(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 396 120**

(51) Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

B66F 11/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2003 E 03816633 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012 EP 1613859**

(54) Título: **Método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de una turbina eólica y la torre con una plataforma de trabajo y plataforma de trabajo**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2013

(73) Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 44
8200 Aarhus N, DK

(72) Inventor/es:

IVERSEN, PAUL

(74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 396 120 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

Método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica y la torre con una plataforma de trabajo y plataforma de trabajo

Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica y la torre con una plataforma de trabajo y una plataforma de trabajo según el preámbulo de la reivindicación 10.

Descripción de la técnica relacionada

Normalmente, las turbinas eólicas se levantan en lugares en los que las condiciones del viento son ventajosas, por ejemplo en lugares con pocos obstáculos que bloqueen o alteren el trayecto del viento. Esto significa que a menudo las turbinas eólicas se colocan en lugares más o menos alejados con una mala infraestructura, por ejemplo en cuanto a la calidad de la carretera.

Esto crea algunos problemas en relación con el mantenimiento necesario de los componentes externos de las turbinas eólicas tales como las palas de turbina eólica o la superficie de la torre de turbina eólica. La magnitud de los problemas se ha acumulado de manera significativa en los últimos años con el aumento en el tamaño de las turbinas eólicas.

Anteriormente se han usado elevadores o grúas autoestables para el mantenimiento o la reparación de los componentes externos de las turbinas eólicas. Sin embargo, con la mala infraestructura, el transporte de las grúas o elevadores a los lugares de levantamiento de las turbinas eólicas es algo costoso y consume mucho tiempo.

Para superar el problema de transportar equipos grandes y pesados a los lugares de levantamiento se han sugerido diferentes soluciones.

Una ha sido usar personas que bajaban ellas mismas hasta el sitio de las palas o la torre de turbina eólica utilizando cuerdas conectadas a la góndola. Sin embargo, el método requiere naturalmente expertos en escalada y está algo limitado en las posibilidades de trabajo sobre la turbina eólica y como tal no es una solución factible a los problemas de mantenimiento o reparación de los componentes externos de las turbinas eólicas.

Otra ha sido la instalación de una grúa y una bandeja de cable por debajo de la góndola de la turbina eólica que permite bajar la bandeja hasta el sitio de la turbina eólica. Sin embargo, es difícil colocar la bandeja correctamente y difícil trabajar debido a su naturaleza inestable.

Por los documentos DE-U-296 03 278 y DE-C-197 26 408 se conocen otros medios.

Uno de los objetos de la invención es establecer un método y un sistema para turbinas eólicas sin la desventaja mencionada anteriormente.

Es un objeto de la invención crear un método y un sistema que permitan a uno o más trabajadores colocarse en cualquier posición adyacente fuera de la turbina eólica tal como cerca de una de las palas de turbina eólica sin que implique un equipo pesado sobre el suelo.

Además, es un objeto de la invención crear un método y un sistema que permitan condiciones seguras y estables para los trabajadores.

La invención

La invención se refiere a un método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica y la torre con una plataforma de trabajo, comprendiendo dicho método las etapas de:

colocar la plataforma de trabajo en la torre de turbina eólica,

conectar la plataforma de trabajo a una parte superior de la turbina eólica con al menos un cable,

elevar la plataforma de trabajo con el cable y medios de enrollamiento de cable hasta una posición de uso, y

sujetar la plataforma de trabajo en el lado de la torre de turbina eólica con medios de sujeción.

De este modo es posible establecer un método que permita unas condiciones seguras y estables para uno o más trabajadores que realizan el mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica y la torre.

En un aspecto de la invención, dicha sujeción se establece con al menos dos conjuntos de ventosas de succión o

vacío, permitiendo una sujeción fácilmente controlable pero todavía firme en la torre de turbina eólica.

En un aspecto adicional de la invención, dicha sujeción se mejora colocando dichas ventosas de succión o vacío en los extremos de brazos de sujeción, agarrándose dichos brazos alrededor del exterior de la torre de turbina eólica. De este modo es posible establecer un agarre alrededor de la torre de turbina eólica, siendo el agarre ventajoso para absorber y resistir cualquier torsión en la plataforma de trabajo.

En un aspecto aún adicional de la invención, dicho método comprende además la etapa de mover la plataforma de trabajo horizontalmente extrayendo o retrayendo medios de fuerza horizontales de la plataforma de trabajo. De este modo es posible colocar la plataforma de trabajo en cualquier posición adyacente fuera de la turbina eólica tal como cerca de una de las palas de turbina eólica.

En otro aspecto de la invención, la extracción o retracción se establece telescópicamente mediante un número de secciones de brazo en dichos medios de fuerza horizontales. De este modo se consigue una realización preferida de la invención que es simple de construir y controlar durante el uso.

En un aspecto adicional de la invención, medios de guiado de cable orientan el cable hacia fuera en relación con la torre de turbina eólica desde el punto de inicio del cable. De este modo se consigue una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto aún adicional de la invención, dicha plataforma de trabajo se mueve hacia arriba o hacia abajo siguiendo y rodando con ruedas de dirección de la plataforma en la superficie de la torre de turbina eólica. De este modo se consigue una realización ventajosa adicional de la invención.

La invención también se refiere a una plataforma de trabajo, dicha plataforma comprende además medios de agarre para sujetar la plataforma de trabajo a la torre. De este modo es posible establecer un aparato que permite unas condiciones seguras y estables para uno o más trabajadores que realizan el mantenimiento en los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica y la torre.

En un aspecto de la invención, dicho al menos un cable comprende varios cables externos, incluyendo dicho conjunto un cable principal y uno o más cables adicionales.

En un aspecto adicional de la invención, dicho al menos un cable comprende además un cable o cables interno(s).

El más de un cable puede mejorar el nivel de seguridad de la plataforma de trabajo.

En un aspecto de la invención, dichos cables internos y externos se fijan al lado inferior de la góndola de turbina eólica en un punto de anclaje interno y externo en una dirección desde la torre o a los puntos de anclaje dentro de la góndola.

En un aspecto de la invención, dichos medios de agarre comprenden al menos dos conjuntos de ventosas de succión o vacío. Con dos o más conjuntos de ventosas de succión o vacío es posible enganchar la torre de turbina eólica desde más de un lado por ejemplo desde lados opuestos garantizando un agarre más firme. Sin embargo debe recalcarse que los medios de agarre pueden establecerse con sólo un conjunto de ventosas de succión o vacío que enganche la torre en una posición. La posición está preferiblemente delante de la plataforma de trabajo garantizando un equilibrio para la plataforma alrededor de la posición.

Las ventosas de succión o vacío pueden usarse junto con cualquier tipo de torre de turbina eólica tal como torres hechas de metal u hormigón.

En otro aspecto de la invención, dichos medios de agarre comprenden al menos dos conjuntos de medios electromagnéticos. Los medios electromagnéticos pueden ser uno o más electroimanes en los que la fuente de alimentación eléctrica para los imanes se controla para sujetarse a/soltarse de la superficie de metal de la torre.

En un aspecto adicional de la invención, dichos medios de agarre comprenden medios de retención que rodean la torre de turbina eólica tales como al menos una correa o banda de retención. Los medios de retención rodean la torre total o parcialmente y están conectados a los medios de agarre en los que los medios de agarre pueden tensar o liberar los medios de retención para sujetar la plataforma de trabajo en la posición o para permitir el movimiento de la plataforma, respectivamente. La correa o banda está hecha preferiblemente de hierro o una aleación de hierro. Además, la correa o banda pueden estar hechas de otros materiales tales como un material tejido o material compuesto reforzado.

En otro aspecto de la invención, cada uno de dichos al menos dos conjuntos de ventosas de succión o vacío o medios electromagnéticos está montado de manera flexible en el extremo de un brazo de sujeción. Con el montaje flexible de las ventosas o medios electromagnéticos se consigue una posibilidad ventajosa para adaptar los brazos de sujeción a la superficie más o menos irregular de la torre de turbina eólica. Además, con el montaje flexible la inclinación de la torre no afecta a la funcionalidad de las ventosas o medios electromagnéticos.

En un aspecto adicional de la invención, dicho brazo de sujeción incluye una sección de brazo de base, una sección

de brazo interna y una sección de brazo externa. Mediante la división en secciones de los brazos, se consigue la capacidad de orientar los brazos individualmente para agarrar torres de turbina eólica de diferentes tamaños.

En un aspecto aún adicional de la invención, dicha sección de brazo interna y sección de brazo externa están conectadas de manera pivotante y controladas mediante medios de accionamiento de brazo en al menos una dirección. De este modo es posible adaptar las secciones de brazo a la inclinación de la torre en cuestión independientemente del (pequeño) tamaño de la inclinación.

En otro aspecto de la invención, dichos medios de agarre comprenden una o más ruedas de dirección. Con las ruedas de dirección es sencillo mover verticalmente y hacer rodar la plataforma de trabajo hasta una posición de uso dada. Además las ruedas de dirección ayudan a controlar el trayecto que sigue la plataforma de trabajo cuando se mueve hacia arriba o hacia abajo de la superficie de la torre de turbina eólica.

En un aspecto de la invención, unas barandillas y una base definen un área de trabajo de dicha plataforma. Como las turbinas eólicas modernas comprenden una altura de góndola de más de 50 metros los trabajadores necesitan protección frente a caídas de la plataforma por ejemplo como resultado de una ráfaga de viento inesperada o similar.

En un aspecto de la invención, dichos medios de agarre y la base están conectados a través de medios de fuerza horizontales. Con la capacidad de forzar o mover la plataforma de trabajo horizontalmente, es posible trabajar con diferentes componentes externos de la turbina eólica independientemente de su posición en relación con la torre de turbina eólica. Especialmente con las turbinas eólicas modernas, en las que la distancia entre la torre y las palas de turbina eólica puede ser de entre 5 y 10 metros, la capacidad para mover la plataforma de trabajo horizontalmente es ventajosa.

En un aspecto de la invención, dichos medios de fuerza horizontales incluyen varios brazos de fuerza horizontales. Con varios brazos, en lugar de un brazo largo, los medios de fuerza pueden construirse con una longitud menor.

En un aspecto de la invención, dichos brazos de fuerza horizontales están integrados uno en otro como parte de medios de fuerza telescópicos. Con la adaptación telescópica puede obtenerse la longitud necesaria con una construcción más compacta de los medios de fuerza. Además, los medios de fuerza telescópicos garantizan que la fuerza horizontal sobre la plataforma de trabajo se consiga con un enfoque lineal de los medios de fuerza.

En un aspecto de la invención, el lado o los lados de dicha plataforma incluye(n) una o más indentaciones para recibir y acoplarse a una o más palas de turbina eólica. La recepción y el acoplamiento de la pala en una indentación es especialmente importante porque la indentación define un área que rodea al menos parcialmente la pala. El hecho de que se rodee garantiza que la pala pueda retenerse desde diferentes posiciones por ejemplo reteniendo el borde de ataque o borde de salida con ambos lados de la pala. Además, los trabajadores pueden aproximarse y acercarse a ambos lados de la pala sin apoyarse de manera peligrosa sobre los carriles guía.

En una realización especial la pala puede entrar en la indentación y posteriormente rodearse por la plataforma de trabajo en la que la acción de rodearla se consigue cerrando una sección conectada de manera pivotante de la plataforma por detrás de la pala. La sección comprende preferiblemente los carriles guía necesarios que permiten a los trabajadores andar alrededor de la pala por toda su circunferencia.

Debe recalcarse que la pala puede acoplarse en cualquier posición a lo largo de los lados de la plataforma de trabajo. Las indentaciones están adaptadas simplemente para un acoplamiento más seguro permitiendo una mejor retención de la pala.

En un aspecto de la invención, dicha plataforma incluye medios de retención para retener la pala de turbina eólica en una de dichas indentaciones. Los medios de retención son importantes porque garantizan la retención de cualquier movimiento en la pala por ejemplo con una ráfaga de viento y por tanto la protección de los trabajadores frente a posibles lesiones durante el trabajo en la pala. Como la pala se coloca en una indentación los medios de retención pueden actuar desde el lado opuesto contra la superficie de la pala garantizando una sujeción sólida y continua en la pala.

En un aspecto de la invención, dichos medios de retención incluyen una o más ventosas de succión o vacío colocadas en una o más varillas como parte de base para los medios de retención. La sujeción mediante las ventosas de succión o vacío garantiza tanto una sujeción sólida y continua de la pala como al mismo tiempo una sujeción suave sin ninguna marca de presión sobre la pala.

En un aspecto de la invención, dicho cable está controlado por medios de guiado de cable por ejemplo por una o más ruedas de guiado de cable en dichos medios. La abrasión del cable puede evitarse y por tanto se garantiza la seguridad del trabajador en la plataforma.

En un aspecto de la invención, dichos medios de guiado de cable controlan la orientación del cable. Controlando la orientación del cable, es posible conseguir diferentes características ventajosas tales como forzar la plataforma de trabajo contra la torre. Forzando la plataforma contra la torre puede reducirse la resistencia necesaria de los medios de agarre.

En un aspecto de la invención, los medios de control controlan al menos dichos medios de accionamiento de brazo, medios de fuerza horizontales, dichas una o más bombas de succión o vacío y/o dichos medios de enrollamiento de cable.

En otro aspecto de la invención, dichos medios de control están conectados por cable o de manera inalámbrica a y controlados por al menos un control remoto. Equipado con un control remoto el trabajador puede moverse más libremente sobre la plataforma y controlar los componentes de la plataforma con más precisión y por tanto se mejora tanto la flexibilidad como la seguridad de la plataforma.

En un aspecto adicional de la invención, dichos medios de control y dispositivos auxiliares se controlan con más de un control remoto, dichos controles trabajan en una configuración de maestro y esclavo. De este modo es posible controlar los componentes de la plataforma de trabajo o con los dispositivos auxiliares componentes de la turbina eólica, tales como el giro del rotor, desde diferentes posiciones por ejemplo la plataforma de trabajo y el suelo o la góndola.

