(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 403 345**

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

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2009 E 09807490 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 2358504**

(54) Título: **Robot delta que presenta una disposición especial de las rótulas**

(30) Prioridad:

**19.12.2008 DE 102008063869**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**17.05.2013**

(73) Titular/es:

**ELAU GMBH (100.0%)**
**Dillberg 12-16**
**97828 Marktheidenfeld, DE**

(72) Inventor/es:

**HOMBACH, CHRISTIAN y**
**BÖTTCHER, FELIX**

(74) Agente/Representante:

**DÍAZ NUÑEZ, Joaquín**

**ES 2 403 345 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

Robot delta que presenta una disposición especial de las rótulas

[0001] La invención se refiere a un robot delta, que comprende una placa base fija y al menos tres accionadores sujetos sobre la misma, que están en cada caso conectados a al menos un brazo, de los cuales al menos uno está conectado en el otro extremo del mismo a dos barras mediante una rótula en cada caso, transcurriendo dichas barras paralelas entre sí y en el otro extremo de las mismas están conectados, a través de una rótula adicionalmente en cada caso, a una placa móvil paralela, en la que cada rótula tiene un cabezal del segmento de rótula y un segmento de rótula hueca diseñados complementarios a la misma, y las dos rótulas, que se unen entre sí sobre barras paralelas, se orientan simétricamente de forma especular entre sí, y cada segmento de rótula hueca se presiona sobre el cabezal del segmento de rótula correspondiente haciendo tensión en al menos un elemento permanentemente elástico entre dos barras que son paralelas entre sí, estando el punto central de al menos un cabezal del segmento de rótula desplazado con respecto al eje de soporte longitudinal de la barra, que está conectado a la rótula, y apuntando la dirección de desplazamiento más allá del segmento de rótula hueca y la cantidad del desplazamiento que es siempre más pequeño que el radio de la cabeza de segmento esférico. Se conoce un robot delta de este tipo a partir de la patente de Estados Unidos US-B-6 419211.

[0002] En la técnica anterior, los robots delta han probado su valor en particular para el embalaje de productos de alimentación de poco ligero, ya que permiten una dinámica extremadamente alta de hasta tres operaciones de embalaje por segundo.

[0003] Los primeros robots delta comprendían tres brazos. Sin embargo, también se conocen variantes con cuatro y más brazos.

[0004] En la técnica anterior, la mayor parte de los robots delta consiste en una placa base en la que se montan tres servoaccionamientos. En el eje de salida de los mismos, se fija un brazo (también conocido como brazo superior), en el que, como "brazo inferior", se montan de forma giratoria dos barras paralelas, que, a su vez, están en conexión giratoria con la placa paralela. Mediante una rotación de los servoaccionadores, se puede maniobrar con la placa paralela en cualquier posición deseada del espacio de trabajo disponible. Ya que los brazos inferiores consisten en barras paralelas, la placa paralela siempre se mueve por lo tanto (como su nombre sugiere) paralela a la placa base.

[0005] En principio, puede usarse una junta universal o una junta de cardán para la conexión articulada de las barras a los brazos y a la placa paralela. Sin embargo, los máximos ángulos de giro que pueden alcanzarse de este modo son considerablemente inferiores en comparación con una rótula, que consiste en un cabezal del segmento de rótula y un segmento de rótula hueca complementario que se desliza sobre el mismo. Por lo tanto, ya que las rótulas tienen un ángulo de giro más grande y permiten de este modo un espacio de trabajo mayor, en este momento son el diseño de junta que más se usa para robots delta.

[0006] En la técnica anterior, la patente de Estados Unidos 5.333.514, de Osamu Toyama, desvela un robot delta, cuyo el brazo inferior consiste en pares de barras paralelas, en cuyos extremos se disponen segmentos de rótula hueca, también denominados cojinetes esféricos o cazoletas de rótula, y se presionan sobre los cabezales del segmento de rótula en el brazo o en la placa paralela en la que los extremos de los dos brazos con forma de barras paralelas se mantienen unidos mediante resortes de tensión. Entonces, el segmento de rótula hueca se desplaza sobre el cabezal de rótula de la misma manera que un cojinete deslizante. Una ventaja considerable de este cojinete es que se produce un área de contacto similar en cada ángulo.

[0007] Las diversas representaciones de las barras en la patente de Estados Unidos 5.333.514 muestran la misma anchura desde todos los puntos de vista, a partir de lo cual se desprende que las barras tienen una sección transversal redondeada. En la figura 5 de la patente, se puede observar que las barras son un tubo de pared fina.

[0008] Aquí, también se muestra que las superficies de abertura de los segmentos de rótula hueca de las rótulas se orientan en una extensión del eje central.

[0009] Sin embargo, a partir de esta disposición (que es típica en la técnica anterior), surge como la desventaja principal que las barras se cargan asimétricamente y, por lo tanto, pueden doblarse fácilmente, como se explica a continuación: en un tubo, el eje central es también el eje de soporte longitudinal. Si una fuerza actúa en la dirección de este eje de soporte longitudinal, entonces el tubo se carga con precisión simétricamente y las fuerzas se distribuyen por todas las zonas de la pared del tubo y se alcanza la capacidad de carga máxima del tubo.

