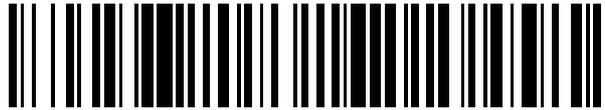


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 029**

51 Int. Cl.:

B66C 13/06 (2006.01)

B66C 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2013** **E 13194814 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016** **EP 2878566**

54 Título: **Procedimiento para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2016

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

HAMM, CARSTEN y
LADRA, UWE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 572 029 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

Procedimiento para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa

La presente invención hace referencia a un procedimiento para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa, así como a una grúa.

5 Para trasbordar cargas, por ejemplo desde un barco a un camión o vehículo ferroviario, se utilizan grúas, en particular los llamados puentes de carga de contenedores. Las grúas de este tipo pueden presentar una pluma orientada fundamentalmente en horizontal así como un carro de grúa, que puede moverse linealmente a lo largo de la pluma mediante una instalación de accionamiento de carro de grúa. También puede estar prevista una instalación de accionamiento de grúa, a través de la cual toda la grúa puede trasladarse por lo general transversalmente respecto a la dirección de movimiento del carro de grúa y, de este modo, transversalmente respecto a la pluma.

10 Para un proceso de transporte se fija la carga a trasbordar, en la que puede tratarse de un contenedor, etc., en particular al carro de grúa de a grúa a través de uno o varios medios de fijación de tipo cable, p.ej. cables, cadenas, cintas, etc. La longitud de los medios de fijación tipo cable puede variarse a través de un mecanismo elevador asociado al carro de grúa. La carga puede estar fijada directamente a los medios de fijación de tipo cable. 15 Alternativamente los medios de fijación pueden unirse a un medio de soporte de carga, p.ej. un llamado aparejo portacontenedores (del inglés spreader), que a su vez soporta la carga. El aparejo portacontenedores comprende a este respecto ventajosamente un dispositivo de agarre, con el que pueden agarrarse cargas de diferentes dimensiones.

20 La carga suspendida del carro de grúa a través de los medios de fijación de tipo cable, y dado el caso del aparejo portacontenedores, puede después ser elevada utilizando el mecanismo elevador, transportada a través de un movimiento del carro de grúa a lo largo de la pluma así como un movimiento de la pluma o de toda la grúa, en particular transversalmente a la dirección de movimiento del carro de grúa desde el barco a tierra o a la inversa, y a continuación depositarse.

25 En un proceso de transporte de este tipo existe el problema de que la carga guiada por cable es obligada a realizar diferentes movimientos de tipo oscilatorio a causa del movimiento del carro de grúa y, dado el caso, del movimiento de la grúa así como por influencias externas como por ejemplo viento. Con ello la carga puede verse obligada a realizar movimientos de penduleo transitorios, es decir, movimientos a modo de un péndulo de hilo, así como movimientos giratorios oscilantes alrededor de uno de sus ejes, en los que la carga se mueve a modo de un péndulo rotatorio. En el caso de los movimientos oscilantes rotatorios citados en último lugar tiene en particular importancia el movimiento giratorio alrededor de un eje vertical de la carga, que también recibe el nombre de movimiento oblicuo (del inglés skew).

30 Debido a que los diferentes movimientos oscilantes de la carga van acompañados de riesgos, estos deben ser observados y dado el caso deben tomarse contramedidas. Del estado de la técnica se conoce detectar el ángulo actual de penduleo y/o giro de una carga guiada por cable, que debe trasbordarse mediante una grúa. Como ángulo de penduleo se mide o detecta con ello normalmente el ángulo formado entre el al menos un medio de fijación de tipo cable, con la que ésta está fijada al carro de grúa, y la vertical, respectivamente su proyección en el plano abarcado por la dirección de movimiento del carro de grúa y la vertical. En el caso del ángulo de giro se trata del ángulo alrededor del cual rota la carga, cuando realiza un movimiento giratorio alrededor de uno de sus ejes, con relación a una posición cero. Si la carga realiza un movimiento oblicuo, es decir, un movimiento giratorio alrededor del eje vertical, se habla también de ángulo oblicuo.

