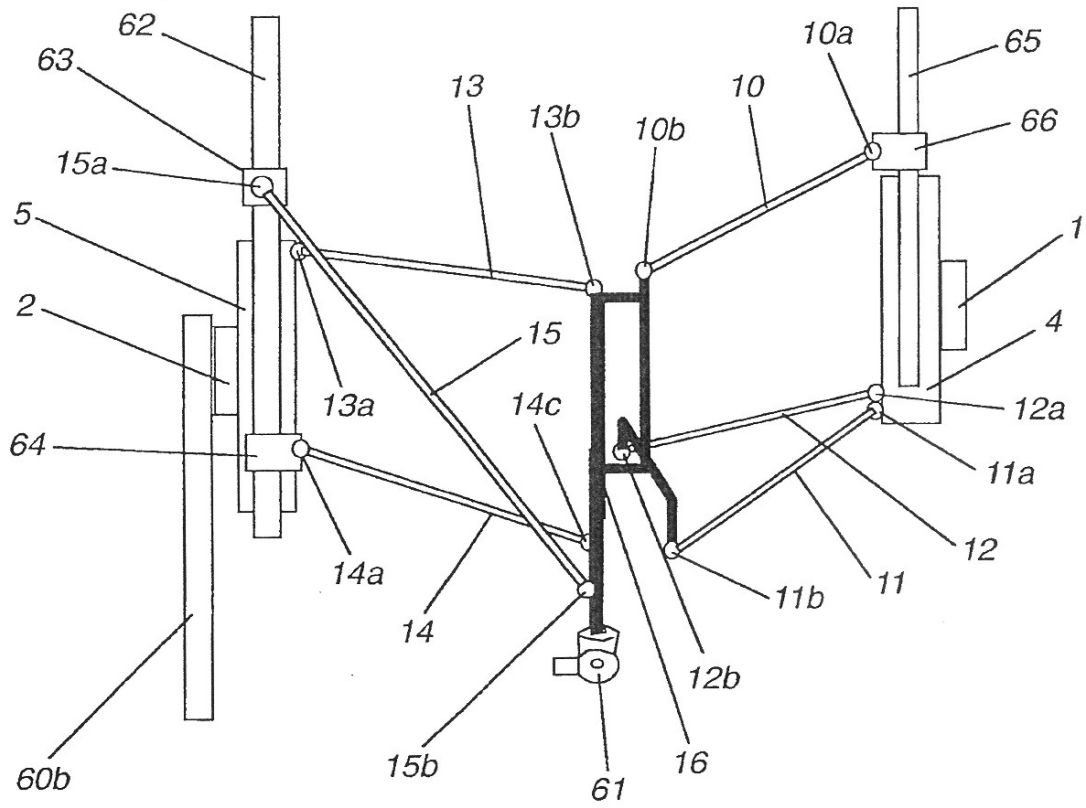


Fig. 13

