

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 493**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00	(2006.01)
E04G 3/24	(2006.01)
E04G 3/28	(2006.01)
B62D 57/024	(2006.01)
F03D 17/00	(2006.01)
F03D 80/50	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2013 PCT/EP2013/000270**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13113494**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2013 E 13705098 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2809946**

54 Título: **Robot escalador para mástiles**

30 Prioridad:

31.01.2012 DE 102012001725

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

14.06.2018

73 Titular/es:

**FACHHOCHSCHULE AACHEN (100.0%)
Kalverbenden 6
52066 Aachen, DE**

72 Inventor/es:

**BAGHERI, MOHSEN y
DAHMAN, PETER**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 672 493 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 escalador para mástiles

5 La invención se refiere a un robot escalador para mástiles, en particular para aerogeneradores, que comprende al menos un primer dispositivo de soporte y al menos un segundo dispositivo de soporte, en el que la distancia entre los dispositivos de soporte es modificable en la dirección vertical por medio de al menos un accionamiento lineal, y cada dispositivo de soporte comprende al menos un dispositivo de sujeción por medio del cual el dispositivo de soporte respectivo puede ser sujetado firmemente al mástil y puede ser liberado del mástil, en el que al menos algunos de los dispositivos de sujeción, preferiblemente cada uno de los dispositivos de sujeción, comprende al menos un elemento de banda que se extiende entre dos puntos de contacto o de sujeción dispuestos sobre el dispositivo de soporte y puede ser colocado de manera flexible en la dirección circunferencial alrededor de un mástil/una torre y puede ser colocado contra superficie lateral del mismo y comprende al menos un accionamiento de sujeción con el que puede incrementarse y reducirse la longitud del al menos un elemento de banda entre los puntos de contacto o de sujeción.

10 Un robot escalador de este tipo genérico puede ser empleado, por ejemplo, en aerogeneradores con el fin de subir o bajar por el mástil (posiblemente denominado también torre) de un aerogenerador, por ejemplo, con propósitos de mantenimiento. Según la invención, sin embargo, la solicitud no está limitada a aerogeneradores y a sus mástiles. Por el contrario, un robot escalador según la invención puede escalar cualquier mástil, independientemente de lo que soporte el mástil o qué tipo de mástil sea.

15 Por consiguiente, si el uso de la invención con relación a los robots escaladores se describe a continuación usando el ejemplo de un aerogenerador, esto no debería entenderse como una restricción, sino que, por el contrario, debería considerarse solo como un posible ejemplo representativo que se menciona también para otras aplicaciones.

20 Los aerogeneradores se han convertido en un componente importante de nuestro suministro de energía eléctrica. Al igual que el resto de las tecnologías (por ejemplo, aviación, aeroespacial o automoción, etc.), la tecnología de energía eólica está sujeta a ciertas reglamentaciones relacionadas con el desarrollo, la producción, la operación y el mantenimiento.

25 Se presta especial atención a las operaciones seguras y al mantenimiento seguro. En particular, en la presente memoria, se mencionan las inspecciones periódicas de las palas del rotor y las torres (mástiles) de aerogeneradores. Los mismos requisitos o similares se aplican también a otros tipos de instalaciones. Para poder llevar a cabo estas inspecciones, la industria necesita sistemas particulares que puedan satisfacer todos los requisitos, desde una seguridad funcional hasta la eficiencia económica del mantenimiento, como una solución completa.

30 La demanda en los aspectos económico y tecnológico es realizar tantas etapas de trabajo como sea posible en un procedimiento en la ubicación de la planta y realizarlos de manera rentable, rápida, precisa y segura. Los recursos modernos necesarios para realizarlos no han sido adecuados hasta ahora para dicho uso en el sitio. El enfoque de los presentes inventores con la presente solución es el de satisfacer estos requisitos con este robot escalador.

35 El requisito de inspecciones periódicas de las palas del rotor no se limita solo a reparar el daño visible, sino que incluye también reconocer, evaluar y, si es necesario, reparar todos los cambios estructurales, tales como grietas o delaminación debajo de la superficie (barniz) de manera que puede asegurarse una operación segura hasta la próxima inspección. Para cumplir con estos requisitos, deben crearse condiciones de trabajo que permitan el uso de procedimientos de inspección y de reparación (NDT, ZFP, etc.) adecuados. De esta manera, es importante establecer condiciones de trabajo en el aerogenerador de manera que muchas etapas de trabajo que en la actualidad se realizan en un taller de reparaciones puedan realizarse oportunamente en el sitio, independientemente de las condiciones meteorológicas.

40 En la actualidad, no es posible realizar completamente un ensayo no destructivo (Non-Destructive Test, NDT) o una reparación de una pala del rotor en el aerogenerador. Sin embargo, con el fin de mantener la presión de costos sobre los operadores del aerogenerador dentro de los límites económicamente eficientes, deben minimizarse absolutamente los tiempos de inactividad. Esto solo es posible con una solución integral para la inspección y la reparación de los aerogeneradores.

45 Sin embargo, la inspección periódica requerida de las palas del rotor o de las torres de aerogenerador según DIN EN 61400-23 (VDE 0127-23) exige un examen continuo del rotor para detectar daños adicionales, que posiblemente podrían estar relacionados con la producción o podrían surgir de la carga dinámica y frecuentemente como resultado de las vibraciones operacionales. Los ensayos no destructivos (NDT) sobre la pala del rotor han demostrado ser difíciles, pero, tal como se describe en la disertación de Dr.-Dipl.-Geophys. Anne Jüngert, hay posibilidades de realizar un NDT sobre la pala.

5 Un robot escalador del tipo genérico indicado anteriormente es conocido a partir del documento WO 2006/077358 A1. En este caso, las mordazas de sujeción son tensadas en un mástil por medio de cables de tensión accionados por cabrestantes. Las fuerzas de retención son ejercidas sobre el mástil a través de las mordazas de sujeción y solo en parte a través de los cables de tensión fijados a la región periférica del mástil. Durante la escalada, los cables de tensión con las mordazas de sujeción deben ser separados del mástil.

10 Un robot escalador adicional es conocido a partir del documento DE 10 2005 053 782 B4 publicado anteriormente. Aquí, el dispositivo de sujeción está formado por travesaños que son desplazables, unos con relación a los otros, y que pueden ser empujados por sus abrazaderas de sujeción/pinzas de sujeción contra la superficie del mástil en múltiples lugares con el fin de generar fuerzas de sujeción entre el robot escalador y el mástil.

15 Aquí, se considera desventajoso que el robot escalador pueda ser usado solo con diámetros de mástil predeterminados particulares y, de otro modo, tendría que ser rediseñado para adaptarse a esas dimensiones y que, en este caso, las fuerzas de retención se aplican solo con 4 abrazaderas de sujeción/pinzas de sujeción distribuidas alrededor de la circunferencia de un mástil.

20 El problema abordado por la invención es el de proporcionar un robot escalador con altos niveles de versatilidad, seguridad y estabilidad que pueda ser desplegado en una multitud de mástiles o torres diferentes. Además, el problema es el de desplazar los elementos de banda a lo largo de un mástil/torre de una manera simple.

25 El problema se resuelve según la invención mediante un robot escalador del tipo indicado anteriormente, en el que al menos un carro rodante o un carro deslizante está dispuesto sobre un elemento de banda, en particular sobre cada elemento de banda respectivo y, en particular, múltiples carros rodantes o carros deslizantes están distribuidos sobre la circunferencia, por medio de los cuales un elemento de banda puede ser separado de la superficie del mástil/torre cuando se libera la tensión.

30 Lo esencial en esta realización de un robot escalador es que las fuerzas de retención son aplicadas no solo "punto por punto" a la superficie circunferencial de un mástil o una torre mediante unos pocas abrazaderas de sujeción/pinzas de sujeción, sino que las fuerzas son introducidas sobre una parte significativa de toda la circunferencia, como resultado de lo cual los elementos de banda flexibles, por ejemplo, flexibles o ajustables de manera flexible, se envuelven alrededor del mástil o la torre en la dirección circunferencial. Debido a su flexibilidad, un elemento de banda de un dispositivo de sujeción según la invención puede ser envuelto, por consiguiente, alrededor de la superficie lateral de un mástil o una torre.