Figuras

A continuación se describirá la invención con referencia a las figuras en las que

la figura 1 ilustra una turbina eólica moderna grande,

la figura 2a ilustra una plataforma de trabajo según la invención que se mueve hacia arriba en el lado de una torre de turbina eólica,

la figura 2b ilustra la plataforma de trabajo en una situación de uso,

la figura 3 ilustra en más detalle la plataforma de trabajo en el lado de una torre de turbina eólica,

la figura 4 ilustra la colocación de una pala de turbina eólica en relación con la plataforma de trabajo, la plataforma vista desde abajo,

la figura 5 ilustra en perspectiva la plataforma de trabajo según una realización preferida de la invención,

la figura 6 ilustra la conexión entre la turbina eólica y la plataforma de trabajo incluyendo una sección de la misma,

las figuras 7a y 7b ilustran la plataforma de trabajo en la que los medios de actuador de empuje están en dos posiciones de extracción diferentes,

las figuras 8a a 8c ilustran posiciones de extracción diferentes de una realización preferida de los medios de actuador de empuje,

las figuras 9a y 9b ilustran una realización preferida de las ventosas de succión o vacío según la invención en vistas anterior y posterior,

las figuras 10a y 10b ilustran una realización preferida de los medios de enrollamiento de cable que incluye una caja que contiene los medios de enrollamiento de cable,

la figura 11 ilustra un diagrama de flujo que se refiere a un método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica, y

la figura 12 ilustra una realización de un sistema de control junto con una plataforma de trabajo según la invención.

Descripción detallada

La figura 1 ilustra una turbina eólica moderna 1 con una torre 2 y una góndola de turbina eólica 3 colocada sobre la torre. El rotor de turbina eólica 5, que comprende tres palas de turbina eólica, está conectado a la góndola a través del árbol de baja velocidad que se extiende desde la parte anterior de la góndola.

Tal como se ilustra en la figura, el viento más allá de un determinado nivel activará el rotor debido al impulso inducido sobre las palas y permitirá su rotación en una dirección perpendicular al viento. El movimiento de rotación se convierte en energía eléctrica, que habitualmente se suministra a la red de transmisión como conocen los expertos en el área.

La figura 2a ilustra una plataforma de trabajo 6 según la invención que se mueve hacia arriba en el lado de una torre de turbina eólica junto con una tarea de mantenimiento o reparación en la turbina eólica 1.

Además, se ilustra que las palas de turbina eólica están inclinadas fuera de la trayectoria del viento (son paralelas al viento) y no se mueven puesto que la turbina eólica se detiene durante la tarea. La figura también ilustra que un trabajador está colocado dentro de la plataforma de trabajo.

La plataforma de trabajo está conectada a la góndola de turbina eólica 3 con al menos un cable 7, llegando los cables a la góndola desde una posición por debajo de la góndola. La plataforma de trabajo también comprende medios de agarre 8 que de manera sustancialmente horizontal llegan hasta el lado de la torre de turbina eólica 2.

Los cables 7 pueden ser una parte integrada de la turbina eólica ubicada dentro de la góndola y pueden bajarse hasta el suelo a través de aberturas en la parte inferior de la góndola. Además, el cable puede llegar junto con la plataforma de trabajo 6 y transportarse a la góndola por ejemplo por un trabajador que lleve el cable a la góndola usando las escaleras dentro de la turbina eólica, fijando un extremo del cable de manera segura a la góndola y bajando el otro extremo hasta el suelo.

Otra manera sería llevar una cuerda fina a la góndola y bajarla hasta el suelo, atarla a un cable y arrastrar el cable hasta la góndola en el exterior de la torre de turbina eólica por ejemplo con la ayuda de un elevador en la góndola antes de fijar de manera segura el cable a la góndola.

Después de que el cable haya alcanzado el suelo o la góndola, se fija a los medios de enrollamiento de cable de la plataforma de trabajo permitiendo la elevación de la plataforma de trabajo desde el suelo enrollando el cable en la plataforma de trabajo.

Sin embargo, en una realización adicional los medios de enrollamiento de cable pueden colocarse en la góndola y por tanto el cable se fija sólo de manera firme a la plataforma de trabajo.

Los acumuladores, en otra realización de la plataforma de trabajo, pueden sustituirse por o complementarse con un generador diésel colocado en la plataforma de trabajo.

Finalmente, la figura ilustra que la plataforma de trabajo se transportó al lugar de la turbina eólica en un remolque conectado a un camión 9 por ejemplo el camión de mantenimiento normal de la empresa que realiza el mantenimiento de turbinas eólicas. El camión puede incluir diferentes herramientas y maquinaria necesarias en relación con la tarea de mantenimiento y reparación. Además, puede usarse el camión para el suministro de energía a los acumuladores eléctricos o contenedores de aire necesarios de la plataforma de trabajo por ejemplo durante el transporte cargando los acumuladores desde el generador del camión, o los contenedores desde un compresor.

La figura 2b ilustra la plataforma de trabajo en una situación de uso en la punta de una pala de turbina eólica 5 en la que la pala está lista para el mantenimiento por el trabajador en la plataforma.

Para llegar a la posición de la figura 2b desde la posición de la figura 2a se sube la plataforma de trabajo con los medios de enrollamiento de cable mientras que las ruedas de dirección de los medios de agarre 8 se fuerzan contra la torre de turbina eólica permitiendo que la plataforma de trabajo ruede por la superficie de la torre durante el desplazamiento.

Tras la llegada a la posición de uso la plataforma de trabajo todavía está conectada a la góndola a través de los cables 7 aunque también está conectada a la torre a través de los medios de agarre 8 que se agarran a la torre de turbina eólica 2 al menos en dos posiciones (como se explicará en más detalle a continuación).

La pala de turbina eólica se gira hacia una posición en la que el trabajador tiene acceso a la superficie de la pala (estando la pala en una posición sustancialmente perpendicular al viento en la figura). La pala de turbina eólica también se fija a la plataforma de trabajo para evitar cualquier movimiento involuntario de la pala durante el proceso de trabajo.

Cuando se ha realizado el trabajo en la posición los medios de agarre 8 se liberan de la torre y los medios de enrollamiento de cable suben (y ruedan por) la plataforma de trabajo hasta una nueva posición en la que los medios de agarre 8 se fijan de nuevo a la torre. Esto puede repetirse hasta que se haya realizado el mantenimiento en toda la longitud de la pala.

A continuación puede someterse a las otras palas de turbina eólica al mismo procedimiento. La pala que va a someterse al procedimiento se hace rotar para coincidir con el lado de la plataforma de trabajo en el que puede conseguirse el movimiento girando el árbol de alta velocidad que une el generador y el engranaje en la góndola por ejemplo mediante un dispositivo auxiliar que comprende un motor eléctrico. Además, puede conseguirse el movimiento usando el generador como motor eléctrico que toma energía eléctrica de la red eléctrica pública. Aún adicionalmente, puede conseguirse un movimiento inclinando ligera y brevemente una o más palas siguiendo al viento.

La figura 3 ilustra una realización preferida de la plataforma de trabajo 6 según la invención colocada en (y parcialmente tapada por) la torre de turbina eólica 2.

La plataforma de trabajo está construida con una base 18 rodeada por barandillas 13 en la que la base y los carriles guía definen un área de trabajo para el trabajador o los trabajadores.

La plataforma de trabajo comprende además medios de guiado de cable 12 que guían dos cables 7a, 7b a medios de enrollamiento de cable 43. Los medios de enrollamiento de cable 43 comprenden medios de motor y engranaje

en los que los medios de engranaje tienen una relación de engranaje elevada por ejemplo de 1500 rotaciones del árbol motor para cada enrollamiento de cable.

La plataforma de trabajo comprende además una caja 10 en el lado en la que pueden colocarse diferentes componentes hidráulicos y/o neumáticos (tal como se explicará en relación con las figuras 10a y 10b).

En una primera realización los medios de enrollamiento de cable 43 se colocan en la base de los medios de guiado de cable 12 en donde los cables enrollados 7 siguen descendiendo libremente por debajo de la plataforma o incluso permanecen en el suelo de la plataforma. En otra realización de la invención los cables pueden acumularse en un tambor de cable colocado dentro de la caja 10 u otro lugar adecuado en la plataforma de trabajo.

Los medios de guiado de cable 12 comprenden varias ruedas de guiado que dirigen los cables 7a, 7b a los medios de enrollamiento de cable 43 y protegen el cable de la abrasión. Los medios de guiado de cable están colocados preferiblemente de manera central en la plataforma o la sección externa de la plataforma en relación con la torre.

En una situación en la que los medios de fuerza horizontales están completamente retraídos, los cables están verticales u orientados ligeramente de manera preferible para coincidir con los medios de guiado de cable. La orientación del cable es hacia fuera en relación con la torre de turbina eólica desde su punto de anclaje de la turbina eólica garantizando que la plataforma de trabajo, independientemente del grado de extracción de los medios de fuerza horizontales, se fuerce contra la torre. La orientación se establece con la colocación de los medios de guiado de cable en la plataforma de trabajo y el punto de anclaje.

Para adaptar libremente la plataforma de trabajo a diferentes puntos de anclaje el punto de ataque de los medios de guiado de cable puede moverse horizontalmente. Como el punto de ataque puede considerarse como las ruedas de guiado de cable de los medios de guiado de cable el movimiento del punto de ataque puede conseguirse moviendo las ruedas. El movimiento puede establecerse teniendo conjuntos de aberturas para sujetar los árboles de las ruedas de guiado de cable donde los conjuntos están separados.

La plataforma de trabajo también comprende diferentes áreas de acoplamiento 11a, 11b para una pala de turbina eólica. Las primeras áreas de acoplamiento 11a son indentaciones en el lado opuesto de la plataforma de trabajo en el que se permite la entrada de la pala en una de las indentaciones con el borde anterior o de salida dirigido a la plataforma de trabajo. Cuando la pala se coloca en la indentación, se fuerza a los medios de retención desde la plataforma de trabajo contra los lados de la pala manteniendo la pala fijada en relación con la plataforma de trabajo.

Con indentaciones en el lado opuesto de la plataforma de trabajo es posible realizar el mantenimiento de las palas de turbina eólica desde ambos lados de la plataforma aunque la plataforma de trabajo también puede trabajar con sólo una primera área de acoplamiento 11a. Las primeras áreas de acoplamiento y áreas de acoplamiento adicionales se describen en relación con la figura 4.

La figura ilustra además la mitad (no tapada) de los medios de agarre 8 de la plataforma de trabajo. Los medios de agarre incluyen un brazo que se extiende a lo largo del lado de la torre de turbina eólica. El brazo sigue relativamente la superficie de la torre de turbina eólica comprendiendo varias secciones de brazo conectadas de manera pivotante entre sí. Los medios de agarre 8 comprenden una rueda de dirección 14 aproximadamente a la mitad de longitud del brazo, forzándose la rueda contra la superficie de la torre 2. Además, en el extremo de los medios de agarre 8, están colocados unos medios de sujeción 15 para sujetarse a la torre de turbina eólica 2.

La figura 4 ilustra la colocación de una pala de turbina eólica en relación con la plataforma de trabajo, la plataforma vista desde abajo.

La figura ilustra palas colocadas en áreas de acoplamiento; en un lado de la plataforma de trabajo (línea continua en la presentación una sección transversal de la pala) y en el lado opuesto (línea discontinua). Las dos palas están acopladas con el borde de ataque o de salida dirigido hacia el lado de la plataforma de trabajo y siendo la línea diametral de las palas perpendicular a la dirección longitudinal de la plataforma. La figura también ilustra una situación en la que la pala está acoplada en paralelo a la dirección longitudinal de la plataforma en una indentación adicional 11b (línea discontinua). La pala puede retenerse en la indentación adicional fijando una cinta alrededor de la pala y fijando los extremos de la cinta al carril guía.

La figura ilustra además los medios de retención que se fuerzan contra los lados de la pala de turbina eólica. Cada uno de los medios de retención comprende una cabeza y una base 16a, 17a; 16b, 17b, respectivamente. Los medios de retención pueden ser simplemente cabezas de caucho o elementos flexibles similares en varillas forzadas contra los lados y que se fijan a la plataforma de trabajo garantizando la retención de la pala. Sin embargo, las cabezas de retención también pueden ser ventosas de succión o vacío por ejemplo en relación con una bomba de vacío.

La figura 5 ilustra la realización preferida de la plataforma de trabajo en su totalidad y en perspectiva.

Especialmente la figura ilustra los medios de agarre 8 en su totalidad con ambos brazos de sujeción extendiéndose para agarrar la torre de turbina eólica en dos posiciones con los medios de sujeción 15a, 15b o para rodear por la

superficie de la torre con las dos ruedas de dirección 14a, 14b.

Como también se observa en la figura cada brazo de los medios de agarre 8 comprende una sección de brazo de base 21a, 21b conectada a una sección de brazo interna 20a, 20b, dicho brazo interno está conectado a una sección de brazo externa 19a, 19b. Las secciones de brazo de base están conectadas adicionalmente entre sí y la plataforma de trabajo a través de una parte de base que comprende medios de fuerza horizontales 23.

La conexión entre las secciones de brazo de base e internas se hace rígida mediante una pieza lateral. La conexión entre las secciones de brazo internas y externas 19a, 20a; 19b, 20b se hace variable usando una conexión pivotante y medios de accionamiento de brazo 22a, 22b, tales como actuadores neumáticos, hidráulicos o eléctricos lineales, que permiten que las secciones de brazo externas y especialmente los medios de sujeción 15a, 15b se acerquen o se alejen entre sí.

Además, la figura ilustra otro cable 7c que se extiende hacia la plataforma de trabajo y entra en los medios de guiado de cable en la plataforma. Los medios de guiado de cable dirigen el cable 7c al mecanismo de enrollamiento de cable 44 en el centro de los medios de agarre 8.

Finalmente, la figura ilustra uno de los medios de retención 16b, 17b para retener una pala de turbina eólica con más detalle.

La plataforma de trabajo, y especialmente las partes esenciales, tales como la base de la plataforma de trabajo 18, los medios de fuerza horizontales 23 y/o los medios de agarre 8, están hechos preferiblemente de acero o aleaciones de acero.

Sin embargo, pueden usarse otros metales en la construcción de la plataforma de trabajo tales como aluminio o aleaciones de aluminio. Pueden usarse otros materiales compuestos diferentes tales como materiales de vidrio, aramida o fibra de carbono.

Los cables que conectan la plataforma de trabajo con la parte superior de la turbina eólica son preferiblemente hilos de acero. También pueden usarse cuerdas tales como una cuerda de nailon si la resistencia de la cuerda es lo suficientemente significativa como para sujetar la plataforma incluyendo a los trabajadores.

La figura 6 ilustra la conexión entre la turbina eólica y la plataforma de trabajo. La conexión comprende varios cables 7 que se extienden desde la góndola 3 hasta diferentes posiciones en la plataforma de trabajo 6. Los cables se dividen en cables internos o externos donde los términos “interno” y “externo” deben entenderse como su posición en relación con la superficie de la torre de turbina eólica.

