

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 674**

51 Int. Cl.:

**B25J 9/04** (2006.01)

**B25J 9/10** (2006.01)

**B25J 9/12** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2017 PCT/EP2017/068973**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2018 WO18065137**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2017 E 17751045 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2024 EP 3523100**

54 Título: **Robot de brazo articulado**

30 Prioridad:

**04.10.2016 DE 102016118785**

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

**15.11.2024**

73 Titular/es:

**BROETJE-AUTOMATION GMBH (100.0%)  
Am Autobahnkreuz 14  
26180 Rastede, DE**

72 Inventor/es:

**LOGEMANN, TORSTEN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 987 674 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 de brazo articulado

5 La invención se refiere a un robot de brazo articulado con cinemática en serie para posicionamiento de un efector terminal.

En los documentos DE 10 2013 018 857 A1 y EP 0 243 362 A1 se describen en cada caso dispositivos de manipulación.

10 En el documento DE 32 31 249 A1 también se describe un dispositivo de manipulación. De acuerdo con este documento, el dispositivo de manipulación es uno de accionamiento mixto serie-paralelo, en el que los movimientos accionados por un mismo motor se producen en diferentes momentos, mientras que los movimientos accionados por diferentes motores pueden realizarse al mismo tiempo. El documento divulga una cinemática parcial para el ajuste de dos miembros de robot unidos entre sí mediante una articulación de robot, que presenta un accionamiento lineal con un elemento de accionamiento ajustable a lo largo de un eje lineal y un acoplamiento con dos articulaciones de acoplamiento separadas entre sí a lo largo de la extensión del acoplamiento, en donde el accionamiento lineal está dispuesto sobre el primer miembro de robot y el acoplamiento está articulado por un lado en el elemento de accionamiento y por otro lado en el segundo miembro de robot, distanciado del eje geométrico de la articulación de robot.

20 El robot de brazo articulado en cuestión se utiliza en diversos campos de la tecnología de automatización. La atención se centra aquí en tareas de automatización relacionadas con la producción de componentes estructurales de aeronaves, en los que las fuerzas de proceso se producen en el efector final.

25 El posicionamiento del efector final bajo las fuerzas de proceso plantea exigencias especiales a la cinemática del robot de brazo articulado. Un factor que influye en la precisión del posicionamiento es el juego condicionado por la tolerancia en la cinemática del robot de brazo articulado, que puede reducirse especificando márgenes de tolerancia más ajustados, arrojando ejes motrices o similares. Otro aspecto que se destaca aquí es la rigidez de la cinemática del robot de brazo articulado. Si la cinemática no es suficientemente rígida, las fuerzas de proceso pueden provocar una desviación indeseada en el posicionamiento del efector final.

30 La rigidez de la cinemática del robot de brazo articulado está determinada en gran medida por el tren de potencia, que provoca el ajuste de la cinemática. El tren de potencia, que normalmente presenta varios subtrenes compuestos por un motor de accionamiento y al menos un engranaje conectado detrás del motor de accionamiento, debe contrarrestar las fuerzas de proceso de tal manera que las desviaciones en el posicionamiento del efector final sean tan pequeñas como sea posible. Esto, a su vez, impone exigencias adicionales a la rigidez del tren de potencia en su conjunto.

35 La invención tiene el problema subyacente de especificar un robot de brazo articulado con cinemática en serie para el posicionamiento de un efector final, que presente una gran rigidez frente a las fuerzas de proceso que se producen en el efector final.

La invención resuelve el problema con un robot de brazo articulado de acuerdo con la reivindicación 1.

40 En primer lugar se parte de que la cinemática del robot de brazo articulado presenta al menos una cinemática parcial con una articulación de robot, con un miembro de robot aguas arriba de la articulación de robot y un miembro de robot aguas abajo de la articulación de robot.

45 Ahora es esencial tener en cuenta que equipando el tren de potencia con un accionamiento lineal y un acoplamiento asignado al accionamiento lineal, con un diseño adecuado, se puede conseguir que las fuerzas de proceso que actúan sobre el efector final y que ejercen un momento de torsión en la articulación de robot en cuestión, las fuerzas que actúan sobre el accionamiento lineal a lo largo de su eje lineal son relativamente pequeñas. De acuerdo con la propuesta, esta configuración es tal que la al menos una cinemática parcial presenta un accionamiento lineal con un elemento de accionamiento regulable a lo largo de un eje lineal y un acoplamiento con dos articulaciones de acoplamiento distanciadas entre sí a lo largo de la extensión del acoplamiento, en donde el accionamiento lineal está dispuesto en un primer miembro de robot de los dos miembros de robot aguas arriba y aguas abajo de la cinemática parcial y en donde el acoplamiento está articulado, por un lado, en el elemento del accionamiento lineal y, por otro lado, en el segundo miembro de robot restante de los dos miembros de robot aguas arriba y aguas abajo de la cinemática parcial, distanciado de la articulación de robot de la cinemática parcial.

60 En las configuraciones especialmente preferidas de acuerdo con las reivindicaciones 2 a 4, el accionamiento lineal es un accionamiento de husillo-tuerca de husillo, mientras que en las otras configuraciones preferidas de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4 el eje geométrico del husillo se encuentra estacionario en el primer miembro de robot de la cinemática parcial. Esto simplifica el alojamiento del husillo y, por tanto, reduce los costes de fabricación.