35 Para detectar el ángulo actual de penduleo o giro se emplean en particular unas instalaciones de detección ópticas asociadas a la estructura de grúa, p.ej. sistemas de cámara, con las que pueden observarse los movimientos oscilantes traslatorios y/o rotatorios de la carga.

40 Del estado de la técnica se conoce, partiendo del ángulo de penduleo actual detectado controlar p.ej. el movimiento del carro de grúa específicamente, de tal manera que pueda influirse en los movimientos oscilantes traslatorios de la carga, en particular que puedan amortiguarse. También se influye en el movimiento giratorio de la carga alrededor de uno de sus ejes, en particular el movimiento oblicuo de la carga, en donde esto se realiza manualmente por parte de un gruísta que controla la grúa. Con ello para un funcionamiento seguro de la instalación de grúa se confía en las aptitudes y en la experiencia del gruísta. Este modo de proceder puramente manual se considera por ello en parte desventajoso.

45 Se conoce un procedimiento de este tipo del documento JP2008127127A o DE10245868A1.

50 Partiendo de este estado de la técnica, el objeto de la presente invención consiste en especificar un procedimiento para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa, que realiza movimientos giratorios alrededor de

un eje vertical, mediante el cual pueda influirse de forma fiable en los movimientos giratorios y de este modo se garantice un transporte de carga más seguro.

Este objeto es resuelto mediante un procedimiento para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa, en donde la carga está suspendida de la grúa a través de unos medios de fijación de tipo cable, de tal manera que respectivamente uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de grúa previstos en la grúa está unido a uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de carga, previstos en la carga o en un medio de soporte de carga, a través de al menos un medio de fijación de tipo cable, y en donde los medios de fijación de tipo cable están unidos a unas instalaciones de ajuste, a través de las cuales puede modificarse individualmente la longitud de los medios de fijación de tipo cable entre el punto de suspensión de grúa respectivo y el punto de suspensión de carga unido al mismo, y en donde en la grúa está prevista una instalación de detección en particular óptica, a través de la cual puede detectarse un ángulo de giro de la carga y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro, cuando la carga realiza un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical, en el que

- mediante la instalación de detección se detecta el ángulo de giro y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro de la carga,
- en base al ángulo de giro detectado y/o a las derivadas en el tiempo y mediante la utilización de un modelo matemático para describir el movimiento giratorio de la carga, así como teniendo en cuenta la geometría de la suspensión de la carga, se calculan unos valores nominales para las instalaciones de ajuste, y
- las instalaciones de ajuste se controlan respectivamente conforme al valor nominal calculado.

Conforme a la invención, durante el transporte de una carga guiada por cable mediante una grúa se influye en el movimiento giratorio de la carga alrededor de un eje vertical, que recibe también el nombre de movimiento oblicuo y que es causado p.ej. por influencias externas, como por ejemplo viento o por un movimiento necesario para el proceso de transporte de carga de la grúa o de una parte de la misma, por medio de que se modifica individualmente de forma específica la longitud de los medios de fijación de tipo cable, a través de los cuales se sujeta la carga a la grúa.

En el marco del procedimiento conforme a la invención se detecta el ángulo de giro y/o una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro actual, p.ej. la velocidad del ángulo de giro y/o la aceleración del ángulo de giro, mediante una instalación de detección prevista en la grúa, en la que puede tratarse de un sistema de cámara. Partiendo del ángulo de giro detectado y/o de la derivada en el tiempo se establecen unos valores nominales para las instalaciones de ajuste, mediante los cuales puede modificarse individualmente la longitud de los medios de fijación de tipo cable. Para ello se utiliza conforme a la invención un modelo matemático, a través del cual se describe el movimiento giratorio de la carga, y se tienen en cuenta la geometría de la suspensión de carga, en particular la posición de los puntos de suspensión de grúa y de carga, así como el recorrido de los medios de fijación de tipo cable que están unidos, por un lado a la grúa y, por otro lado, a la carga o al medio de suspensión de carga que soporta la carga.