[0010] Sin embargo, en cuanto la carga migra del eje de soporte longitudinal, parte de la pared de tubo se carga mucho más que otras partes, y se colapsa, aunque no se haya alcanzado aún la resistencia de carga máxima del tubo.

[0011] Ya que, en una rótula, las fuerzas se distribuyen más allá de la superficie de contacto, en la disposición que se ha mencionado anteriormente, las fuerzas de compresión que se introducen, a través de un cabezal de rótula y el segmento de rótula hueca correspondiente, en una barra no se transmiten de forma desventajosa al eje de soporte longitudinal, sino fuera del mismo. Por lo tanto, sobre aquel lado en el que se dispone el segmento de rótula hueca, el tubo se colapsará ya en cargas de compresión que estén por debajo de la capacidad máxima de carga del tubo.

[0012] Para compensar este efecto, la idea se puede tomar del documento de Estados Unidos 6.419.211, específicamente de la figura 1, de la dimensión de los dos tubos algo más grandes uno con respecto al otro que se sugiere por la distancia de las rótulas entre sí. Como resultado, el eje de soporte del tubo ya transcurre a través del punto central geométrico y giratorio del cabezal de rótula y el segmento de rótula hueca, sino adicionalmente "hacia afuera" y, por lo tanto, a través de la porción del segmento de rótula hueca que recibe las fuerzas del tubo.

[0013] En las aplicaciones prácticas de los robots delta según este principio, los tubos de paredes muy finas también muestran una resistencia de carga mayor y una vida útil más larga.

[0014] Sin embargo, una desventaja considerable del documento US 6.419.211 es que los resortes, u otros elementos permanentemente elásticos, que mantienen los segmentos de rótula hueca sobre los segmentos de la cabeza de rótula, siempre están articulados en el centro de una barra redonda o tubular. Ya que, con la disposición de barras redondas según el documento US 6.419.211, su eje central ya no transcurre a través de los puntos centrales de los segmentos del cabezal de rótula, sino que se dispone fuera de esta línea, los ejes de giro de los resortes ya no se apoyan sobre una línea a través de los centros de rotación de los segmentos del cabezal rótula.

[0015] Esto tiene la consecuencia de que, sobre un giro de las barras, la distancia entre los puntos de articulación de los resortes cambia, de tal forma que los resortes tienen que expandirse y contraerse repetidamente, lo que, en vista del gran número de ciclos de carga de un robot delta, conduce a la rotura prematura de los cuellos de los resortes.

[0016] Frente a estos antecedentes, el objeto de la invención, en un robot delta, es disponer la conexión entre una rótula y una barra de los brazos inferiores de tal forma que las fuerzas de tracción o de compresión se distribuyan de manera uniforme sobre la barra sin momentos flectores adicionales, de modo que los resortes u otros elementos elásticos para sostener juntas las barras que se disponen en paralelo alcancen una vista útil lo más larga posible.

[0017] Como solución, la invención presenta un robot delta según la reivindicación 1, en el que los ejes de giro de los elementos permanentemente elásticos se disponen fuera del eje de soporte longitudinal y sobre una línea de conexión directa entre los centros de rotación de las dos rótulas en ambos extremos de la barra en cada caso, y en cada caso tienen la misma distancia desde los cabezales del segmento de rótula que están adyacentes a ellas.

[0018] El mérito decisivo de la invención es, por lo tanto, haber reconocido que la geometría de la disposición según el documento US 6.419.211 con barras que se desplazan en cierta medida con respecto al cabezal del segmento de rótula, con cada movimiento de las barras con respecto al cabezal de rótula, expanden en cierta medida los resortes, que se articulan de manera central sobre las barras, y después los contraen de nuevo. El número de estos ciclos de carga, que es típicamente alto para un robot delta, conduce entonces inmediatamente a una fractura de fatiga prematura, principalmente en el cuello del resorte.

[0019] La invención soluciona este problema, con un "desplazamiento" de las dos barras tubulares del brazo inferior, que no permite que los ejes de giro sujeten el elemento elástico para que se mueva en acompañamiento, pero conserva su separación original. Para este fin, el eje de giro sobre el tubo debe ser "devuelto" hasta el punto en que la barra se ha movido hacia fuera, de modo que la distancia de los ejes de giro entre sí sea igual a la distancia de los centros de la rotación de los cabezales del segmento de rótula que son adyacentes a los mismos.

[0020] Si los ejes de giro en cada caso tienen la misma distancia desde los cabezales del segmento de rótula que son adyacentes a ellos, entonces (debido a las dos barras que siempre transcurren paralelas entre sí) forman un paralelogramo con los centros de los cabezales del segmento de rótula adyacentes, de forma específica independientemente de la posición de las barras. Por esto, siempre se consigue que, independientemente de la posición angular de las dos barras, el elemento elástico conserve siempre su longitud, lo que aumenta su vida útil.

[0021] Otra característica esencial de la invención que ya se conoce en sí se ilustra con el ejemplo práctico de una barra en forma de un tubo, ya que es una configuración ampliamente usada para robots delta, y también puede explicarse fácilmente de forma comparativa. Es fácil entender que el eje de soporte longitudinal para un tubo es el eje central, ya

que cuando un tubo se carga con una fuerza precisamente en la dirección del eje central, las fuerzas se distribuyen de manera uniforme en la pared del tubo.