65 Es esencial para la invención que en el primer miembro de robot de la cinemática parcial esté dispuesta una guía longitudinal por separado del accionamiento lineal, mediante la cual el elemento de accionamiento es guiado

longitudinalmente en el primer miembro de robot en una dirección de guía. Esto significa que con el accionamiento de husillo-tuerca del husillo anterior se puede lograr que cualquier fuerza de proceso que actúe sobre el efector final no ejerza una fuerza resultante sobre el husillo en una dirección transversal al eje geométrico de husillo. Esto significa que no se producen imprecisiones en el posicionamiento, que podrían deberse a una posible flexión del husillo.

En el estado estático de la cinemática parcial, es decir, con el accionamiento lineal fijo, la articulación de robot y las dos articulaciones de acoplamiento junto con el acoplamiento y las respectivas secciones de los miembros de robot, que se encuentran entre las articulaciones de acoplamiento y la articulación de robot, forman una disposición a modo de triángulo de varillas, cuyas esquinas atraviesan la articulación de robot y están definidas por las articulaciones de acoplamiento, estando la superficie triangular alineada transversalmente al eje geométrico de la articulación de robot.

Otras configuraciones preferidas de acuerdo con las reivindicaciones 8 a 11 se refieren a un robot de brazo articulado, que de acuerdo con la propuesta está equipado con dos cinemáticas parciales. En una variante preferida de acuerdo con la reivindicación 8, está previsto que tanto a la primera como a la segunda cinemática parcial esté asignado un miembro de robot común. En principio también pueden estar previstas más de dos cinemáticas parciales propuestas, que naturalmente pueden parametrizarse de forma diferente.

A continuación se explica la invención más detalladamente por medio de un dibujo que representa solo un ejemplo de realización. En el dibujo muestra

la Fig. 1

Un de robot de brazo articulado de acuerdo con la propuesta en una vista lateral,

la Fig. 2

el diagrama cinemático del robot de brazo articulado de acuerdo con la Fig. 1 y

la Fig. 3

el roto de brazo articulado de acuerdo con la Fig. 1, en vista en perspectiva, a) en dirección de observación IIIa y b) en la dirección de observación IIIb, en cada caso.

El robot de brazo articulado 1 mostrado en el dibujo está equipado con una cinemática 2 en serie para posicionar un efector final 3. La Fig. 1 muestra un sistema de coordenadas de referencia 4, respecto al cual se puede posicionar el efector final 3, en particular un sistema de coordenadas de herramienta 5 en el efector final 3.

La cinemática 2 del robot de brazo articulado 1 comprende en el presente caso al menos una cinemática parcial 6, 7, en este caso y preferiblemente justo dos cinemáticas parciales 6, 7 de acuerdo con la propuesta. Las dos cinemáticas parciales 6, 7 tienen una estructura básicamente idéntica, pero se pueden parametrizar de forma diferente. Esto se puede ver, por ejemplo, en la representación de acuerdo con la Fig. 1.

La primera cinemática parcial 6 se explica en primer lugar a continuación. En consecuencia, todas las realizaciones pertinentes aplican a la segunda cinemática parcial 7. En particular, todas las características y ventajas explicadas para la primera cinemática parcial son aplicables a la segunda cinemática parcial 7 y viceversa.

La cinemática parcial 6 está equipada con una articulación de robot 6.1, con un miembro de robot 6.2 aguas arriba de la articulación de robot 6.1 y un miembro de robot 6.3 aguas abajo de la articulación de robot 6.1. Los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" se refieren a una dirección de avance 8, que discurre hacia el efector final 3 a lo largo de la cinemática 2 en serie. Los dos miembros de robot 6.2 y 6.3 están acoplados entre sí de forma pivotante a través de la articulación de robot 6.1.

Para ajustar los miembros de robot 6.2, 6.3 entre sí, la cinemática parcial 6 presenta un accionamiento lineal 6.4 con un elemento de accionamiento 6.6 ajustable a lo largo de un eje lineal 6.5, así como un acoplamiento 6.7 con dos articulaciones de acoplamiento 6.8, 6.9 distanciadas entre sí a lo largo de la extensión del acoplamiento. El acoplamiento 6.7 está diseñado aquí como acoplamiento doble con dos acoplamientos individuales que discurren paralelos, como se muestra en la Fig. 3a. Por "extensión del acoplamiento" se entiende en este caso la extensión longitudinal del acoplamiento 6.7.

El accionamiento lineal 6.4 está dispuesto en un primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6. El primer miembro de robot 6.10 es uno de los dos miembros de robot 6.2 y 6.3 aguas arriba y aguas abajo.

El acoplamiento 6.7 está dispuesto, por un lado, en el elemento de accionamiento 6.6 del accionamiento lineal 6.4 y, por otro lado, en el segundo miembro de robot 6.11 restante de la cinemática parcial 6, concretamente a una distancia 6.12 del eje geométrico 6.1a de la articulación de robot 6.1 de la cinemática parcial 6. El segundo miembro de robot 6.11 es la otra de los dos miembros de robot 6.2 y 6.3 aguas arriba y aguas abajo.

De lo anterior se deduce que un ajuste del elemento de accionamiento 6.6 hacia arriba en el miembro de robot 6.3 mostrado en la Fig. 1 provoca un correspondiente ajuste del miembro de robot 6.3 en el sentido de las agujas del reloj, mientras que un ajuste del elemento de accionamiento 6.6 hacia abajo en el miembro de robot 6.3 provoca un correspondiente ajuste del miembro de robot 6.3 contrario al sentido de las agujas del reloj.