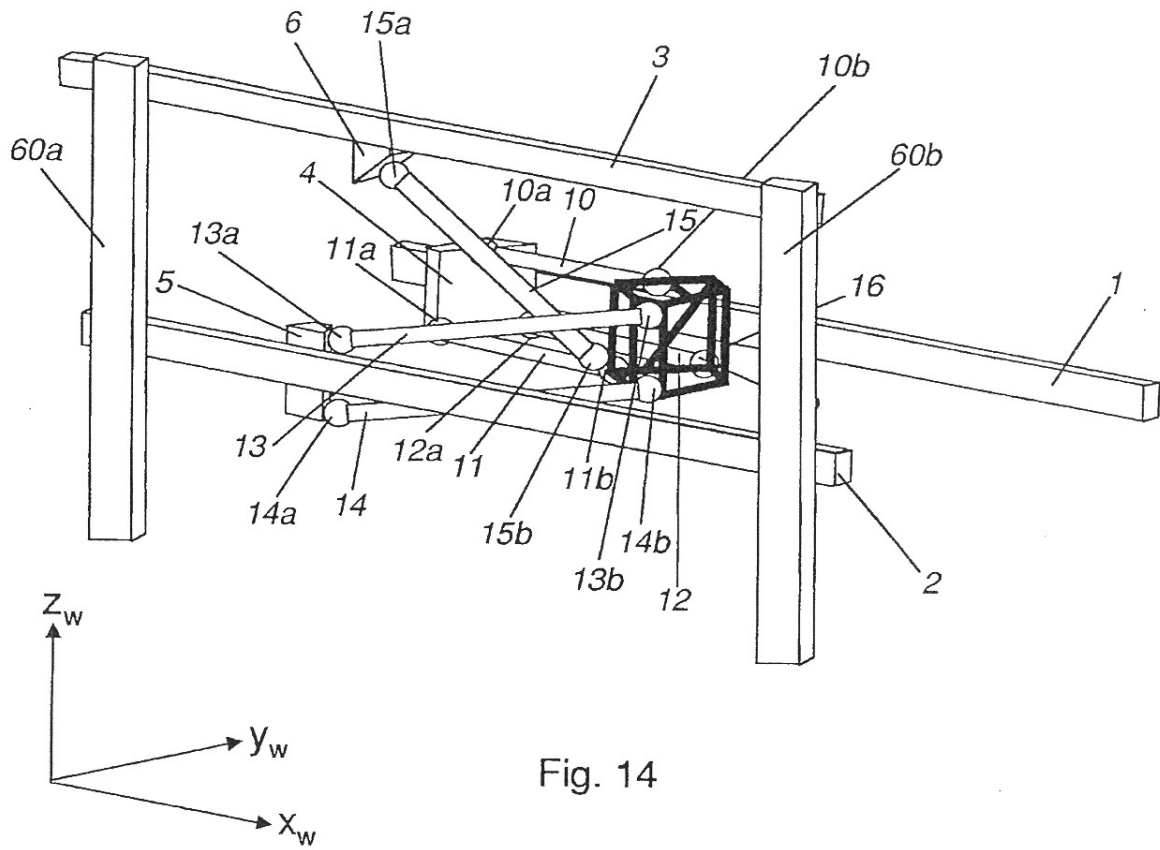


Fig. 14

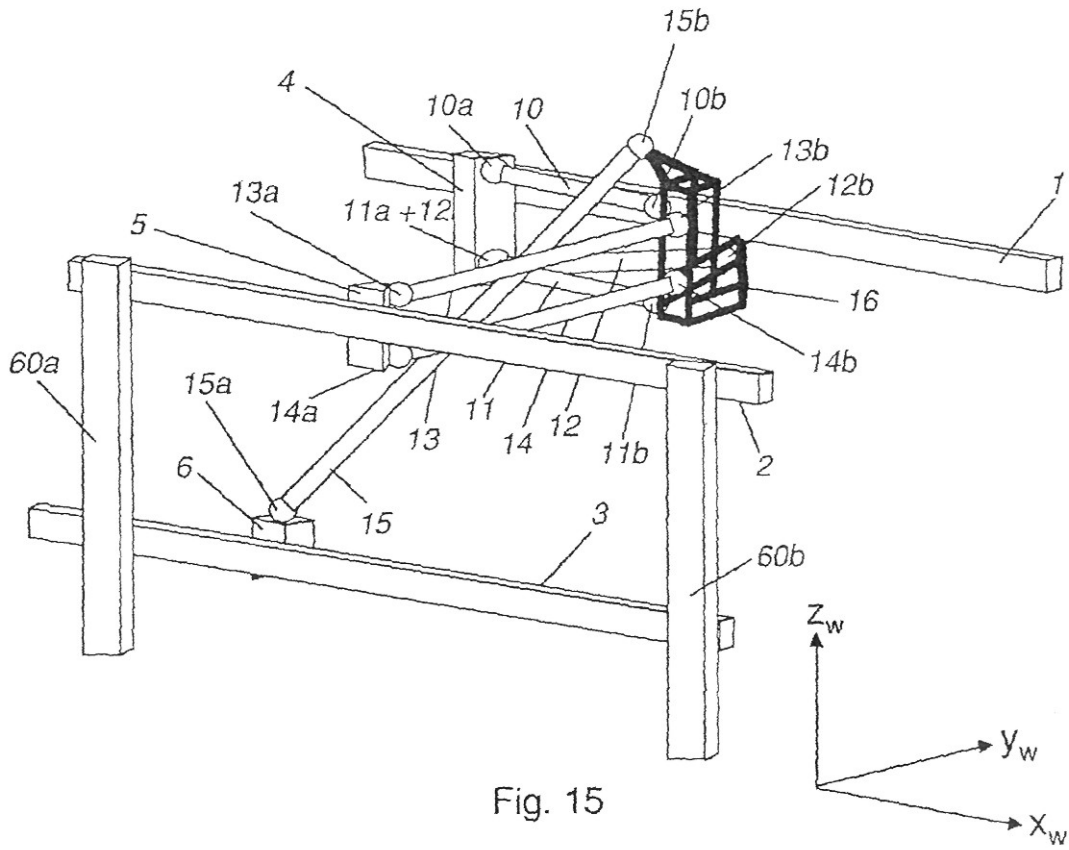