[0022] Por lo tanto, un objeto adicional de la invención es asegurar que la fuerza de tracción o de compresión ejercida por la rótula sobre la barra también se dirige en la dirección del eje de soporte longitudinal.

[0023] Para transferir la fuerza de sde el cabezal del segmento de rótula a la barra se usa un segmento de rótula hueca. En un análisis más de tallado de la distribución de la fu erza, se observa claramente que la fu erza en una ró tula se distribuye sobre su superficie. El vector de fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan desde el segmento de rótula hueca en la dirección longitudinal de la barra no está, por lo tanto, en el borde, sino en el interior del segmento de rótula hueca.

[0024] Por lo tanto, la invención desplaza el segmento de rótula hueca con respecto al eje de soporte longitudinal de la barra hasta que la fuerza resultante del segmento de rótula hueca se desplaza al eje de soporte longitudinal. Para este fin, el segme nto de ró tula hueca debe d esplazarse con respe cto al eje longitudinal de la ba rra en una dirección que apunta al centro más allá del segmento de rótula hueca. La cantidad de desplazamiento siempre es inferior al radio del cabezal del segmento de rótula.

[0025] Es fácilmente evidente que un desplazamiento por la to da la cantidad del radio no proporciona una mejora en el sentido del objeto de la invención, sino que sólo transfiere la desigualdad de la distribución de la fuerza al lado opuesto de la pared del tubo. El grado óptimo está en medio, es decir, en una cantidad de desplazamiento que es mayor de cero y menor que el radio d el cabezal del segmento de rótula. Ya se ha conseguido una mejora cu ando la cantidad de desplazamiento es mayor de 1/4 y menor de 3/4 del radio del cabezal del segmento de rótula.

[0026] Para calcular el vector de suma de todos los componentes de las fuerzas de tracción y de compresión orientadas en p aralelo al eje de sop orte lon gitudinal de la ba rra, se de be usar la curva, so bre la que se representan los componentes de las fuerzas de tracción y de compresión que transcurren en la dirección del eje de soporte longitudinal con respecto a un radio que transcurre perpendicular al eje de soporte longitudinal que se ha mencionado anteriormente.

[0027] La distribución de fuerza so bre este ra dio de la e sfera h ueca que transcurre a través del punto central de su abertura y perpendicular al eje longitudinal de la barra a la que se conecta también es relevante. Esta distribución de fuerza también puede representa rse por una curva de distribución de fu erza. El centroide del área bajo esta curva de distribución de fuerza se encuentra sobre a quel pu nto d el radio e n el que l a suma de tod os los vectore s de fu erza tendrán el mismo efecto que cuando actúa un solo vector de fuerza en este punto.

[0028] Esta es la cantidad por la que el centro del segmento de rótula hueca debe desplazarse con respecto al eje de soporte longitudinal si se optimiza para los componentes de las fuerzas de tracción y de compresión que actúan en la dirección longitudinal.

[0029] El eje de soporte longitudinal en el caso de una barra cilíndrica o barra cilíndrica hueca es su línea central, lo que es fácil de comprender, por cuya razón las explicaciones que se han dado anteriormente se basan en el ejemplo fácil de explicar de una barra tubular.

[0030] En la mayor parte de los casos generales, sin embargo, la barra también puede tener una forma arbitraria, no teniendo de esta manera un perfil uniforme a lo largo de su longitud. Un ejemplo de dicha forma es similar al fémur en el caso de se res hu manos y animales, que se ha con formado por la evolución en una proporción óptima entre empleo material y resistencia de carga. Se puede pro ducir una forma similar, por ejemplo, a partir de espuma de aluminio y puede usarse como el brazo inferior de un robot. Tanto para esta forma como para otras, el eje de soporte longitudinal es la conexión de los centroides de todas las secciones transversales de la barra.

[0031] Es sólo en otra restricción que la barr a tenga un perfil uniforme a lo largo de la longitud. Sin embargo, este perfil no debe ser necesariamente un tubo, sino que también puede asumir cualquier otra forma arbitraria.

[0032] Los ejemplos de otros perfiles adecuados resultan del resorte de tensión, que en cada caso conecta dos barras adyacentes y actúa con altas fuerzas laterales so bre la ba rra, de modo que está sometida a momentos flectores. Es conveniente re forzar la barra dándole, por ejemplo, el pe rfil de un rectángulo, un polí gono alar gado, un óvalo o una elipse. El eje longitudinal de este perfil debería apuntar entonces en la dirección del resorte de tensión.

[0033] Un a va riante adecuada es que el área de abertura del segmento de ró tula h ueca es un plano que tra nscurre paralelo al eje de soporte longitudinal. Entonces, la transferencia de las fuerzas de tracción al segmento de rótula hueca se comporta de la misma manera que la transferencia de las fuerzas de compresión.

[0034] El segmento de rótula hueca comprende preferentemente el cabezal del segmento de rótula (con respecto al centro) en un ángulo de 180º. En este caso, las fuerzas que se dan lateralmente son inferiores y, por lo tanto, la carga de flexión de las barras también se reduce al mínimo.