La segunda cinemática parcial 7 está construida de manera correspondiente y presenta una articulación de robot 7.1, un miembro de robot 7.2 aguas arriba, un miembro de robot 7.3 aguas abajo, un accionamiento lineal 7.4, cuyo elemento de accionamiento 7.6 es ajustable a lo largo del eje lineal 7.5, un acoplamiento 7.7 con dos articulaciones de acoplamiento 7.8 y 7.9, un primer miembro de robot 7.1 y un segundo miembro de robot 7.11, así como una distancia correspondiente entre la articulación de acoplamiento 7.8 y la articulación de robot 7.1. El modo de funcionamiento de la segunda cinemática parcial 7 corresponde al funcionamiento de la primera cinemática parcial 6, de modo que un ajuste del elemento de accionamiento 7.6 en la Fig. 1 hacia arriba provoca un ajuste correspondiente en el sentido de las agujas del reloj del miembro de robot 7.3 y un ajuste del elemento de accionamiento 7.6 en la Fig. 1 hacia abajo provoca un ajuste correspondiente del miembro de robot 7.3 contrario al sentido de las agujas del reloj.

La Fig. 2 muestra la cinemática 2 del robot de brazo articulado 1 de acuerdo con la propuesta en una representación esquemática. Aquí queda claro que la articulación de robot 6.1, las dos articulaciones de acoplamiento 6.8, 6.9 junto con el acoplamiento 6.7 y las respectivas secciones de los miembros de robot 6.2, 6.3, que se encuentran entre las articulaciones de acoplamiento 6.8, 6.9 y la articulación de robot 6.1, así como junto con el accionamiento lineal 6.4 forman una especie de cinemática de manivela de empuje. La manivela es, por así decirlo, la sección del miembro de robot 6.2 que se encuentra entre la articulación de acoplamiento 6.9 alejada del accionamiento lineal 6.4 y la articulación de robot 6.1.

En el ejemplo de realización representado y en este sentido preferido, el accionamiento lineal 6.4 es un accionamiento de husillo-tuerca de husillo con un husillo 6.13 y una tuerca de husillo 6.14, comprendiendo el elemento de accionamiento 6.6 la tuerca de husillo 6.14 o el husillo 6.13, en este caso preferiblemente la tuerca de husillo 6.14. En una configuración especialmente preferida, el sistema de husillo 6.13 y tuerca de husillo 6.14 está configurado como sistema de husillo de bolas o como sistema de accionamiento de husillo planetario. Especialmente con el sistema de accionamiento de husillo planetario se pueden ajustar cargas elevadas con gran precisión.

Un aspecto especialmente interesante desde el punto de vista de la tecnología de fabricación en el robot de brazo articulado 1 representado, es el hecho de que el husillo 6.13 de la cinemática parcial 6 está montado en el primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6, que presenta el accionamiento lineal 6.4, de tal manera que el eje geométrico de husillo 6.13a se encuentra estacionario en el primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6. En particular, aquí ocurre preferiblemente que el husillo 6.13 esté montado axialmente fijo, pero giratorio alrededor del eje de husillo 6.13a axial en el primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6, siendo la tuerca de husillo 6.14 desplazable axialmente, pero en relación con el eje geométrico de husillo 6.13a está montado de forma resistente al giro en el primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6. Para accionar el husillo 6.13 está previsto además preferiblemente un accionamiento del husillo 6.15, que en una configuración especialmente preferida está configurado como servoaccionamiento, es decir, como accionamiento regulado. En lo que respecta al montaje del accionamiento de husillo 6.15, también es ventajoso que el husillo 6.14, como se mencionó anteriormente, esté dispuesto en el primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6.

Lo dicho anteriormente sobre la primera cinemática parcial 6 en cuanto a la configuración del accionamiento lineal 6.4 como accionamiento de husillo-tuerca del husillo es válido también para la segunda cinemática parcial 7. También en este caso están previstos los componentes husillo 7.13, tuerca de husillo 7.14 y accionamiento de husillo 7.15, que interactúan entre sí del modo descrito anteriormente.

En el primer miembro de robot 6.10 de la cinemática parcial 6 está dispuesta una guía longitudinal 6.16, mediante la cual el elemento de accionamiento 6.6 es guiado longitudinalmente en el primer miembro de robot 6.10 en una dirección de guía 6.17. La guía longitudinal 6.16 está diseñada por separado del accionamiento lineal 6.4. En este sentido, una guía no solo garantiza que se mantenga la dirección de movimiento del elemento de accionamiento 6.6 a lo largo de la dirección de guía 6.17, sino que también impide que el elemento de accionamiento 6.6 se desprenda de la guía. En una configuración especialmente preferida, está previsto que la guía longitudinal 6.16 ejerza fuerzas de guía sobre el elemento de accionamiento 6.6, que están alineadas tanto transversalmente al eje geométrico 6.1a de la articulación de robot 6.1 como transversalmente a la dirección de guía 6.17. En este caso, incluso preferiblemente, la guía longitudinal 6.16 ejerce fuerzas de guía sobre el elemento de accionamiento 6.6 en todas las direcciones transversales a la dirección de guía 6.17. En este caso, preferiblemente la guía longitudinal 6.16 es una guía plana. Alternativamente, la guía longitudinal también puede ser una guía de cola de milano o una guía de prisma.

La segunda cinemática parcial 7 está equipada con una guía longitudinal 7.16 correspondiente a la que se le ha asignado una dirección de guía 7.17, que a su vez tiene la misma función que la guía longitudinal 6.16 explicada de la primera cinemática parcial 6.