En una realización preferida los cables internos y externos están conectados a diferentes puntos de anclajes en el lado inferior de la góndola. Los puntos están colocados en algún lugar entre la torre de turbina eólica 3 y el rotor de turbina eólica 5 con el punto interno más cerca de la torre que el punto externo por ejemplo 0,2 y 1,2 metros con respecto a la torre, respectivamente.

Los cables internos y externos se extienden hasta una posición interna y externa en la plataforma de trabajo en la que se conectan para separar mecanismos de enrollamiento de cable 43, 44, tal como se explica en relación con las figuras 3 y 4.

La vista en sección ampliada ilustra además una realización preferida de la invención y especialmente la extensión de los cables internos 7c y los cables externos 7a, 7b desde el lado inferior de la góndola.

El cable interno se ilustra como un cable 7c que se extiende desde un punto de anclaje interno hasta la posición interna en la plataforma de trabajo con el mecanismo de enrollamiento de cable interno 44. El cable interno forma un ángulo α con el lado inferior de la góndola. El ángulo es de preferiblemente 90 grados, el cable se extiende verticalmente, o menos de 90 grados, el cable se extiende hacia fuera en relación con la torre desde el punto de anclaje.

Los cables externos se ilustran como dos cables 7a, 7b que se extienden desde un punto de anclaje externo 45 hasta la posición externa en la plataforma de trabajo. Como se explicó anteriormente, los medios de guiado de cable 12 son la posición externa en la plataforma de trabajo que guía los cables hacia el mecanismo de enrollamiento de cable externo 43. Los cables externos forman un ángulo β con el lado inferior de la góndola. El ángulo es de preferiblemente 90 grados, los cables se extienden verticalmente, o menos de 90 grados, los cables se extienden hacia fuera en relación con la torre desde el punto de anclaje.

Los puntos de anclaje pueden ser ojales o puntos de conexión preinstalados similares en el lado inferior de la góndola. Para llegar a los puntos de anclaje, la góndola puede comprender una o más aberturas pequeñas en el suelo de la góndola permitiendo a un trabajador colocar el cable en el punto de anclaje. Alternativamente, los cables pueden entrar en la góndola a través de aberturas y fijarse a los puntos de anclaje dentro de la góndola.

La función de los cables 7a, 7b, 7c es el movimiento de la plataforma de trabajo, es decir la subida o bajada de la

plataforma de trabajo. El cable interno garantiza que la sección interna de la plataforma de trabajo, incluyendo los medios de agarre 8, se mueva correctamente independientemente de las condiciones de la superficie que se encuentren las ruedas de dirección 14 en la torre de turbina eólica. Los cables externos garantizan que la plataforma de trabajo como tal se mueva y especialmente que la sección externa de la plataforma de trabajo se mueva. Los cables externos se dividen en un cable principal y uno o más cables adicionales por motivos de seguridad. El cable principal puede llevar por sí solo el peso de la plataforma de trabajo aunque en caso de una rotura del cable los cables adicionales mantendrán la plataforma de trabajo en la posición. Además, se monitoriza la velocidad de enrollamiento de los cables con medios de seguridad garantizando que la velocidad de enrollamiento no supere un límite superior tal como 4 metros por minuto. El límite de seguridad garantiza que la plataforma de trabajo no se manipule a velocidades peligrosamente altas, por ejemplo por el trabajador, en condiciones normales o en situaciones de fallo tales como una rotura en un mecanismo de enrollamiento de cable. Los medios de seguridad de exceso de velocidad son preferiblemente dispositivos electro/mecánicos de tipo de movimiento centrífugo o magnético que retardan o detienen temporalmente la plataforma de trabajo. Los medios de seguridad también pueden detener la plataforma de trabajo en una situación de sobreenrollamiento de cable o sobrecarga de peso.

Para mantener la plataforma de trabajo horizontal o al menos relativamente horizontal, la plataforma comprende medios de indicación de nivel. Los medios de indicación de nivel pueden ser una parte del sistema de control, descrito en relación con la figura 12, y como tales formar parte del sistema que genera señales de control para los mecanismos de enrollamiento de cable garantizando la posición horizontal de la plataforma de trabajo. Los medios de indicación de nivel pueden combinarse con medios de tensión que monitorizan la tensión en cada uno de los diferentes cables. Tanto en el movimiento vertical como horizontal de la plataforma de trabajo es importante monitorizar y garantizar la posición horizontal de la plataforma de trabajo, y puede conseguirse controlando los mecanismos de enrollamiento de cable individualmente por ejemplo para conseguir la posición horizontal y nivelar la tensión sobre los cables.

En una realización básica de la invención el número de cables se establece en sólo un cable en la que el cable se extiende hasta una posición externa de la plataforma de trabajo tal como los medios de guiado de cable 12.

Además, los cables pueden fijarse a la plataforma de trabajo y conectarse con mecanismos de enrollamiento de cable en la góndola.

Las figuras 7a y 7b ilustran la plataforma de trabajo y especialmente los medios de fuerza horizontales 23 en dos posiciones diferentes.

La figura 7a ilustra la primera posición en la que los medios de fuerza horizontales 23 están completamente retraídos. La retracción de los medios de fuerza horizontales 23 colocará la plataforma de trabajo cerca de la torre de turbina eólica, por ejemplo permitiendo la inspección y reparación de la superficie de la torre. Además, la posición será la posición normal durante el transporte en el camión de la plataforma de trabajo así como la posición normal durante la subida inicial de la plataforma de trabajo a lo largo de la torre de turbina eólica.

La figura 7b ilustra una segunda posición en la que los medios de fuerza horizontales 23 están parcialmente extraídos.

Como se observa en la figura, los medios de fuerza horizontales 23 incluyen varios brazos de fuerza horizontales. Los brazos pueden ser preferiblemente tubos de cuatro lados en los que los tubos están integrados telescópicamente unos en otros. Los tubos pueden extraerse o retraerse sucesivamente o individualmente por medio de medios eléctricos, hidráulicos o neumáticos.

Los medios eléctricos pueden incluir uno o más motores eléctricos que accionan uno o más husillos. Los medios hidráulicos o neumáticos pueden incluir un pistón accionado por las fuerzas hidráulicas o neumáticas.

La extracción de los medios de fuerza horizontales 23 colocará la plataforma de trabajo lejos de la torre de turbina eólica, por ejemplo permitiendo el mantenimiento de la superficie de las palas de turbina eólica.

Como la distancia entre la torre de turbina eólica y las palas es bastante significativa en las turbinas eólicas modernas, los medios de fuerza horizontales 23 con una extracción completa deberán tener una determinada longitud tal como entre 5 y 10 metros para poder realizar el mantenimiento de cualquier tipo de turbina eólica moderna.

Debe entenderse que el término “medios de fuerza horizontales” significa que los medios de fuerza actúan preferiblemente en una dirección sustancialmente horizontal contra la torre de turbina eólica. Sin embargo, en otras realizaciones los medios de fuerza pueden estar inclinados un ángulo significativamente por encima o por debajo de la dirección horizontal.

Las figuras 8a a 8c ilustran la estructura de una realización preferida de los medios de fuerza horizontales 23.

Los medios de fuerza comprenden una parte fija 25 que sujeta los brazos de fuerza horizontales extraíbles y retráctiles 23a, 23b. La parte fija está montada normalmente por debajo de la base 18 de la plataforma de trabajo en

su longitud completa.

Las líneas discontinuas pueden considerarse como la superficie de la torre de turbina eólica o los medios de sujeción 15 con respecto a los que se aleja el resto de la plataforma de trabajo con la extracción de los medios de fuerza.

La figura 8a ilustra la estructura en una posición retraída para los medios de fuerza horizontales 23.

La figura 8b ilustra la estructura en una posición extraída para un primer brazo de fuerza horizontal 23a de los medios de fuerza horizontales 23.

La figura 8c ilustra la estructura en una posición extraída para un brazo de fuerza horizontal primero y segundo 23a, 23b de los medios de fuerza horizontales 23. La figura ilustra los medios de fuerza horizontales 23 con los dos brazos en posiciones completamente extraídas. Sin embargo, en realizaciones adicionales el número de brazos puede ser de más de dos brazos por ejemplo el uso de tres o cuatro brazos de una longitud más corta que los dos actuales.

Las figuras 9a y 9b ilustran una realización preferida de los medios de sujeción 15 para la torre de turbina eólica.

Los medios de sujeción están montados preferiblemente de manera flexible sobre los extremos de las secciones de brazo externas 19a, 19b de los medios de agarre 8. Puede usarse la flexibilidad para adaptar los medios de sujeción a la superficie ligeramente inclinada de la torre de turbina eólica 2.

Además, los medios de sujeción comprenden dos dispositivos de sujeción sustancialmente ovalados (y bastante largos en una dirección de arriba abajo) colocados uno al lado de otro. Sin embargo, puede modificarse el número de dispositivos de sujeción y sus formas para cumplir con diferentes situaciones en las que se prefiere la forma actual para absorber ventajosamente fuerzas verticales.

La figura 9a ilustra los medios de sujeción 15 vistos en perspectiva desde la parte anterior. Los medios de sujeción comprenden una ventosa de succión o vacío primera y segunda ovalada 27a, 27b.

La segunda ventosa 27b incluye una abertura de succión 28 en un extremo de la ventosa en el que la abertura está conectada a una bomba de succión con medios de tubo. Además, la segunda ventosa 27b incluye una abertura de conexión 29b en el otro extremo de la ventosa. La abertura está conectada con un tubo de conexión 30 a una abertura de conexión 29a en la primera ventosa de succión o vacío 27a. La conexión entre las dos ventosas de succión o vacío garantiza que se establezca una condición de presión común en las ventosas.

Las ventosas de succión o vacío pueden incluir rebordes o labios de caucho 32 para mantener la condición de presión dentro de las ventosas.

Las dos ventosas de succión o vacío están fijadas de manera rígida a una varilla de conexión 31. La varilla de conexión 31 puede estar fijada de manera flexible por otro lado a los medios de agarre tal como se mencionó anteriormente por ejemplo con algún tipo de articulación basculante.

La figura 9b ilustra los medios de sujeción 15 vistos en perspectiva desde el lado opuesto después de haberse rotado media vuelta.

La figura ilustra especialmente la salida de la abertura de succión 28 en la que va a montarse un tubo, en relación con una bomba de succión.

Pueden usarse las dos ventosas de succión o vacío en cada lado de los medios de agarre para enganchar firmemente la plataforma de trabajo a la torre de turbina eólica aplicando una presión de succión muy baja o incluso un vacío dentro de las ventosas dirigidas a la superficie de torre. Junto con el cable y los medios de enrollamiento de cable la plataforma de trabajo pueden sujetarse en su lugar mediante los medios de agarre.

Las figuras 10a y 10b ilustran los medios hidráulicos y/o neumáticos colocados en una caja 34 en un lado de la plataforma de trabajo.

La figura 10a ilustra la caja 34 con una abertura de ventilación 33 en una puerta de caja primera y segunda 35a, 35b. Las puertas permiten el acceso completo a los medios hidráulicos y/o neumáticos dentro de la caja.

La figura 10b ilustra algo del contenido en la caja incluyendo válvulas de aguja 36 que controlan la bomba hidráulica y el depósito 39 con el motor 38. Las válvulas de aguja controladas magnéticas 36 controlan por tanto el fluido hidráulico bombeado a los medios de fuerza horizontales y otros medios accionados hidráulicos de la plataforma de trabajo. La caja comprende además una bomba de vacío 39 que suministra a las diferentes ventosas de succión o vacío. La caja puede comprender además medios tales como acumuladores eléctricos y/o un generador diésel, un tambor de cable 37 en el que se acumulan los cables 7, 7a, 7b, 7c y uno o más contenedores que comprenden aire comprimido.

Los contenedores de aire pueden usarse como fuente de energía que suministre a todos los componentes consumidores de energía de la plataforma de trabajo donde la presión de los contenedores es preferiblemente bastante elevada tal como de hasta 40 bar.

En una realización de la invención, se usa aire comprimido en lugar de presión hidráulica en la retracción/extracción de los medios de fuerza horizontales. Además, se usa el aire comprimido para accionar los motores de los medios de enrollamiento de cable donde los motores eléctricos usados normalmente se sustituyen por motores neumáticos. Aún adicionalmente, se usa el aire comprimido para establecer la presión de vacío necesaria para las ventosas de succión o vacío. Los contenedores pueden recargarse con aire comprimido desde un compresor instalado en el camión (tal como se mencionó anteriormente) por ejemplo durante el transporte desde un sitio de turbinas eólicas a otro. El resto de componentes tales como los medios de control pueden suministrarse con energía eléctrica desde uno o más acumuladores eléctricos.

En otra realización la energía necesaria puede suministrarse parcial o totalmente desde el sistema hidráulico en el que se presuriza el aceite hidráulico con nitrógeno suministrado desde contenedores de nitrógeno.

Aún adicionalmente, en una realización los diferentes componentes pueden suministrarse con energía eléctrica por ejemplo para accionar las bombas hidráulica y de vacío en la que la energía eléctrica se suministra desde la red eléctrica. Un cable eléctrico puede conectar la plataforma de trabajo con una salida de potencia dentro de la turbina eólica por ejemplo una salida de 400 o 24 V de CA. En otra realización el cable conecta la plataforma de trabajo con el generador del camión en la que el camión se mantiene en marcha para suministrar la energía eléctrica necesaria sin vaciar los acumuladores del camión. El cable eléctrico puede colgar libremente o enrollarse con un mecanismo de retracción de cable.

Desde la caja los tubos de aire y/o hidráulicos necesarios se extienden a los diferentes componentes que se suministran con succión o vacío, aire presurizado o aceite hidráulico. Además, cables de energía eléctrica pueden transferir energía desde acumuladores eléctricos, un generador diésel o la red eléctrica a cualquier componente eléctrico accionado, activado o controlado.

La figura 11 ilustra un diagrama de flujo que se refiere a un método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica.

El método puede incluir algunas o todas de las siguientes etapas de funcionalidad en el mantenimiento de una turbina eólica tal como la torre de turbina eólica:

• conducir el camión con la plataforma de trabajo al lugar rural de la turbina eólica o parque de turbinas eólicas.

• colocar la plataforma de trabajo delante de la torre de turbina eólica con las ruedas de dirección de los medios de agarre tocando la superficie de la torre (etapa a de la figura 11).

• conectar un cable a la góndola de turbina eólica tal como se describió anteriormente (etapa b - parte 1).