35 Esto ofrece también la ventaja de que un robot escalador según la invención no tiene que adaptarse a la forma transversal concreta del mástil o de la torre debido a que este tipo de adaptación se produce automáticamente en cada caso individual respectivo como resultado de la flexibilidad de los elementos de banda. De esta manera, es posible también escalar mástiles con secciones transversales que cambian a lo largo de su extensión, tales como los que son cónicos y cambian de diámetro.

40 La sección transversal abarcada por un robot escalador según la invención, en el que un mástil o una torre está incluido durante la escalada, se forma entre los elementos de banda y los dispositivos de soporte respectivos. Aquí, los dispositivos de soporte son empujados contra el mástil o la superficie de la torre en un estado en tensión, en el que, comenzando desde un punto de fijación o de sujeción sobre un dispositivo de soporte, un elemento de banda es envuelto adicionalmente alrededor del mástil/de la torre y es guiado de nuevo al dispositivo de soporte sobre un punto de fijación o de sujeción.

45 Por consiguiente, la parte más larga de la sección transversal total abarcada por el dispositivo de soporte y el elemento o los elementos de banda está formada por el elemento de banda, y de esta manera las fuerzas de retención activas son aplicadas a través de superficies significativamente más grandes sobre el mástil/la torre que en la técnica anterior, Aquí, la superficie efectiva viene determinada por la altura de un elemento de banda y por la longitud del contacto entre el elemento de banda y la superficie del mástil/de la torre, así como por la superficie en la que se une un elemento de soporte respectivo. De esta manera, la fricción estática es incrementada significativamente en comparación con la técnica anterior.

50 Un dispositivo de soporte del robot escalador puede ser tensado acortando la longitud de uno o más elementos de banda con un accionamiento de sujeción, en particular la longitud efectivamente activa de un elemento de banda entre los puntos de fijación o de sujeción, especialmente de manera que la superficie interior de cada elemento de banda orientada hacia la torre/el mástil sea empujada de esta manera contra la superficie lateral de la torre/del mástil y contacte con la misma. Por consiguiente, preferiblemente, las fuerzas necesarias para la retención son aplicadas principalmente a través del contacto directo entre el elemento de banda y la superficie lateral.

5 En un dispositivo de soporte en el que el al menos un accionamiento de sujeción está situado fuera del dispositivo de soporte, tal como uno que no está encerrado, puede formarse un punto de fijación o de sujeción de este tipo, indicado anteriormente, por ejemplo, directamente por un accionamiento o una parte del mismo, tal como un rodillo de enrollamiento, una polea o similar.

10 En una realización preferida, también es posible que al menos un accionamiento de sujeción esté dispuesto en el interior de un dispositivo de soporte. De esta manera, el dispositivo de soporte puede formar una carcasa para al menos un accionamiento de sujeción o puede incluir este tipo de carcasa. En este caso, se proporcionan dos rebajes para cada elemento de banda, a través de los cuales un elemento de banda puede entrar y salir del dispositivo de soporte. Cada elemento de banda se extiende a través de los rebajes hacia el interior del dispositivo de soporte y, dentro del mismo, es tensado o destensado y/o relajado por el al menos un accionamiento de sujeción. De esta manera, la longitud del elemento de banda que se extiende fuera del dispositivo de soporte puede ser incrementada o decrementada por medio del al menos un accionamiento de sujeción. Aquí, un punto de fijación en el interior del dispositivo de soporte puede estar situado detrás de un rebaje de este tipo, indicado anteriormente. El rebaje puede estar formado por un manguito deslizante, a través del cual puede deslizarse un elemento de banda, posiblemente incluso sin contacto.

20 La función de escalada básica se consigue fijando un dispositivo de soporte al por lo menos un dispositivo de sujeción sobre el mástil/la torre mediante aplicación de tensión, en particular reduciendo la longitud del al menos un elemento de banda. El dispositivo de soporte destensado, que de esta manera está holgado con relación al mástil/a la torre, es desplazado en la dirección de movimiento deseada, es decir, hacia arriba o hacia abajo, por al menos un accionamiento lineal. Después de este desplazamiento, el dispositivo de soporte que acaba de ser desplazado es fijado por tensión y el dispositivo de soporte tensado previamente es liberado. El dispositivo de soporte que acaba de ser liberado puede ser reposicionado a continuación en la dirección de movimiento deseada por el al menos un accionamiento lineal. De esta manera, se obtiene un tipo de accionamiento paso a paso o escalonado, en el que el dispositivo de soporte es tensado, liberado y desplazado linealmente, de manera alternada.

30 El desplazamiento lineal puede ocurrir por medio de al menos un accionamiento lineal con el que puede modificarse la distancia vertical entre los al menos dos dispositivos de soporte, en particular, entre una posición mínima y una posición máxima. Por ejemplo, este tipo de accionamiento puede estar configurado como un accionamiento de husillo con un husillo roscado, en el que el husillo es girado por un motor en un dispositivo de soporte, y el otro dispositivo de soporte está fijado a una tuerca que se desplaza en el husillo. Este tipo de husillo puede ser preferiblemente auto-inhibidor. El accionamiento puede estar formado también por un conjunto cilindro-pistón de funcionamiento hidráulico o neumático en el que se aplica y libera presión de manera alternada. Los accionamientos de piñón y cremallera son también posibles, así como otras configuraciones de accionamiento que causan un movimiento lineal en la dirección vertical entre los dispositivos de soporte.

40 En una realización más simple, es posible que un elemento de banda de un dispositivo de soporte esté fijado de manera inmóvil en un extremo al dispositivo de soporte, y el otro extremo u otra región está fijado de manera holgada; es decir, un accionamiento actúa y/o se acopla a este extremo/región holgada para acumular o liberar la tensión. La única desventaja de esta realización estructuralmente simple es que el robot escalador gira alrededor del mástil/de la torre durante un procedimiento de tensado y de liberación. En la suma de todos los procedimientos de tensado y de liberación, esto podría contrarrestarse si los elementos de banda de los diferentes dispositivos de soporte están fijados de manera inamovible en lados diferentes, de manera que el giro se produzca en direcciones opuestas en los dos dispositivos de soporte. De manera similar, podría conseguirse una compensación si se proporcionan dos elementos de banda que tienen sus extremos estacionarios y extremos móviles en lados opuestos en el dispositivo de sujeción sobre un dispositivo de soporte.

50 En una realización especialmente preferida, puede ser posible que un elemento de banda, en particular en el interior de un dispositivo de soporte, tenga dos regiones de banda o dos extremos de banda sobre los que actúa un accionamiento común, en particular tirando de/empujando el elemento de banda o enrollándolo o desenrollándolo, o sobre los que actúa un accionamiento separado respectivo, en particular tirando de/empujando el elemento de banda o enrollándolo o desenrollándolo. De esta manera, cada elemento de banda de un dispositivo de soporte puede tener su propio accionamiento y/o accionamientos, pero también puede ser posible, cuando hay múltiples elementos de banda en un dispositivo de soporte, que todos los elementos de banda tengan un accionamiento o que todos los elementos de banda tengan accionamientos en común con los extremos de banda/las regiones de banda en su mismo lado.

60 En las realizaciones indicadas anteriormente, en las que las dos regiones de banda y/o extremos de banda de un elemento de banda son accionados, es posible causar que la tensión sea generada o liberada en ambos extremos simultáneamente. De esta manera, se previene que el robot escalador gire alrededor del mástil/de la torre.

Sin embargo, puede hacerse también que gire deliberadamente si, de las dos regiones/extremos que pueden ser accionadas en principio, solo se acciona una región/un extremo durante una etapa de tensado o de liberación actual.

5 Cuando los extremos de banda/las regiones de banda son accionados por un accionamiento común, dicho accionamiento puede ser implementado, por ejemplo, con un embrague conmutable, con el cual es posible, por ejemplo, mediante su accionamiento, controlar si el accionamiento común actúa sobre una u otra de entre las dos regiones de banda/extremos de banda o sobre ambos al mismo tiempo.

