



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 240**

51 Int. Cl.:  
**B25J 17/02** (2006.01)  
**B23Q 1/26** (2006.01)  
**B25J 9/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05799561 .5**  
96 Fecha de presentación : **03.11.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1838501**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.10.2007**

54 Título: **Máquina de cinemática paralela.**

30 Prioridad: **18.11.2004 SE 0402824**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.05.2011**

73 Titular/es: **EXECHON AB.**  
**Orrvägen 26**  
**19255 Sollentuna, SE**

72 Inventor/es: **Neumann, Karl-Erik**

74 Agente: **No consta**

ES 2 358 240 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**

Máquina de cinemática paralela.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo de las máquinas herramienta y, particularmente entonces, a robots previstos para trabajar en la industria.

**10 Antecedentes de la invención**

La memoria descriptiva de la patente estadounidense U.S. 4.732.525 (correspondiente al documento SE 452279), en la que se basa el preámbulo de la reivindicación 1, enseña una máquina de cinemática paralela en forma de un robot de diseño convencional. El robot incluye tres dispositivos de ajuste, que pueden alargarse y acortarse, en combinación con un tubo central que lleva un cabezal de posicionamiento en un extremo del mismo. El tubo central también está montado para moverse en su dirección axial por medio de un apoyo central en forma de una junta universal, que proporciona tres grados de libertad en relación con la base de la máquina. Cada dispositivo de ajuste está conectado al cabezal de posicionamiento a través de una junta que proporciona tres grados de libertad y también a la base de la máquina a través de una junta que tiene dos grados de libertad, de modo que se posibilita que el cabezal de posicionamiento se mueva dentro de un alcance de trabajo limitado. Los dispositivos de ajuste absorben únicamente fuerzas de tensión y fuerzas de presión, mientras que el tubo central absorbe todas las fuerzas rotacionales y los esfuerzos de flexión procedentes de las cargas sobre el cabezal de posicionamiento.

La precisión de los movimientos de una máquina de este tipo depende en gran medida de su rigidez, que, a su vez, depende del número de apoyos/grados de libertad disponibles y también de la capacidad de los materiales componentes de minimizar esfuerzos de torsión y esfuerzos de flexión en direcciones críticas. Por ejemplo, puede mencionarse que grandes fuerzas laterales con respecto al cabezal de posicionamiento dan como resultado una tendencia del tubo central a doblarse y/o a rotar entre su apoyo giroscópico en la base de la máquina y su conexión con los dispositivos de ajuste.

La rigidez de la máquina convencional descrita depende por tanto, entre otras cosas, del diseño de la conexión de los dispositivos de ajuste con el cabezal de posicionamiento y también de la rigidez intrínseca del tubo central *per se*. Para mejorar la rigidez de una máquina convencional de este tipo es necesario, en primer lugar, aplicar tolerancias más estrictas a cada junta y, en segundo lugar, usar un tubo central más robusto, con lo que se añade un aumento de peso.

El tubo central puede hacerse más robusto, usando un material más rígido y/o aumentando el grosor del tubo y/o aumentando su diámetro.

Todas estas mejoras en la rigidez de la máquina, sin embargo, dan como resultado mayores costes, una máquina más pesada y una reducción en la zona de trabajo en la que puede manipularse el cabezal de posicionamiento.

También se conocen máquinas de cinemática paralela similares, por ejemplo, a partir de la solicitud de patente británica B319708 (2.143.498), estadounidense 4.569.627 y noruega 148216.

Sin embargo, ninguna de estas máquinas conocidas tiene una construcción básica que permita el nivel de rigidez y, por tanto, el nivel de precisión que buscan las máquinas modernas. El documento EP 1419851 también da a conocer una máquina similar.

**Objeto de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar una máquina de cinemática paralela cuya rigidez y, por tanto, su precisión deseada, sea mayor que la de las máquinas de cinemática paralela anteriormente conocidas, en combinación con una construcción simple que contribuya a costes de fabricación relativamente bajos.

Un objeto adicional es proporcionar una máquina de este tipo que carezca de tubo central, para mejorar así la movilidad del cabezal de posicionamiento en su alcance de trabajo y por tanto que contribuya también a conseguir una construcción simple y costes de fabricación relativamente bajos.

En conjunto, otro objeto es reducir la masa en movimiento de una máquina de este tipo.

**60 Descripción de la invención**

Estos objetos se consiguen por medio de la presente invención según se define en la reivindicación de patente independiente adjunta. Realizaciones adecuadas adicionales de la invención resultarán evidentes a partir de las reivindicaciones de patente dependientes adjuntas.

La invención se refiere a una máquina de cinemática paralela que incluye al menos tres dispositivos de ajuste que pueden alargarse y acortarse individualmente en sus direcciones longitudinales. Cada dispositivo de ajuste está conectado a un cabezal de posicionamiento a través de una primera junta y también a una base de la máquina a través de

## ES 2 358 240 T3

una junta universal apropiada, que puede tener la forma de un dispositivo giroscópico o un tornillo esférico. El cabezal de posicionamiento puede moverse de este modo dentro de un alcance de trabajo, manipulando los dispositivos de ajuste. Al menos dos vigas de refuerzo están conectadas al cabezal de posicionamiento, a través de un respectivo apoyo rotacional de viga, que tienen, cada uno, sólo un grado de libertad. Cada viga de refuerzo está dispuesta para deslizarse transversalmente en un apoyo de viga soportado en la base cuando uno o más de los dispositivos de ajuste se alargan o se acortan. Además, cada apoyo de viga está conectado a la base de la máquina a través de una junta universal de viga y el apoyo de viga de al menos una viga de refuerzo puede hacerse rotar alrededor de un eje que se extiende en paralelo al eje longitudinal de la viga de refuerzo.

Este concepto da lugar a varias realizaciones básicas factibles de la relación entre la base de la máquina, los dispositivos de ajuste, las vigas de refuerzo y el cabezal de posicionamiento con respecto a la relación mutua de estos componentes, por un lado, y los apoyos de los componentes en la base de la máquina y en el cabezal de posicionamiento, por otro lado, tal como resultará evidente a partir de la siguiente parte de la descripción realizada con referencia a la figura 6.

La realización detallada descrita más adelante incluye tres dispositivos de ajuste, cada uno de los cuales está conectado a su respectiva viga de refuerzo, estando el segundo dispositivo de ajuste dotado también de una viga de refuerzo adicional.

La junta universal incluye un elemento giroscópico externo que está montado en la base anteriormente mencionada para su rotación alrededor de un eje giroscópico externo, e incluye además un elemento giroscópico interno montado en dicho elemento giroscópico externo para su rotación alrededor de un eje giroscópico interno en ángulo recto respecto al eje giroscópico externo. En este caso, el apoyo de viga está conectado preferiblemente al elemento giroscópico interno de la junta universal. En el caso de otras realizaciones, el apoyo de viga puede ser independiente de la junta universal del dispositivo de ajuste, pero estar conectado a una junta universal propia distanciada de la junta universal del dispositivo de ajuste, lo que, sin embargo, requiere un apoyo rotacional de viga propio para la conexión de la viga de refuerzo al cabezal de posicionamiento.

Como resultará evidente a partir de la realización ilustrada, a la primera junta sólo se le da un grado de libertad, con lo cual se confiere a la máquina su rigidez al tiempo que se elimina la necesidad de un tubo central.

Cada viga de refuerzo está adaptada para presentar en una primera dirección una resistencia a la flexión que supera en gran medida su resistencia a la flexión en una dirección en ángulo recto respecto a la primera dirección. Esto permite que la viga de refuerzo tenga una forma de sección transversal generalmente rectangular o una forma de sección transversal elíptica. Se entenderá, sin embargo, que son concebibles otras formas de sección transversal dentro del alcance de la invención, tal como vigas en I, por ejemplo. La viga de refuerzo se fabricará preferiblemente de un material compuesto reforzado con fibras de carbono.