[0035] Sin embargo, en otra variante también es posible que el ángulo de cobertura sea menor de 180º. Una ventaja de esta configuración consiste es el ángulo de giro de la rótula. Otra ventaja es la función como protección de sobrecarga: en un límite de fuerza determinado por la fuerza de los elementos permanentemente elásticos para sostener juntas dos rótulas adyacentes, los segmentos de rótula hueca saltan los cabezales del segmento de rótula. Como resultado, los brazos y engranajes en el accionador se protegen de forma eficaz frente a daños. También se ha de tener en cuenta que los componentes de las fuerzas que actúan lateralmente aumentan.

[0036] En otra variante, el segmento de rótula hueca tiene dos aberturas, que reposan una frente a la otra, de tal forma que el cabezal del segmento de rótula se aloja entonces en manera anular. La ventaja de esta configuración consiste en que el punto de aplicación de la fuerza únicamente se desplaza un poco, incluso con cargas que aumentan en pulsos, y, por lo tanto, permite aún una mayor explotación de la resistencia de carga máxima de la barra. Esta configuración también podría ser apropiada en particular para robots delta con sobrecarga a corto plazo muy alta.

[0037] Otra ventaja consiste en que la fuerza necesaria del elemento permanentemente elástico se reduce al mínimo. En virtud de las rótulas sobre los brazos en ambos lados, únicamente pueden transmitirse fuerzas en la dirección del brazo y contra la fuerza del resorte. Las fuerzas contra los resortes son causadas por la inercia de masa en el caso de procesos de aceleración, y por las fuerzas normales que tienen lugar sobre la pared del segmento de rótula hueca. En virtud del hueco anular, esta región de la superficie se retira lo que generará las mayores fuerzas transversales.

[0038] Se ha probado conveniente en el caso de robots delta para un periodo de tiempo prolongado proporcionar la superficie interior del segmento de rótula hueca y/o la superficie del cabezal del segmento de rótula correspondiente con una capa de plástico elástico y muy deslizable. En una realización eficaz, una inserción de plástico esférica y hueca se sujeta en el segmento de rótula hueca.

[0039] El ejemplo de la técnica anterior mencionada al comienzo tiene un segmento de rótula hueca en los extremos de la barra. En este caso, se monta en cada caso un cabezal del segmento de rótula complementario sobre los brazos y sobre la placa paralela.

[0040] El ejemplo del fémur muestra que también es posible una combinación inversa, es decir, las cabezas de rótula se forman sobre las barras, y los segmentos de rótula hueca complementarios se forman en los brazos y en la placa paralela.

[0041] En contraste con la forma que se ha mencionado anteriormente similar a un hueso con un perfil no uniforme sobre la longitud de la barra, que debe moldearse o trabajarse a máquina a partir de la base, las barras del robot delta, en la práctica, por lo general tendrán un perfil uniforme a lo largo de su longitud, ya que los perfiles pueden ser producidos fácilmente por extrusión o plegado o enrollado de láminas metálicas. Una forma que es apropiada tanto en términos de tecnología de fabricación como estática, es un tubo.

[0042] Independientemente de la forma, puede usarse una amplia diversidad de materiales para las barras. Se conocen desde hace algún tiempo plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV). En el estado de la técnica, están más extendidos los plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC). En principio, también se conciben otras mezclas de plásticos u otros plásticos. Como material para las barras, ya se han mencionado una lámina de metal conformada o una espuma metálica, tal como una espuma de aluminio.

[0043] Como variante, se concibe que la espuma metálica se aplique en forma de espuma en un molde que no sólo contiene la superficie de la barra, sino también el cabezal de rótula conectado a la misma. En este caso, el revestimiento externo de la parte espumada de una sola pieza es homogénea y, por lo tanto, más dura y más duradera que el interior, que se hace más ligero por numerosas cavidades sin sacrificar demasiado su resistencia de carga.

[0044] La limitación de este procedimiento de fabricación son los gastos de fabricación del colado, de modo que esta variante es interesante en particular para cantidades mayores.

[0045] Se requiere un gasto muy inferior para la producción de la barra individual mediante tubos metálicos, ya que están disponibles en las dimensiones, espesores de pared y materiales más variados. Por lo tanto, la producción de los brazos inferiores del tubo metálico es relativamente muy rentable, incluso para muy pequeñas cantidades.

[0046] Una desventaja inherente de los tubos metálicos en comparación con los tubos PRFC con la misma resistencia de carga es el mayor peso de los tubos metálicos. El peso influye en el momento de la masa de la inercia con la cuarta potencia del radio de giro eficaz y, por lo tanto, la dinámica alcanzable del robot.

[0047] En comparación con disposiciones anteriores, sin embargo, el tubo metálico puede, como resultado de la disposición según la invención del segmento de rótula, hacerse más ligero para compensar esta desventaja con respecto al PRFC. Para la misma dinámica, el robot delta, a pesar de tener un menor grosor de pared de sus brazos inferiores, puede transportar la misma carga útil máxima.

[0048] En principio, no es inadmisible usar también un tubo de bambú, de madera y/o de otro material natural, como material para las barras. Son posibilidades de aplicación concebibles, por ejemplo, maquinaria de procesamiento de madera. En estos casos, también, una disposición según la invención de la rótula con respecto al eje de soporte longitudinal asegura una carga uniforme de las barras y, por lo tanto, la mejor utilización de su resistencia de carga máxima.