10 Por otra parte, en el caso de accionamientos separados para los extremos de banda/las regiones de banda de un elemento de banda, solo puede activarse uno de los accionamientos para causar el giro alrededor del mástil; de lo contrario, los dos accionamientos funcionan de manera síncrona.

15 Los accionamientos pueden accionar ruedas dentadas, por ejemplo, cuyos dientes se acoplan en rebajes en los elementos de banda para aplicar fuerzas de tracción o de empuje y causar de esta manera un tensado o una liberación.

20 Se proporciona una configuración estructuralmente simple cuando al menos un rodillo de enrollamiento, sobre el que se enrolla el elemento de banda respectivo para generar tensión o desde el que se desenrolla para liberar la tensión, es accionado por el al menos un accionamiento de sujeción.

25 En una realización, cuando hay dos extremos de banda accionados de un elemento de banda, ambos extremos de banda pueden ser enrollados en y desenrollados desde un rodillo de enrollamiento común. También es posible proporcionar a cada extremo de banda su propio rodillo de enrollamiento, en el que, en particular, los dos rodillos de enrollamiento tienen un accionamiento de sujeción común o unos accionamientos de sujeción separados, tal como se ha indicado anteriormente.

30 En un desarrollo preferido, en particular de las realizaciones con rodillos de enrollamiento, es posible que la banda aguas arriba de la región de banda o el extremo de banda, respectivamente, sobre la que actúa al menos un accionamiento sea desviada en su dirección de extensión en un punto de desviación respectivo, en particular en el interior del dispositivo de soporte. Puede usarse una polea para esta desviación, por ejemplo.

35 Esta realización ofrece la ventaja de que puede crearse una distancia menor entre dos poleas asociadas con las regiones de banda/los extremos de banda respectivos, en particular una distancia menor en la dirección circunferencial del mástil/de la torre que entre los rodillos de enrollamiento u otros elementos de accionamiento para el tensado/la liberación.

40 De esta manera, es posible que la sección transversal encerrada por un elemento de banda entre los puntos de desviación esté cerrada en más de 300 grados, preferiblemente más de 330 grados. Debido a este desarrollo, un elemento de banda puede ser fijado a una longitud mayor de la circunferencia de un mástil o de una torre.

45 Con el fin de conseguir un contacto seguro y definido por cada dispositivo de soporte respectivo sobre su lado orientado hacia un mástil/una torre durante el tensado, puede disponerse que cada dispositivo de soporte tenga al menos dos elementos de contacto que estén separados en la dirección circunferencial de un mástil/una torre y por medio de los cuales un dispositivo de soporte pueda ser soportado sobre la superficie exterior del mástil/de la torre durante una operación de sujeción. Estos elementos de contacto pueden tener superficies de contacto, por ejemplo, que, por ejemplo, pueden ser colocadas tangencialmente contra la superficie del mástil o de la torre. También es posible configurar las superficies de contacto curvadas, por ejemplo, como superficies parcialmente cilíndricas.

50 En un desarrollo, es posible que cada uno de los elementos de contacto pueda ser movido en la dirección de la superficie del mástil/de la torre y hacia atrás, en particular, que todos los elementos de contacto puedan ser movidos al mismo tiempo. Para proporcionar la posibilidad de movimiento, los elementos de contacto pueden tener al menos un accionamiento, por ejemplo, un accionamiento común, o sino accionamientos separados, por medio de los cuales los elementos de contacto pueden ser movidos hacia el mástil/la torre y pueden ser retirados por un dispositivo de soporte.

55 Por ejemplo, cuando un dispositivo de soporte es liberado desde la torre/del mástil de manera que pueda ser movido en la dirección vertical mediante el al menos un accionamiento lineal, los elementos de contacto pueden ser separados de la superficie del mástil/de la torre antes del movimiento con al menos un accionamiento para los elementos de contacto de manera que un dispositivo de soporte esté libre de contacto durante su movimiento vertical al mástil/a la torre. Antes o durante un tensado, el elemento de contacto puede ser acoplado a continuación sobre la superficie del mástil/de la torre mediante un movimiento destinado a este propósito.

60 Además, en este caso, es posible que la separación entre los elementos de contacto en la dirección circunferencial del

mástil/de la torre sea mayor que la separación entre los puntos de desviación del elemento de banda en una combinación de variantes de realización en este sentido.

5 En un desarrollo preferido que puede ser combinado con cualquiera de las realizaciones indicadas anteriormente, dos
 elementos de banda de diferentes dispositivos de soporte pueden ser conectados por medio de accionamientos
 lineales, activables, de longitud modificable, en particular sobre un lado de un mástil/una torre orientado alejándose de
 los dispositivos de soporte. De esta manera, un elemento de banda de un dispositivo de soporte que no está
 actualmente tensado puede ser asegurado contra el deslizamiento hacia abajo a lo largo del mástil/de la torre en la
 10 dirección de la gravedad, ya que está fijado adicionalmente mediante el accionamiento lineal de longitud variable a un
 elemento de banda que está actualmente tensado y, de esta manera, fijado al mástil/a la torre.

Si el dispositivo de soporte liberado es movido en la dirección vertical por la activación del accionamiento lineal que
 conecta los dispositivos de soporte, entonces también es posible activar el accionamiento o los accionamientos lineales
 que conectan los elementos de banda de los diversos dispositivos de soporte al mismo tiempo, de manera que estos
 15 accionamientos cambien su longitud de manera síncrona entre sí y con el al menos un accionamiento lineal de los
 dispositivos de soporte, es decir, reduzcan o incrementen su longitud dependiendo de la dirección del movimiento. De
 esta manera, las regiones del elemento de banda a una distancia máxima de los dispositivos de soporte están
 reforzadas también contra la gravedad y son movidas a lo largo de la dirección de movimiento del dispositivo de
 soporte holgado.

La invención prevé que haya dispuesto al menos un carro rodante o un carro deslizante sobre cada elemento de banda
 respectivo y, en particular, que múltiples carros rodantes o carros deslizantes estén distribuidos a lo largo de la
 circunferencia, por medio de los cuales un elemento de banda puede ser separado de la superficie del mástil/de la torre
 cuando se libera la tensión. La elevación de la región de un elemento de banda de esta manera en la que está
 25 dispuesto este tipo de carro puede ser causada por una aplicación constante de fuerza, por ejemplo, que tira del
 elemento de banda hacia el carro, cuando la tensión en el elemento de banda es liberada. A continuación, un elemento
 de banda liberado y separado puede ser desplazado más fácilmente a lo largo del mástil/de la torre, en el que
 preferiblemente solo los carros respectivos ruedan o se deslizan sobre la superficie del mástil/de la torre.

30 Un carro rodante o un carro deslizante puede tener un elemento puente, por ejemplo, que abarca un elemento de
 banda en la dirección vertical y puede ser colocado/es colocado con sus dos extremos por medio de rodillos o bloques
 deslizantes unidos fijados contra una superficie del mástil/de la torre, en el que el lado del elemento de puente que está
 frente al mástil/a la torre está conectado al elemento de banda por medio de un muelle de tensión. Esta conexión
 puede establecerse, por ejemplo, mediante un manguito al cual está fijado el muelle de tensión y en el que está
 35 encerrado el elemento de banda.

La función de escalada de un robot escalador según la invención ya está garantizada una vez que dos dispositivos de
 soporte están dispuestos, uno encima del otro, en la dirección vertical. Puede conseguirse una disposición más estable
 cuando los dos dispositivos de soporte están enclavados.

40 Esto puede conseguirse, por ejemplo, cuando al menos uno de los dos dispositivos de soporte tiene al menos dos
 elementos de soporte que están separados, uno del otro, en la dirección vertical y están conectados entre sí, en el que
 cada uno de los elementos de soporte tiene al menos un dispositivo de sujeción, y el otro de entre los dos dispositivos
 de soporte está dispuesto entre dos de dichos elementos de soporte completamente o con al menos uno de entre una
 45 pluralidad de elementos de soporte que están separados, uno del otro, en la dirección vertical y están conectados entre
 sí.

Por ejemplo, dos elementos de soporte de uno de los dispositivos de soporte pueden ser conectados entre sí mediante
 carriles verticales, sobre los que se guía el otro dispositivo de soporte o uno de entre los múltiples elementos de
 50 soporte del otro dispositivo de soporte.