La máquina según la realización mostrada en detalle incluye tres dispositivos de ajuste, cada uno de los cuales está conectado de manera permanente a una viga de refuerzo en dicha primera junta. Uno de los dispositivos de ajuste también está dotado de una viga de refuerzo adicional con la intención de obtener generalmente la misma rigidez en todas las direcciones. Tal como se indicó anteriormente, es concebible dotar la máquina únicamente de dos vigas de refuerzo situadas en ángulo recto entre sí. El apoyo de viga de al menos una viga de refuerzo puede rotar alrededor de su propio eje longitudinal o alrededor de un eje en su apoyo de base paralelo a dicho eje longitudinal propio. En esta realización ilustrada, las vigas de refuerzo gemelas pueden rotar alrededor del dispositivo de ajuste en el elemento giroscópico interno.

Cada dispositivo de ajuste de la realización ilustrada está constituido por un mecanismo de tornillo y tuerca, cuya tuerca está conectada de manera permanente al elemento giroscópico interno. Se entenderá, sin embargo, que son totalmente concebibles otros diseños de máquina con otros tipos de dispositivos de ajuste dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, pueden usarse motores lineales como dispositivos de ajuste en lugar del mecanismo de tornillo y tuerca ilustrado. Un motor lineal de este tipo puede consistir incluso en la viga de refuerzo o comprender una parte de la misma.

Cada viga de refuerzo incluye al menos un primer elemento de deslizamiento que se extiende longitudinalmente, por ejemplo, una barra de deslizamiento de acero que puede pegarse mediante adhesivo y atornillarse firmemente a la viga, estando conectado dicho primer elemento de deslizamiento en arrastre de forma, aunque de manera deslizante en relación con, un segundo elemento de deslizamiento, por ejemplo un carril guía, que está conectado a la tuerca, directa o indirectamente, a través de un apoyo intermedio. En el caso en el que el segundo elemento de deslizamiento está conectado a la tuerca indirectamente a través de un apoyo intermedio, el segundo elemento de deslizamiento se guía respecto a la tuerca mediante la forma gracias a su capacidad de inclinarse respecto al dispositivo de ajuste, tal como resulta evidente a partir de la realización ilustrada del apoyo universal con las vigas de refuerzo gemelas. Aunque la realización ilustrada muestra que las vigas de refuerzo pueden hacerse rotar alrededor de un eje que se extiende en paralelo al eje longitudinal simétrico de la viga de refuerzo permitiendo la rotación en el elemento giroscópico interno, se entenderá que puede conseguirse una rotación correspondiente montando la totalidad de la junta universal para su rotación en la base de la máquina, es decir, el elemento giroscópico externo de dicha junta.

## ES 2 358 240 T3

El tornillo o la tuerca se accionan de manera rotatoria mediante un motor de dispositivo de ajuste. Cuando es el tornillo el que se acciona por el motor, el motor está conectado a un extremo del tornillo, mientras que el otro extremo de dicho tornillo está soportado mediante un apoyo de soporte. En el caso de la realización mostrada en detalle, el motor de dispositivo de ajuste está montado en un soporte del motor, del que un extremo está dotado de una parte de dicha primera junta y que también incluye superficies de conexión contra las que está previsto que se sujeten una o más vigas de refuerzo. El soporte del motor que soporta el motor de dispositivo de ajuste puede montarse, alternativamente, en el otro extremo del tornillo respecto a lo que se muestra, con lo cual el extremo "sin el motor" del tornillo se conecta a la primera junta en este caso. Cuando es la tuerca la que se acciona por el motor, la transmisión puede efectuarse, por ejemplo, a través de una transmisión de correa o similar, de modo que la relación del dispositivo de ajuste respecto al motor puede cambiarse fácilmente.

Dos de las primeras juntas en el cabezal de posicionamiento incluyen ejes de junta paralelos entre sí, mientras que la tercera de dichas primeras juntas en dicho cabezal de posicionamiento incluye un eje de junta que se extiende en ángulo recto respecto a las otras dos. Además, el eje giroscópico interno de la junta universal de cada dispositivo de ajuste es paralelo al eje de junta de la primera junta del dispositivo de ajuste con respecto a las juntas que no permiten una inclinación, es decir, rotación de la viga de refuerzo alrededor de un eje paralelo a su propio eje longitudinal simétrico en la junta.

La realización mostrada en detalle proporciona una máquina de cinemática paralela cuyas juntas universales incluyen dos juntas que tienen, cada una, dos grados de libertad y una junta que tiene tres grados de libertad, y sólo un grado de libertad con respecto a cada uno de los apoyos rotacionales de viga de la máquina, es decir, en el cabezal de posicionamiento.

Se entenderá que el número de vigas de refuerzo previstas y sus dimensiones de sección transversal pueden variarse según la invención. Se entenderá también que el número de grados de libertad de la primera junta, es decir, la junta de dispositivo de ajuste con respecto al cabezal de posicionamiento, puede variarse siempre que el apoyo rotacional de viga no sea común a la primera junta.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle con referencia a una realización a modo de ejemplo de la misma, ilustrada en los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 ilustra una realización de la máquina según la presente invención;

la figura 2 ilustra una de las vigas de refuerzo de la máquina según la figura 1, con dispositivo de ajuste conectado;

la figura 3 es una vista en sección de la viga de refuerzo y el dispositivo de ajuste en el punto F3 en la figura 2;

la figura 4 ilustra otra de las vigas de refuerzo de la máquina, pudiendo rotar esta viga según la figura 1, y también muestra dispositivos de ajuste conectados;

la figura 5 es una vista en sección de la viga de refuerzo y el dispositivo de ajuste en el punto F5 en la figura 4;

las figuras 6a)-e) ilustran esquemáticamente cinco tipos básicos diferentes de realizaciones según la presente invención; y

la figura 7 ilustra una junta universal en forma de junta cardán que tiene dos grados de libertad.

### Descripción de la invención

La figura 1 ilustra una realización de una máquina 1 de cinemática paralela según la presente invención. La máquina incluye una base 2 en la que están montadas tres juntas 3.1, 3.2, 3.3 universales independientes en tres correspondientes aberturas pasantes en la base. Extendiéndose a través de cada junta universal hay un dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste y una viga o barra 5.1, 5.2.1, 5.2.2, 5.3 de refuerzo. Cuando la junta universal relativa al dispositivo de ajuste no coincide con la junta universal relativa a la viga de refuerzo, la junta universal de la viga de refuerzo para la junta universal de viga se indica mediante las referencias BU1, BU2, BU3. El dispositivo de ajuste tiene forma de mecanismo de tornillo y tuerca, cuya tuerca está rígidamente conectada a la junta universal. El tornillo del dispositivo de ajuste se acciona mediante un motor 6.1, 6.2, 6.3 de ajuste montado en un soporte 7.1, 7.2, 7.3 de motor que, a su vez, está dotado en su extremo de una parte 8 de una primera junta que actúa conjuntamente con la otra parte 9 de la junta para la rotación alrededor de un eje 10 de junta. La otra parte 9 de la junta está rígidamente conectada a un cabezal 11 de posicionamiento. La primera junta 8, 9, 10 de la realización de la figura 1 funciona por tanto como un apoyo 100.3 rotacional de viga con respecto a la viga 5.3 de refuerzo y, en este caso, actúa como una articulación que tiene solamente un grado de libertad. Otros soportes 7.1, 7.2 de motor están conectados de manera correspondiente al cabezal de posicionamiento, a través de un apoyo 100.1, 100.2 rotacional de viga individual. El cabezal 11 de posicionamiento se conecta entonces normalmente a un cabezal 12 de manipulación, un cabezal 13 de herramienta, y medios 14 de fijación de herramienta, para el movimiento de una herramienta dentro del alcance de trabajo. El soporte 7.1, 7.2, 7.3 de motor también incluye en dos lados opuestos superficies 15 de conexión contra las que se sujetan las

## ES 2 358 240 T3

vigas 5.1, 5.2.1, 5.2.2, 5.3 de refuerzo. Como también se observará a partir de la figura 1, la base está dotada de una ventana 16 de medios para alojar cables y similares.