• conexión del cable a los medios de enrollamiento de cable de la plataforma de trabajo donde preferiblemente el cable está un poco inclinado en relación con un ángulo vertical que fuerza la plataforma de trabajo ligeramente contra la torre (etapa b - parte 2).

• mover verticalmente la plataforma de trabajo y a uno o más trabajadores hacia una posición de uso con la ayuda del cable, los medios de guiado de cable y los medios de enrollamiento de cable (etapa c).

• fijar la plataforma de trabajo a la torre de turbina eólica activando las ventosas de succión o vacío 15 de los medios de agarre 8.

• trabajar en la torre de turbina eólica por ejemplo comprobando y volviendo a pintar áreas de la torre.

• liberar los medios de sujeción y bajar la plataforma de trabajo hasta el suelo y colocar la plataforma de trabajo en un remolque de transporte (etapa f).

• recargar los acumuladores eléctricos durante el transporte de la plataforma de trabajo a nuevos lugares rurales de turbinas eólicas.

En relación con el mantenimiento de la torre de turbina eólica, pueden tomarse varias decisiones incluyendo la decisión con respecto a un movimiento ascendente o descendente cuando se ha terminado el trabajo en un área de la torre (etapa e). Si se ha completado el trabajo en la torre puede bajarse la plataforma de trabajo hasta el suelo.

El método puede incluir algunas o todas de las siguientes etapas de funcionalidad en el mantenimiento de una turbina eólica tal como las palas de turbina eólica:

• conducir el camión con la plataforma de trabajo al lugar rural de la turbina eólica o parque de turbinas eólicas.

• colocar la plataforma de trabajo delante de la torre de turbina eólica con las ruedas de dirección de los medios de agarre tocando la superficie de la torre (etapa a de la figura 11).

• conectar un cable a la góndola de turbina eólica tal como se describió anteriormente (etapa b - parte 1).

• conexión del cable a los medios de enrollamiento de cable de la plataforma de trabajo en donde preferiblemente el cable está un poco inclinado en relación con un ángulo vertical que fuerza la plataforma de trabajo ligeramente contra la torre (etapa b - parte 2).

• mover verticalmente la plataforma de trabajo y a uno o más trabajadores hacia una posición de uso con la ayuda del cable, los medios de guiado de cable y los medios de enrollamiento de cable (etapa c).

• fijar la plataforma de trabajo a la torre de turbina eólica activando las ventosas de succión o vacío 15 de los medios de agarre 8.

• modificar la posición horizontal de la plataforma de trabajo extrayendo los medios de fuerza horizontales para coincidir con una pala de turbina eólica (etapa g).

• retener la pala de turbina eólica en la plataforma de trabajo y realizar el mantenimiento de la sección de la pala al alcance (etapa h).

• trabajar en la pala de turbina eólica por ejemplo comprobando o limpiando áreas de la pala.

• modificar la posición horizontal de la plataforma de trabajo retrayendo los medios de fuerza horizontales por ejemplo permitiendo que las palas de turbina eólica giren brevemente antes de fijar una nueva pala a la plataforma de trabajo y realizando el proceso de mantenimiento en esta pala (etapa 1). La distancia del giro del rotor es de manera preferible aproximadamente un tercio de un giro completo para colocar la nueva pala delante del área de acoplamiento de pala.

• mover la plataforma de trabajo a una nueva posición de uso con la ayuda del cable y los medios de enrollamiento de cable por ejemplo a una posición más alta (etapa c).

• fijar la plataforma de trabajo a la torre de turbina eólica activando las ventosas de succión o vacío 15 de los medios de agarre 8.

• modificar la posición horizontal de la plataforma de trabajo extrayendo los medios de fuerza horizontales para coincidir con una pala de turbina eólica (etapa g).

• retener la pala de turbina eólica en la plataforma de trabajo y realizar el mantenimiento de la sección de la pala al alcance (etapa h).

Etcétera…

• liberar los medios de sujeción y bajar la plataforma de trabajo hasta el suelo y colocar la plataforma de trabajo en un remolque de transporte (etapa m).

• recargar los acumuladores eléctricos durante el transporte de la plataforma de trabajo a nuevos lugares rurales de turbinas eólicas.

En relación con el mantenimiento de las palas de turbina eólica, pueden tomarse varias decisiones incluyendo la decisión con respecto a un movimiento ascendente o descendente cuando se ha terminado el trabajo en un área de la pala (etapa i).

Aún adicionalmente, si se ha completado el trabajo en una pala puede decidirse continuar con el mantenimiento de otra pala (etapa j).

Aún adicionalmente, si se ha completado el trabajo en todas las palas en cuestión puede decidirse bajar la plataforma de trabajo hasta el suelo (etapa k).

La figura 12 ilustra una realización de un sistema de control 40 en relación con una plataforma de trabajo según la invención

Para controlar y monitorizar las funcionalidades de la plataforma de trabajo, es necesario con un sistema de control colocado en la plataforma de trabajo por ejemplo dentro de la caja que contiene medios de enrollamiento de cable. El sistema de control es preferiblemente un sistema basado en microprocesador que puede recibir, transmitir, procesar y almacenar señales. El sistema de control comprende conexiones a los diferentes medios de la plataforma de trabajo que requieren un control y una monitorización.

Las conexiones de la plataforma de trabajo pueden dividirse en diferentes grupos tales como cables de control 41a-41f que garantizan que las señales de control se transfieren a válvulas de control, conmutadores y relés y cables de

sensor que devuelven la señal de monitorización al sistema de control, refiriéndose dichas señales a la funcionalidad de los diferentes componentes.

Los cables de control pueden ser cables 41a que controlan la funcionalidad de las ventosas de succión o vacío 16a, 16b de los medios de retención para una pala de turbina eólica. Cables adicionales 41f pueden controlar la funcionalidad de las ventosas de succión o vacío 15a, 15b de los medios de agarre.

Otros cables de control 41b, 41d pueden controlar la funcionalidad de los mecanismos de enrollamiento de cable 43, 44 para los cables internos y externos, respectivamente.

Aún adicionalmente, los cables de control 41c pueden controlar la funcionalidad de los componentes hidráulicos y/o neumáticos de la caja 10. Más cables de control (no ilustrados en la figura) pueden controlar el estado de los acumuladores eléctricos, los contenedores de aire, el generador diésel o componentes adicionales de la plataforma de trabajo.

Los cables de energía eléctrica pueden suministrar energía directamente a medios mecánicos tales como actuadores eléctricos que convierten la electricidad en un cambio físico de la posición de la varilla de actuador, por ejemplo los medios de accionamiento de brazo en el caso de que se accionen de manera eléctrica. Además, la electricidad puede suministrarse a medios de bombeo neumáticos o hidráulicos en los que los medios de bombeo suministran energía neumática o hidráulica a diferentes medios de accionamiento tales como los medios de fuerza en el caso de que se accionen de manera neumática o hidráulica. Aún adicionalmente, las ventosas de succión o vacío pueden suministrarse de manera neumática desde una o más bombas de vacío, accionándose dichas bombas preferiblemente de manera eléctrica.

Los cables de control conectan los sistemas de control con relés y conmutadores de control por ejemplo conmutadores eléctricos que conmutan los cables de energía eléctrica o conmutadores de presión de vacío, neumáticos o hidráulicos que controlan el flujo de aire o aceite a través de los tubos de conexión.

Los cables de monitorización pueden dirigir diferentes señales de estado de la plataforma de trabajo al sistema de control tal como el nivel de energía de los acumuladores, los niveles de presión, etc...

Si las señales de estado indican que la funcionalidad normal de la plataforma de trabajo no es posible, por ejemplo debido a un nivel de energía bajo de los acumuladores eléctricos, el trabajador puede elegir bajar la plataforma de trabajo con la ayuda de una manija de operación manual que libera el freno de los medios de enrollamiento de cable. La liberación del freno garantiza preferiblemente sólo en parte que la velocidad de bajada de la plataforma de trabajo esté por debajo del límite de velocidad mencionado anteriormente. Sin embargo, si la velocidad aumenta más allá de este límite, actuará el freno de velocidad excesiva y retardará o incluso detendrá la plataforma de trabajo.

Si es posible la operación manual puede complementarse mediante la energía eléctrica restante de los acumuladores por ejemplo permitiendo el control eléctrico de algunos componentes necesarios de la plataforma de trabajo tales como los medios de agarre. Además, el sistema de control puede definir un límite inferior para los acumuladores donde se detiene cualquier funcionalidad normal de la plataforma de trabajo si se supera el límite. Después de haber superado el límite, preferiblemente la plataforma de trabajo puede sólo bajarse.

El sistema de control 40 puede estar conectado por cable o de manera inalámbrica a un control remoto 42. La conexión inalámbrica se establece usando ondas aéreas electromagnéticas tales como ondas de radio o infrarrojas.

El control remoto permite a un trabajador controlar los diferentes componentes de la plataforma de trabajo por ejemplo el movimiento de los medios de fuerza horizontales, la activación de las ventosas de succión o vacío o la elevación/bajada de la plataforma. Además, el control remoto puede comprender medios de visualización para monitorizar las señales de estado mencionadas anteriormente de los diferentes componentes u otras señales tales como la posición de los medios de fuerza horizontales. Aún adicionalmente, los medios de control o el control remoto pueden comprender medios de generación de sonido para informar a los trabajadores del estado de la plataforma de trabajo o uno o más de los componentes de la plataforma.

El control remoto puede sujetarse por uno de los trabajadores colocado en la plataforma de trabajo, en el suelo o incluso en la góndola.

El control remoto que controla el sistema de control también puede controlar diferentes componentes de la turbina eólica. En una realización el control remoto controla los medios que giran el rotor en relación con el cambio de las palas de turbina eólica en la plataforma de trabajo, por ejemplo el dispositivo auxiliar mencionado anteriormente que comprende un motor eléctrico. Además, el control remoto puede controlar cualquier mecanismo de enrollamiento en la góndola.

Aún adicionalmente, el control remoto de la plataforma de trabajo puede dividirse entre varios controles remotos, por ejemplo sujetos por un trabajador en la plataforma de trabajo y un trabajador en el suelo o en la góndola. El trabajador en el suelo o en la góndola puede activar de manera remota diferentes componentes de la turbina eólica mientras que el trabajador en la plataforma controla los componentes de la plataforma con su control remoto.

Preferiblemente, el control remoto sujeto por el trabajador en la plataforma anula cualquier otro control remoto por ejemplo en una configuración de control remoto de maestro/esclavo.

La invención se ha descrito a modo de ejemplo anteriormente con referencia a ejemplos específicos. Sin embargo, debe entenderse que la invención no está limitada a los ejemplos particulares descritos anteriormente sino que puede usarse en relación con una amplia variedad de aplicaciones. Además, debe entenderse que especialmente la plataforma de trabajo según la invención puede diseñarse en una pluralidad de variedades dentro del alcance de la invención tal como se especifica en las reivindicaciones.

Lista

1.	Turbina eólica
2.	Torre de turbina eólica
3.	Góndola de turbina eólica
4.	Cubo de turbina eólica
5.	Rotor de turbina eólica
6.	Plataforma de trabajo
7, 7a-7c.	Cables; cables internos y externos
8.	Medios de agarre
9.	Camión con remolque para el transporte de la plataforma de trabajo
10.	Medios de enrollamiento de cable
11a, b.	Áreas de acoplamiento de pala
12.	Medios de guiado de cable
13.	Barandilla que define un área de trabajo
14, 14a, 14b.	Rueda de dirección
15, 15a, 15b.	Medios de sujeción para la torre de turbina eólica
16a, 16b.	Cabeza primera y segunda de medios de retención para la pala de turbina eólica
17a, 17b.	Base primera y segunda de medios de retención para la pala de turbina eólica
18.	Base de la plataforma de trabajo
19a, 19b.	Secciones externas de brazo de sujeción
20a, 20b.	Secciones internas de brazo de sujeción
21a, 21b.	Secciones de base de brazo de sujeción
22a, 22b	Medios de accionamiento de brazo
23.	Medios de fuerza horizontales
23a, 23b.	Brazo de fuerza horizontal primero y segundo
24.	Medios de alimentación
25.	Parte fija en los medios de fuerza horizontales
26.	Parte anterior de parte fija en los medios de fuerza horizontales
27a, 27b.	Ventosas de succión o vacío primera y segunda
28.	Abertura de succión
29a, 29b.	Aberturas de conexión
30.	Tubo de conexión

31.	Varilla de conexión
32.	Reborde o labios de caucho
33.	Abertura para entrada de cable
34.	Caja que contiene medios de enrollamiento de cable
35a, 35b.	Puerta de caja primera y segunda
36.	Medios de acumulador eléctrico
37.	Medios de depósito y bomba hidráulica
38.	Motor hidráulico
39.	Medios de bomba de succión o vacío
40.	Medios de control
41a a 41f.	Conexiones tales como cables de control
42.	Control remoto
43.	Sistema de enrollamiento de cable externo
44.	Sistema de enrollamiento de cable interno
45.	Punto de anclaje para cables en la góndola

REIVINDICACIONES

1. Método de mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica y la torre con una plataforma de trabajo, comprendiendo dicho método las etapas de:

colocar la plataforma de trabajo en la torre de turbina eólica,

conectar la plataforma de trabajo a una parte superior de la turbina eólica con al menos un cable,

elevar la plataforma de trabajo con el cable y medios de enrollamiento de cable hasta una posición de uso, y

sujetar la plataforma de trabajo en el lado de la torre de turbina eólica agarrando directamente la torre con medios de sujeción comprendidos en la plataforma de trabajo.

2. Método según la reivindicación 1, en el que dicha sujeción se establece con al menos dos conjuntos de ventosas de succión o vacío.

3. Método según la reivindicación 1, en el que dicha sujeción se establece con al menos dos conjuntos de medios electromagnéticos.

4. Método según la reivindicación 1, en el que dicha sujeción se establece con medios de retención que rodean dicha torre de turbina eólica.

5. Método según la reivindicación 2 ó 3, en el que dicha sujeción se mejora colocando dichas ventosas de succión o vacío o dichos medios electromagnéticos en los extremos de brazos de sujeción, agarrándose dichos brazos alrededor del exterior de la torre de turbina eólica.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo dicho método además la etapa de mover la plataforma de trabajo horizontalmente extrayendo o retrayendo medios de fuerza horizontales de la plataforma de trabajo.

7. Método según la reivindicación 6, en el que la extracción o retracción se establece telescópicamente mediante un número de secciones de brazo en dichos medios de fuerza horizontales.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que unos medios de guiado de cable orientan el cable hacia fuera en relación con la torre de turbina eólica desde el punto de inicio del cable.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicha plataforma de trabajo se mueve hacia arriba o hacia abajo siguiendo y rodando con ruedas de dirección de la plataforma en la superficie de la torre de turbina eólica.

