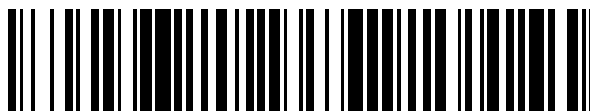


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 368**

51 Int. Cl.:

**B66C 15/00** (2006.01)

**B66D 1/54** (2006.01)

**G01N 3/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2014 PCT/EP2014/002029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15028113**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2014 E 14743995 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 3038967**

54 Título: **Dispositivo para reconocer el estado de recambio de un cable de fibras altamente resistente durante su utilización en equipos de izado**

30 Prioridad:  
**27.08.2013 DE 102013014265**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.01.2018**

73 Titular/es:  
**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH  
(100.0%)  
Hans-Liebherr-Strasse 45  
88400 Biberach/Riß, DE**

72 Inventor/es:  
**MUPENDE, ILAKA y  
ZERZA, HORST**

74 Agente/Representante:  
**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 651 368 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

Dispositivo para reconocer el estado de recambio de un cable de fibras altamente resistente durante su utilización en equipos de izado

5 La presente invención se refiere en general a equipos de izado tales como grúas, que en lugar de cables de acero usan cables de fibras altamente resistentes. A este respecto, la invención se refiere en particular a un dispositivo para reconocer el estado de recambio de un cable de fibras altamente resistente durante su utilización en tales equipos de izado, con un módulo de detección para detectar al menos un parámetro de cable así como una unidad de evaluación para evaluar el parámetro de cable y proporcionar una señal de recambio en función de la evaluación del parámetro de cable.

10 Desde hace poco tiempo se está intentando usar en las grúas, en lugar de los cables de acero que han dado buen resultado y utilizados desde hace muchos años, cables de fibras altamente resistentes de fibras sintéticas tales como por ejemplo fibras de aramida (HMPA), mezclas de fibras de aramida/carbono, fibras de polietileno de alto módulo (HMPE) o fibras de poli (p-fenilen-2, 6-benzobisoxazol) (PBO). La ventaja de tales cables de fibras altamente resistentes radica en su peso reducido. Con los mismos diámetros de cable y las mismas resistencias a la tracción o resistencias mayores, este tipo de cables de fibras altamente resistentes son mucho más ligeros que los cables de acero correspondientes. En particular, en el caso de grúas altas con longitudes de cable correspondientemente grandes se produce así un mayor ahorro de peso, que influye en la carga propia de la grúa y lleva a cargas útiles correspondientemente superiores con una construcción de la grúa por lo demás invariable.

20 Sin embargo, una propiedad desventajosa de los cables de fibras altamente resistentes de este tipo es su comportamiento en rotura o su fallo sin un aviso previo claro y prolongado. Mientras que en los cables de acero el desgaste se muestra claramente y se avisa de un fallo previamente durante bastante tiempo, por ejemplo, por la rotura de alambres de acero individuales y un correspondiente deshilachado, que se percibe fácilmente, los cables de fibras altamente resistentes prácticamente no muestran indicios de un desgaste excesivo que puedan percibirse fácilmente a simple vista y que se muestren claramente durante bastante tiempo antes del fallo propiamente dicho. En este sentido, se requieren medidas de monitorización inteligentes para reconocer a tiempo el estado de recambio de cables de fibras altamente resistentes.

30 Por el documento WO 2012/100938 A1 se conoce, para el reconocimiento del estado de recambio de un cable de fibras altamente resistente en una grúa, someter a prueba diferentes criterios de recambio de cable que varían según el tiempo de uso de cable y su carga. A este respecto, como criterios de recambio de cable se monitorizan el diámetro de cable, la resistencia a la presión transversal en el sentido de las variaciones de sección transversal producidas al engancharse el cable y las frecuencias de ciclos de carga recorridas. Sin embargo, estos criterios de recambio, considerados individualmente, están limitados con respecto a su capacidad de información, de modo que en una consideración muy compleja es necesario tener en cuenta y evaluar la interacción de estos criterios de recambio para realmente reconocer el estado de recambio de manera segura. Por los documentos US 2003/052695 A1 y JP H09 12271 A se conocen otras grúas con monitorización del estado de recambio de cable.