5 Cada viga 5.1, 5.2, 5.3 de refuerzo está dispuesta para un movimiento de deslizamiento transversal en un apoyo 17.1, 17.2.1, 17.2.2, 17.3 de viga en la base 2 cuando se alarga o se acorta el dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste. El apoyo 17.1, 17.2.1, 17.2.2, 17.3 de viga según la realización de la figura 1 está dispuesto en la junta BU1, BU2, BU3 universal de viga que coincide con las juntas 3.1, 3.2, 3.3 universales de los respectivos dispositivos de ajuste.

10 Tal como se observará a partir de la figura 1, uno de los dispositivos de ajuste, el segundo dispositivo 4.2 de ajuste, incluye dos vigas 5.2.1, 5.2.2 de refuerzo, que están situadas en un lado respectivo del dispositivo de ajuste conectado a dichas vigas, y orientadas generalmente en ángulo recto respecto a las dos vigas 5.1, 5.3 de refuerzo restantes en los otros dos dispositivos 4.1, 4.3 de ajuste. Como resultado de esta duplicación de viga de refuerzo, puede darse a todas las vigas de refuerzo en la máquina las mismas dimensiones y absorberán fuerzas de magnitudes igual de grandes.

15 La figura 2 muestra un primer dispositivo 4.1 de ajuste en combinación con una viga 5.1 de refuerzo e idénticamente similar a un tercer dispositivo 4.3 de ajuste en la figura 1. La junta 3.1 universal incluye un elemento 21 giroscópico externo, que está montado en la base para su rotación alrededor de un eje 22 giroscópico externo, y que incluye además un elemento 23 giroscópico interno que está montado en el elemento 21 giroscópico externo para su rotación alrededor de un eje 24 giroscópico interno. La viga 5.1 de refuerzo también se extiende a través de una ventana 25 giroscópica  
20 en la junta universal, pudiendo moverse el dispositivo 4.1 de ajuste y la viga 5.1 de refuerzo de manera uniforme como una unidad en la junta universal. A este respecto, la viga 5.1 de refuerzo incluye dos primeros elementos 26 de deslizamiento que se extienden longitudinalmente en forma de dos barras de deslizamiento en arrastre de forma, pero cada una conectada de manera deslizante a un respectivo segundo elemento 27 de deslizamiento en forma de un carril guía rígidamente conectado al elemento 23 giroscópico interno. La tuerca 2B del dispositivo 4.1 de ajuste está  
25 montada rígidamente en el elemento 23 giroscópico interno, mientras que el tornillo de dicho dispositivo rota a través de la tuerca y está soportado en un extremo por un apoyo 29 de soporte.

A medida que se hace rotar el tornillo del dispositivo 4.1 de ajuste mediante el motor 6.1 de ajuste, el soporte 7.1 del motor, junto con su parte 8 de junta, se aproximará/retirará respecto a la junta 3.1 universal y por tanto también  
30 respecto a la base, junto con la viga 5.1 de refuerzo montada de manera desplazable en el elemento 27 de deslizamiento, en el que el cabezal de posicionamiento se moverá dentro de un alcance de trabajo. En este caso, los tornillos de respectivos dispositivos de ajuste funcionarán como medios de transferencia de empuje-tracción entre el cabezal de posicionamiento y la base, mientras que las vigas de refuerzo conectadas a los dispositivos de ajuste actuarán como  
35 medios para absorber esfuerzos de flexión y esfuerzos de torsión y para transferir fuerzas lateralmente entre el cabezal de posicionamiento y la base.

La figura 3 es una vista en sección tomada en la posición F3 en la figura 2. La figura 3 muestra el tornillo 31 del dispositivo de ajuste enroscado en su tuerca 2B, estando dicha tuerca directamente montada rígidamente en el elemento  
40 23 giroscópico interno que, a su vez, está montado para su rotación alrededor del eje 24 giroscópico interno en el elemento 21 giroscópico externo. La figura muestra más claramente cómo el primer elemento 26 de deslizamiento de la viga 5.1 de refuerzo está dispuesto de manera deslizante mientras se controla por la forma en otros dos elementos 27 de deslizamiento fijados permanentemente al elemento 23 giroscópico interno. La figura también muestra claramente la ventana 25 giroscópica. También se observará claramente a partir de la figura que la viga 5.1 de refuerzo tiene una forma de sección transversal rectangular, lo que significa que la viga tendrá en una primera dirección una rigidez a la  
45 flexión que supera en gran medida la rigidez a la flexión de la viga en una dirección en ángulo recto respecto a dicha primera dirección.

La figura 4 ilustra el otro, y con lo cual el último, dispositivo de ajuste de dichos tres dispositivos de ajuste, y también muestra las dos vigas 5.2.1, 5.2.2 de refuerzo conectadas a dicho dispositivo de ajuste, estando dichas vigas  
50 firmemente conectadas al soporte 7.2 del motor en un lado respectivo del motor 6.2 de ajuste y el dispositivo de ajuste, que está tapado en la figura por una viga 5.2.1. de refuerzo Este dispositivo de ajuste se extiende a través de un elemento 43 giroscópico interno que, de manera correspondiente al elemento anteriormente descrito, está montado para su rotación alrededor de un eje 46 giroscópico interno en un elemento 21 giroscópico externo que, a su vez, está montado para su rotación alrededor de un eje 47 giroscópico externo en dicha base. Sin embargo, el elemento 43  
55 giroscópico interno incluye una primera y una segunda ventana 45.1, 45.2 giroscópica respecto a las cuales las dos vigas 5.2.1, 5.2.2 de refuerzo se extienden cada una en paralelo entre sí.

La figura 5 es una vista en sección tomada en la posición F5 en la figura 4. En la ilustración de la figura 5, el tornillo 51 del dispositivo de ajuste está engranado con su tuerca 52, que está rígidamente conectada con un alma 53  
60 central a través de un alojamiento 54 de tuerca en el elemento 43 giroscópico interno, estando formada dicha alma por dichas dos ventanas 45.1, 45.2 giroscópicas a cada respectivo lado del alma. También se observará a partir de la figura que cada viga 5.2.1, 5.2.2 de refuerzo está conectada al elemento 43 giroscópico Interno a través de dos elementos 55.1, 55.2 de inclinación, de los cuales un elemento 55.1 de inclinación está montado para efectuar un movimiento de inclinación respecto al tornillo 51 del dispositivo de ajuste en un lado del elemento 43 giroscópico interno, mientras  
65 que el otro dispositivo 55.2 de inclinación está montado de manera correspondiente para efectuar un movimiento de inclinación respecto al tornillo 51 de dicho dispositivo de ajuste en el otro lado del elemento 43 giroscópico interno. Cada uno de los elementos 55.1, 55.2 de inclinación está montado en el alojamiento 54 de tuerca para efectuar el movimiento de inclinación respecto al tornillo 51 del dispositivo de ajuste. Un elemento de inclinación incluye un

## ES 2 358 240 T3

5 primer brazo 56.1 de asiento y un segundo brazo 56.2 de asiento dispuesto en diagonal respecto al tornillo 51 del dispositivo de ajuste, con sus asientos orientados en sentidos opuestos de manera que el primer brazo 56.1 de asiento sujeta un segundo elemento 57.1 de deslizamiento y un primer elemento 57.2 de deslizamiento conectado a una viga 5.2.1 de refuerzo, mientras que el segundo brazo 56.2 de asiento sujeta un segundo elemento 58.1 de deslizamiento y un primer elemento 58.2 de deslizamiento en conexión con la segunda viga 5.2.2 de refuerzo. De manera correspondiente, el segundo elemento 55.2 de inclinación en el otro lado del alma 53 está formado y orientado de modo que cada viga 5.2.1, 5.2.2 de refuerzo estará conectada a ambos elementos 55.1, 55.2 de inclinación en los respectivos lados del alma 53 según la figura 5. Las dos vigas 5.2.1, 5.2.2 de refuerzo están conectadas, por tanto, al elemento 43 giroscópico interno a través de dichos elementos de inclinación.