Los valores nominales, establecidos acudiendo al modelo matemático y teniendo en cuenta la geometría de la suspensión de carga, se transmiten a continuación a las instalaciones de ajuste, que se controlan o regulan conforme a los mismos. Como resultado se influye de forma y modo específicos en el movimiento giratorio de la carga a través de la modificación de longitud individual de los medios de fijación de tipo cable.

Mediante la aplicación del procedimiento conforme a la invención se hace posible un comportamiento estable de la carga durante un proceso de transporte, incluso bajo influencias externas como por ejemplo viento. Como resultado puede garantizarse un transporte de carga particularmente seguro.

La geometría de la suspensión de carga es p.ej. tal, que al menos un medio de fijación de tipo cable une respectivamente uno de los al menos cuatro puntos de suspensión de grúa a uno de los al menos cuatro puntos de suspensión de carga.

Conforme a la invención puede modificarse p.ej. la longitud de los medios de fijación de tipo cable entre cada uno de los puntos de suspensión de grúa y el punto de suspensión de carga unido al mismo, con independencia de la longitud entre las otras parejas de puntos de suspensión. Después a cada punto de suspensión de grúa y al punto de suspensión de carga unido al mismo está asociada una instalación de ajuste, que está unida al medio de fijación de tipo cable correspondiente. Alternativamente puede ser modificable por parejas la longitud entre los puntos de suspensión de grúa y los de suspensión de carga unidos a los mismos en puntos de esquina opuestos, p.ej. para el caso en el que los puntos de suspensión de grúa y de carga abarquen respectivamente un rectángulo.

Los medios de fijación de tipo cable discurren entre el respectivo punto de suspensión de grúa y el punto de suspensión de carga unido al mismo, en particular oblicuamente respecto a la vertical. Esto significa que entre los

medios de fijación y la vertical se forma un ángulo superior a cero. Con ello es necesario ajustarse a la posición de reposo de la carga. No está descartado que la carga, p.ej. a causa de un movimiento pendular, llegue a una posición en la que los medios de fijación de tipo cable se extiendan – momentáneamente – a lo largo de la vertical. Si los medios de fijación de tipo cable discurren del modo antes citado, puede influirse de forma eficiente en el movimiento giratorio de la carga alrededor de un eje vertical mediante una modificación de longitud de los medios de fijación. Conforme a una forma de realización del procedimiento conforme a la invención está previsto que estén previstos cuatro puntos de suspensión de grúa y cuatro puntos de suspensión de carga, con los que se abarca respectivamente un rectángulo y en particular los dos rectángulos no son similares entre sí, en particular no son iguales. Si se abarcan unos rectángulos, el rectángulo abarcado p.ej. por los puntos de suspensión de grúa puede cubrir una superficie mayor que el abarcado por los puntos de suspensión de carga.

Como instalaciones de ajuste pueden utilizarse p.ej. cilindros hidráulicos. Los cilindros hidráulicos están unidos después respectivamente, por ejemplo, aun extremo libre de uno de los medios de fijación de tipo cable. Mediante una introducción y extracción de los cilindros hidráulicos puede modificarse de este modo la longitud de los medios de fijación de tipo cable entre el respectivo punto de suspensión de grúa y el punto de suspensión de carga unido al mismo. La dinámica de estos cilindros hidráulicos se compara normalmente con los movimientos giratorios oscilatorios de la carga que se producen, tan rápidamente que la modificación de la longitud de los medios de fijación de tipo cable se produce casi directamente en el espacio de tiempo de la duración de la oscilación.