[0049] Como una variante adicional en los intereses del objeto de reducir adicionalmente la carga de flexión de las barras, es apropiado extender además un segmento hueco esférico con un alojamiento de 180º del cabezal del segmento de rótula por medio de un cilindro hueco con el mismo radio interno. Aunque este cilindro hueco limita en cierta medida el ángulo de giro máximo posible de las rótulas, evita un "deslizamiento lateral" de las dos barras una con respecto a la otra. Por esto, se reduce adicionalmente la carga de flexión de la barra. Los resortes, que tensan las dos barras de guía paralelas entre sí, son una fuente de momentos de flexión que actúan sobre las barras. Según la técnica anterior, sólo se dispone un resorte en cada caso cerca de cada rótula. Como alternativa, se propone extender la barra más allá de la rótula y también disponer otro resorte de tensión en el otro lado de la rótula. Si estos dos resortes de tensión tienen aproximadamente las mismas características, como resultado, no se producen movimientos de flexión, lo que se transmite a la barra y puede contribuir a la flexión de la barra en su centro entre las dos rótulas.

[0050] A continuación se describen detalles y rasgos adicionales de la invención con referencia a un ejemplo. Esto no pretende restringir la invención, sino sólo explicarla. En vista esquemática,

la figura 1 muestra una vista de la perspectiva de un robot delta;
la figura 2 muestra una sección a través de una rótula.

[0051] La figura 1 muestra el diagrama esquemático de un robot delta según la invención con barras estabilizadas por resortes de tensión 32. En el borde superior del dibujo, se puede observar la placa base 1 con sus tres receptáculos con una forma aproximadamente de horquilla para los brazos 31 y los servoaccionamientos 2, que, a través de su eje de salida 21, mueven los brazos 31 como una manivela. En los extremos de cada brazo, un par de barras en cada caso se conectan a través de las rótulas 5. Además, a través de las rótulas 5, este par de barras 32 se conecta de nuevo a la placa paralela 4.

[0052] Por lo tanto, la placa paralela 4 siempre permanece paralela a la placa base fija 1, independientemente de en qué posiciones del espacio de giro alcanzable del robot delta se mueva.

[0053] Sobre la placa paralela 4, se puede fijar un buen captador, una herramienta, un detector, tal como una cámara, u otro objeto, lo que determina la actividad real del robot delta, y se mueve por éste en la posición particular deseada.

[0054] En la figura 1, se muestra cómo cada par de barras 32 se mantiene unido en el extremo superior e inferior por un elemento permanentemente elástico 6. Únicamente en el caso del brazo 31 que se opone hacia delante en la figura 1 la conexión a las barras 32 fijada en realidad al mismo se interrumpe en el dibujo. Por esto, a la derecha, el segmento de rótula hueca 52 es visible, lo que, en esta perspectiva, permite una vista en su depresión semiesférica. Esta depresión con forma de enchufe tiene una forma complementaria a la del cabezal del segmento de rótula 51. Esto es visible en el lado izquierdo del brazo 31 en la parte frontal del dibujo, ya que la barra 32 conectada en realidad al mismo está cortada en el dibujo.

[0055] Para mayor claridad, en la figura 1, se omite el elemento permanentemente elástico 6 en los extremos superiores de las dos barras opuestas hacia delante 32.

En la figura 1, es evidente que los resortes de tensión 6 presionan en cada caso un par de barras 32, con los segmentos de rótula hueca 52 sujetos sobre las mismas, en los cabezales del segmento de rótula 51, y de esta manera aseguran el funcionamiento de las rótulas 5. Es evidente también que, para una fuerza de tracción relativamente alta de los resortes de tensión 6, los segmentos de rótula hueca 51 están siempre en contacto pleno con el cabezal del segmento de rótula correspondiente 51.

[0056] La figura 2 muestra una sección a través de una rótula 5. El cabezal del segmento de rótula 51 incluye el segmento de rótula hueca 52 con un ángulo circundante de aprox. 180º, una capa plástica 54 que separa los dos elementos entre sí, y los coeficientes de fricción estática y dinámica entre la rótula hueca y el segmento de rótula que están considerablemente mejorados.

[0057] El cabezal del segmento de rótula 51 está fijado en un brazo 31 (no mostrado aquí) o sobre la placa paralela 4 (que tampoco se muestra aquí).

[0058] El segmento de rótula hueca 52 se combina en la barra 32. En la realización ejemplar, consiste en un acoplamiento masivo 54 y un cilindro hueco 34, tal como un tubo de lámina metálica, enchufado al mismo. En la sección de la figura 1, se observa que el tubo de lámina metálica 34, se presiona desde ambos lados en las muescas del acoplamiento 35, y, por lo tanto, está protegido contra fuerzas de tracción, de compresión y de flexión. Esta conexión puede producirse, por ejemplo, por la formación de pulso magnético.

[0059] En la realización ejemplar de la figura 2, un elemento permanentemente elástico 6 se conecta en el acoplamiento 35 de la barra 32. En la figura 2, se puede observar fácilmente que la fuerza que actúa lateralmente del elemento permanentemente elástico 6 presiona el segmento de rótula hueca 52 contra el cabezal del segmento de rótula 51 en el área de contacto pleno, en la medida en que este extremo de la barra 32 que se muestra aquí como roto se considere inmóvil, lo que se asegura por el hecho de que la barra 32, en su otro extremo, también soporta un segmento de rótula hueca 52, que (al igual que en la figura 2) se presiona sobre un cabezal del segmento de rótula complementaria 51.