10. Plataforma de trabajo (6) para el mantenimiento de los componentes externos de una turbina eólica tales como las palas de turbina eólica (5) y la torre de turbina eólica (2), comprendiendo dicha plataforma

al menos un cable (7, 7a, 7b, 7c) que conecta la plataforma de trabajo con una parte superior de la turbina eólica,

medios de enrollamiento de cable (43, 44) que enrollan dicho al menos un cable,

caracterizada porque

dicha plataforma comprende además medios de agarre (8) para sujetar directamente la plataforma de trabajo (6) a la torre (2).

11. Plataforma de trabajo según la reivindicación 10, caracterizada porque dicho al menos un cable (7) comprende varios cables externos (7a, 7b), incluyendo dicho conjunto un cable principal (7a) y uno o más cables adicionales (7b).

12. Plataforma de trabajo según la reivindicación 10 u 11, caracterizada porque dicho al menos un cable (7) comprende además un cable o cables interno(s) (7c).

13. Plataforma de trabajo según la reivindicación 11 ó 12, caracterizada porque dichos cables internos y externos (7a, 7b, 7c) se fijan al lado inferior de la góndola de turbina eólica (3) en un punto de anclaje interno y externo (45) en una dirección desde la torre o a los puntos de anclaje dentro de la góndola.

14. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizada porque dichos medios de agarre (8) comprenden al menos dos conjuntos de ventosas de succión o vacío (15a, 15b).

15. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizada porque dichos

medios de agarre (8) comprenden al menos dos conjuntos de medios electromagnéticos.

16. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizada porque dichos medios de agarre (8) comprenden medios de retención que rodean la torre de turbina eólica tales como al menos una correa de retención.

17. Plataforma de trabajo según la reivindicación 14 ó 15, caracterizada porque cada uno de dichos al menos dos conjuntos de ventosas de succión o vacío (15a, 15b) o medios electromagnéticos está montado de manera flexible en el extremo de un brazo de sujeción (19a, 20a, 21a; 19b, 20b, 21b respectivamente).

18. Plataforma de trabajo según la reivindicación 17, caracterizada porque dicho brazo de sujeción incluye una sección de brazo de base (21a, 21b), una sección de brazo interna (20a, 20b) y una sección de brazo externa (19a, 19b).

19. Plataforma de trabajo según la reivindicación 18, caracterizada porque dicha sección de brazo interna (20a, 20b) y dicha sección de brazo externa (19a, 19b) están conectadas de manera pivotante y controladas mediante medios de accionamiento de brazo (22a, 22b) en al menos una dirección.

20. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 19, caracterizada porque dichos medios de agarre (8) comprenden una o más ruedas de dirección (14, 14a, 14b).

21. Plataforma de trabajos según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 20, caracterizada porque unas barandillas (13) y una base (18) definen un área de trabajo de dicha plataforma.

22. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 21, caracterizada porque dichos medios de agarre (8) y la base (18) están conectados a través de medios de fuerza horizontales (23).

23. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 22, caracterizada porque dichos medios de fuerza horizontales (23) incluyen varios brazos de fuerza horizontales (23a, 23b).

24. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 23, caracterizada porque dichos brazos de fuerza horizontales (23a, 23b) están integrados uno en otro como parte de medios de fuerza telescópicos.

25. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 24, caracterizada porque el lado o los lados de dicha plataforma incluye(n) una o más indentaciones (11, 11a, 11b) para recibir y acoplarse a una o más palas de turbina eólica (5).

26. Plataforma de trabajos según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 25, caracterizada porque dicha plataforma incluye medios de retención (16a, 17a; 16b, 17b) para retener la pala de turbina eólica (5) en una de dichas indentaciones (11, 11a, 11b).

27. Plataforma de trabajo según la reivindicación 26, caracterizada porque dichos medios de retención (16a, 17a; 16b, 17b) incluyen una o más ventosas de succión o vacío (16a, 16b) colocadas en una o más varillas como parte de base (17a, 17b) para los medios de retención.

28. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 27, caracterizada porque dicho al menos un cable (7, 7a, 7b, 7c) está controlado por medios de guiado de cable (12) por ejemplo por una o más ruedas de guiado de cable en dichos medios.

29. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 28, caracterizada porque la posición de dichos medios de guiado de cable (12) controla la orientación del al menos un cable (7, 7a, 7b, 7c).

30. Plataforma de trabajo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 29, caracterizada porque dichos medios de guiado de cable (12) orientan el cable hacia fuera en relación con la torre de turbina eólica desde el punto de anclaje del cable por ejemplo en el caso en el que los medios de fuerza horizontales están completamente retraídos.

31. Plataforma de trabajos según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 30, caracterizada porque dicha plataforma incluye medios de control (40), dichos medios controlan al menos dichos medios de accionamiento de brazo (22a, 22b), medios de fuerza horizontales (23), dichas una o más bombas de succión o vacío (39) y/o dichos medios de enrollamiento de cable (43, 44).

32. Plataforma de trabajo según la reivindicación 31, caracterizada porque dichos medios de control (40) están conectados por cable o de manera inalámbrica a y controlados por al menos un control remoto (42).

33. Plataforma de trabajo según la reivindicación 31 ó 32, caracterizada porque dichos medios de control (40) y dispositivos auxiliares están controlados con más de un control remoto, dichos controles trabajan en una configuración de maestro y esclavo.