40 Partiendo de esto, la presente invención se basa en el objetivo de indicar un dispositivo mejorado para determinar el estado de recambio de cables de fibras altamente resistentes que evite los inconvenientes del estado de la técnica y lo perfeccione ventajosamente. Preferiblemente, se pretende conseguir una determinación sencilla aunque fiable y precisa del estado de recambio que aproveche la vida útil restante del cable de fibras de manera rentable sin poner en peligro la seguridad y que para ello sean suficientes módulos de detección sencillos, que también funcionen de manera fiable en condiciones de uso exigentes en máquinas de construcción.

Según la invención dicho objetivo se alcanza mediante un dispositivo según la reivindicación 1 así como una grúa según la reivindicación 10. Configuraciones preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

45 Por tanto se propone monitorizar la rigidez a flexión del cable y determinar el estado de recambio mediante la rigidez a flexión del cable. Según la invención, el módulo de detección comprende medios de determinación de la rigidez a flexión para determinar la rigidez a flexión del cable, proporcionando la unidad de evaluación la señal de recambio en función de la rigidez a flexión del cable determinada. Mientras que en el caso de los cables de acero no existen cambios esenciales de la rigidez a flexión en función del tiempo de uso del cable, hay un comportamiento distinto en el caso de los cables de fibras altamente resistentes. Los filamentos todavía flexibles al inicio del uso del cable por la carga de tracción y flexión se vuelven lentamente más duros de manera correspondiente a la carga, y el cable se vuelve más rígido a la flexión. Este aumento en la rigidez a flexión del cable puede medirse bien, de modo que el estado de recambio puede determinarse de manera fiable y precisa mediante la rigidez a flexión del cable monitorizada. Se ha demostrado que experimentos de flexión de cable con un cable nuevo dan lugar a una rigidez a flexión bastante reducida, mientras que los cables, que se utilizan hasta la rotura, debido a la carga prolongada y elevada muestran hacia el final una rigidez a flexión sumamente elevada que ha aumentado en un múltiplo con

respecto al estado nuevo. Este aumento de la rigidez a flexión se produce de manera continua junto con el aumento en el número de cambios de carga y alcanza el punto máximo al romperse el cable, de modo que el módulo de evaluación puede determinar el estado de recambio de manera relativamente sencilla.

5 En un perfeccionamiento de la invención los medios de determinación de la rigidez a flexión pueden presentar dos elementos de apoyo de cable distanciados uno de otro, así como al menos un punzón de fuerza transversal para aplicar al cable una fuerza transversal, pudiendo desplazarse el punzón de fuerza transversal y/o los elementos de apoyo de cable transversalmente a la dirección longitudinal de cable, de tal modo que el cable experimenta una flexión. Ventajosamente un punzón de fuerza transversal que puede desplazarse transversalmente puede estar  
10 dispuesto entre los dos elementos de apoyo de cable distanciados uno de otro y desplazarse de manera esencialmente transversal con respecto a una recta de unión a través de los dos elementos de apoyo de cable, proporcionándose la posibilidad de desplazamiento de tal modo que la cabeza de presión o acción del punzón de fuerza transversal puede desplazarse hacia dicha línea de unión y ventajosamente más allá de esta línea de unión. En principio también sería posible no disponer dicho punzón de fuerza transversal entre los dos elementos de apoyo de cable, sino en un lado de los dos elementos de apoyo de cable mencionados, en particular en la zona de una  
15 prolongación de la recta de unión mencionada anteriormente más allá de los dos puntos de apoyo de cable, de modo que el punzón de fuerza transversal solicite el cable como una viga en voladizo.