- La ventaja de la cinemática 2 de acuerdo con la propuesta se puede apreciar mejor observando el estado estático de la cinemática parcial 6 correspondiente, es decir, con el accionamiento lineal 6.4 fijo. Es esencial para el estado estático de la cinemática parcial 6, la articulación de robot 6.1 y las dos articulaciones de acoplamiento 6.8, 6.9 junto con el acoplamiento 6.7 y las respectivas secciones de los miembros de robot 6.10, 6.11, que se encuentran entre las articulaciones de acoplamiento. 6.8, 6.9 y la articulación de robot 6.1, forman una disposición a modo de triángulo de varillas 6.18. Las líneas de acción de fuerza asignadas al triángulo de varillas 6.18 forman un triángulo de acción de fuerza 6.19, cuyas esquinas están definidas por la articulación de robot 6.1 y por las articulaciones de acoplamiento 6.8, 6.9. Una disposición especialmente estable resulta del hecho de que sus ángulos internos en una zona de trabajo del robot de brazo articulado 1 son, preferiblemente, siempre superiores a 15°, preferiblemente superiores a 20°, más preferiblemente superiores a 30°. Alternativa o adicionalmente, está previsto en este sentido que el ángulo interior en la articulación de acoplamiento 6.9 alejada del elemento de accionamiento 6.6 en una zona de trabajo del robot de brazo articulado 1, sea siempre preferiblemente de menos de 150°, preferiblemente menos de 140°, más preferiblemente menos de 120° y más preferiblemente menos de 100°.
- Todas las realizaciones sobre la primera cinemática 6 en relación con el triángulo de varillas 6.18 se aplica igualmente a la segunda cinemática parcial 7, que también está dispuesta a modo de un triángulo de varillas 7.18. Por consiguiente, la segunda cinemática parcial 7 muestra, además del triángulo de varillas 7.18, un triángulo de acción de fuerza 7.19, que presenta las esquinas 7.20, 7.21 y 7.22.
- En este caso y preferiblemente, la segunda cinemática parcial 7 se encuentra detrás de la primera cinemática parcial 6, como se puede ver mejor en la representación de acuerdo con la Fig. 1. Se prefiere además que el miembro de robot 6.3 aguas abajo de la primera cinemática 6 parcial sea al mismo tiempo el miembro de robot 7.2 aguas arriba de la segunda cinemática 7 parcial, de modo que este miembro de robot proporcione un miembro de robot 9 común de las dos cinemáticas parciales 6, 7. En una configuración especialmente preferida, los accionamientos lineales 6.4, 7.4 de ambas cinemáticas parciales 6, 7 están dispuestos en el miembro de robot 9 común. Por lo tanto, está previsto aquí y preferiblemente que los husillos 6.13, 7.13, las tuercas de husillo 6.14, 7.14 y los accionamientos de husillo 6.15, 7.15 estén dispuestos respectivamente en el miembro de robot 9 común.
- Como se muestra en la Fig. 1, está preferiblemente previsto que el primer miembro de robot 6.10 de la primera cinemática parcial 6, que tiene el accionamiento lineal 6.4, sea al mismo tiempo el primer miembro de robot 7.10 de la segunda cinemática parcial 7, que tiene el accionamiento lineal 7.4, y con ello proporciona el miembro de robot 9 común de las dos cinemáticas parciales 6, 7.
- El primer miembro de robot 6.10 de la primera cinemática parcial 6, que presenta el accionamiento lineal 6.4, está aguas abajo del segundo miembro de robot 6.11 de la primera cinemática parcial 6. Por lo tanto, el primer miembro de robot 6.10 es el miembro de robot 6.3 aguas abajo mencionado anteriormente de la primera cinemática parcial 6, mientras que el segundo miembro de robot 6.11 es el miembro de robot 6.2 aguas arriba mencionado anteriormente de la primera cinemática parcial 6.
- Por el contrario, en la segunda cinemática parcial 7 está previsto que el primer miembro de robot 7.10, que tiene el accionamiento lineal 7.4, esté aguas arriba del segundo miembro de robot 7.11. Aquí, el primer miembro de robot 7.10 es el miembro de robot 7.2 aguas arriba en el sentido anterior, mientras que el segundo miembro de robot 7.11 es el miembro de robot 7.3 aguas abajo mencionado anteriormente.
- Esto significa que la primera cinemática parcial 6 funciona, por así decirlo, a la inversa que la segunda cinemática parcial 7, de lo que resulta, entre otras cosas, la estructura especialmente compacta mostrada en la Fig. 1. La compactidad mencionada anteriormente se ve reforzada por el hecho de que los ejes lineales 6.5, 7.5 de las dos cinemáticas parciales 6, 7 están separados entre sí, pero alineados en paralelo entre sí.
- Los ejes geométricos 6.1a y 7.1a de las dos articulaciones de robot 6.1 y 7.1 están aquí y preferiblemente alineados paralelos entre sí. Esto permite un alcance relativamente grande del robot de brazo articulado 1 en la dirección X del sistema de coordenadas de referencia 4 mostrado en la Fig. 1.
- Los dos ejes lineales 6.5, 7.5 de las dos cinemáticas parciales 6, 7 se extienden preferiblemente en paralelo a una línea de conexión entre los ejes geométricos 6.1a y 7.1a de las dos articulaciones de robot 6.1 y 7.1, extendiéndose esta línea de conexión transversalmente a los ejes 6.1a y 7.1a. Esta alineación mutuamente paralela se puede implementar de manera especialmente sencilla en términos de tecnología de producción.
- A partir de la situación mostrada en la Fig. 1, una fuerza de proceso en la dirección Z negativa del sistema de coordenadas de herramienta 5 provoca ahora un momento de torsión alrededor de la articulación de robot 7.1 de la segunda cinemática parcial 7, que se apoya en el acoplamiento 7.7. Mediante la configuración del triángulo de varillas 7.18 anterior se aplica solo una fuerza comparativamente pequeña en el accionamiento lineal 7.4 a través del acoplamiento 7.7 a través del elemento de accionamiento 7.6 en dirección al eje lineal 7.5, de modo que el accionamiento lineal 7.4 tiene aplicar una contrafuerza correspondientemente baja para garantizar una alta rigidez. La componente de fuerza restante transversal al eje lineal 7.5 se introduce en la guía longitudinal 7.16 y no produce deformaciones indeseadas.