Fig. 15

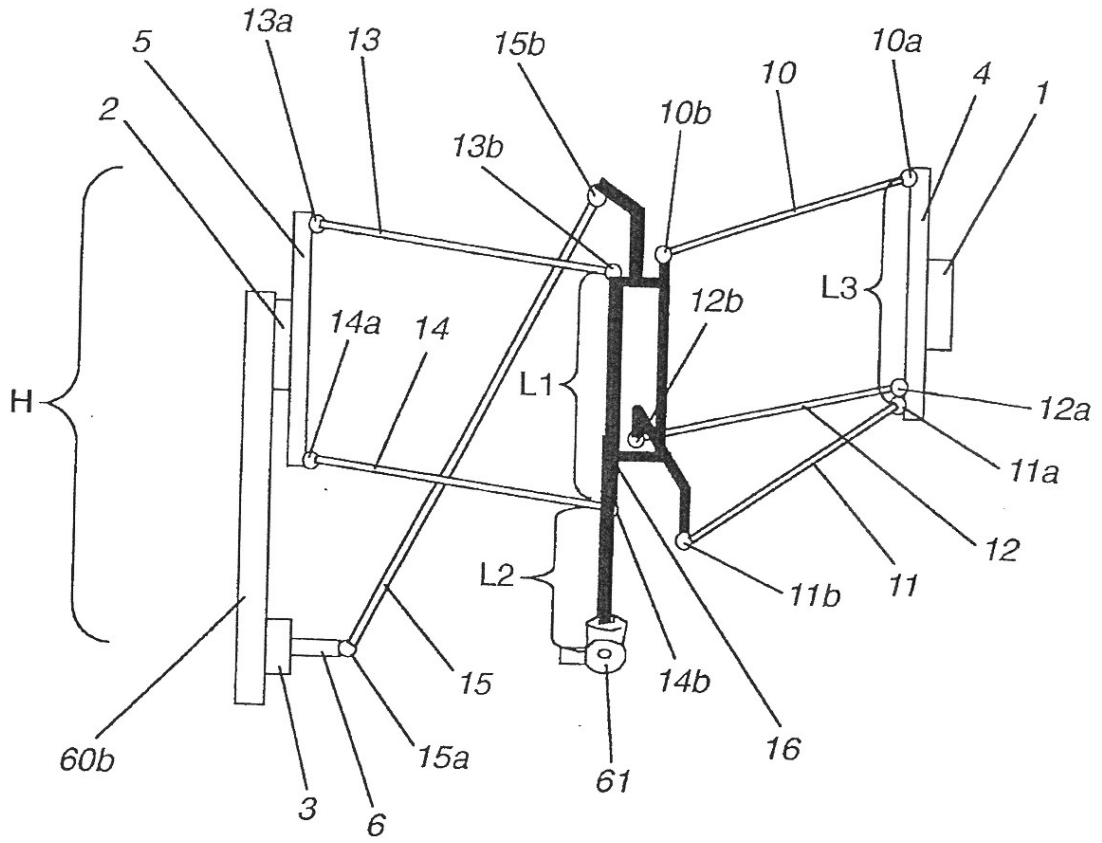