[0060] La figura 2 muestra, incluso a primera vista, que el eje de giro para sujetar el elemento permanentemente elástico 6 (por ejemplo, un resorte de tensión), no se dispone por ningún medio en el eje de soporte longitudinal 33, sino sobre una línea que conecta los puntos centrales 53 de los dos cabezales del segmento de rótula 51. En esta disposición de sus ejes de giro, el resorte 6, independientemente de la posición angular de las dos barras 32, siempre conserva su longitud, lo que aumenta su vida útil.

[0061] La figura 2 ilustra claramente una característica principal de la invención, a saber, la distancia entre el centro 53 del cabezal del segmento de rótula 51 y el eje de soporte longitudinal 33 de la barra 32.

[0062] En el caso de un tubo, se sabe que el eje de soporte longitudinal 33 será idéntico a su eje central. En la figura 2, este eje se identifica por una línea de puntos y rayas.

[0063] En la técnica anterior frecuente, este eje de soporte longitudinal 33 transcurre a través del centro 53 del cabezal del segmento de rótula 51. Sin embargo, en el caso de la invención, el eje de soporte longitudinal 33 se desplaza en el segmento de rótula hueca 52.

[0064] En la figura 2, es fácilmente evidente que el eje de soporte longitudinal 33 pasa así al menos muy cerca de la línea a lo largo de la cual el vector de fuerza resultante de cada uno de los componentes de fuerza que afectan a la cara interna del segmento de rótula hueca 52 transcurre en una dirección vertical.

[0065] En la figura 2, es evidente que una fuerza de tensión que actúa a través de la barra 32 sobre el segmento de rótula hueca 52 se distribuye de forma uniforme sobre el lado interno del mismo y genera así un vector de fuerza resultante que transcurre fuera del punto central 53 del cabezal del segmento de rótula 51:

Por debajo del punto medio 53, el componente de fuerza que actúa en la dirección de la línea de soporte 33 es mayor; en "el mismo nivel" que el punto central 53, es decir en el centro de la superficie interna del segmento de rótula hueca 52, el componente de fuerza en la dirección del eje de soporte longitudinal 33 es igual al cero.

[0066] Si todos los componentes de fuerza paralelos al eje de soporte longitudinal 33 se proyectan sobre una línea que transcurre perpendicular al eje de soporte longitudinal 33, entonces se muestra que aumentan mucho desde el valor de cero en el centro del lado interno del segmento hueco esférico, hasta más del 50% "la mitad" con respecto al centro, y se elevan al 100% cuando alcanzan el punto central 53. La posición del centroide del área bajo esta curva es la distancia óptima para el eje de soporte longitudinal 33 desde el punto central 53. En este punto (según el objeto de la invención), la fuerza de tracción se distribuye particularmente de manera muy uniforme sobre la barra 32, de modo que pueda cargarse con la mayor fuerza de tracción o de compresión posible.

Lista de Caracteres de Referencia

[0067]

| | |
|---|---|
| 1 | Placa base |
| 2 | Accionamientos, al menos tres cada uno sobre la placa base 1 |
| 21 | Eje de salida de un accionamiento 2 |
| 31 | Brazo, conectado a través del eje de salida 21 o de otra manera al accionamiento 2 |
| 32 | Barra, conecta el brazo 31 a la placa paralela 4, en cada caso de un modo articulado |
| 33 | Eje de soporte longitudinal, conecta los centroides de todas las secciones transversales a lo largo del eje longitudinal de las barras 32 |
| 34 | Cilindro hueco, parte de la barra 32 |
| 35 | Accesorio de la barra 32 |
| 4 | Placa paralela, sobre las barras 32 |
| 5 | Rótula sobre las barras 32 |
| 51 | Cabezal del segmento de rótula, parte la rótula 5 |
| 52 | Segmento de rótula hueca, complementario al cabezal del segmento de rótula 51 |
| 53 | Centro de rotación de una rótula 5 |
| 54 | Capa plástica, entre el cabezal del segmento de rótula 51 y el segmento de rótula hueca 52 |
| 6 | Elemento permanentemente elástico tensionado entre dos barras 32 |

## REIVINDICACIONES

**1.** Robot delta que consiste en

- Una placa base fija (1) y
- Al menos tres accionadores (2) fijados sobre la misma, que
- están conectados a al menos un brazo (31) en cada caso, de los cuales al menos uno está conectado al otro extremo del mismo por medio de una rótula (5), en cada caso a
- Dos barras (32) en cada caso, transcurriendo dichas barras paralelas entre sí y estando el otro extremo de las mismas conectado por medio de una rótula adicional (5) a
- una placa paralela móvil (4), estando cada rótula (5) compuesta por un cabezal del segmento de rótula (51) y un segmento de rótula esférico (52) designados de forma complementaria a la misma, y las dos rótulas (5) adyacentes entre sí en barras paralelas (32) están orientadas simétricamente especulares entre sí, estando presionado cada segmento de rótula esférico (52) sobre el cabezal del segmento de rótula correspondiente (51) tensando al menos un elemento permanentemente elástico (6) entre dos barras (32), que están orientadas paralelas entre sí, y estando el punto central (53) de al menos un cabezal del segmento de rótula (51) dispuesto con respecto al eje de soporte longitudinal (33) de la barra (32), que se conecta a la rótula (5), y
- la dirección de desplazamiento apunta de forma central más allá del segmento de rótula hueca (52), y
- la cantidad de desplazamiento es siempre más pequeño que el radio del cabezal de segmento de rótula (51),