Un elemento de banda que puede ser empleado aquí puede estar configurado, por ejemplo, como una banda de
 enlace con múltiples enlaces de banda, que están conectados entre sí, de manera pivotante, alrededor de un eje
 vertical, tal como mediante una cadena o una banda plana que consiste en un metal o un compuesto de fibra-plástico o
 55 de manera especialmente preferible como una banda textil, en particular una correa.

Un elemento de banda textil ofrece la ventaja de que, gracias al entretrejido de las fibras de banda individuales, la
 flexibilidad se consigue no solo en la dirección circunferencial, sino también en la dirección vertical. Un elemento de
 banda textil como este puede ser aplicado, de esta manera, también especialmente bien a mástiles o torres que tienen
 60 una forma cónica en la dirección vertical, ya que un elemento de banda textil alrededor de la región circunferencial
 inferior puede ser ajustada fácilmente a una longitud circunferencial diferente que contacta con el mástil/la torre, es
 decir, en la región superior. De esta manera, un elemento de banda textil se adapta fácilmente a una forma cónica.

Esto es especialmente ventajoso en aerogeneradores, que normalmente tienen torres cónicas.

A continuación, las realizaciones de la invención se describirán en base a las figuras. En las figuras, se muestra lo siguiente:

- 5 La Figura 1: un aerogenerador con un robot escalador según la invención y un hangar de mantenimiento móvil fijado al mismo;
 la Figura 2: el robot escalador con hangar de mantenimiento según se observa desde el lado del mástil/de la torre;
 10 la Figura 3: múltiples vistas del robot escalador con hangar de mantenimiento;
 la Figura 4: el accionamiento lineal de los dispositivos de soporte;
 la Figura 5: un dispositivo de sujeción asociado con uno de dos elementos de soporte de un dispositivo de soporte;
 la Figura 6: los dispositivos de sujeción del otro dispositivo de soporte;
 15 la Figura 7: un accionamiento de un dispositivo de sujeción;
 la Figura 8: los elementos de contacto de un dispositivo de soporte;
 la Figura 9: un carro rodante que puede ser aplicado a los elementos de banda.

20 La Figura 1 muestra, en una vista general, la posible aplicación de un robot escalador según la invención, con un hangar de mantenimiento fijado al mismo, en un aerogenerador que tiene un mástil 1 o una torre 1, sobre el que puede caminar el robot escalador, es decir, puede moverse hacia arriba o hacia abajo de manera no continua, por ejemplo, para poder realizar trabajos de reparación sobre una pala 2 de rotor.

25 Las Figuras 2 y 3 muestran una representación detallada del robot 3 escalador y del hangar 4 de mantenimiento.

El robot 3 escalador comprende un primer dispositivo 5 de soporte y un segundo dispositivo 6 de soporte. El primer dispositivo 5 de soporte está dividido en dos elementos 5A y 5B de soporte, que están separados en la dirección vertical y están conectados mediante carriles 7 guía, sobre los que el dispositivo 6 de soporte es guiado y puede ser movido hacia arriba y hacia abajo entre los elementos 5A y 5B de soporte por medio de un accionamiento 8 lineal. Este accionamiento 8 lineal se muestra en detalle en la Figura 4 y comprende un husillo 8A, que puede ser girado por un motor y está fijado al dispositivo 5 de soporte en ambos lados. El husillo tiene una tuerca 8B, que está conectada al dispositivo 6 de soporte. Mediante la rotación motorizada del husillo, la tuerca y el dispositivo 6 de soporte son desplazados entre dos posiciones extremas. Al hacerlo, el elemento 6 de soporte es guiado en o sobre los carriles 7 verticales, que conectan los dos elementos de soporte del dispositivo 5 de soporte sobre los bordes exteriores.

35 El dispositivo 5 de soporte comprende dos dispositivos de sujeción que consisten en múltiples componentes, en el que un dispositivo de sujeción está dispuesto sobre el elemento 5A de soporte superior y el otro está dispuesto sobre el elemento 5B de soporte inferior. De manera similar, el dispositivo 6 de soporte tiene dos dispositivos de sujeción.

40 Según las Figuras 5 y 6, cada dispositivo de sujeción tiene un elemento 9 de banda. Tal como muestra la Figura 1, cada elemento de banda puede ser enrollado alrededor de la circunferencia exterior de un mástil 1 y, al menos en el estado tensado, es fijado al mismo. Para poder generar la tensión y liberar la tensión, los extremos de la banda de cada elemento 9 de banda son guiados a través de rebajes, así como de manguitos 10 deslizantes dispuestos en el interior de un dispositivo 5/6 de soporte, y ahí cada extremo es enrollado en o desenrollado desde su propio rodillo 11 de enrollamiento.

45 Localmente entre un manguito 10 deslizante y un rodillo 11 de enrollamiento, el elemento 9 de banda es desviado en su dirección por medio de una polea 27. Las poleas tienen menos separación que los rodillos de enrollamiento. A pesar de los rodillos 11 de enrollamiento de gran tamaño y los componentes requeridos para su accionamiento, es posible que un elemento de banda sea fijado a la circunferencia de un mástil 1 en un ángulo $\alpha > 300$ grados, tal como se muestra en la Figura 3. De esta manera, se consigue una superficie de transmisión de fuerza especialmente grande.

55 Por su parte, cada uno de los dispositivos de soporte tiene elementos 12 de contacto, que se muestran en la Figura 8 y cuyas superficies 12A pueden contactar tangencialmente con la superficie de un mástil/una torre. Los cuerpos 12B prismáticos tienen la superficie 12A de contacto o las superficies 12A de contacto sobre una de sus superficies de prisma y aquí pueden ser empujados hacia el mástil o pueden ser separados del mismo por un accionamiento del dispositivo 5/6 de soporte. Para este propósito, pueden usarse barras 12C de empuje, con las que se acopla un accionamiento.

60 El movimiento del robot escalador ocurre de manera que uno de los dispositivos 5/6 de soporte es sujetado al mástil/a la torre 1 extendiendo los elementos de contacto hacia el mástil y enrollando los elementos 9 de banda de este dispositivo de soporte, de manera que la sección transversal abarcada por el elemento 9 de banda se reduce y, de esta

manera, se encierra de manera apretada un mástil. Después del tensado, el otro dispositivo de soporte es liberado desenrollando la banda desde los rodillos 11 de enrollamiento y tirando de los elementos 12 de contacto.

5 Con el accionamiento 8 lineal, el dispositivo de soporte liberado es desplazado hacia arriba o hacia abajo linealmente en la dirección vertical con relación al dispositivo de soporte fijo. Al hacerlo, los accionamientos 13 lineales, que conectan los elementos 9 de banda de diferentes dispositivos de soporte, se extienden o retraen adicionalmente de manera síncrona a la cantidad de movimiento de los dispositivos de soporte, uno con relación al otro. Debido a esto, los elementos 9 de banda holgados se mantienen en posición horizontal en contra de la gravedad y se mueven a lo largo. Preferiblemente, los accionamientos 13 lineales están dispuestos solo en las semi-secciones transversales orientadas alejándose de los dispositivos 5/6 de soporte.

10 A continuación, el dispositivo de soporte desplazado es tensado, y el dispositivo de soporte tensado previamente es liberado y es reposicionado de la misma manera.

15 La Figura 7 muestra la posible mecánica de un accionamiento de los rodillos 11 de enrollamiento. Con un motor 14, dos ejes 15 de enrollamiento son accionados simultáneamente mediante una caja de engranajes, o solo uno de los ejes 15 de enrollamiento está acoplado al motor mediante un acoplamiento 16. Los ejes de enrollamiento pueden tener un mecanismo 15A de bloqueo que se mueve libremente solo en una dirección de rotación, concretamente, la dirección que causa el tensado de un elemento 9 de banda. Para una liberación, puede disponerse que un elemento 15B de bloqueo, que bloquea el giro inverso del eje 15, sea desacoplado por medio de un actuador (no mostrado aquí). De esta manera, se garantiza que la tensión existente no sea liberada en caso de una bajada de tensión.