En la disposición mencionada anteriormente del punzón de fuerza transversal entre los dos elementos de apoyo de cable la disposición se selecciona ventajosamente de tal modo que los dos elementos de apoyo de cable estén dispuestos en un lado del cable, mientras que el punzón de fuerza transversal se dispone en el lado opuesto del cable.  
20

A este respecto, en un perfeccionamiento de la invención, al punzón de fuerza transversal y/o los elementos de apoyo de cable puede asociarse un dinamómetro y/o un medidor de desplazamiento para medir la fuerza transversal aplicada al cable que va a someterse a prueba y/o el desplazamiento del punzón de fuerza transversal y/o los elementos de apoyo de cable transversalmente a la dirección longitudinal de cable. En lugar de un medidor de desplazamiento de este tipo también podría estar previsto un sensor de flexión que mide directamente la flexión o el desplazamiento del cable transversalmente a la dirección longitudinal de cable.  
25

La rigidez a flexión del cable puede determinarse por los medios de determinación de la rigidez a flexión mediante la flexión del cable que puede conseguirse con una fuerza transversal predeterminada y/o mediante la fuerza transversal necesaria para una flexión predeterminada. En un perfeccionamiento de la invención, estos dos criterios de determinación también pueden aplicarse combinados entre sí, en particular en el sentido de que se determina la fuerza necesaria para una flexión predeterminada y la flexión que se produce con una fuerza transversal predeterminada para tener en cuenta faltas de linealidad que se producen eventualmente con la resistencia a la presión transversal.  
30

35 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención el cable sólo se apoya en dichos elementos de apoyo de cable y/o en el punzón de fuerza transversal, sin absorber los momentos de flexión y giro producidos. En particular, los elementos de apoyo de cable y el punzón de fuerza transversal están configurados de tal modo que a una torsión o curvatura del cable no se opone ninguna resistencia al momento. Por ejemplo los elementos de apoyo de cable y el punzón de fuerza transversal pueden formar puntos o superficies de apoyo unilaterales que esencialmente absorben fuerzas sólo transversalmente a la dirección longitudinal de cable, aunque no transmiten momentos de flexión al cable.  
40

Para no falsear o influir en la medición de la rigidez a flexión del cable por cargas de fuerza de tracción sobre el cable, los medios de determinación de la rigidez a flexión comprenden un elemento de ajuste de fuerza de tracción que, para determinaciones de la rigidez a flexión del cable que se repiten, ajusta en cada caso las mismas relaciones de fuerza de tracción en el cable. En particular, dicho elemento de ajuste de fuerza de tracción puede comprender un módulo de descarga de fuerza de tracción que descarga el cable de fuerzas de tracción esencialmente por completo cuando se determina la rigidez a flexión del cable.  
45

En este sentido, dicho módulo de descarga de tracción puede estar configurado en principio de diferentes maneras. En un perfeccionamiento ventajoso de la invención el módulo de descarga de tracción puede comprender medios de sujeción para sujetar el cable en la dirección longitudinal de cable, preferiblemente al menos una abrazadera de cable para enganchar el cable para absorber las cargas de izado situadas en particular en el gancho de carga y eliminarlas en el segmento de cable que va a someterse a prueba con respecto a la rigidez a flexión del cable. En particular, dicha abrazadera de cable puede estar asociada al cable en un lado de los medios de determinación de la rigidez a flexión dirigido en sentido opuesto al tambor de cable, de modo que con el cable enganchado mediante aflojamiento o desenrollado del tambor de cable puede producirse una descarga de tracción casi completa en el segmento de cable que va a someterse a prueba. Unos medios de control correspondientes pueden controlar el tambor de cable para desenrollarlo una longitud predeterminada o accionarlo en el sentido de descenso, de modo que entre la abrazadera de cable y el tambor de cable se afloja el cable.  
50  
55

A este respecto, el módulo de evaluación para proporcionar una señal de recambio puede funcionar en principio de diferentes maneras, por ejemplo puede monitorizar las variaciones producidas en la rigidez a flexión del cable y/o monitorizar los valores absolutos de la rigidez a flexión del cable. En particular, dicha unidad de evaluación puede estar configurada de tal modo que se proporcione una señal de recambio cuando la rigidez a flexión del cable y/o su variación supera un valor límite correspondiente.