**caracterizado porque**
los ejes de giro de los elementos permanentemente elásticos (6),

- se disponen fuera del eje de soporte longitudinal (33) y
- se disponen sobre una línea de conexión recta entre los centros de giro (53) de las dos rótulas (5) en los dos extremos de la barra respectiva (32),
- tienen la misma distancia en cada caso de los cabezales de los segmentos de rótula (51) que están adyacentes a los mismos.

**2.** Robot delta según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el elemento permanentemente elástico (6) es un resorte o una banda de goma o una banda plástica.

**3.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el accionador (2) es un servomotor rotativo o un motor lineal o un motor por etapas u otro accionador eléctrico o un cilindro hidráulico o un cilindro neumático o un piezocristal.

**4.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la sección transversal de la barra (32) cambia a lo largo de su longitud y el eje de soporte longitudinal (33) conecta los centroides de todas las secciones transversales de la barra (32) entre sí.

**5.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la cantidad de desplazamiento es mayor de un cuarto y es inferior a tres cuartos del radio del cabezal del segmento de rótula (51).

**6.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la cantidad de desplazamiento corresponde a la distancia entre el punto central (53) y el centroide del área bajo la curva de los componentes de la fuerza de tracción y de compresión que transcurren en el sentido del eje de soporte longitudinal (33) en función del radio que se extienden perpendicular al eje de soporte longitudinal (33).

**7.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el área de abertura del segmento de rótula hueca (52) es un plano que se extiende paralelo al eje de soporte longitudinal (33).

**8.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segmento de rótula hueca (52) engloba del cabezal del segmento de rótula (51) con un ángulo de 180º con respecto al punto central (53).

**9.** Robot delta según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el ángulo circundante es inferior a 180º.

**10.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segmento de rótula hueca (52) comprende dos aberturas y engloba el cabezal del segmento de rótula (51) de manera aproximadamente anular.

**11.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie interna de un segmento de rótula hueca (52) y/o el cabezal del segmento de rótula correspondiente (51) se introduce con una capa de plástico elástica y muy lúbrica (54).

**12.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa de plástico (54) está montada en el segmento de rótula hueca (52) como una inserción de plástico.

**13.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se dispone un segmento de rótula hueca (52) en un extremo de al menos una barra (32).

**14.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se dispone un cabezal de l segmento de rótula (51) en un extremo de al menos una barra (32).

**15.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los barras (32) presentan el mismo perfil en sección transversal a lo largo de toda su longitud.

**16.** Robot delta según la reivindicación 12, **caracterizado porque** al menos una barra (32) consiste en la mayor parte en un cilindro hueco (34).

**17.** Robot delta según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el perfil

- es un rectángulo, o
- un óvalo, o
- una elipse

cuyo eje longitudinal está orientado en el sentido del elemento permanentemente elástico (6).

**18.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una barra (32) está fabricada de

- plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), y/o
- plástico reforzado con fibra de carbono (PRFC), y/o
- plástico con otras mezclas, y/o
- otro plástico, y/o
- chapa, y/o
- espuma metálica, y/o
- un metal con otra forma, y/o
- tubo de bambú, y/o
- madera y/o
- otro material natural.

**19.** Robot delta según la reivindicación 16, **caracterizado porque** al menos la superficie externa de la barra (32) consiste en acero inoxidable resistente a la corrosión u otro material que sea resistente al detergentes agresivos y otros medios agresivos.

**20.** Robot delta según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el segmento de rótula hueca (52) se extiende por un cilindro hueco con el mismo radio interno.

**21.** Robot delta según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un par de barras adyacentes (32) se extiende más allá de las dos rótulas (5) y, sobre esta extensión, un segundo elemento permanentemente elástico (6) conecta ambas barras (32), y la fuerza de tracción de este segundo elemento permanentemente elástico (6) corresponde aproximadamente a la fuerza de tracción del primer elemento permanentemente elástico (6).