20 La Figura 9 muestra un carro 17 rodante que está distribuido sobre el elemento 9 de banda sobre la circunferencia del mástil en múltiples realizaciones idénticas. Una región del elemento 9 de banda está alojada en un manguito 18 de sujeción, que está ranurado aquí, y el manguito 18, así como el elemento 9 de banda, está fijado mediante un muelle 20 de tensión a un elemento 19 de puente, que puentea verticalmente el elemento 9 de banda, en el que sus extremos tienen rodillos que ruedan sobre la superficie del mástil/de la torre cuando un dispositivo de soporte es movido con el elemento 9 de banda liberado.

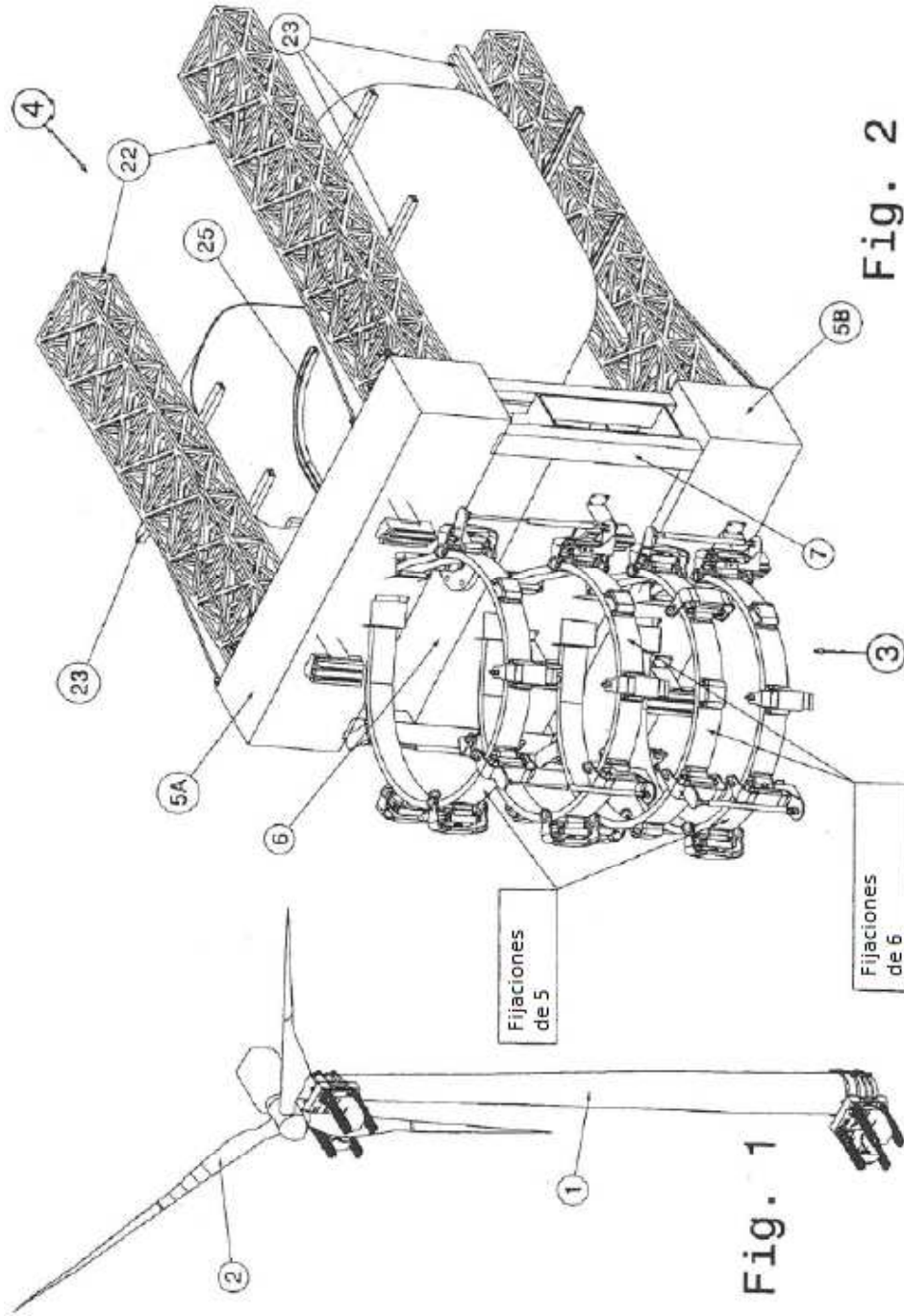
30 Con la liberación y la tensión decreciente en el elemento 9 de banda, el elemento de banda es retirado de la superficie del mástil por la acción de tracción del muelle 20 y, de esta manera, el elemento de banda es movido adicionalmente solo por rodadura. Por otra parte, si se incrementa la tensión enrollando el elemento de banda con los rodillos 11 de enrollamiento, entonces el elemento de banda es empujado hacia la superficie lateral del mástil/de la torre contra el muelle 20 y es fijado de manera fija, en el que el muelle 20 está tensado al máximo para el siguiente procedimiento de retirada.

35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Robot escalador para mástiles/torres (1), en particular para aerogeneradores, que comprende al menos un primer dispositivo (5) de soporte y al menos un segundo dispositivo (6) de soporte, en el que la distancia de los dispositivos (5, 6) de soporte, uno con relación al otro, es modificable en la dirección vertical por medio de al menos un accionamiento (7, 8) lineal, y cada dispositivo (5, 6) de soporte comprende al menos un dispositivo (9, 10, 11) de sujeción por medio del cual el dispositivo (5, 6) de soporte respectivo puede ser sujetado firmemente al mástil/a la torre (1) y ser puede liberado desde el mástil/la torre (1), en el que al menos algunos de los dispositivos (9, 10, 11) de sujeción, preferiblemente cada uno de los dispositivos (9, 10, 11) de sujeción comprende al menos un elemento (9) de banda que se extiende entre dos puntos (10, 11) de contacto o de sujeción dispuestos sobre el dispositivo (5, 6) de soporte y puede ser colocado de manera flexible en la dirección circunferencial alrededor de un mástil/una torre (1) y puede ser colocado contra su superficie lateral y comprende al menos un accionamiento (14) de sujeción con el cual la longitud del al menos un elemento (9) de banda entre los puntos (10, 11) de contacto o de sujeción puede ser incrementada y reducida, **caracterizado por que** al menos un carro (17) rodante o un carro deslizando está dispuesto sobre un elemento (9) de banda, en particular sobre un elemento de banda respectivo, en particular una pluralidad de carros (17) rodantes o carros deslizantes están dispuestos sobre el mismo de una manera distribuida sobre la circunferencia y es usado o son usados para separar un elemento (9) de banda de la superficie del mástil/de la torre cuando se libera el arriostamiento.
- 20 2. Robot escalador según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un carro (17) rodante o un carro deslizando tiene un elemento (19) de puente que abarca un elemento (9) de banda en la dirección vertical y puede ser colocado/es colocado con sus dos extremos por medio de rodillos o bloques deslizando fijados contra una superficie del mástil/de la torre, y ese lado del elemento (19) de puente orientado hacia el mástil/la torre está conectado al elemento (9) de banda por medio de un muelle (20) de tensión, en particular por medio de un mango (18) al que está fijado el muelle (20) de tensión y en el que se encuentra el elemento (9) de banda.
- 30 3. Robot escalador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las fuerzas que actúan con propósitos de sujeción son aplicadas al mástil/a la torre (1) mediante una superficie de actuación que está proporcionada por la altura de un elemento de banda respectivo y la longitud del contacto entre el elemento de banda respectivo y la superficie del mástil/de la torre, y la superficie en la que un dispositivo de soporte respectivo se apoya contra el mástil/la torre (1).
- 35 4. Robot escalador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un accionamiento (14) de sujeción está dispuesto en el interior de un dispositivo (5, 6) de soporte y un elemento (9) de banda respectivo llega a través de los rebajes al interior del dispositivo (5, 6) de soporte, en el que, con el al menos un accionamiento (14) de sujeción, la longitud del elemento (9) de banda que se extiende fuera del dispositivo de soporte puede ser incrementada o reducida.
- 40 5. Robot escalador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un elemento (9) de banda, en particular en el interior de un dispositivo (5, 6) de soporte, tiene dos regiones de banda o dos extremos de banda sobre los que
- 45 a. actúa un accionamiento (14) común, en particular, tirando/empujando o enrollando/desenrollando el elemento (9) de banda, o
- b. en cada caso actúa un accionamiento separado,
- en particular tirando/empujando o enrollando/desenrollando el elemento (9) de banda, en particular en el que cada elemento (9) de banda tiene su accionamiento dedicado/sus accionamientos dedicados.
- 50 6. Robot escalador según la reivindicación 5, **caracterizado por que** un accionamiento (14) común actúa por medio de un embrague (16) conmutable sobre una de las dos regiones de banda/uno de los dos extremos de banda o sobre ambos al mismo tiempo.
- 55 7. Robot escalador según la reivindicación 5 o 6, **caracterizado por que** el elemento (9) de banda en cada caso antes de la región de banda o el extremo de banda sobre los que actúa al menos un accionamiento (14) se desvía en su dirección de extensión en un punto (27) de desviación respectivo, en particular en el interior del dispositivo (5, 6) de soporte.
- 60 8. Robot escalador según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la sección transversal de la torre/del mástil (1) que está encerrada por el elemento (9) de banda entre los puntos (27) de desviación está cerrada en más de 300 grados, preferiblemente más de 330 grados.