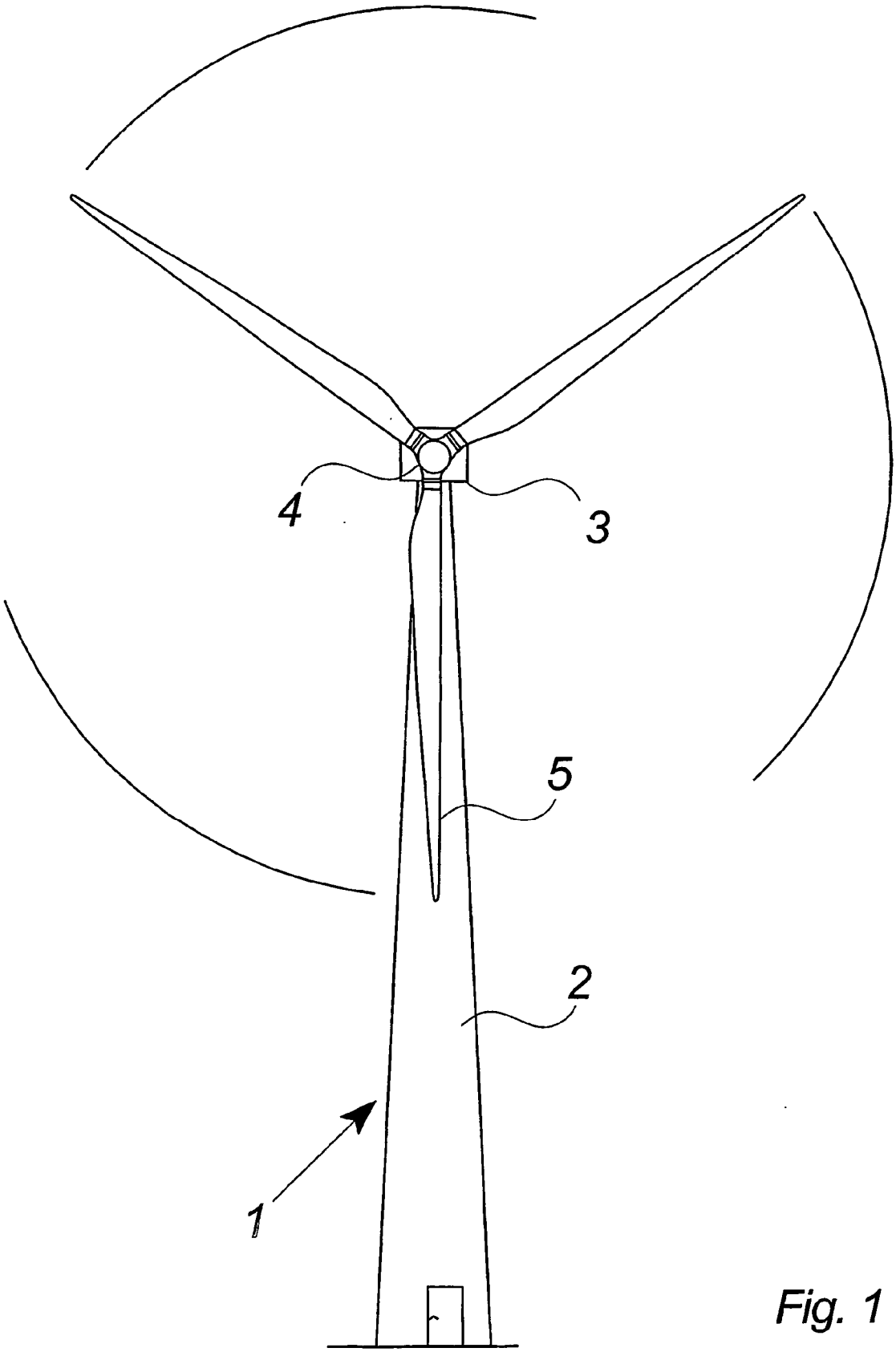

Fig. 1

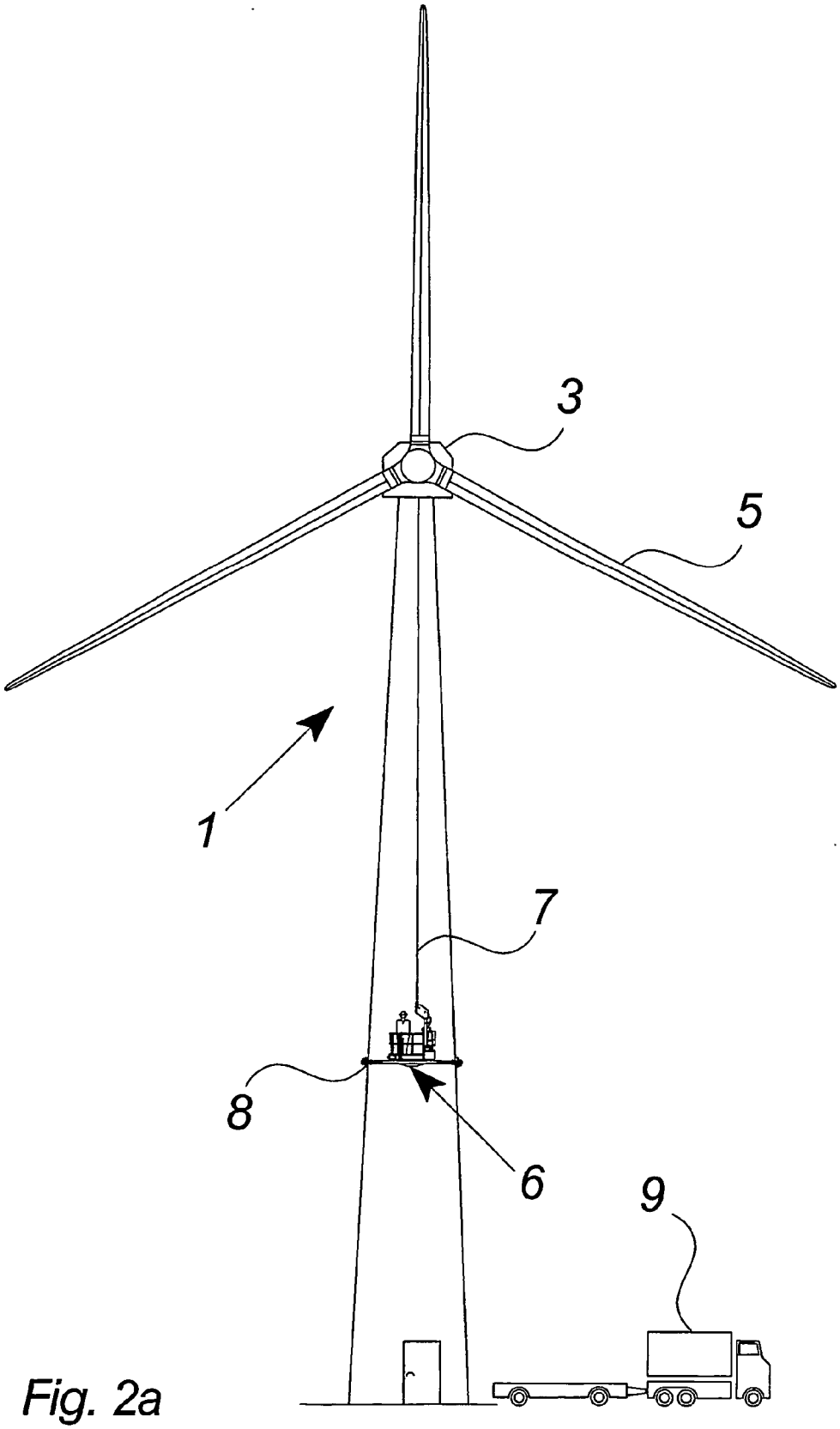

Fig. 2a

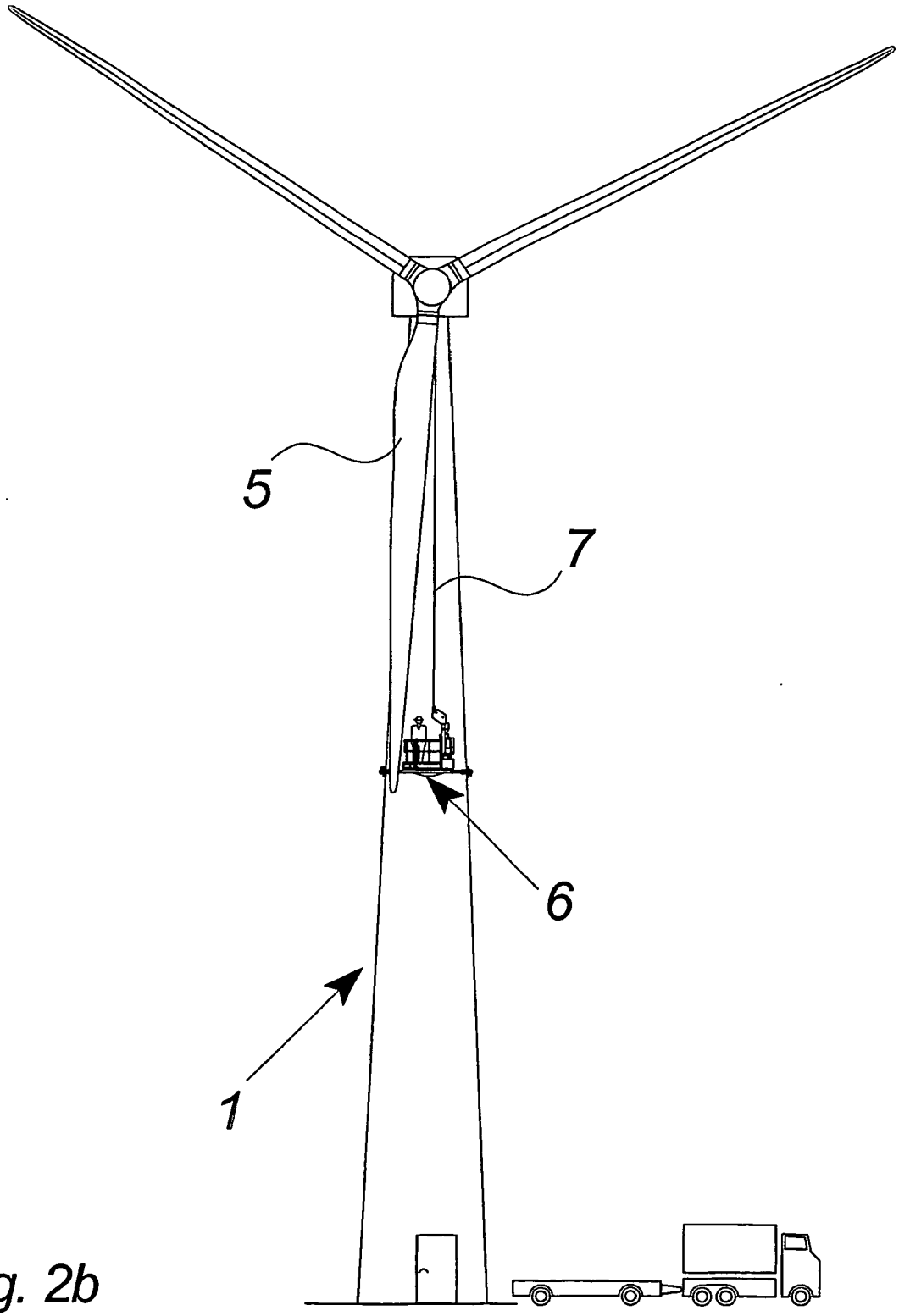

Fig. 2b

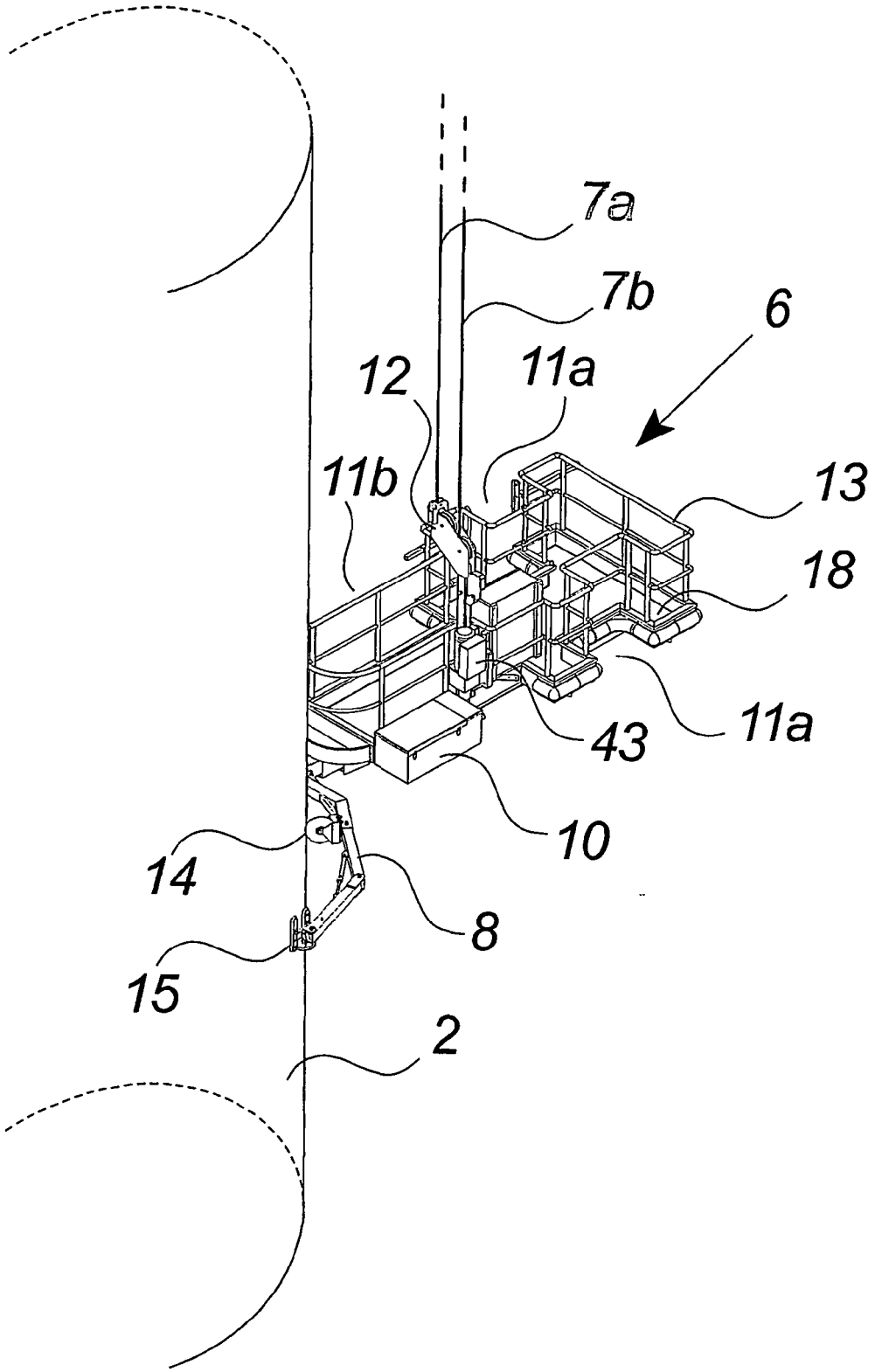

Fig. 3

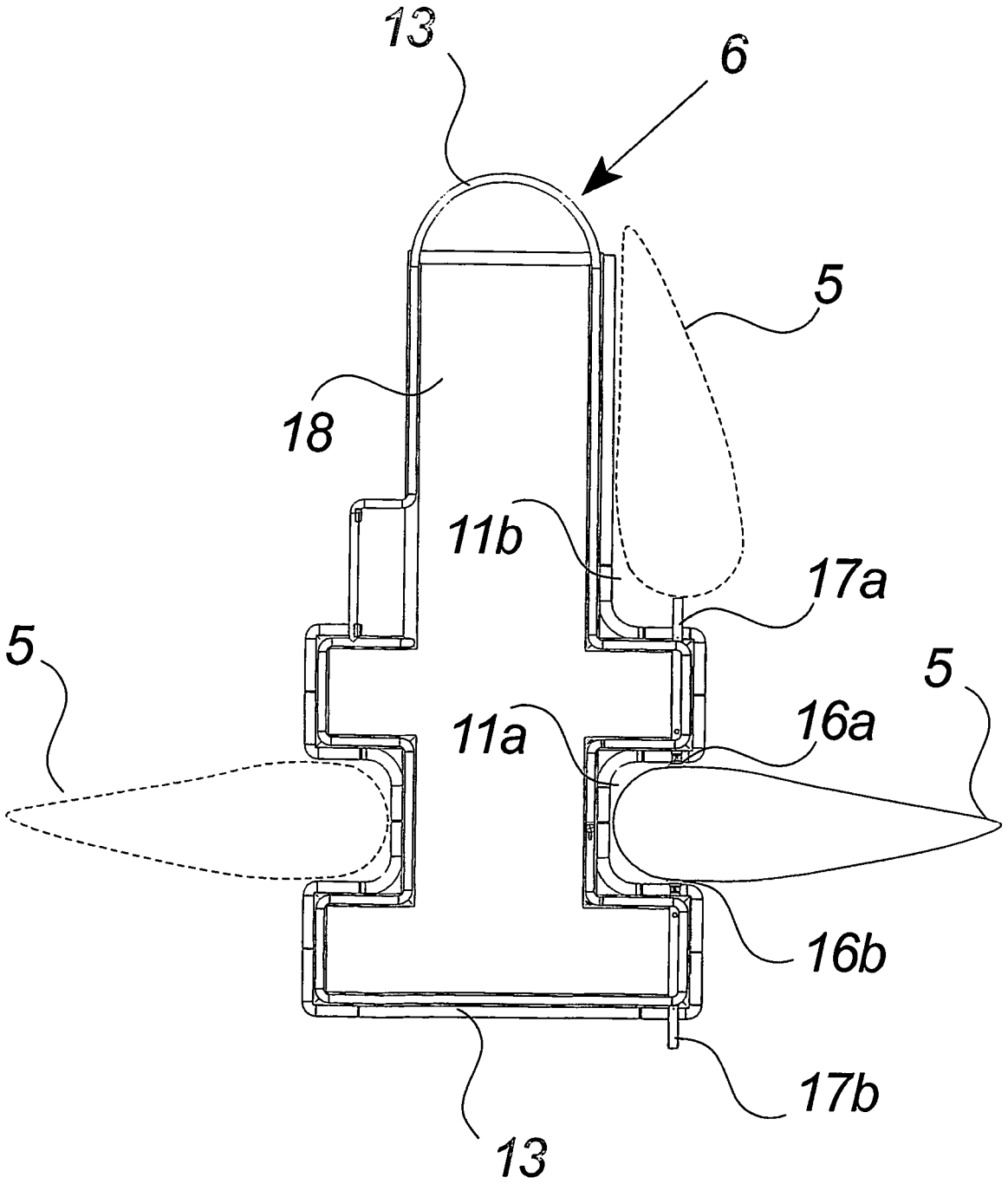

Fig. 4

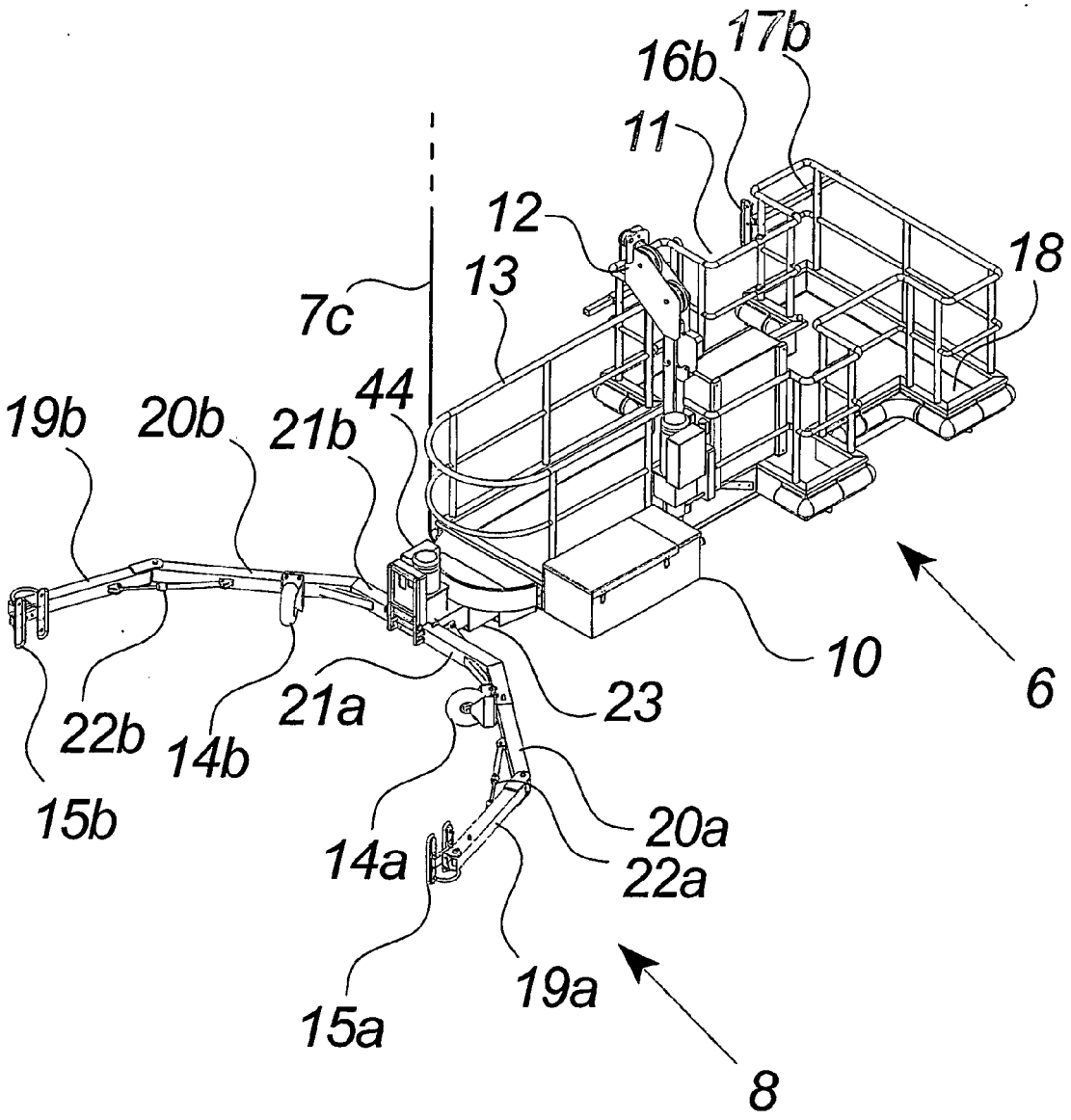
17b
16b
11
12
18
13
7c
44
19b
20b
21b
10
6
23
21a
22b
14b
15b
20a
14a
22a
19a
15a
8