Otra forma de realización de la presente invención destaca porque se calcula una inercia efectiva del movimiento giratorio de la carga y una rigidez efectiva del movimiento giratorio de la carga y, a partir de la inercia efectiva calculada y de la rigidez efectiva calculada, se calcula una frecuencia circular natural del movimiento giratorio de la carga y se tiene en cuenta a la hora de calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste.

Evidentemente la rigidez efectiva del movimiento giratorio de la carga, que también recibe el nombre de rigidez oblicua (del inglés skew), puede contemplarse como una medida para el momento de retroceso, cuando la carga se hace girar alrededor de un eje vertical desde su posición de reposo.

Alternativa o adicionalmente al cálculo antes descrito de la frecuencia circular natural del movimiento giratorio oscilatorio de la carga, a partir de la inercia efectiva y de la rigidez efectiva, la frecuencia circular natural puede establecerse p.ej. también mediante ensayos de oscilación.

Conforme a otra conformación ventajosa del procedimiento conforme a la invención está previsto que, mediante el modelo matemático utilizado, se calcule el movimiento giratorio de la carga a amortiguar en analogía a un oscilador de torsión sencillo.

Otra forma de realización destaca además porque se deduce y utiliza una ley de ajuste, a través de la cual puede convertirse una modificación de la longitud de los medios de fijación de tipo cable entre el respectivo punto de suspensión de grúa y el punto de suspensión de carga unido al mismo, con ayuda de las instalaciones de ajuste, en una modificación resultante de un ángulo de giro de la carga.

Ha demostrado ser conveniente que, para una geometría concreta de la suspensión de carga, se establezca una ley de ajuste, a través de la cual se establezca la relación entre la modificación de la longitud de los medios de fijación de tipo cable y la modificación de ello resultante del ángulo de giro de la carga.

Además de esto puede estar previsto conforme a la carga que se establezca una señal de ajuste angular y se tenga en cuenta a la hora de calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste. Con ello puede emplearse p.ej. una ley de ajuste establecida previamente, para establecer un valor nominal para las instalaciones de ajuste a partir de la señal de ajuste angular.

Con ello puede estar previsto además que la señal de ajuste angular comprenda al menos dos componentes, en particular un primer componente, que viene dado por una magnitud nominal para posicionar la carga, y un segundo componente, que viene dado por una magnitud reguladora para influir en el movimiento giratorio de la carga. La señal de ajuste angular se compone en este caso de una magnitud nominal para el posicionamiento de la carga, que puede llamarse también posicionamiento oblicuo (del inglés skew), así como de una magnitud de regulación para influir en el movimiento giratorio de la carga.

En un perfeccionamiento está previsto con ello que se establezca un primer componente de la señal de ajuste angular, a través del cual pueda ajustarse una posición prefijada de la carga, en particular una posición cero de la carga, en la que p.ej. el eje longitudinal o el eje transversal de la carga esté orientado en paralelo al eje longitudinal de la pluma de la grúa.

Alternativa o adicionalmente puede estar previsto que se establezca un segundo componente de la señal de ajuste angular, a través del cual pueda conseguirse una amortiguación del movimiento giratorio de la carga en una medida prefijada y/o pueda ajustarse la frecuencia circular natural del movimiento giratorio de la carga a un valor prefijado.

5 El tiempo que es necesario para que se establezca una oscilación de la carga depende de la duración del periodo de la oscilación. Por lo tanto es indirectamente proporcional a la frecuencia circular natural de la oscilación. En consecuencia el tiempo absoluto para la amortiguación a una mayor frecuencia circular natural es menor que a una frecuencia circular natural menor. Debido a que la frecuencia circular natural del movimiento giratorio de la carga puede modificarse conforme a la invención del modo antes citado, puede influirse específicamente en el tiempo absoluto necesario para la amortiguación, en particular reducirse.