- 5 9. Robot escalador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un dispositivo (5, 6) de soporte sobre su lado orientado hacia un mástil/una torre (1) tiene al menos dos elementos (12) de contacto que están separados en la dirección circunferencial de un mástil/una torre (1) y mediante los cuales un dispositivo (5, 6) de soporte puede ser soportado sobre la superficie exterior del mástil/de la torre durante una operación de sujeción.
- 10 10. Robot escalador según la reivindicación 9, **caracterizado por que** cada uno de los elementos (12) de contacto es móvil en la dirección de la superficie del mástil/de la torre y en la dirección contraria, en particular **por que** todos los elementos (12) de contacto son móviles al mismo tiempo.
- 15 11. Robot escalador según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** la distancia de los elementos (12) de contacto en la dirección circunferencial del mástil/de la torre (1) es mayor que la distancia de los puntos (27) de desvío del elemento (9) de banda.
- 20 12. Robot escalador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dos elementos (9) de banda de diferentes dispositivos (5, 6) de soporte están conectados por medio de accionamientos (13) lineales activables, de longitud variable, en particular sobre un lado de un mástil/una torre (1) orientado alejándose de los dispositivos (5, 6) de soporte.
- 25 13. Robot escalador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos uno de los dos dispositivos (5, 6) de soporte tiene al menos dos elementos (5A, 5B) de soporte que están separados uno del otro en la dirección vertical y están conectados entre sí, en el que cada uno de los elementos (5A, 5B) de soporte tiene al menos un dispositivo (9, 10, 11) de sujeción, y el otro de entre los dos dispositivos (6) de soporte está dispuesto entre dos elementos (5A, 5B) de soporte completamente o con al menos uno de entre una pluralidad de elementos de soporte que están separados uno del otro en la dirección vertical y están conectados entre sí.
- 30 14. Robot escalador según la reivindicación 13, **caracterizado por que** dos elementos (5A, 5B) de soporte de uno de los dispositivos (5, 6) de soporte están conectados entre sí mediante carriles (7) verticales sobre los que son guiados el otro dispositivo (6) de soporte o uno de entre una pluralidad de elementos de soporte del otro dispositivo (6) de soporte.
- 35 15. Robot escalador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un elemento (9) de banda está diseñado como:
- c. una banda de enlace que tiene una pluralidad de enlaces de banda que están conectados entre sí de manera que puedan pivotar alrededor de un eje vertical, o
 - d. una banda plana compuesta de un metal o un compuesto de fibra/plástico, o
 - e. una banda textil, en particular una correa.