Fig. 5

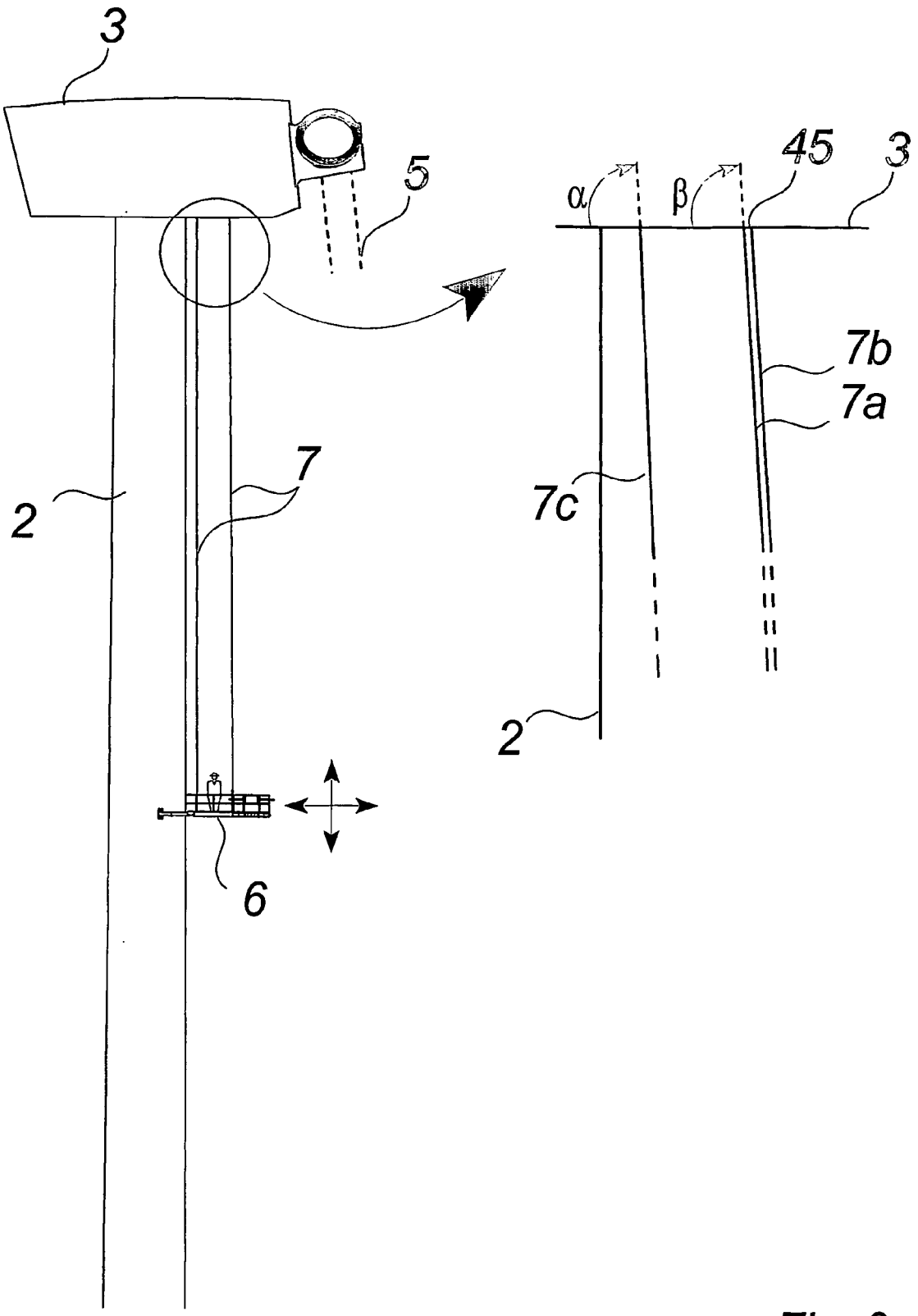

Fig. 6

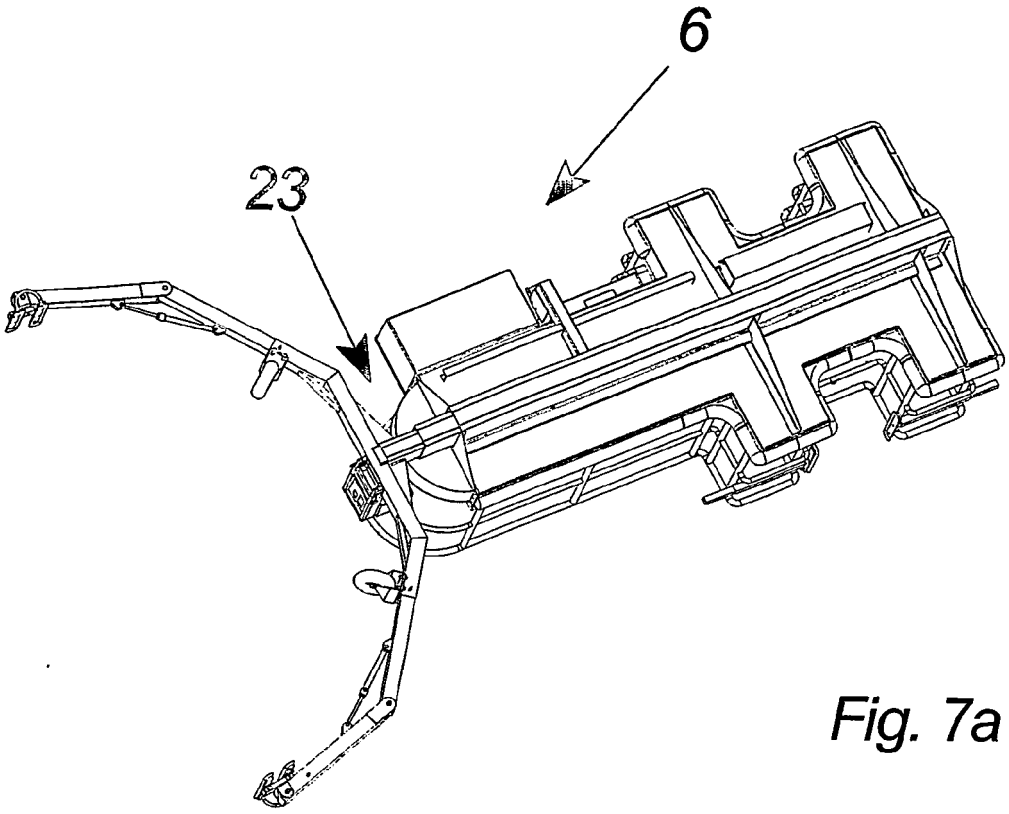

Fig. 7a

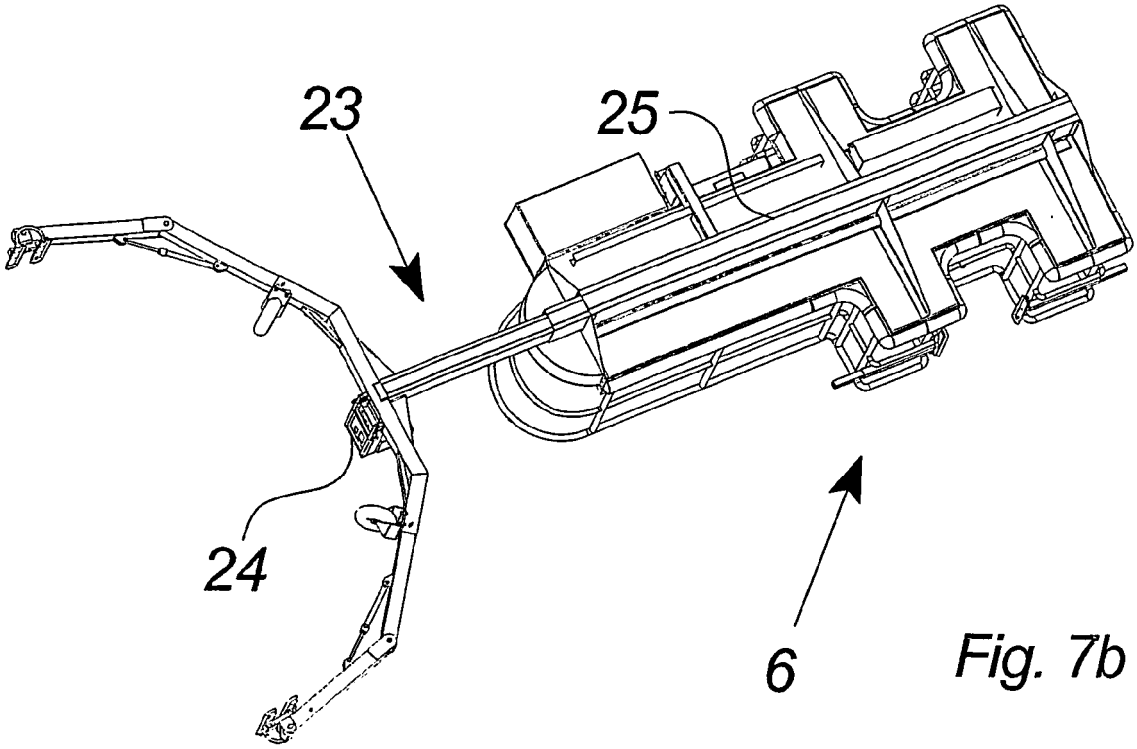

Fig. 7b

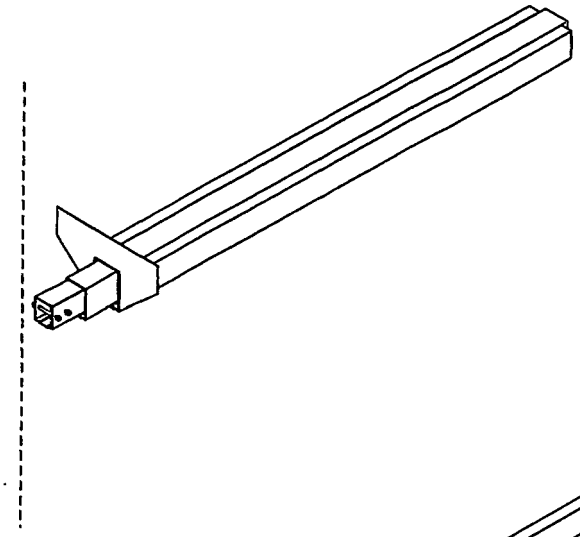

Fig. 8a

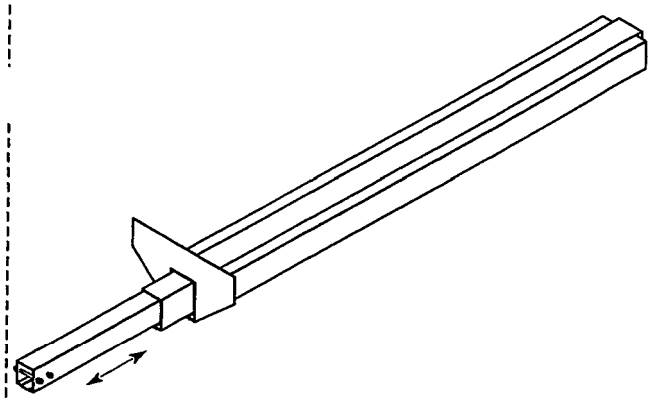

Fig. 8b

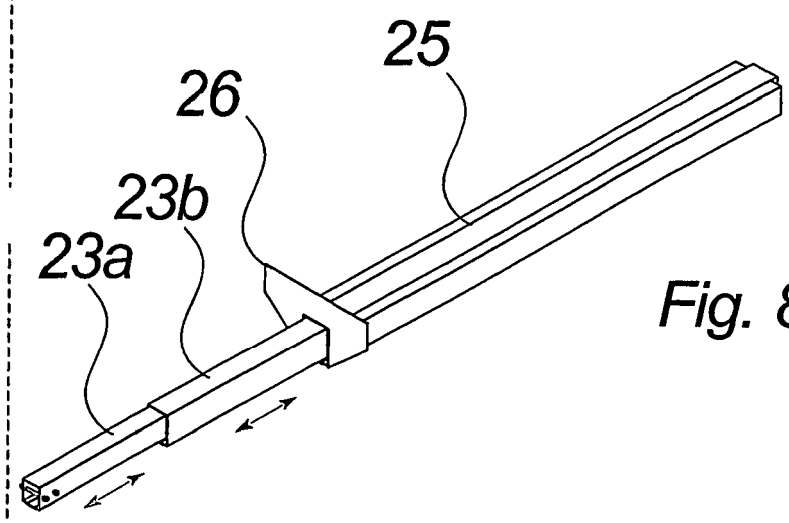

Fig. 8c

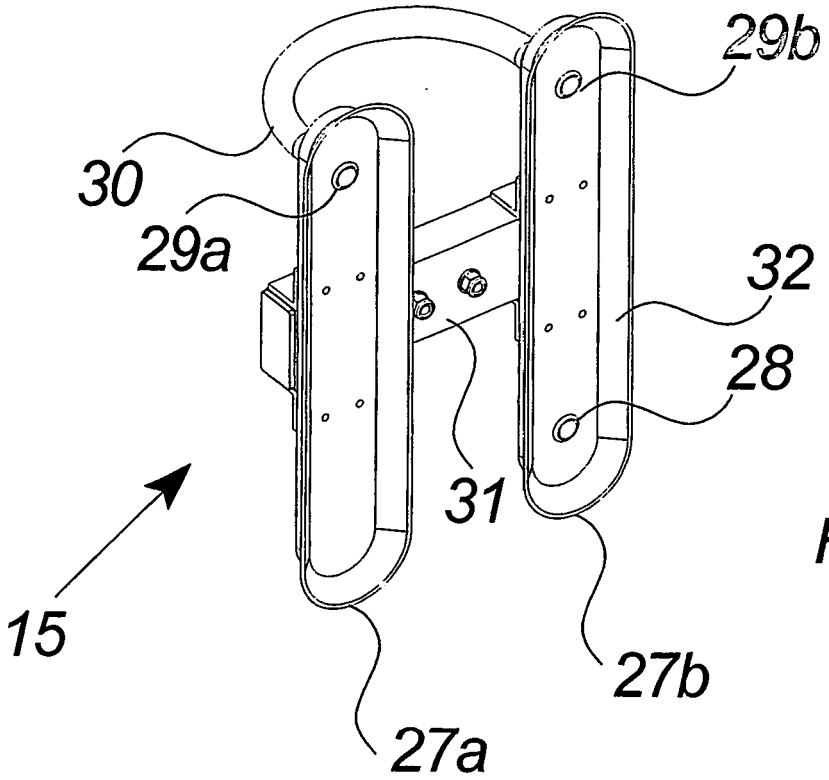

Fig. 9a

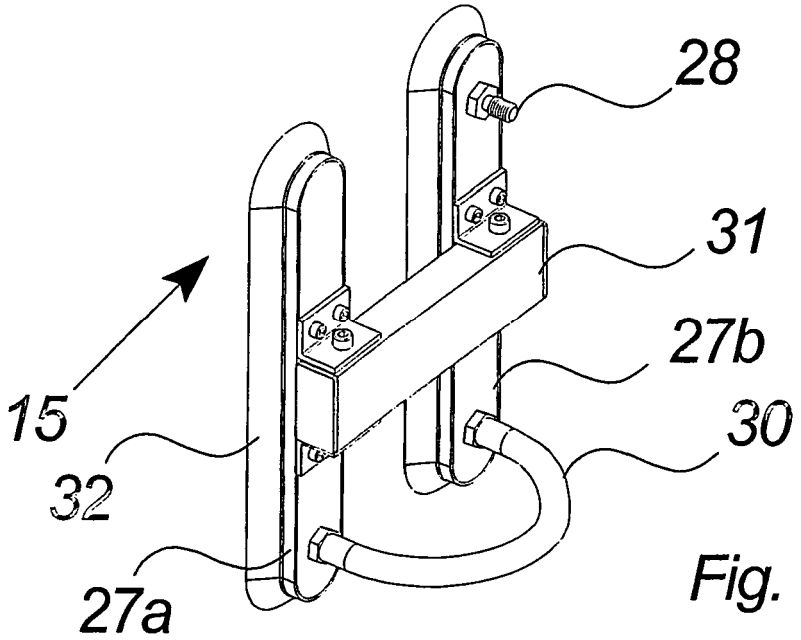

Fig. 9b

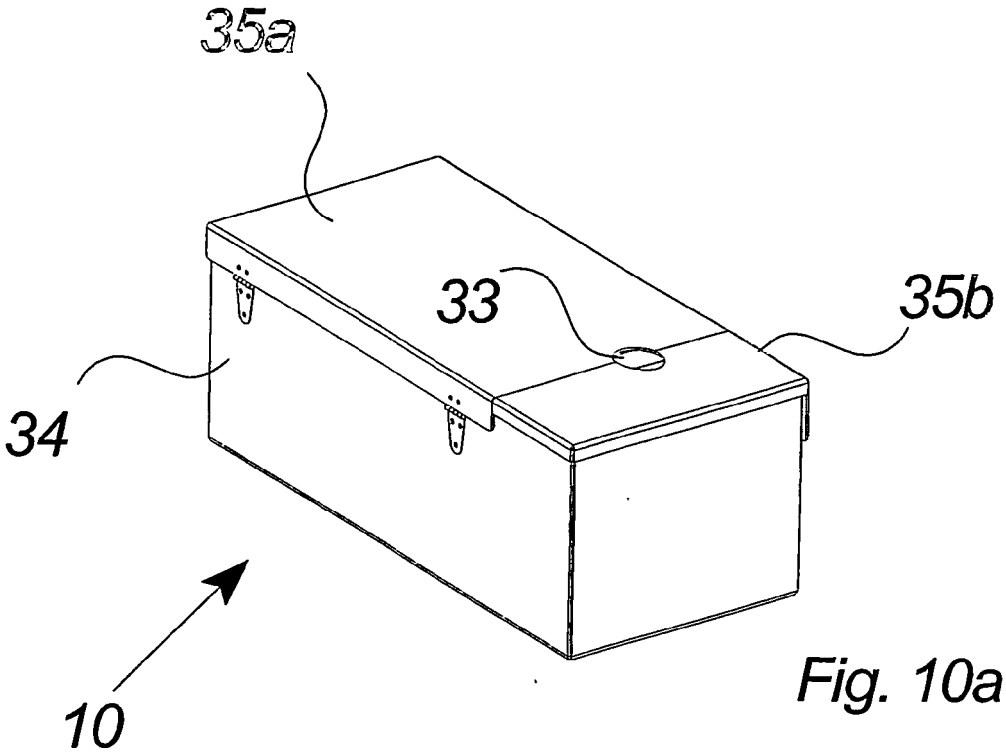

Fig. 10a

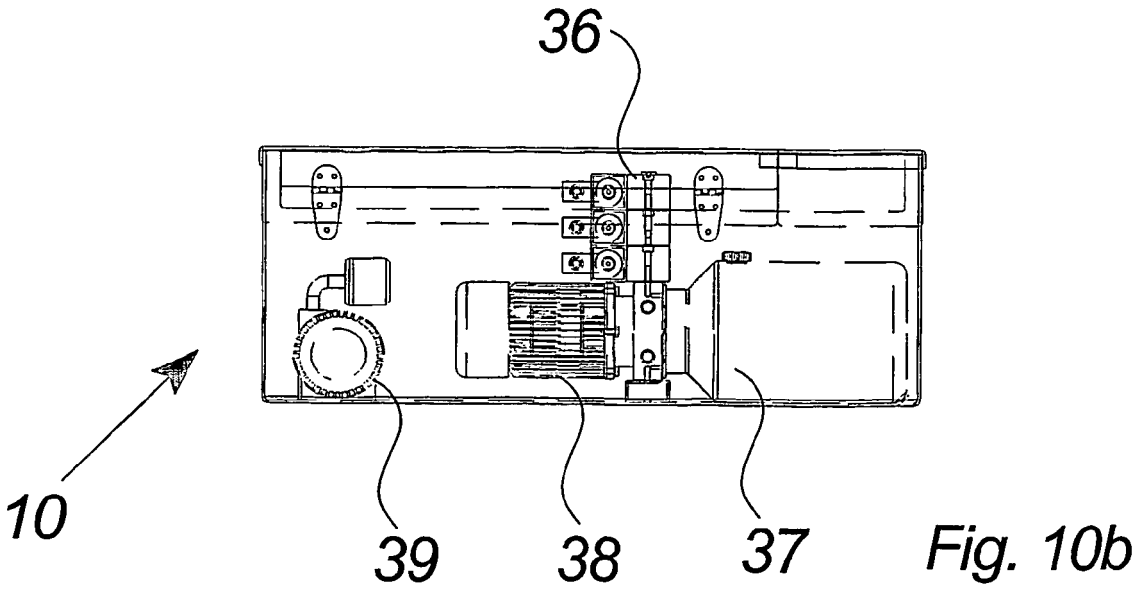

Fig. 10b

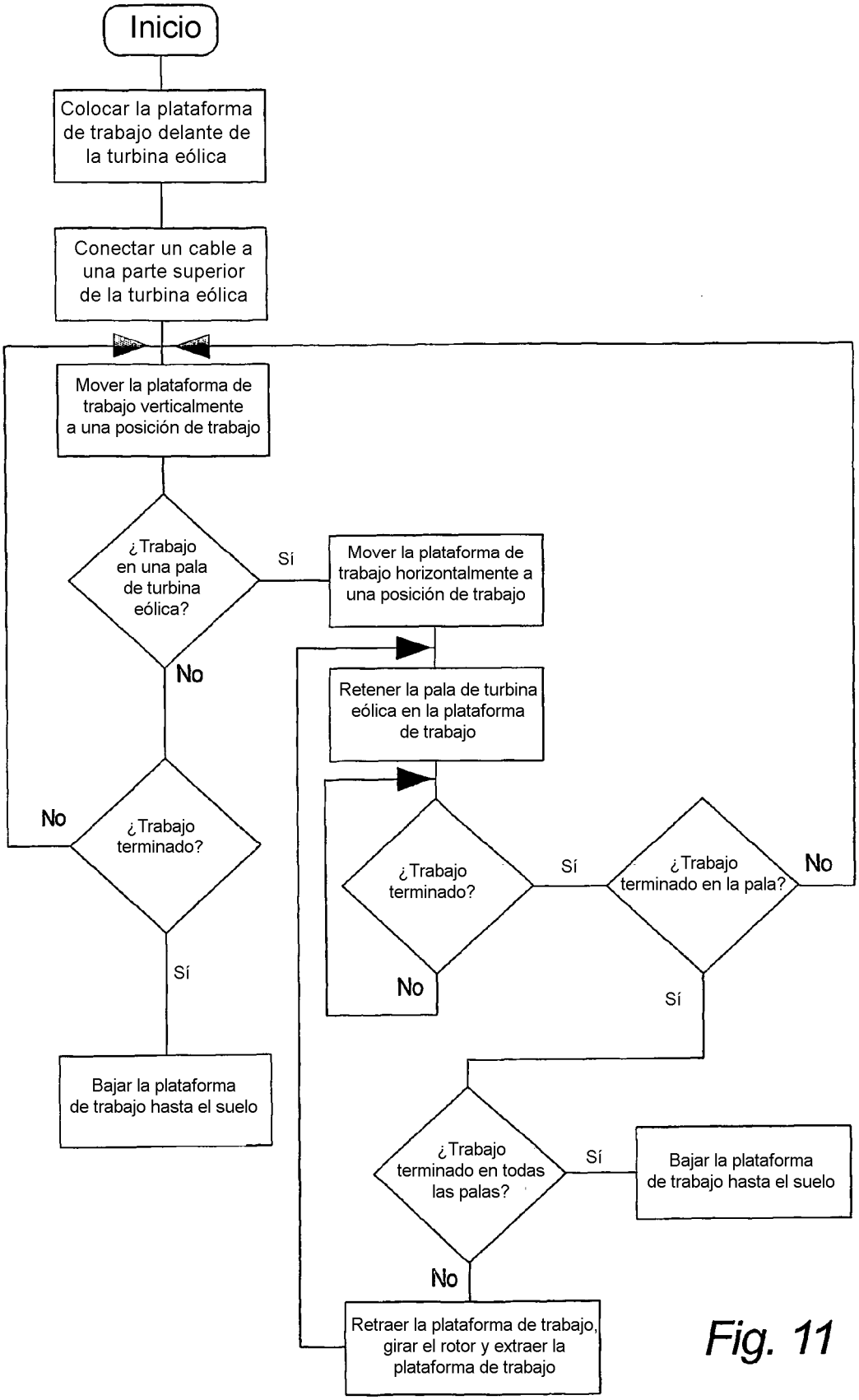
Inicio
Colocar la plataforma de trabajo delante de la turbina eólica