10 Conforme a otra forma de realización se calcula un valor máximo para la señal de ajuste angular, que depende de la geometría de la suspensión de carga y/o de las características de las instalaciones de ajuste. De este modo los valores nominales para las instalaciones de ajuste pueden limitarse al margen físicamente posible o práctico. Además de esto esta forma de realización hace posible, en particular, evitar un sobredimensionamiento de las instalaciones de ajuste. Para esto se calcula conforme a la invención qué señales de ajuste angular máximas pueden conseguirse en función de la geometría de la suspensión de carga y, a partir de las señales de ajuste angular máximas, se establecen los recorridos de ajuste correspondientes de las instalaciones de ajuste como máximo necesarios. Como resultado se hace posible un diseño optimizado de una grúa, mediante el cual puede llevarse a cabo el procedimiento conforme a la invención, con lo que se ahorran en particular costes.

20 En un perfeccionamiento de la invención está previsto además que se determinen la rigidez de los medios de fijación de tipo cable y/o la masa de la carga y/o la masa de un medio de soporte de carga previsto en la carga y/o el momento de inercia de la carga y/o el momento de inercia del medio de soporte de carga y/o la altura de izado de la carga y se tengan en cuenta a la hora de calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste. Estas magnitudes pueden utilizarse después por ejemplo para calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste.

25 Con ello pueden determinarse en particular mediante unos sensores adecuados la rigidez de los medios de fijación de tipo cable y/o la masa de la carga y/o la masa de un medio de soporte de carga previsto en la carga y/o el momento de inercia de la carga y/o el momento de inercia del medio de soporte de carga y/o la altura de izado de la carga una sola vez, en particular por parte de un usuario, o varias veces, en particular a unos intervalos de tiempo prefijados. Si se produce, p.ej., una modificación de la carga y/o del medio de soporte de carga o de la altura de izado, se requiere una nueva determinación de las magnitudes antes citadas. La determinación puede realizarse p.ej. manualmente por parte de un usuario, que ajusta después las magnitudes para que estén disponibles para los cálculos a llevar a cabo conforme a la invención. Alternativamente puede realizarse p.ej. también una detección automatizada de las magnitudes antes citadas, por ejemplo mediante unos sensores adecuados, p.ej. una y otra vez a intervalos de tiempo prefijados.

35 Otra forma de realización destaca porque, en el marco del cálculo de los valores nominales para las instalaciones de ajuste, se utiliza al menos un modelo de observador de técnica de regulación, con el que pueden observarse en particular el ángulo de giro y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro.

40 La utilización de los modelos de observador, también llamados observadores, es conocida en el campo de la técnica de regulación. Con un observador pueden reconstruirse estados a partir de magnitudes de entrada conocidas, p.ej. magnitudes de ajuste, y magnitudes de salida conocidas, p.ej. magnitudes de medición, de un sistema de referencia observado. También se habla de que los estados pueden observarse. Los observadores se emplean por ejemplo en el marco del modelado de tramos de regulación. El comportamiento físico de un tramo de regulación real puede modelarse a través de ecuaciones diferenciales. Éstas son normalmente lineales o están linealizadas y pueden expresarse como sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden en forma de notación matricial. Debido a que el modelo matemático y el comportamiento de los tramos de regulación reales no coinciden exactamente, estos se desarrollan sin embargo de forma diferente a lo largo del tiempo. La teoría de los observadores inicia a continuación una realimentación para compensar el modelo matemático con los tramos de regulación reales.

45 Además de esto puede estar previsto, en una conformación ventajosa, que el procedimiento conforme a la invención se lleve a cabo como regulación de estado completa. De este modo se hace posible influir en todos los estados de una sola vez.