10 Las figuras 6a)-e) ilustran esquemáticamente cinco tipos básicos diferentes de realizaciones que entran dentro del alcance de la invención. En toda la figura 6 se utilizan símbolos de referencia correspondientes a los utilizados en las figuras anteriormente descritas, indicando las subfiguras tipos básicos esquemáticos de realizaciones dentro del alcance de la invención, con lo cual la máquina incluye al menos tres dispositivos 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste que pueden, cada uno, alargarse y acortarse en sus direcciones longitudinales, y con lo cual cada dispositivo de ajuste está conectado a un cabezal 11 de posición a través de una primera junta 8, 9, 10. Cada dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste también está conectado a la base 2 a través de una junta 3.1, 3.2, 3.3 universal, pudiendo moverse dicho cabezal 11 de posicionamiento dentro de un alcance de trabajo en respuesta a la manipulación de los dispositivos de ajuste. Al menos dos vigas 5.1, 5.2 de refuerzo están conectadas al cabezal 11 de posicionamiento a través de un apoyo 100.1, 100.2 rotacional de viga individual, teniendo cada uno de los cuales únicamente un grado de libertad, es decir, funcionando dicho apoyo como una articulación. Cada viga 5.1, 5.2 de refuerzo también está dispuesta para deslizarse transversalmente en un apoyo 17.1, 17.2 de viga en la base 2 a medida que uno o más de los dispositivos 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste se alarga o se acorta. Cada apoyo 17.1, 17.2 de viga está conectado a la base 2 a través de una junta BU1, BU2 universal de viga, tal como se describió anteriormente. El apoyo 17.2 de viga de al menos una viga 5.2 de refuerzo también puede rotar alrededor de un eje A paralelo con el eje longitudinal de la viga 5.2 de refuerzo, tal como se ilustra en las figuras 6a)-6e) con una flecha de doble sentido.

30 La figura 6a) ilustra un primer tipo básico de realización en el que una primera junta 8, 9, 10 de un dispositivo de ajuste, por ejemplo, el primer dispositivo 4.1 de ajuste, constituye una junta que está directamente conectada al cabezal 11 de posicionamiento y que está distanciada del cojinete 100.1 ó 100.2 rotacional de viga de una viga de refuerzo, por ejemplo, la primera viga 5.1 de refuerzo, estando también conectado dicho cojinete directamente al cabezal 11 de posicionamiento. Además, la junta BU1 universal de viga y el apoyo 17.1 de viga de la primera viga 5.1 de refuerzo en la base 2 están distanciados de la junta 3.1, 3.2, 3.3 universal del dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste, estando dicha junta universal rígidamente conectada a la base 2.

35 La figura 6b) muestra un segundo tipo básico de realización en el que la primera junta 8, 9, 10 de un dispositivo de ajuste, por ejemplo, el primer dispositivo 4.1 de ajuste, constituye una junta que está conectada directamente al cabezal 11 de posicionamiento. Un apoyo 100.1 ó 100.2 rotacional de viga de una viga de refuerzo, por ejemplo, la primera viga 5.1 de refuerzo, está, en el caso de esta realización, rígidamente conectado al dispositivo de ajuste pero separado de la primera junta 8, 9, 10 del dispositivo de ajuste. De manera correspondiente a la realización mostrada en la figura 6a), la junta BU1 universal de viga y el apoyo 17.1 de viga de la primera viga 5.1 de refuerzo en la base 2 están distanciados de la junta 3.1, 3.2, 3.3 universal del dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste, estando también dicha junta universal rígidamente conectada a la base 2.

45 La figura 6c) muestra un tercer tipo básico de realización en el que la primera junta 8, 9, 10 de un dispositivo de ajuste, por ejemplo, el primer dispositivo 4.1 de ajuste, está rígidamente conectado a una viga de refuerzo, por ejemplo, la primera viga 5.1 de refuerzo. En esta realización, el apoyo 100.1 rotacional de viga de la viga 5.1 de refuerzo está en conexión directa con el cabezal 11 de posicionamiento. Sin embargo, la primera junta 8, 9, 10 del dispositivo de ajuste está distanciada del apoyo 100.1 rotacional de viga. De manera correspondiente a las realizaciones mostradas en la figura 6a) y la figura 6b), la junta BU1 universal de viga y el apoyo 17.1 de viga de la viga 5.1 de refuerzo en la base 2 están distanciados de la junta 3.1, 3.2, 3.3 universal del dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste, estando dicha junta universal rígidamente conectada a la base 2.

55 La figura 6d) ilustra un cuarto tipo básico de realización en el que la primera junta 8, 9, 10 de un dispositivo de ajuste, por ejemplo, el primer dispositivo 4.1 de ajuste, y el apoyo 100.1, 100.2 rotacional de viga de una viga de refuerzo, por ejemplo, la primera viga 5.1 de refuerzo, constituyen la misma junta que está colocada en conexión directa con el cabezal 11 de posicionamiento. De manera correspondiente a la realización mostrada en las figuras 6a), 6b) y 6c), la junta BU1 universal de viga y el apoyo 17.1 de viga de la primera viga 5.1 de refuerzo en la base 2 están distanciados de la junta 3.1, 3.2, 3.3 universal del dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste, estando dicha junta universal rígidamente conectada a la base 2.

60 La figura 6e) ilustra un quinto tipo básico de realización en el que la primera junta 8, 9, 10 de un dispositivo de ajuste, por ejemplo, el primer dispositivo 4.1 de ajuste, y un apoyo 100.1, 100.2 rotacional de viga de una viga de refuerzo, por ejemplo, la primera viga 5.1 de refuerzo constituyen la misma junta que está colocada en conexión directa con el cabezal 11 de posicionamiento. La junta 3.1, 3.2, 3.3 universal del dispositivo 4.1, 4.2, 4.3 de ajuste está rígidamente conectada a la base 2 y consiste en la junta universal de viga de dicha viga de refuerzo y dicho apoyo de viga en la base 2. La viga de refuerzo se mueve por tanto junto con el dispositivo de ajuste en el caso de esta realización.

## ES 2 358 240 T3

Este quinto tipo básico de realización incluye un dispositivo de ajuste en combinación con una viga de refuerzo según la realización descrita anteriormente en detalle con referencia a las figuras 1-5 a modo de introducción, perteneciendo esta realización al quinto tipo básico de realización.

- 5 Las juntas BU1 y BU2 universales de viga son las denominadas juntas cardán que tienen dos grados de libertad, siendo el comportamiento cinemático de una junta de este tipo de tal manera que el ángulo rotacional en el eje 22 giroscópico externo es distinto a la rotación del eje 24 giroscópico interno debido al ángulo entre los mismos, una denominada diferencia de ángulo rotacional. Cuando los apoyos 100.1, 100.2 rotacionales de viga que tienen sólo un grado de libertad se disponen en ángulo recto entre sí, las diferencias de ángulo rotacional con respecto a BU1 y BU2  
10 se contrarrestarán mutuamente, dando como resultado un bloqueo cinemático de la máquina a menos que se permita rotar a una viga de refuerzo, tal como se muestra mediante la siguiente ecuación con la figura 7 asociada.