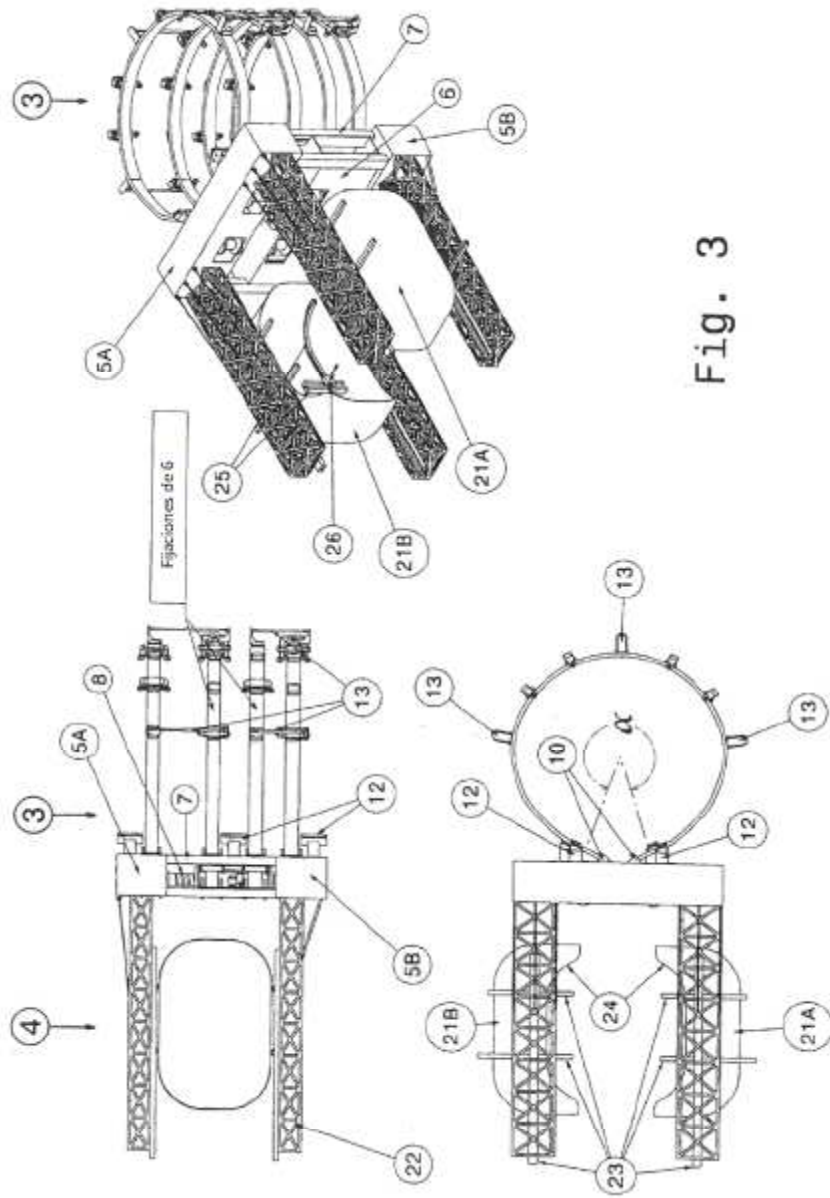


Fig. 3

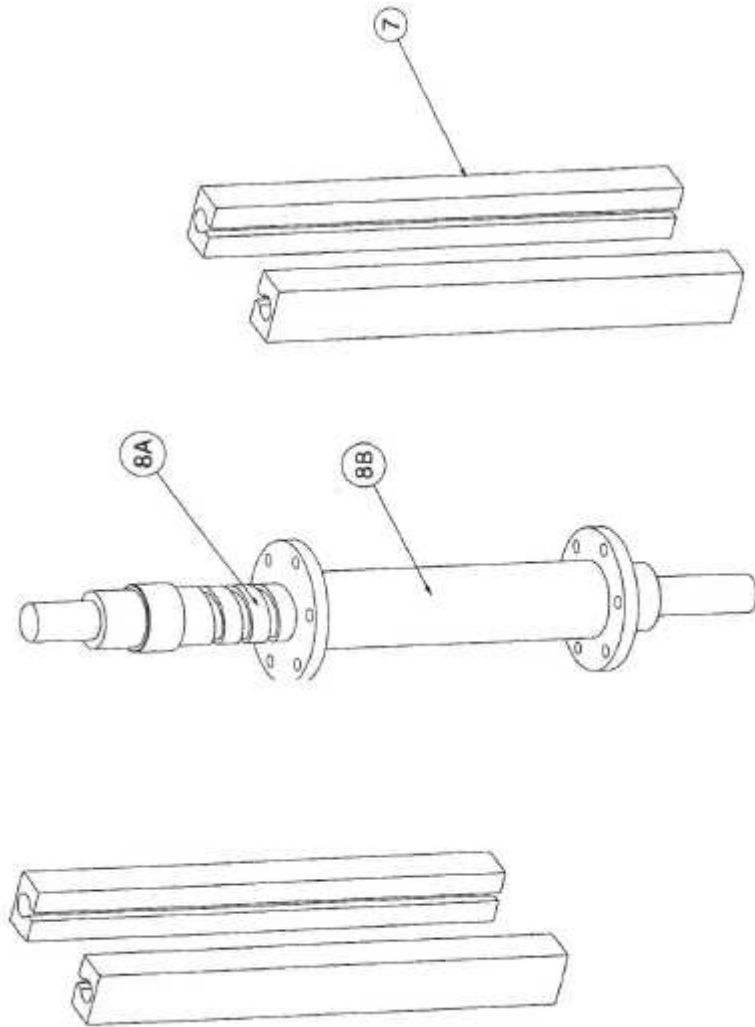
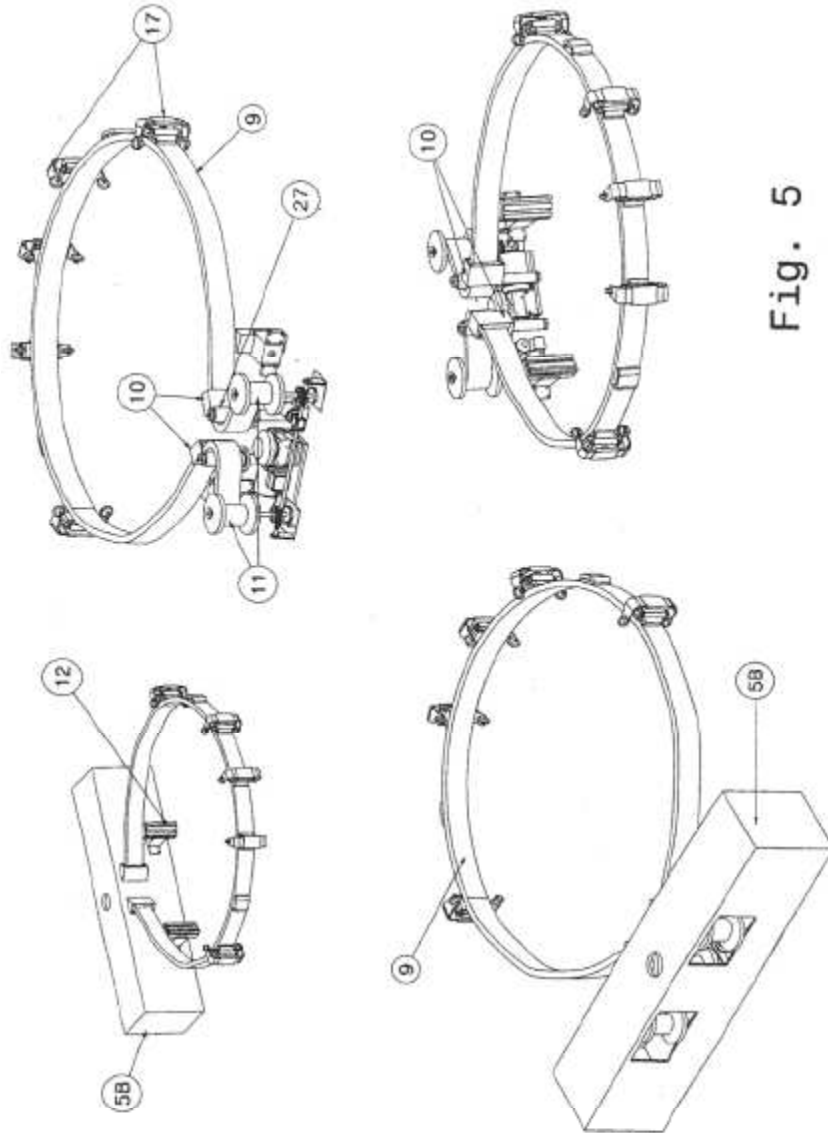