Al mismo tiempo, la fuerza de proceso mencionada anteriormente provoca un momento de giro en la dirección Z negativa del sistema de coordenadas de herramienta 5 alrededor de la articulación de robot 6.1 de la primera cinemática parcial 6, que se apoya a través del acoplamiento 6.7. Mediante la formación del triángulo de varilla 6.18 anterior se aplica solo una fuerza comparativamente pequeña en el accionamiento lineal 6.4 a través del acoplamiento 6.7 a través del elemento de accionamiento 6.6 en dirección al eje lineal 6.5, de modo que el accionamiento lineal 6.4, a su vez, debe aplicar una contrafuerza correspondientemente baja para poder garantizar una alta rigidez. La componente de fuerza restante transversal al eje lineal 6.5 se introduce a su vez en la guía longitudinal 6.16 y no produce deformaciones indeseadas.

Aquí resulta evidente que la existencia de las guías longitudinales 6.16 y 7.16 es especialmente importante para la rigidez resultante del robot de brazo articulado 1 en su conjunto.

El robot de brazo articulado 1 propuesto está configurado preferiblemente como robot de brazo articulado de seis ejes. Se da el caso de que el primer eje de posicionamiento geométrico 10 es un eje en la dirección Y del sistema de coordenadas de referencia 4. El miembro de robot 6.2 puede pivotarse alrededor del eje de posicionamiento geométrico 10 con respecto a un cuerpo base 11. El segundo eje de posicionamiento 12 y el tercer eje de posicionamiento 13 están proporcionados por los ejes geométricos 6.1a, 7.1a de las articulaciones del robot 6.1, 7.1. Al elemento de robot 7.3 le siguen de manera habitual un cuarto, un quinto y un sexto eje de posicionamiento 14, 15, 16, que solo están indicados en el dibujo y que tienen solo una importancia secundaria para la enseñanza propuesta.

Al primer eje de posicionamiento 10 y al cuarto, quinto y sexto eje de posicionamiento 14, 15, 16 están asignados accionamientos de eje 17-20. Para evitar juegos condicionados por tolerancias, los accionamientos de eje 17-20 y/o los accionamientos de husillo 6.15, 7.15 pueden estar equipados al menos parcialmente con dos motores de accionamiento, que siempre están ligeramente apoyados entre sí. Básicamente son concebibles otras alternativas para reducir el juego condicionado por tolerancia.

El robot de brazo articulado 1 propuesto se utiliza preferiblemente en el marco de la realización de tareas de automatización relacionadas con la producción de componentes estructurales de aeronaves. Por consiguiente, el efector final 3 es preferiblemente una unidad de remachado, una unidad de manipulación o una unidad de tendido de fibras. Son concebibles otras configuraciones del efector final 3.