La diferencia de ángulo rotacional puede expresarse como:

15

$$\varphi_{\kappa} = \alpha_2 - \alpha_1$$

20

$$\varphi_{\kappa} = \arctan\left(\frac{1}{\cos \beta} \tan \alpha_1\right) - \alpha_1$$

25

donde  $\beta$  es el ángulo entre el eje giroscópico externo y el eje giroscópico interno,  $\alpha_1$  es la rotación del eje giroscópico externo y  $\alpha_2$  es la rotación del eje giroscópico interno.

30

35

40

45

50

55

60

65

# ES 2 358 240 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Máquina (1) de cinemática paralela que incluye al menos tres dispositivos (4.1, 4.2, 4.3) de ajuste que pueden  
alargarse y acortarse individualmente, en la que cada dispositivo (4.1, 4.2, 4.3) de ajuste está conectado a un cabezal  
(11) de posicionamiento común a través de una primera junta (8, 9, 10), en la que cada dispositivo (4.1, 4.2, 4.3)  
de ajuste está conectado a una base (2) a través de una junta (3.1, 3.2, 3.3) universal, y en la que el cabezal (11) de  
10 posicionamiento puede moverse dentro de un alcance de trabajo en respuesta a la manipulación de los dispositivos  
(4.1, 4.2, 4.3) de ajuste, **caracterizada** por al menos dos vigas (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo que están conectadas,  
cada una, al cabezal (11) de posicionamiento común a través de un respectivo apoyo (100.1, 100.2) rotacional de  
viga, teniendo, cada uno, únicamente un grado de libertad, en la que cada viga (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo está  
adaptada para deslizarse transversalmente en un apoyo (17.1, 17.2, 17.2.1, 17.2.2) de viga en la base (2) cuando uno o  
15 más de los dispositivos (4.1, 4.2, 4.3) de ajuste se alarga o se acorta, en la que cada apoyo (17.1, 17.2, 17.2.1, 17.2.2)  
de viga está conectado a la base (2) a través de una junta (BÚ1, BU2) universal de viga y en la que el apoyo (17.2,  
17.2.1, 17.2.2) de viga de al menos una viga (5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo puede hacerse rotar alrededor de un eje que  
se extiende en paralelo al eje longitudinal de dicha viga (5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo.

2. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 1, **caracterizada** porque al menos un apoyo (100.1,  
100.2) rotacional de viga consiste en la primera junta (8, 9, 10).

20 3. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 2, **caracterizada** porque al menos una junta (BU1,  
BU2) universal de viga comprende una de las juntas (3.1, 3.2, 3.3) universales.

25 4. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el apoyo (100.1, 100.2) rota-  
cional de viga de al menos una viga (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo está rígidamente conectado a un dispositivo  
(4.1,4.2,4.3) de ajuste.

30 5. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la primera junta (8, 9, 10) de al  
menos un dispositivo (4.1, 4.2, 4.3) de ajuste está rígidamente conectado a una viga (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo.

35 6. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque tanto  
las juntas (3.1, 3.2, 3.3) universales como las juntas (BU1, BU2) universales de viga incluyen un elemento (21)  
giroscópico externo que está montado en la base (2) para su rotación alrededor de un eje (22, 47) giroscópico externo,  
y con un elemento (23, 43) giroscópico interno que está montado en el elemento (21) giroscópico externo para su  
rotación alrededor de un eje (24, 46) giroscópico interno en ángulo recto respecto al eje (22, 47) giroscópico externo.

40 7. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 6, **caracterizada** porque el apoyo (17.1, 17.2) de viga  
está conectado o bien al elemento (23, 43) giroscópico interno de la junta (3.1, 3.2, 3.3) universal o bien al elemento  
giroscópico interno de la junta (BU1, BU2) universal de viga.

45 8. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque cada viga  
(5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo tiene en una primera dirección una rigidez a la flexión que es considerablemente  
mayor que su rigidez a la flexión en una dirección en ángulo recto respecto a dicha primera dirección.

9. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 8, **caracterizada** porque cada viga (5.1, 5.2, 5.2.1,  
5.2.2) de refuerzo tiene una forma de sección transversal generalmente rectangular.

50 10. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada** porque la má-  
quina incluye tres dispositivos (4.1, 4.2, 4.3) de ajuste, cada uno de los cuales está rígidamente conectado a una de  
las vigas (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.3) de refuerzo en la primera junta (8, 9, 10) en ausencia de cualquier junta o apoyo  
intermedio.

55 11. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizada** porque uno de  
los dispositivos (4.2) de ajuste está rígidamente conectado a una viga (5.2.1, 5.2.2) de refuerzo adicional.

60 12. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque al  
menos un dispositivo (4.1, 4.2, 4.3) de ajuste es en forma de mecanismo de tuerca y tornillo, cuyo tornillo o tuerca  
(28, 52) se conecta rígidamente al elemento (23, 43) giroscópico interno.

13. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque al  
menos un dispositivo (4.1,4.2, 4.3) de ajuste es en forma de motor lineal.

65 14. Máquina de cinemática paralela según las reivindicaciones 13, **caracterizada** porque parte del motor lineal  
está constituido por una viga (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.3) de refuerzo.

15. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada** porque cada  
viga (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.3) de refuerzo incluye al menos un primer elemento (26, 57.2, 58.2) de deslizamiento  
que se extiende longitudinalmente, por ejemplo una barra de deslizamiento, que está conectada mediante su forma a



## ES 2 358 240 T3

un segundo elemento (27, 57.1, 58.1) de deslizamiento, por ejemplo un carril guía, estando conectado dicho segundo elemento (27, 57.1, 58.1) de deslizamiento al elemento (23, 43) giroscópico interno.

5 16. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 15, **caracterizada** porque el segundo elemento (27, 57.1, 58.1) de deslizamiento o bien está conectado de manera fija al elemento (23, 43) giroscópico interno o bien está guiado mediante su forma en relación con dicho elemento.

10 17. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16 cuando dependen de la reivindicación 12, **caracterizada** porque o bien el tornillo (31, 51) de dicho mecanismo está adaptado para accionarse en un extremo mediante un motor (6.1, 6.2, 6.3) de dispositivo de ajuste, mientras que el otro extremo del tornillo está soportado por un apoyo (29) de soporte, o bien la tuerca (28, 52) de dicho mecanismo está adaptada para accionarse mediante un motor (6) de dispositivo de ajuste.

15 18. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 17, **caracterizada** porque el motor (6.1, 6.2, 6.3) de dispositivo de ajuste está montado en un soporte (7.1, 7.2, 7.3) de motor, del que un extremo está formado como una parte (8) de dicha primera junta (8, 9, 10) y que también está dotado de superficies (15) de conexión a las que está unida al menos una viga (5.1, 5.2.1, 5.2.2, 5.3) de refuerzo.

20 19. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizada** porque los apoyos (100.1, 100.2) rotacionales de viga de al menos dos vigas (5.1, 5.2, 5.2.1, 5.2.2) de refuerzo tienen ejes de apoyo que están orientados en ángulo recto entre sí.

25 20. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 19, **caracterizada** porque los apoyos (100.1, 100.3) rotacionales de viga de al menos dos vigas (5.1, 5.3) de refuerzo tienen ejes de apoyo que están orientados en paralelo entre sí.

30 21. Máquina de cinemática paralela según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 20, **caracterizada** porque los ejes (24, 46) giroscópicos internos de la junta (BU1, BU3) universal de viga de dos vigas (5.1, 5.3) de refuerzo son paralelos a los ejes de apoyo de los respectivos apoyos (100.1, 100.3) rotacionales de viga.

35 40 45 50 55 60 65 22. Máquina de cinemática paralela según la reivindicación 21, **caracterizada** porque los ejes (24) giroscópicos internos de la junta (BU1, BU3) universal de viga de dos vigas (5.1, 5.3) de refuerzo son paralelos entre sí.