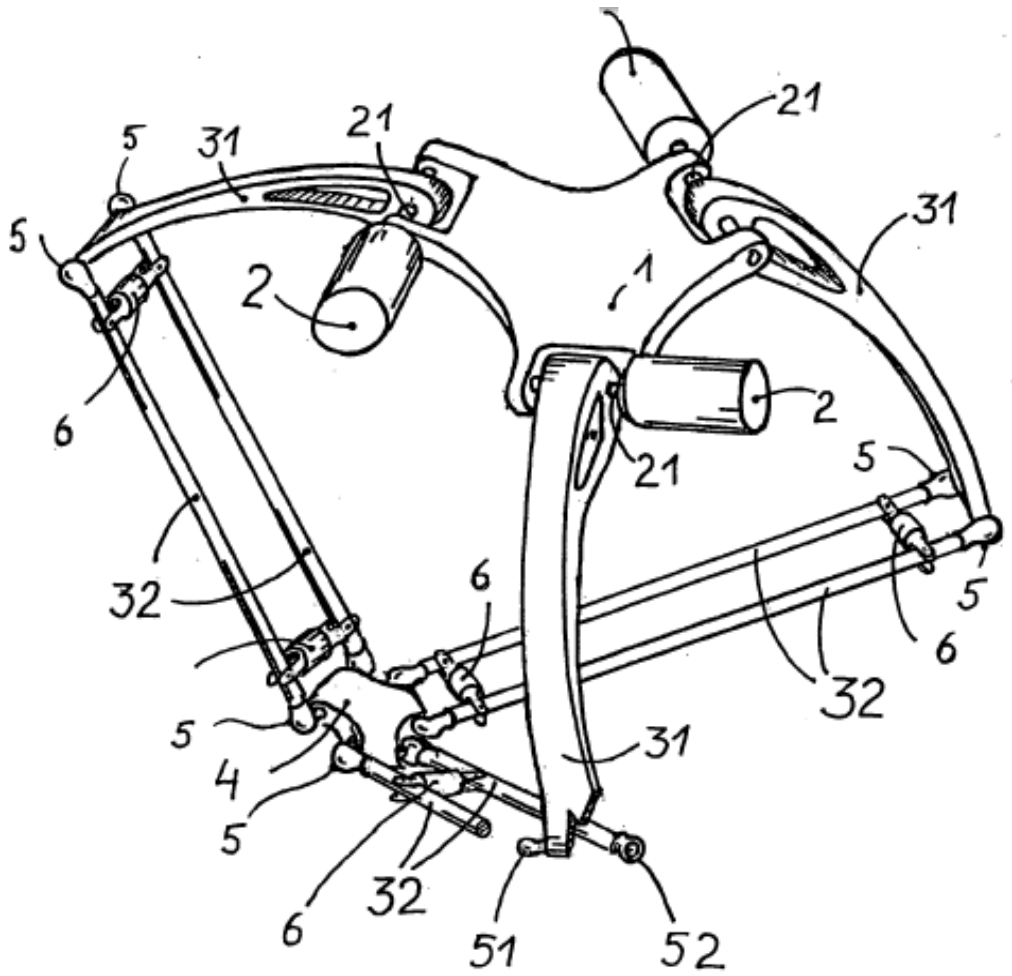


FIGURA 1

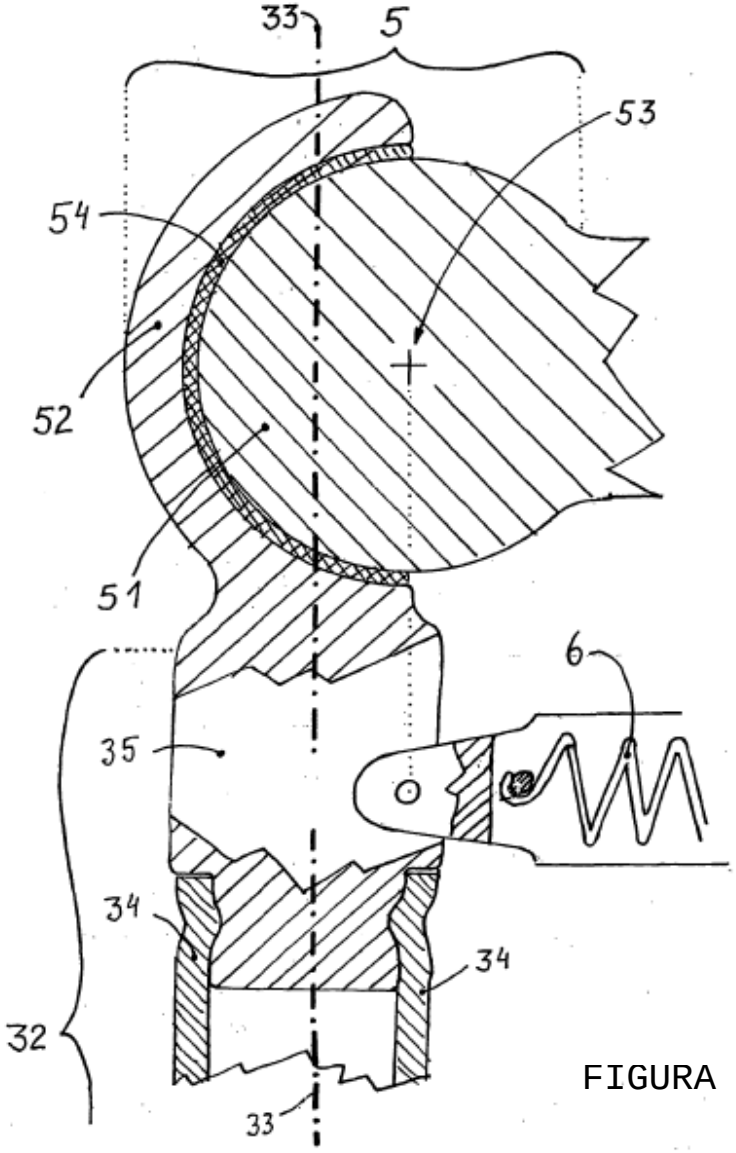


FIGURA 2