Por ejemplo, con un cable nuevo pueden realizarse una o también varias mediciones de referencia, de modo que entonces la variación porcentual de la rigidez a flexión del cable que se produce durante el funcionamiento se compara con un valor límite para la variación y en caso de superar o alcanzar este valor límite se proporciona la señal de recambio. En particular, puede proporcionarse la señal de recambio cuando la rigidez a flexión del cable aumenta más allá de un valor límite todavía tolerable. Alternativa o adicionalmente, la rigidez a flexión del cable monitorizada y determinada de manera continua o de manera cíclica durante el funcionamiento puede compararse con un valor límite absoluto, que se establece de fábrica para un tipo de cable determinado o el cable respectivo para entonces, al alcanzar o superar este valor límite, proporcionar la señal de recambio. Además, alternativa o adicionalmente puede proporcionarse la señal de recambio cuando la variación de la rigidez a flexión del cable determinada con las mediciones se produce demasiado rápido y/o demasiado despacio a lo largo del tiempo, es decir, cuando la velocidad de variación de la rigidez a flexión del cable supera o no alcanza un valor límite. A este respecto, la velocidad de variación a lo largo del tiempo puede ser la velocidad de variación por el número de ciclos de carga, que por ejemplo pueden detectarse con un contador de ciclos de carga y tenerse en cuenta por el módulo de evaluación. Alternativa o adicionalmente, la velocidad de variación también puede tenerse en cuenta sólo mediante el número de mediciones de la rigidez a flexión del cable, por ejemplo en el sentido de que se proporciona una señal de recambio cuando la variación de la rigidez a flexión del cable observada después de un número determinado de mediciones, por ejemplo, después de la décima medición, supera un valor límite predeterminado para la misma.

La señal de recambio puede indicarse fácilmente al operario de la grúa, por ejemplo, de manera acústica y/o visual, o puede utilizarse para detener el accionamiento de cable.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, los medios de determinación de la rigidez a flexión pueden estar montados de manera fija en el accionamiento de cable del equipo de izado, para de manera continua durante el funcionamiento, es decir, en el estado listo para el funcionamiento del equipo de izado, poder determinar la rigidez a flexión del cable, sin tener que cambiar el equipo de izado a un estado de montaje de prueba especial. Alternativa o adicionalmente, los medios de determinación de la rigidez a flexión también pueden emplearse como unidad retirable para poder utilizarse en diferentes equipos de izado.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, los medios de determinación de la rigidez a flexión están asociados a un segmento de cable del accionamiento de cable que está sometido a la mayoría de cambios de flexión. En el caso de un cable de elevación de una grúa giratoria de torre puede ser por ejemplo un segmento de cable, que según lo previsto discurre por las poleas de inversión en el carro de grúa y las poleas de inversión en el gancho de carga. En función de la configuración del equipo de izado y el recorrido o la entrada del cable pueden ser segmentos de cable diferentes.

A continuación se explicará la invención en más detalle mediante un ejemplo de realización preferido y los dibujos correspondientes. En los dibujos muestran:

la figura 1: una representación esquemática de un equipo de izado según la invención en forma de una grúa giratoria de torre según una realización ventajosa de la invención, cuyo cable de elevación y/o cuyos cables de arriostamiento para la pluma basculante pueden estar configurados como cables de fibras,

la figura 2: una representación esquemática del accionamiento de cable del cable de elevación de la grúa de la figura 1 y los medios de determinación de la rigidez a flexión asociados a este accionamiento de cable, estando mostrados los medios de determinación en un estado de partida, en el que el cable todavía no se ha sometido a una carga y puede enrollarse y desenrollarse durante el funcionamiento de la grúa, y

la figura 3: una representación esquemática del accionamiento de cable y de los medios de determinación de la rigidez a flexión asociados al accionamiento de cable similar a la figura 2, estando mostrados los medios de determinación de la rigidez a flexión en el estado de prueba activo, en el que el cable enganchado y con descarga de tracción está sometido a una sollicitación por flexión.