## REIVINDICACIONES

1. Robot de brazo articulado con cinemática (2) en serie para el posicionamiento de un efector final (3), presentando la cinemática (2) al menos una cinemática parcial (6, 7) con una articulación de robot (6.1), con un miembro de robot (6.2) aguas arriba de la articulación de robot (6.1) y un miembro de robot (6.3) aguas abajo de la articulación de robot (6.1),  
5 en donde la al menos una cinemática parcial (6, 7) para ajustar los miembros de robot (6.2, 6.3) entre sí, incluye un accionamiento lineal (6.4) con un elemento de accionamiento (6.6) que se puede ajustar a lo largo de un eje lineal (6.5) y un acoplamiento (6.7) con dos articulaciones de acoplamiento (6.8, 6.9) espaciadas a lo largo de la extensión del acoplamiento, estando dispuesto el accionamiento lineal (6.4) en un primer miembro de robot (6.10) de la cinemática parcial (6), estando el acoplamiento (6.7) articulado, por un lado, en el elemento de accionamiento (6.6) del accionamiento lineal (6.4) y, por otro lado, en el segundo miembro de robot (6.11) restante de la cinemática parcial (6), separado del eje geométrico (6.1a) de la articulación de robot (6.1) de la cinemática parcial (6), y  
10 en donde en el primer miembro de robot (6.10) de la cinemática parcial (6) está dispuesta por separado del accionamiento lineal (6.4) una guía longitudinal (6.16), mediante la cual el elemento de accionamiento (6.6) es guiado longitudinalmente en el primer miembro de robot (6.10) en una dirección de guía (6.17).
2. Robot de brazo articulado según la reivindicación 1, caracterizado por que el accionamiento lineal (6.4) es un accionamiento de husillo-tuerca de husillo con un husillo (6.13) y una tuerca de husillo (6.14) y que el elemento de accionamiento (6.6) comprende la tuerca de husillo (6.14) o el husillo (6.13) preferiblemente que el sistema de husillo (6.13) y tuerca de husillo (6.14) esté configurado como sistema de husillo de bolas o como sistema de accionamiento de husillo planetario.  
20
3. Robot de brazo articulado según la reivindicación 2, caracterizado por que el husillo (6.13) está montado en el primer miembro de robot (6.10) de la cinemática parcial (6), de tal manera que el eje de husillo (6.13a) geométrico en el primer miembro de robot (6.10) de la cinemática parcial (6) está estacionario.  
25
4. Robot de brazo articulado según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que el husillo (6.13) está montado axialmente fijo pero giratorio en el primer miembro de robot (6.10) de la cinemática parcial (6) y que la tuerca de husillo (6.14) está alojada desplazable axialmente, pero de forma resistente al giro en el primer miembro de robot (6.10) de la cinemática parcial (6), preferiblemente que está previsto un accionamiento de husillo (6.15) para accionar el husillo (6.13), más preferiblemente que el accionamiento de husillo (6.15) está diseñado como servoaccionamiento.  
30
5. Robot con brazo articulado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la guía longitudinal (6.16) ejerce fuerzas de guiado sobre el elemento de accionamiento (6.6) en todas las direcciones transversales a la dirección de guía (6.17).  
35
6. Robot de brazo articulado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para el estado estático de la cinemática parcial (6), la articulación de robot (6.1) y las dos articulaciones de acoplamiento (6.8, 6.9) junto con el acoplamiento (6.7) y las respectivas secciones de los miembros de robot (6.2, 6.3), que se encuentran entre las articulaciones de acoplamiento (6.8, 6.9) y la articulación de robot (6.1), forman una disposición a modo de triángulo de varillas (6.18).  
40
7. Robot de brazo articulado según la reivindicación 6, caracterizado por que las líneas de acción de fuerza asignadas al triángulo de varilla (6.18) forman un triángulo de acción de fuerza (6.19), cuyas esquinas (6.20, 6.21, 6.22) están definidas por la articulación de robot (6.1) y por las articulaciones de acoplamiento (6.8, 6.9) y su ángulo interno en una zona de trabajo del robot de brazo articulado, es preferiblemente siempre superior a 15°, preferiblemente superior a 20°, más preferiblemente superior a 30°, y/o que el ángulo interno en la articulación de acoplamiento (6.9), que está alejado del elemento de accionamiento (6.6), en una zona de trabajo del robot de brazo articulado, sea siempre preferiblemente inferior a 150°, preferiblemente inferior a 140°, más preferiblemente inferior a 120° y más preferiblemente inferior a 100°.   
45  
50
8. Robot de brazo articulado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la cinemática (2) presenta una primera cinemática parcial (6) de al menos una cinemática parcial (6, 7) y una segunda cinemática parcial (7) de al menos una cinemática parcial (6, 7), en donde la segunda cinemática parcial (7) está aguas abajo de la primera cinemática parcial (6), preferiblemente que el miembro de robot (6.3) aguas abajo de la primera cinemática parcial (6) es al mismo tiempo el miembro de robot (7.2) aguas arriba de la segunda cinemática parcial (7) y por lo tanto es un miembro de robot (9) común de las dos cinemáticas parciales (6, 7), además preferiblemente que los accionamientos lineales (6.4, 7.4) de ambas cinemáticas parciales (6, 7) están dispuestos en el miembro de robot (9) común.  
55  
60
9. Robot de brazo articulado según la reivindicación 8, caracterizado por que el primer miembro de robot (6.10) de la primera cinemática parcial (6) que presenta el accionamiento lineal (6.4), es al mismo tiempo el primer miembro de robot (7.10) de la segunda cinemática parcial (7) que presenta el accionamiento lineal (7.4) y proporciona así el miembro de robot (9) común de las dos cinemáticas parciales (6, 7).  
65

- 5 10. Robot de brazo articulado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer miembro de robot (6.10) de la primera cinemática parcial (6), que presenta el accionamiento lineal (6.4), está aguas abajo del segundo miembro de robot (6.11) de la primera cinemática parcial (6) y que el primer miembro de robot (7.10) de la segunda cinemática parcial (7), que presenta el accionamiento lineal (7.4), está aguas arriba del segundo miembro de robot (7.11) de la segunda cinemática parcial (7).
11. Robot de brazo articulado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los ejes lineales (6.5, 7.5) de las dos cinemáticas parciales (6, 7) están alineados distanciados entre sí, pero paralelos entre sí.
- 10 12. Robot de brazo articulado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el efector final (3) está configurado como unidad de remachado, como unidad de manipulación o como unidad de tendido de fibras.
- 15 13. Robot de brazo articulado según una de las reivindicaciones aguas arriba, caracterizado por que el miembro de robot (6.2) aguas arriba puede pivotarse con respecto a un cuerpo base (11) alrededor de un eje de posicionamiento geométrico (10).