50 Otro objeto de la presente invención es además una grúa para trasbordar una carga, que está suspendida de la grúa a través de unos medios de fijación de tipo cable, de tal manera que respectivamente uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de grúa previstos en la grúa está unido a uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de carga, previstos en la carga o en un medio de soporte de carga, a través de al menos un medio de fijación de tipo cable, y en donde los medios de fijación de tipo cable están unidos a unas instalaciones de ajuste, a través de las cuales puede modificarse individualmente la longitud de los medios de fijación de tipo cable entre el punto de suspensión de grúa respectivo y el punto de suspensión de carga unido al mismo, y en donde en la grúa está

5 prevista una instalación de detección en particular óptica, a través de la cual puede detectarse un ángulo de giro de la carga y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro, cuando la carga realiza un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical, y la grúa presenta una instalación de cálculo, que está configurada para, mediante la aplicación del procedimiento conforme a la invención descrito anteriormente, calcular unos valores nominales para las instalaciones de ajuste, y presenta una instalación de control, que está configurada para controlar las instalaciones de ajuste conforme a los valores nominales.

Una grúa conformada de este modo hace posible la aplicación constructiva del procedimiento conforme a la invención para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa.

10 Otra forma de realización de la grúa conforme a la invención destaca además porque está previsto un carro de grúa, que puede moverse linealmente a lo largo de una pluma de la grúa mediante una instalación de accionamiento de carro de grúa, y están previstos al menos cuatro puntos de suspensión de grúa en el carro de grúa.

En un perfeccionamiento ventajoso de la grúa conforme a la invención está previsto finalmente que los medios de fijación de tipo cable discurren, entre el punto de suspensión de grúa respectivo y el punto de suspensión de carga unido al mismo, oblicuamente respecto a la vertical.

15 Aquí muestran:

la figura 1 una grúa conforme a la invención con una pluma y un carro de grúa que puede trasladarse a lo largo de la pluma, al que está fijada una carga a través de unos medios de fijación de tipo cable, y

la figura 2 una exposición aumentada de la carga mostrada en la figura 1 y su suspensión al carro de grúa,

20 la figura 3 una exposición esquemática de la geometría de la suspensión de la carga representada en las figuras 1 y 2,

la figura 4 la carga representada en las figuras 1 a 3 en una vista en planta, y

la figura 5 un esquema en bloques del procedimiento conforme a la invención para influir en un movimiento de la carga mostrada en las figuras 1 a 4.

25 La figura 1 muestra una grúa 1, aquí un puente de contenedores, que comprende una pluma 2 que discurre fundamentalmente en horizontal así como un carro de grúa 3 que puede trasladarse a lo largo de la pluma 2. Al carro de grúa 3 está asociada una instalación de accionamiento no representada en la figura, a través de la cual éste puede moverse a lo largo de la pluma 2 en ambos sentidos.

30 Al carro de grúa 3 de la grúa 1 está fijada a través de unos medios de fijación de tipo cable, aquí cuatro cables 4, una carga, en la que se trata en el ejemplo de realización representado de un contenedor 5. El contenedor 5 debe transportarse desde un barco no representado en la figura hasta un camión tampoco representado. Los cuatro cables 4 se han indicado en la figura 1 esquemáticamente mediante sólo un cable 4.

35 Como puede deducirse de la figura 2, que muestra una exposición aumentada del contenedor 5 mostrado en la figura 1 y sus suspensión al carro de grúa 3, se emplea una suspensión de carga de tipo polipasto. Para esto están previstos cuatro rodillos de inversión 7 en un medio de soporte de carga que soporta el contenedor 5, en el que se trata de un aparejo portacontenedores 6 de forma rectangular. Los cuatro rodillos de inversión 7 en el aparejo portacontenedores 6 definen – como puede reconocerse bien en la figura 3, en la que se ha representado esquemáticamente la geometría de puntos de suspensión y cables 4, cuatro punto de suspensión de carga C_{1-4} . Con los cuatro puntos de suspensión de carga C_{1-4} se abarca un rectángulo con un lado c más pequeño y un lado d más grande.