Fig. 4



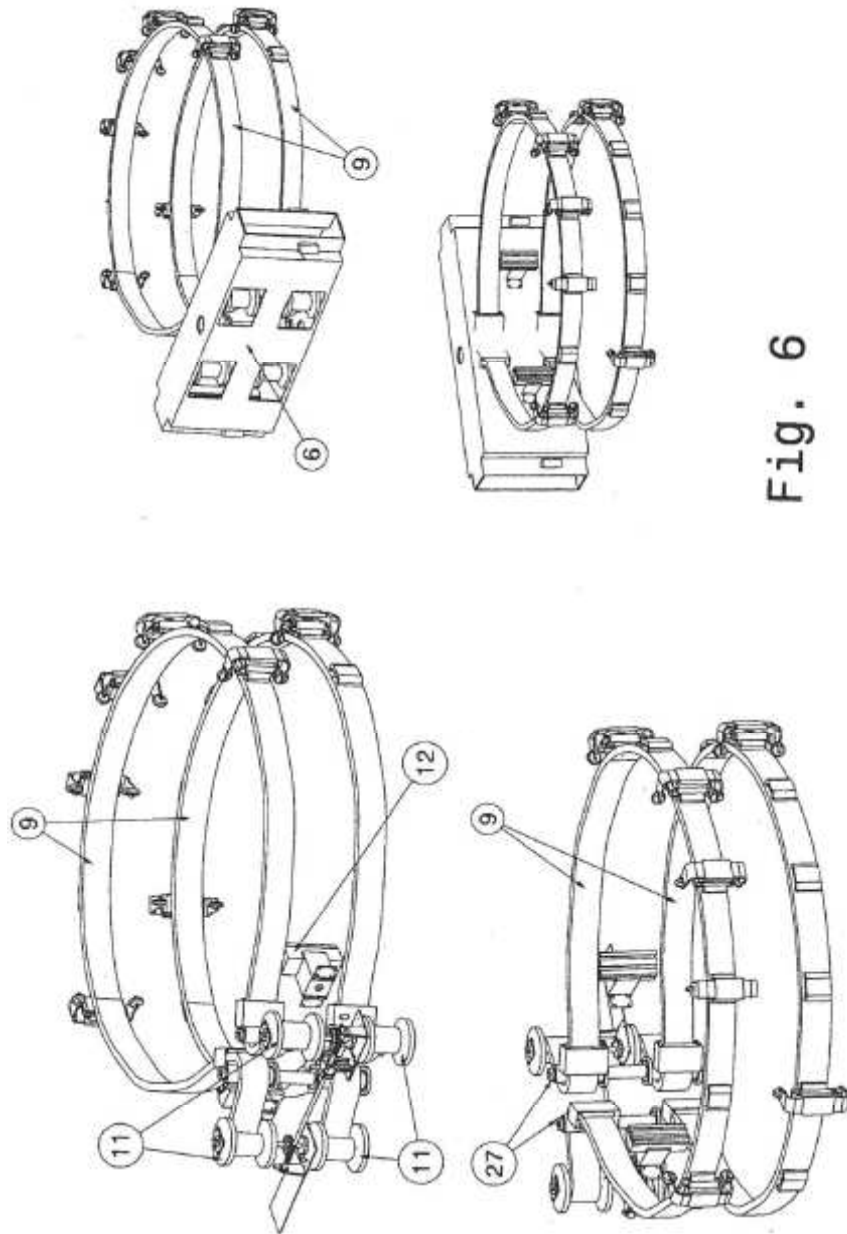


Fig. 6

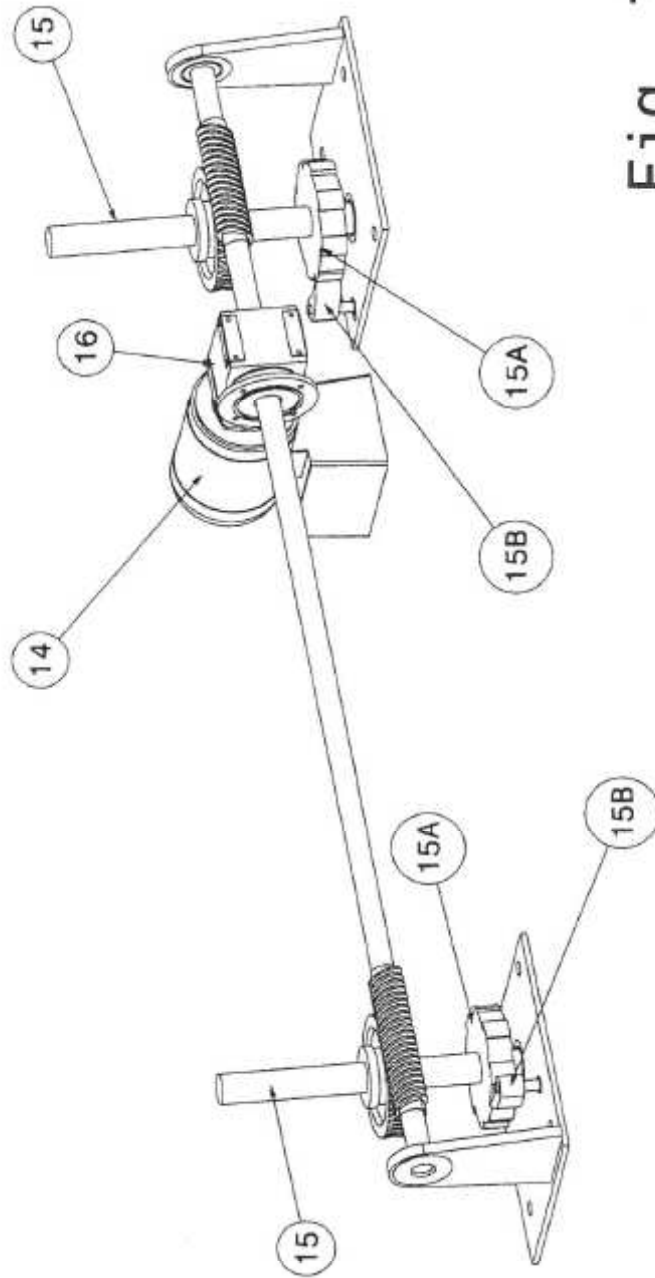


Fig. 7

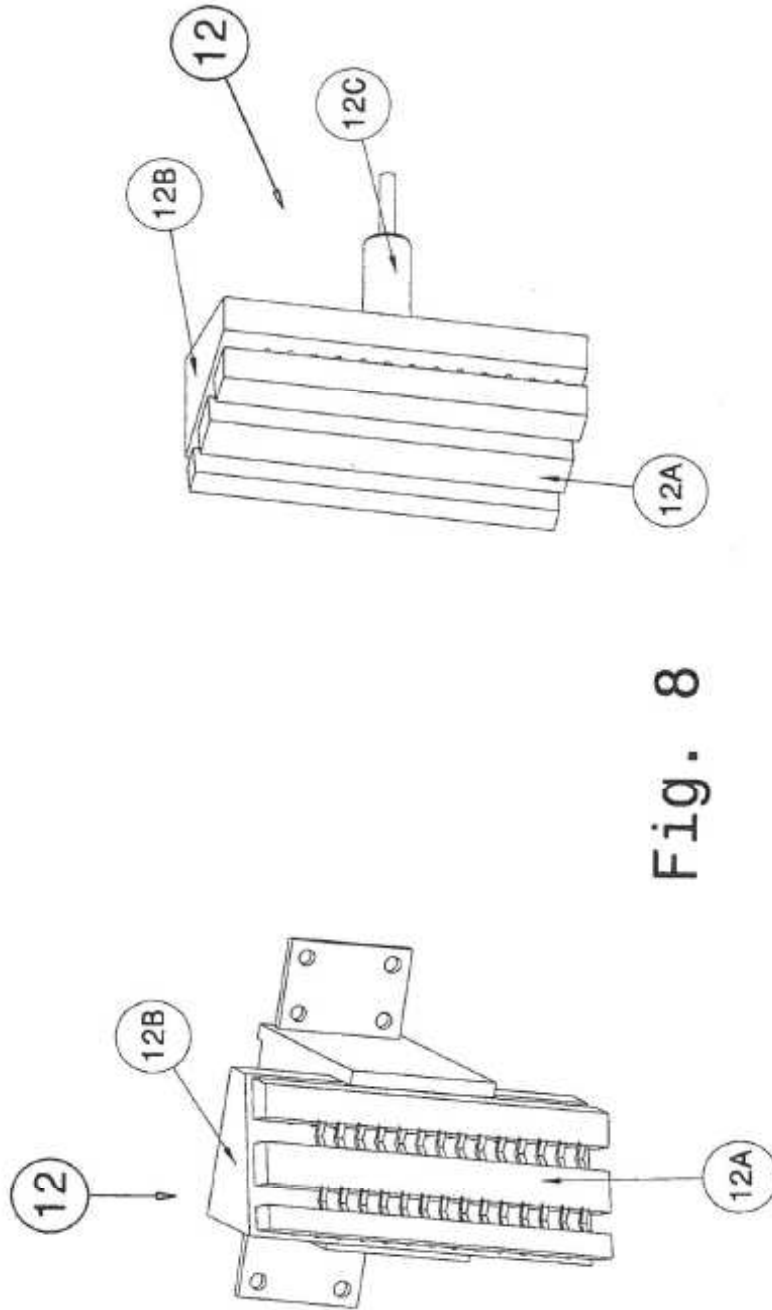


Fig. 8

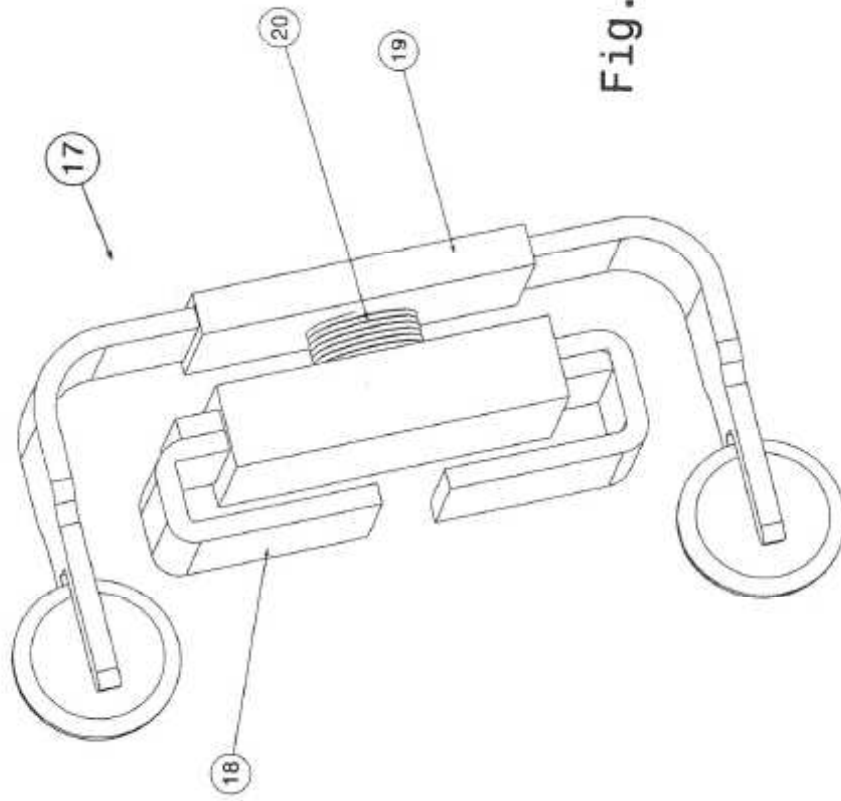


Fig. 9