La figura 1 muestra a modo de ejemplo para un equipo de izado según una realización ventajosa de la invención una grúa en forma de grúa giratoria de torre 20 de giro superior, cuya torre 21 está montada sobre un carro o una base fija. A la torre 21 está articulada de manera en sí conocida una pluma 23 y está arriostada mediante un arriostamiento 24. Dicho arriostamiento 24 puede estar configurado de manera rígida, por ejemplo, en forma de barras de arriostamiento, pero también estar configurado de manera regulable en forma de cableado de arriostamiento que a través de un torno de cable de arriostamiento puede variar su longitud, de modo que puede variarse el ángulo de ataque de la pluma 23.

A este respecto, como muestra la figura 1, la grúa giratoria de torre 20 puede estar dotada de una pluma de carro de grúa. En la pluma 23 mencionada anteriormente, tumbada en la posición operativa, orientada en particular de manera horizontal, un carro de grúa 55 está montado de manera desplazable, pudiendo desplazarse dicho carro de grúa 55, por ejemplo, por medio de un cable de carro de grúa, que puede estar guiado sobre poleas de inversión en la punta de pluma.

Además, la grúa giratoria de torre comprende un cable de elevación 1, que a través de poleas de inversión en la punta de pluma puede hacerse descender desde la punta de la pluma y aquí se une con un gancho de grúa 29, o en la realización según la figura 1 puede discurrir por dicho carro de grúa 55 desplazable y unas poleas de inversión previstas en el mismo y unirse con el gancho de grúa 29. Dicho cable de elevación 1 discurre en ambos casos sobre un torno de elevación 30.

Dicho cable de elevación 1 y/o el cable de arriostamiento pueden estar configurados en este sentido como cable de fibras, que puede estar compuesto por fibras sintéticas como por ejemplo fibras de aramida o una mezcla de fibras de aramida/carbono.

Para poder monitorizar o detectar parámetros relevantes para el estado de recambio de dicho cable de fibras está previsto un módulo de detección que puede estar dispuesto en la grúa y junto con un módulo de evaluación 3, que evalúa los parámetros detectados, puede estar unido con la unidad electrónica de control de grúa 31 o estar integrado en la misma.

Como muestran las figuras 2 y 3, los medios de determinación de la rigidez a flexión 2 comprenden ventajosamente dos elementos de apoyo de cable 4, que por ejemplo pueden estar configurados como mordazas fijas de cojinete deslizante o como polea de cable y están dispuestos distanciados uno de otro de tal modo que soportan el cable 1 en un segmento de cable transversalmente a la dirección longitudinal de cable. Entre los elementos de apoyo de cable 4 distanciados está previsto un punzón de fuerza transversal 5 que puede aplicar una fuerza transversal al cable 1 transversalmente a la dirección longitudinal de cable. A este respecto, el punzón de fuerza transversal 5 por un lado y los dos elementos de apoyo de cable 4 por el otro están dispuestos ventajosamente en lados opuestos del cable 1 y pueden estar montados en conjunto en una placa de apoyo 6 u otro cuerpo de apoyo adecuado.

Como muestran las figuras 2 y 3, el punzón de fuerza transversal 5 puede desplazarse transversalmente a la dirección longitudinal de cable de tal modo que el cable apoyado sobre los elementos de apoyo de cable 4 experimente una flexión. En particular, el punzón de fuerza transversal 5 puede desplazarse en la zona de una línea de unión entre los dos elementos de apoyo de cable 4 y más allá de esta línea de unión. Para desplazar el punzón de fuerza transversal 5 puede estar previsto un actuador de ajuste 7 por ejemplo en forma de cilindro de medio de presión o de motor eléctrico con husillo de ajuste.