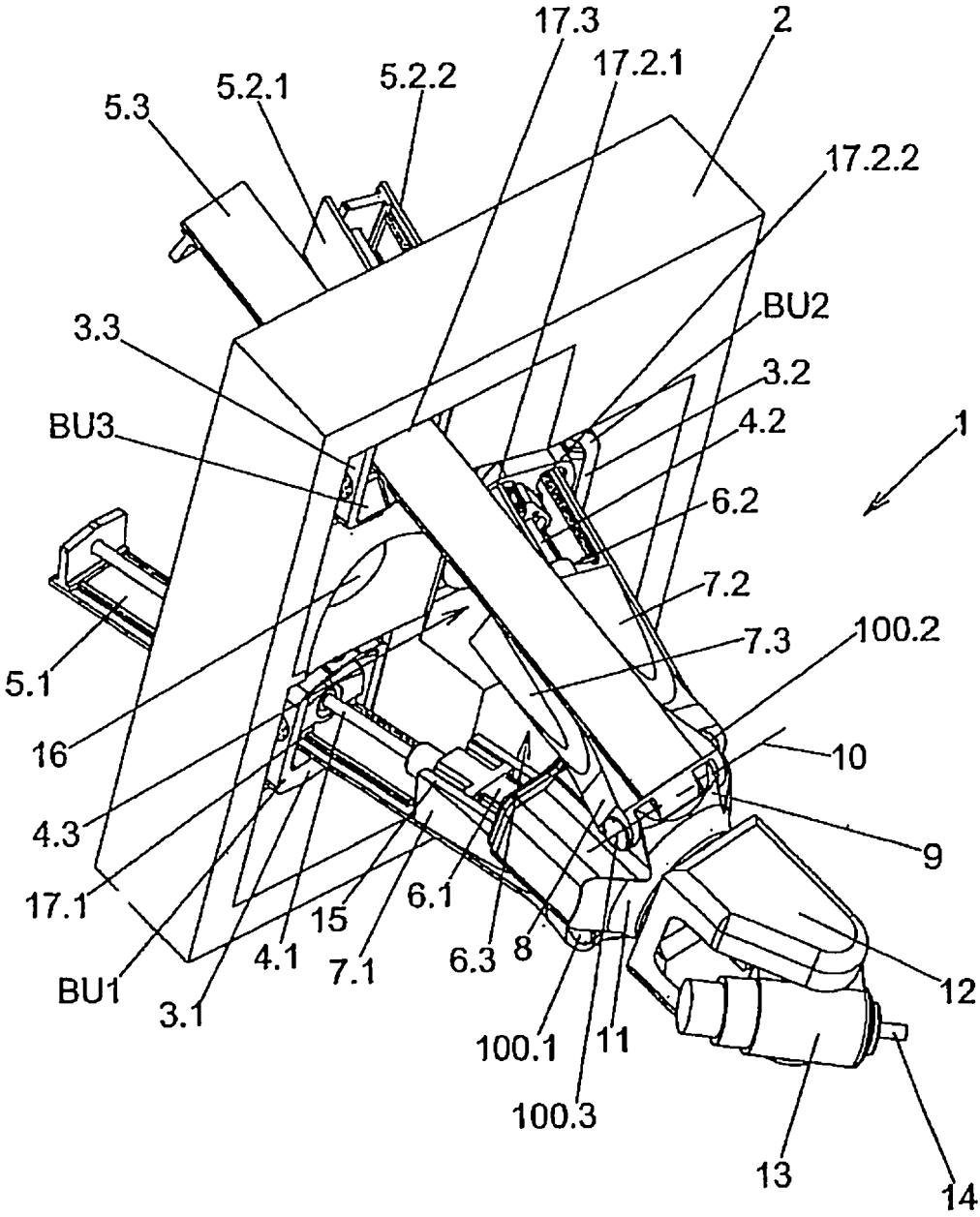


Fig 1

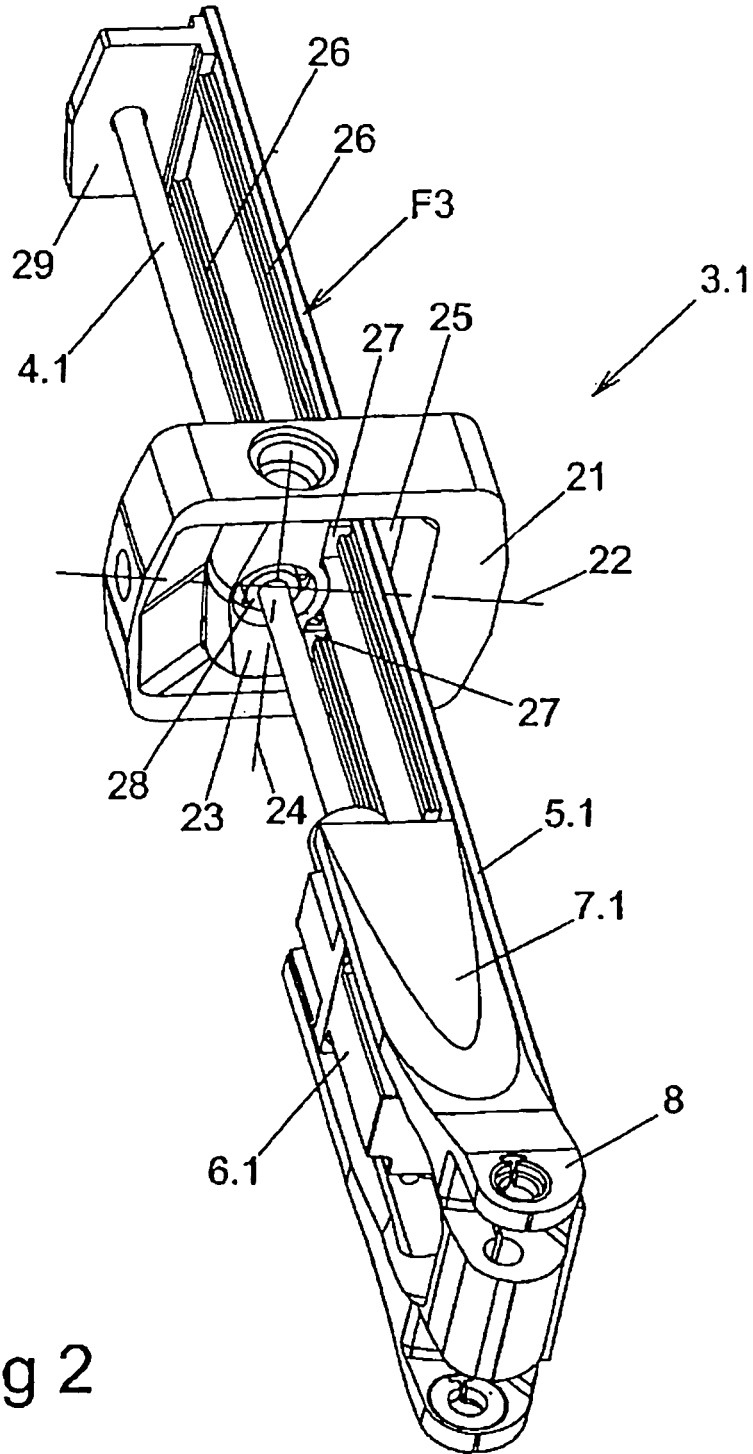


Fig 2

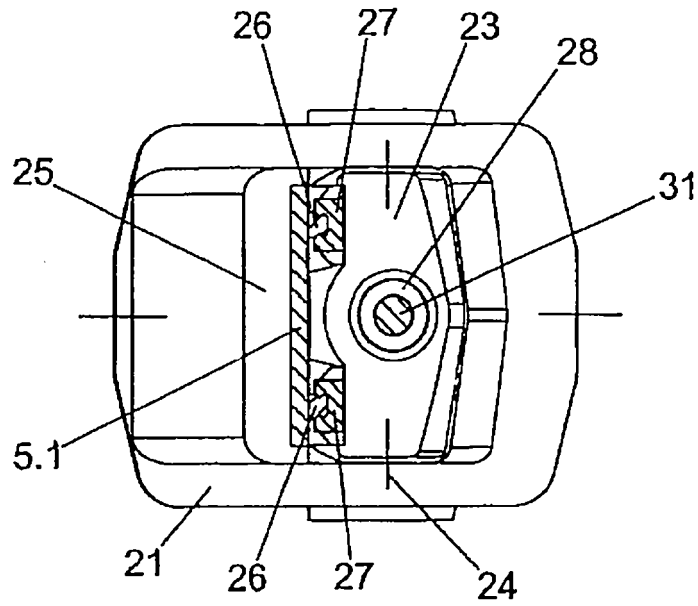


Fig 3

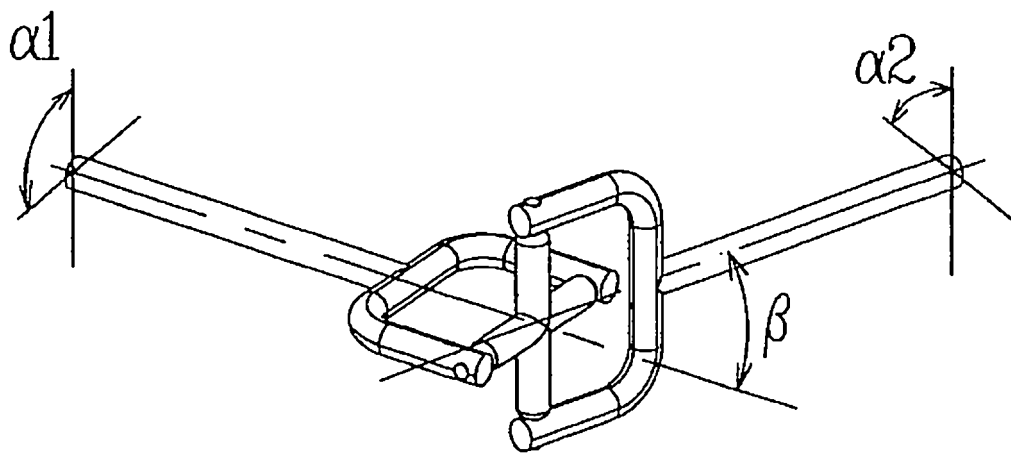