Fig. 16

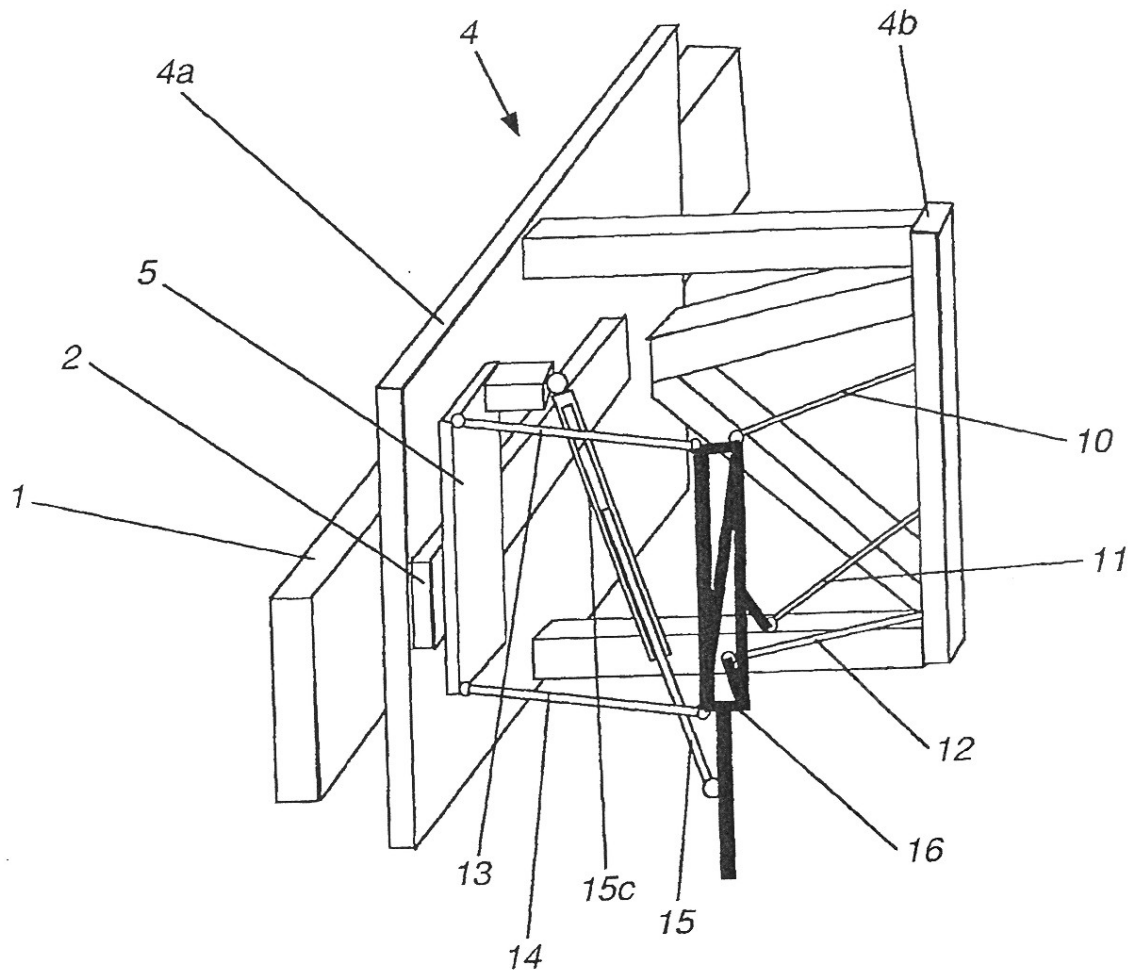


Fig. 17