En este sentido, la cabeza del punzón de fuerza transversal 5, de manera similar a los elementos de apoyo de cable 4, también puede estar configurada como mordaza de cojinete deslizante o ventajosamente como polea de cable para, a ser posible, no aplicar fuerzas al cable 1 en la dirección longitudinal de cable.

Para descargar el cable 1 de fuerzas de tracción para la medición de la rigidez a flexión, un módulo de descarga de tracción 8 comprende una abrazadera de cable 9 que puede accionarse mediante un actuador de ajuste 10, por ejemplo, en forma de cilindro de presión, para enganchar el cable y sujetarlo.

A este respecto, dicha abrazadera de cable 9 está dispuesta ventajosamente en el lado de gancho de carga o el lado de los medios de determinación de la rigidez a flexión 2 dirigido en sentido opuesto al tambor de cable, de modo que las cargas que actúan en el gancho de carga y también los pesos de cable que actúan en el mismo no pueden inducir una tracción de cable en el segmento de cable que va a someterse a prueba.

Además, el módulo de descarga de tracción 8 comprende unos medios de control para controlar el tambor de cable de tal modo que con el cable enganchado por la abrazadera de cable 9, el cable 1 se desenrolla un poco para, entre el tambor de cable y la abrazadera de cable 9, aflojar el cable o en este caso eliminar la fuerza de tracción del cable.

Ventajosamente es posible determinar la rigidez a flexión del cable 1 en las etapas siguientes:

- En primer lugar se desplaza el cable a la posición de medición, para lo cual puede utilizarse la medición de posición de elevación del gancho de carga. En particular se desplaza un segmento de cable a los medios de determinación de la rigidez a flexión 2, que según lo previsto está sometido a la mayoría de cambios de flexión y/o ciclos de carga. Dado el caso también es posible desplazar sucesivamente varios segmentos de cable a los medios de determinación de la rigidez a flexión 2 para determinar la rigidez a flexión en diferentes segmentos de cable.

- Se fija el cable mediante el dispositivo de enganche o la abrazadera de cable 9.

- Se afloja el cable 1 mediante un ligero descenso desde el lado de tambor, de modo que se descarga la tracción del cable 1.

- El punzón de fuerza transversal 5 abandona la posición de reposo mostrada en la figura 1 y se desplaza hacia el cable 1 para generar la flexión de cable mostrada en la figura 3. A este respecto, se mide la resistencia a la flexión

5 del cable. Esto puede incluir por un lado una medición de la fuerza que es necesaria para alcanzar una flexión predeterminada. Alternativa o adicionalmente es posible medir el recorrido del punzón de fuerza transversal 5 y/o el desplazamiento transversal del cable, que se establece con una fuerza transversal predeterminada. Para ello, al actuador de ajuste 7 y/o los elementos de apoyo de cable 4 pueden estar asociados dinamómetros o sensores de fuerza y/o sensores de medición de desplazamiento.

El valor determinado de este modo de la resistencia a la flexión del cable 1 se guarda en la memoria de los medios de determinación de la rigidez a flexión 2 y se compara con un valor permitido predeterminado.

- Tras la medición se devuelven los medios de determinación de la rigidez a flexión 2 a la posición de partida o reposo tal como se representa en la figura 1.

10 - A continuación es posible desplazar el cable 1 para someter a prueba otro segmento de cable repitiéndose entonces las etapas mencionadas anteriormente. Alternativamente es posible desplazar el cable durante el funcionamiento de la grúa cuando se han realizado las mediciones deseadas.