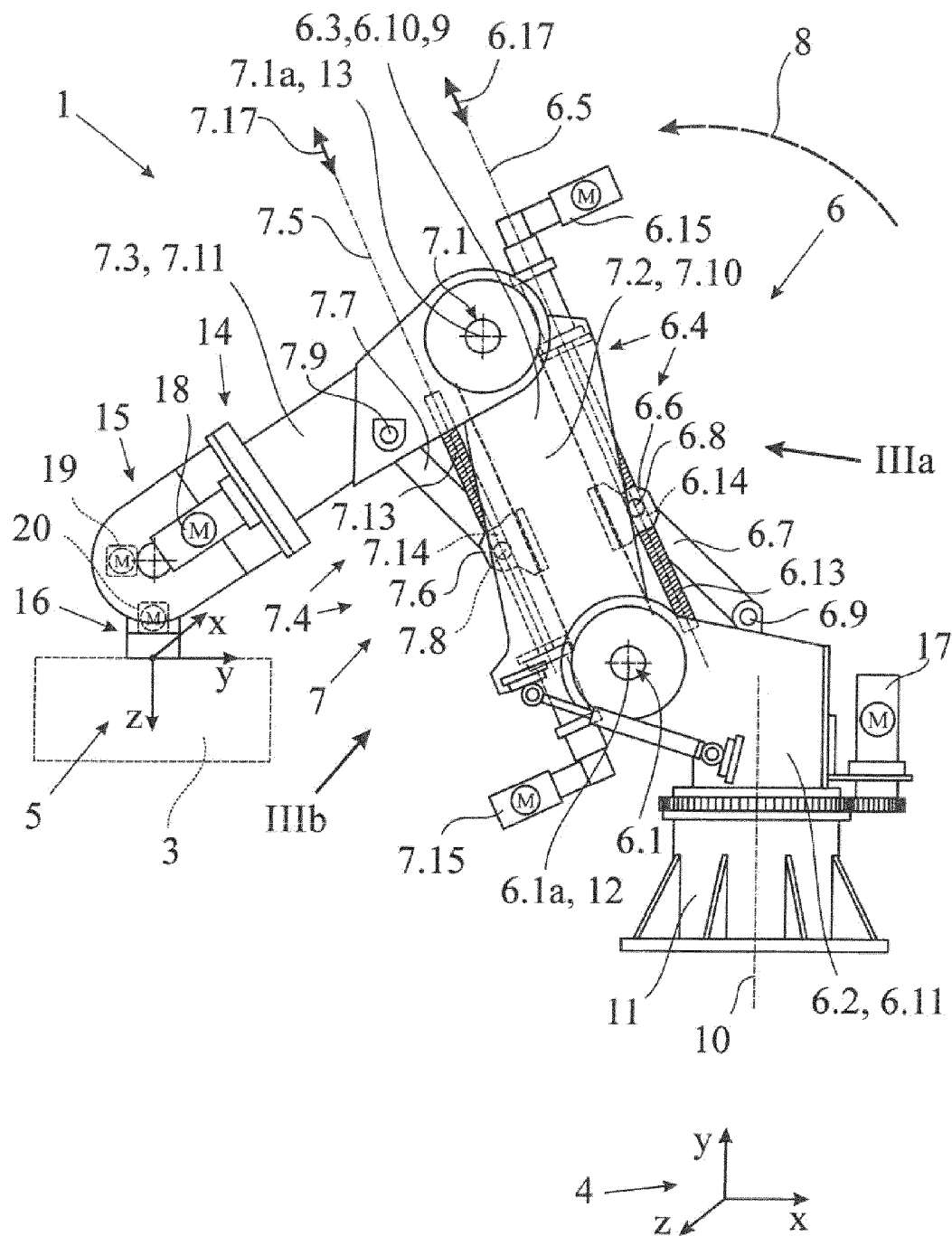


Fig. 1

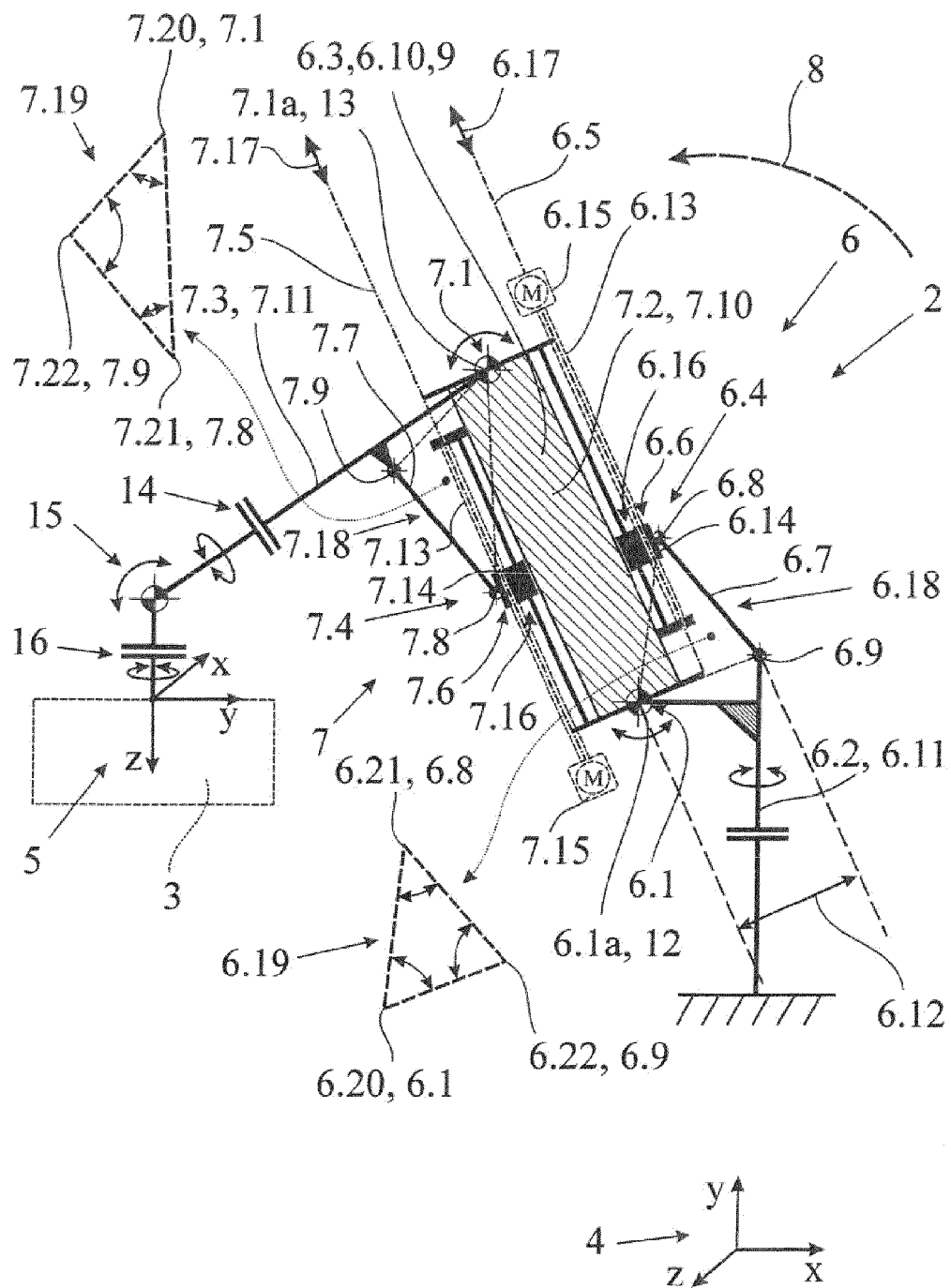