Fig 7

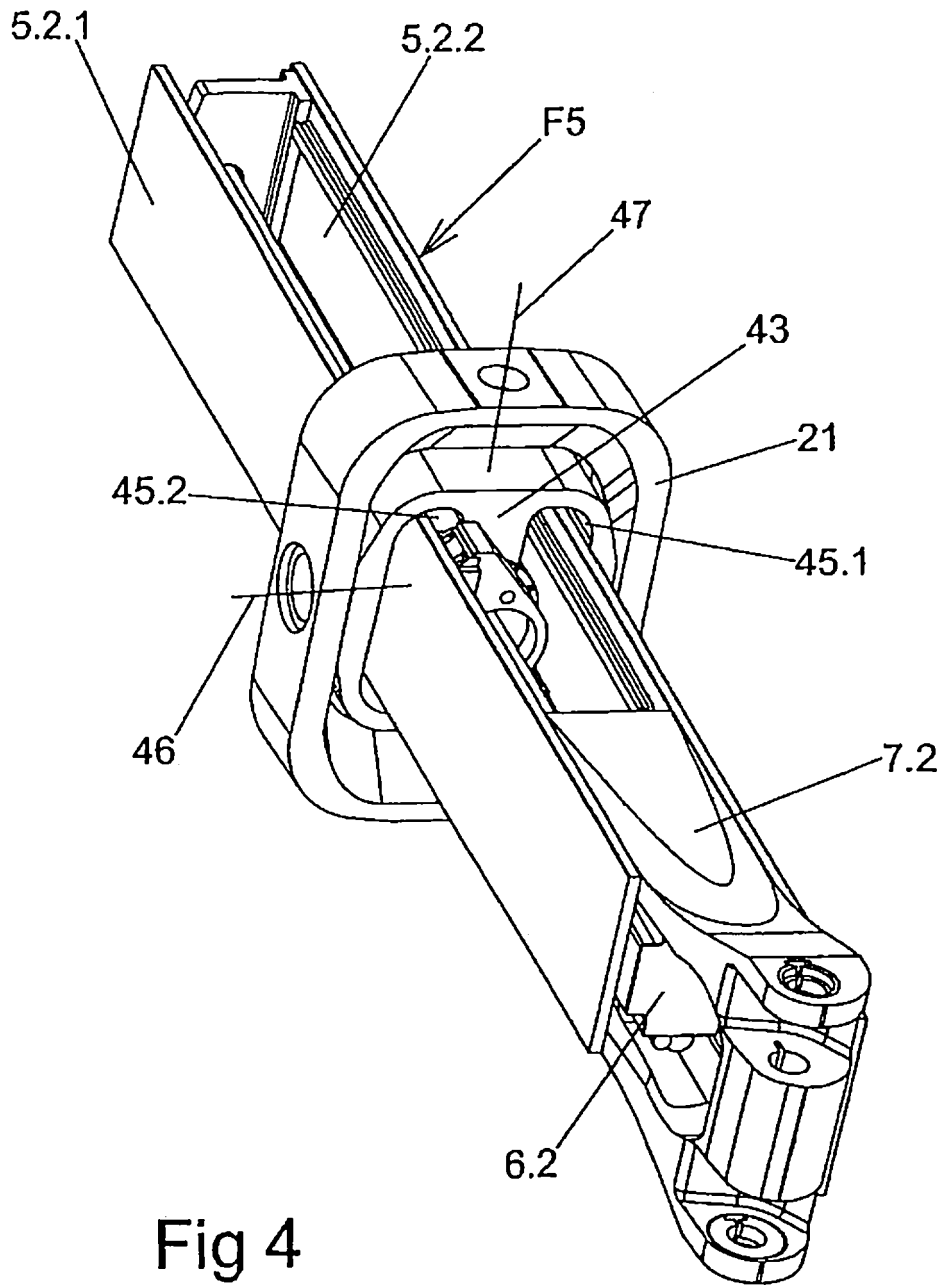


Fig 4

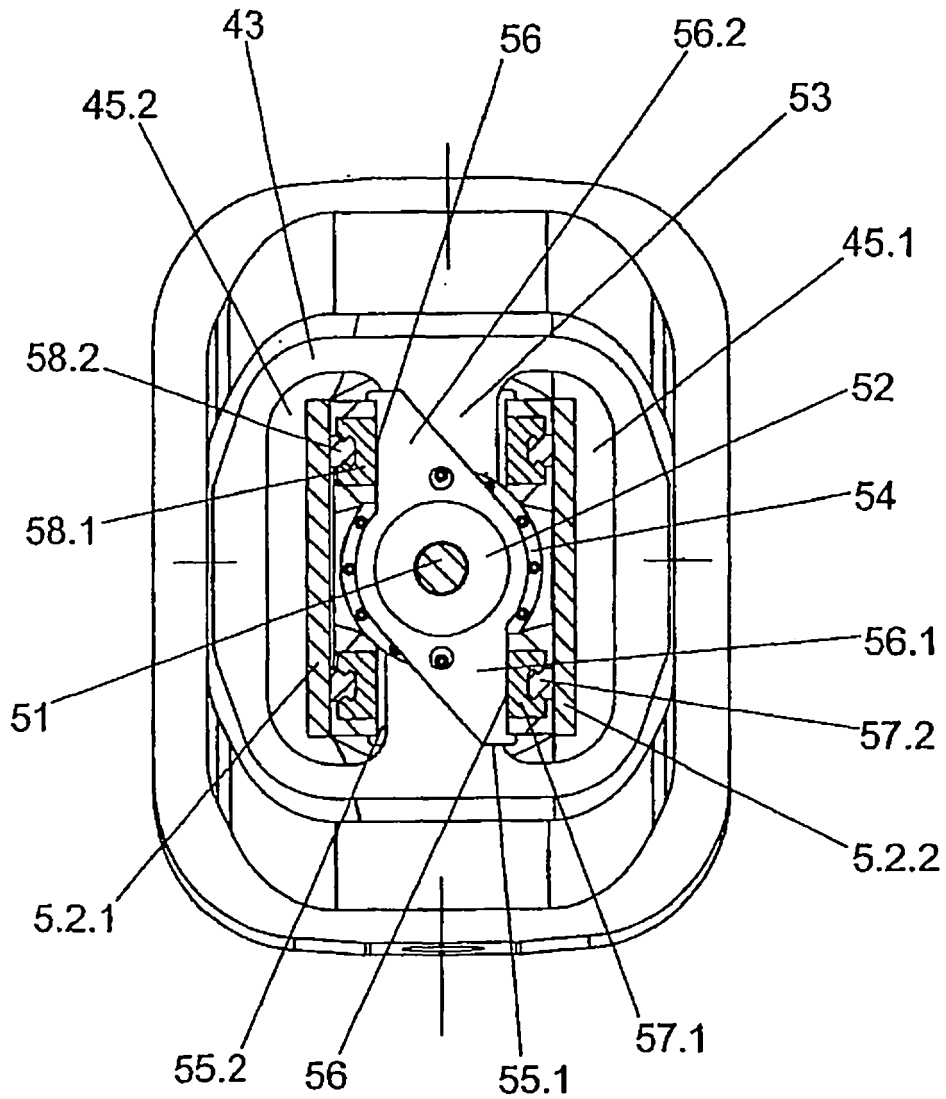


Fig 5

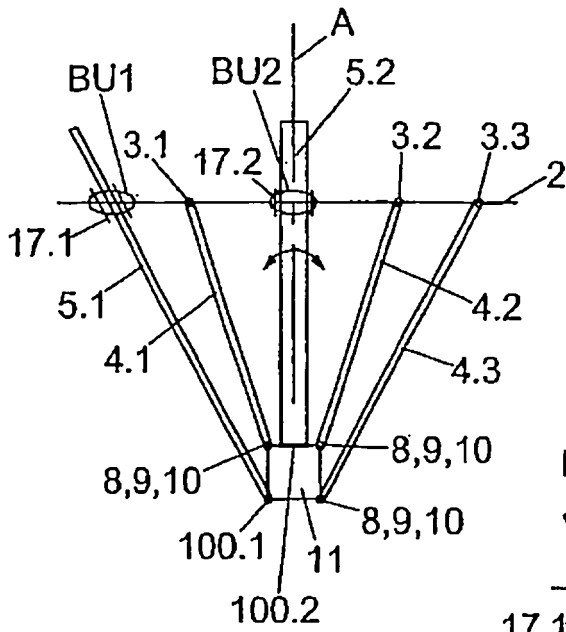


Fig 6 a)

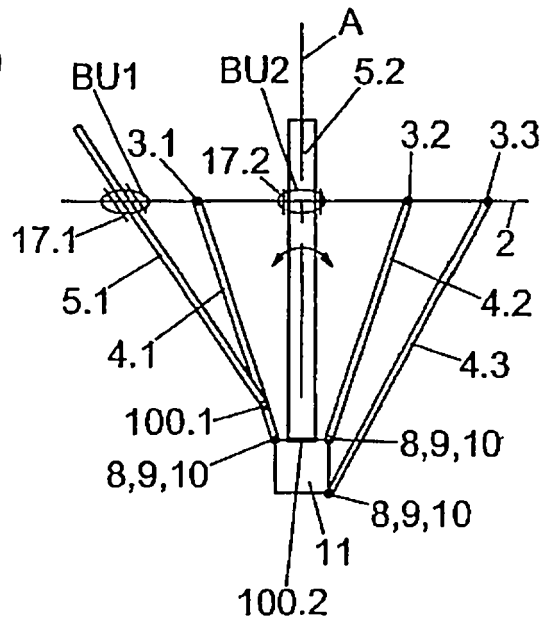