15 - La aproximación a diferentes segmentos de cable para la determinación de la rigidez a flexión puede producirse automáticamente controlada por programa o bien manualmente, de modo que por una longitud de cable fijada con una distancia correspondiente pueda realizarse una aproximación a diferentes posiciones de medición.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para reconocer el estado de recambio de un cable de fibras altamente resistente (1) durante su utilización en equipos de izado, en particular una grúa, con un módulo de detección para detectar al menos un parámetro de cable así como un módulo de evaluación (3) para evaluar el parámetro de cable y proporcionar una señal de recambio en función de la evaluación del parámetro de cable, caracterizado por que el módulo de detección presenta unos medios de determinación de la rigidez a flexión (2) para determinar la rigidez a flexión del cable (1) y el módulo de evaluación (3) proporciona la señal de recambio en función de la rigidez a flexión del cable determinada.
2. Dispositivo según la reivindicación anterior, en el que los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) presentan dos elementos de apoyo de cable (4) distanciados uno de otro así como un punzón de fuerza transversal (5) distanciado de los elementos de apoyo de cable (4) para aplicar al cable (1) una fuerza transversal, pudiendo desplazarse el punzón de fuerza transversal (5) y/o los elementos de apoyo de cable (4) transversalmente a la dirección longitudinal de cable, de tal modo que el cable (1) experimenta una flexión.
3. Dispositivo según la reivindicación anterior, en el que al punzón de fuerza transversal (5) y/o los elementos de apoyo de cable (4) está asociado un dinamómetro (11) y/o un medidor de desplazamiento (12), en el que la rigidez a flexión del cable puede determinarse mediante la flexión que puede conseguirse con una fuerza transversal predeterminada y/o mediante la fuerza transversal necesaria para una flexión predeterminada por los medios de determinación de la rigidez a flexión (2).
4. Dispositivo según una de las dos reivindicaciones anteriores, en el que el punzón de fuerza transversal (5), visto en la dirección longitudinal de cable, está dispuesto entre los elementos de apoyo de cable (4).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos de apoyo de cable (4) y/o el punzón de fuerza transversal (5) forman apoyos unilaterales, en los que el cable (1) puede doblarse y/o girar libremente, en el que en particular los elementos de apoyo de cable y el punzón de fuerza transversal (5) comprenden poleas de cable giratorias para la sollicitación transversal del cable (1).
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) comprenden un módulo de descarga de tracción (8) para la descarga de tracción del cable en la prueba de la rigidez a flexión.
7. Dispositivo según la reivindicación anterior, en el que el módulo de descarga de tracción (8) presenta al menos una abrazadera de cable (9) para enganchar del cable (1) en un lado de los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) dirigido en sentido opuesto al tambor de cable así como medios de control para controlar el tambor de cable de tal modo que el cable (1), con la abrazadera de cable (9) enganchada, puede desenrollarse una longitud predeterminada.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de evaluación (3) proporciona una señal de recambio cuando la rigidez a flexión del cable determinada por los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) y/o su variación supera un valor límite correspondiente.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) comprenden medios de posicionamiento de cable para el posicionamiento automático de diferentes segmentos de cable en los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) para la determinación de la rigidez a flexión del cable de diferentes segmentos de cable.
10. Grúa, en particular grúa giratoria de torre, grúa móvil, grúa móvil portuaria, grúa de barco o grúa de pluma sobre vehículo, con un dispositivo para reconocer el estado de recambio de un cable de fibras altamente resistente según una de las reivindicaciones anteriores.
11. Grúa según la reivindicación anterior, en la que los medios de determinación de la rigidez a flexión (2), con una instalación fija, están asociados a un accionamiento de cable de la grúa o configurados como unidad retirable, de tal modo que puede determinarse la rigidez a flexión del cable en un estado de preparación de la grúa listo para el funcionamiento de la grúa.
12. Grúa según una de las dos reivindicaciones anteriores, en la que los medios de determinación de la rigidez a flexión (2) están dispuestos de tal modo que puede someterse a prueba un segmento de cable, que según lo previsto está sometido a la mayoría de cambios de flexión y/o ciclos de carga, por los medios de determinación de la rigidez a flexión (2).