Fig. 2

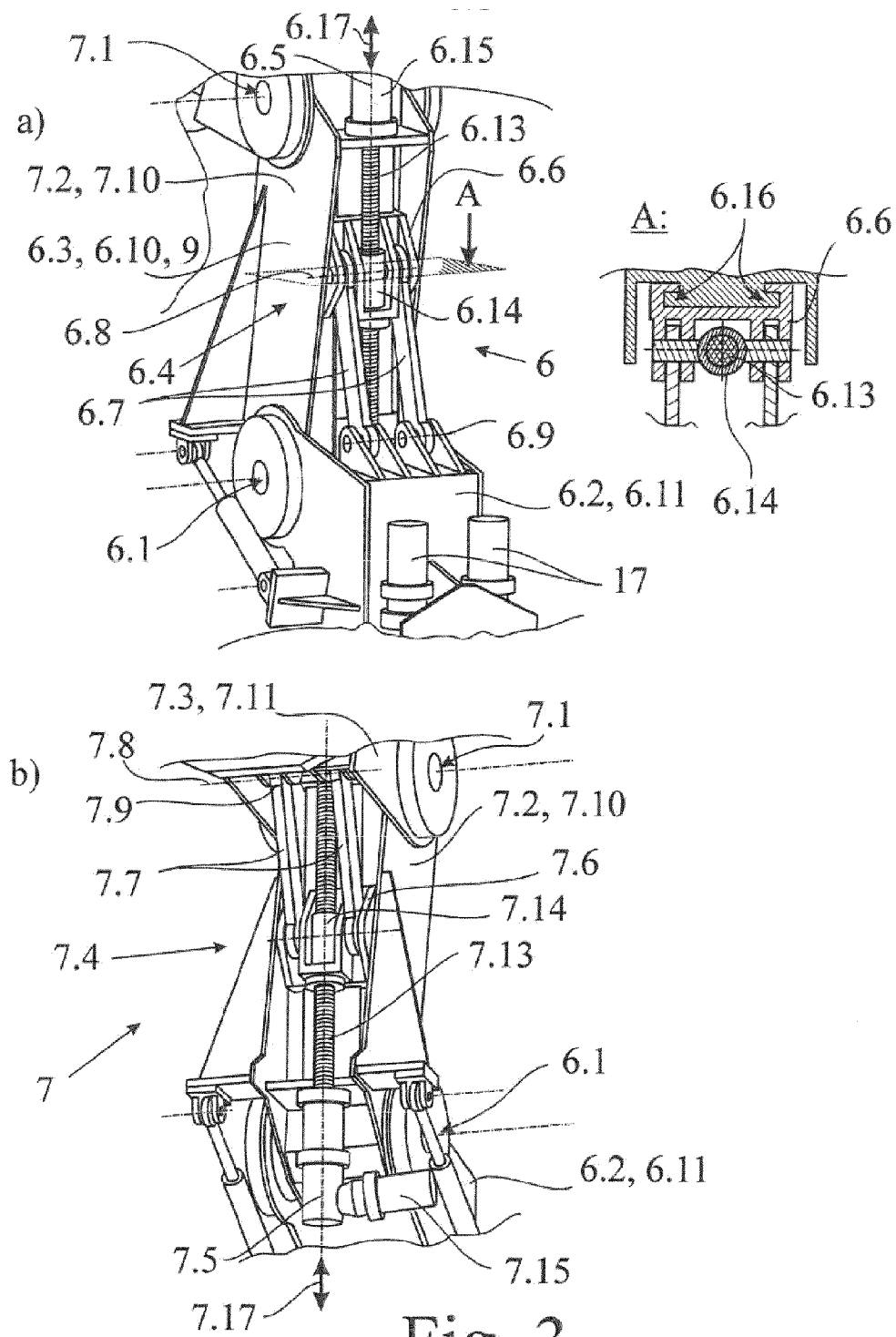


Fig. 3