Fig 6 b)

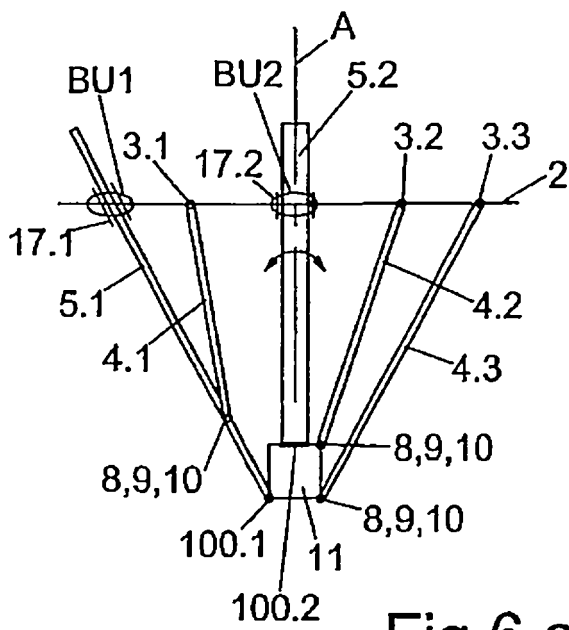


Fig 6 c)

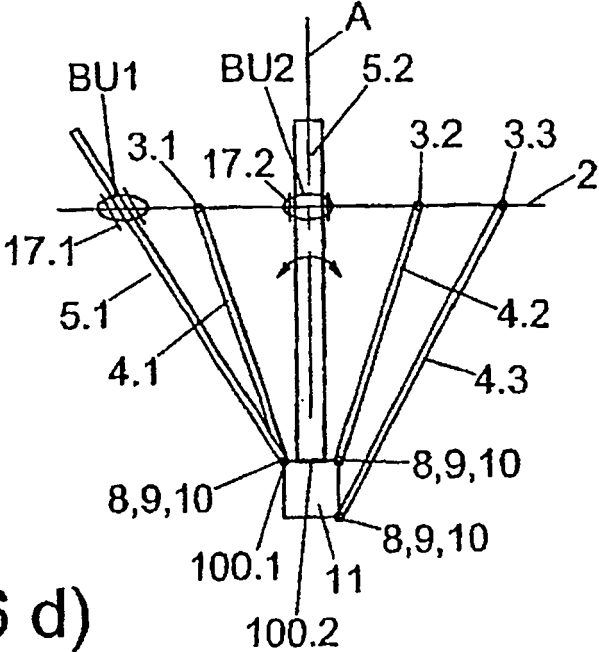


Fig 6 d)

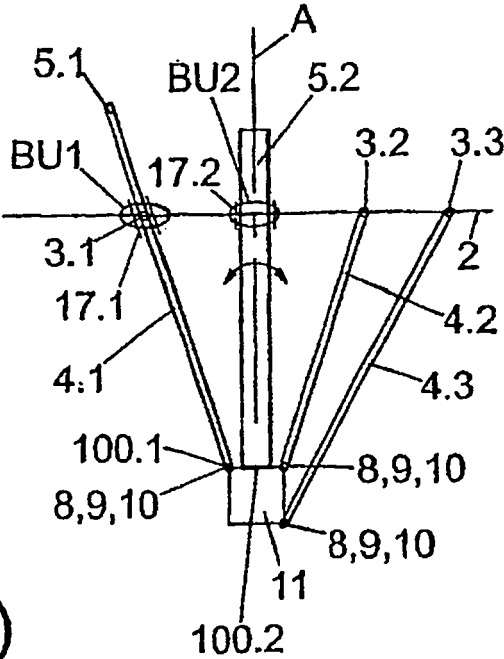


Fig 6 e)