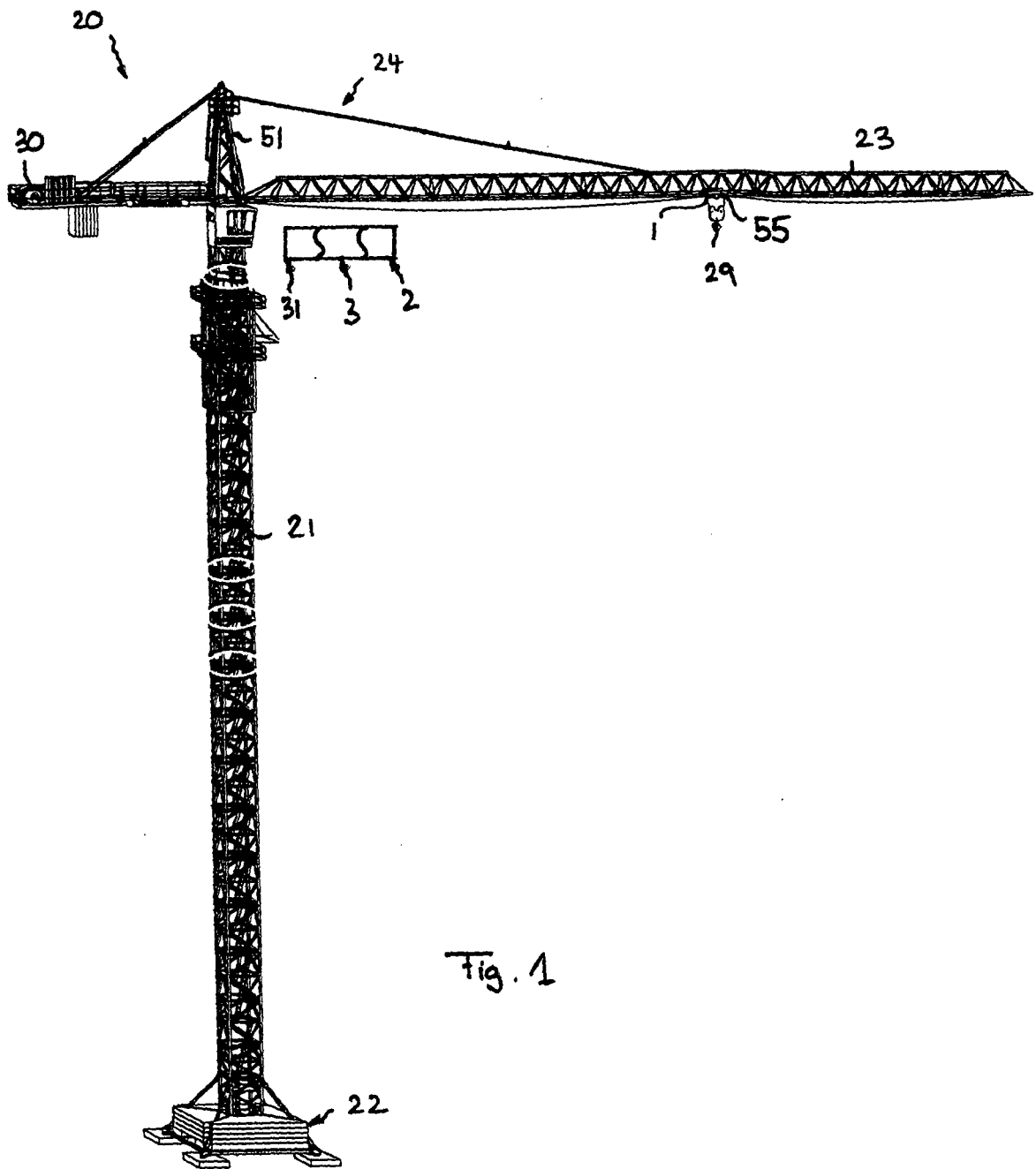


Fig. 1