Conectar un cable a una parte superior de la turbina eólica
Mover la plataforma de trabajo verticalmente a una posición de trabajo
¿Trabajo en una pala de turbina eólica?
Sí
Mover la plataforma de trabajo horizontalmente a una posición de trabajo
No
Retener la pala de turbina eólica en la plataforma de trabajo
No
¿Trabajo terminado?
¿Trabajo terminado?
Sí
¿Trabajo terminado en la pala?
No
No
Sí
Sí
Bajar la plataforma de trabajo hasta el suelo
¿Trabajo terminado en todas las palas?
Sí
Bajar la plataforma de trabajo hasta el suelo
No
Retraer la plataforma de trabajo, girar el rotor y extraer la plataforma de trabajo

Fig. 11

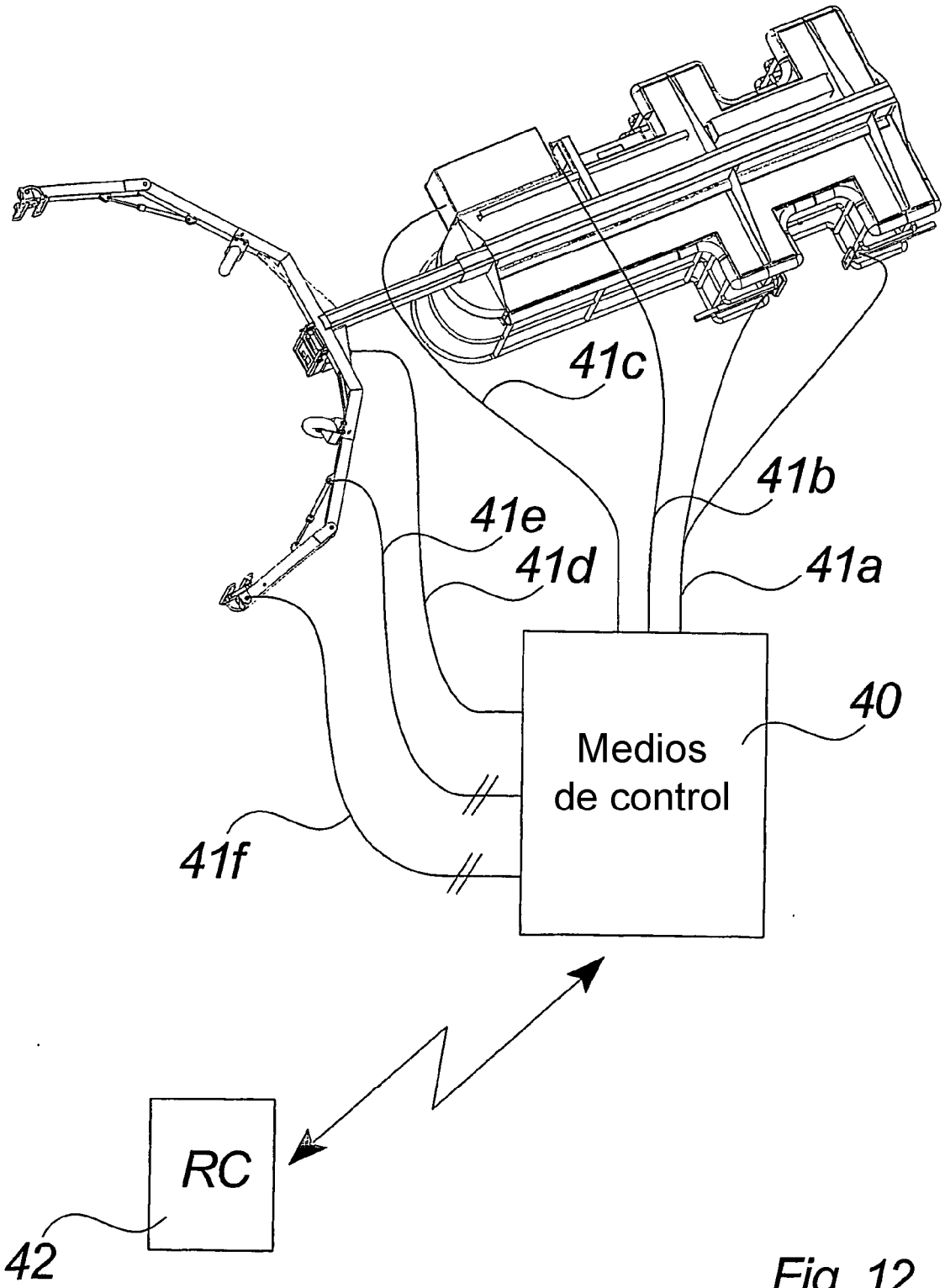

Fig. 12