40 Además de esto están aplicados otro ocho rodillos de inversión 8 al carro de grúa 3 (en la figura no se ha representado el propio carro de grúa 3, sino sólo los componentes necesarios para la suspensión de carga, que están previstos en el carro de grúa 3). Los rodillos de inversión 8 en el carro de grúa 3 están divididos en cuatro parejas, en donde cada pareja de rodillos de inversión 8 define respectivamente un punto de suspensión de grúa K_{1-4} en el carro de grúa 3 de la grúa 1. En la figura 3 puede reconocerse bien que con los puntos de suspensión de grúa K_{1-4} se abarca también un rectángulo y, precisamente, con un lado a más pequeño y un lado b más grande. El rectángulo abarcado por los puntos de suspensión de grúa K_{1-4} cubre una superficie mayor que la abarcada por los puntos de suspensión de carga C_{1-4} . A través de la geometría concreta discurren los cables 4 – con relación al estado de reposo del contenedor 5 representado en las figuras 2 y 3 – oblicuamente, es decir formando un ángulo con la vertical (en la figura 3 el eje Z).

45

5 Cada cable 4 une una pareja de rodillos de inversión 8 al carro de grúa 3, es decir un punto de suspensión de grúa K_{1-4} con un rodillo de inversión 7 situado por ejemplo por debajo de la pareja al aparejo portac contenedores 6, es decir, a un punto de suspensión de carga C_{1-4} . Concretamente se guía respectivamente un cable 4 a través de un primer rodillo de inversión 8 de una pareja de rodillos de inversión en el carro de grúa 3, se extiende hasta el rodillo de inversión 7 en el aparejo portac contenedores 6 y se guía desde éste de vuelta al segundo rodillo de inversión 8 de la pareja de rodillos de inversión 8.

10 Cada cable 4 está unido además con uno de sus dos extremos libres a una de entre cuatro instalaciones de ajuste previstas en el carro de grúa 3, en las que se trata aquí de unos cilindros hidráulicos 9. Mediante los cilindros hidráulicos 9 puede modificarse la longitud de cada cable 4 entre un punto de suspensión de grúa K_{1-4} y el punto de suspensión de carga C_{1-4} unido al mismo individualmente, es decir con independencia de la longitud de los cables 4 entre los otros puntos de suspensión unidos respectivamente unos a otros. El otro extremo libre de cada cable está unido a un mecanismo elevador 10, que está previsto también en el carro de grúa 3. A través del mecanismo elevador 10 puede modificarse sincrónicamente la longitud de los cuatro cables 4, entre los puntos de suspensión de carga y grúa C_x, K_x .

15 En el marco del proceso de transporte el contenedor 5 fijado al carro de grúa 3 a través de los cables 4 sufre unos movimientos oscilatorios de diferente tipo como consecuencia del movimiento del carro de grúa 3, de la grúa 1 y de influencias externas, como por ejemplo viento. El contenedor 5 puede verse obligado con ello a realizar movimientos oscilatorios traslatorios, es decir movimientos a modo de un péndulo de hilo, así como movimientos giratorios oscilantes alrededor de uno de sus ejes, es decir movimientos a modo de un péndulo de rotación. De forma visible
20 tiene importancia el movimiento giratorio oscilante del contenedor 5 alrededor de su eje vertical central H, que también recibe el nombre de movimiento oblicuo. El eje vertical central H del contenedor 5 está orientado verticalmente, en la posición de reposo del contenedor 5 representada en las figuras 2 y 3, y discurre centralmente a través de la disposición de puntos de suspensión de grúa K_{1-4} y punto de suspensión de carga C_{1-4} . El movimiento oblicuo del contenedor 5 alrededor de su eje vertical central H se ha indicado en las figuras 2 y 3 mediante una
25 flecha.

Debido a que con los diferentes movimientos oscilantes del contenedor 5 se producen unos riesgos, estos deben observarse y tomarse contramedidas. Por ello se aplica el procedimiento conforme a la invención para influir en un movimiento de una carga soportado por una grúa, que realiza movimientos giratorios alrededor de su eje vertical.

30 Para la aplicación constructiva del procedimiento la grúa 1 conforme a la invención presenta una instalación de detección óptica sólo representada en el esquema en bloques en la figura 5, en la que se trata de forma visible de un sistema de cámara 11 previsto en la grúa 1. La grúa 1 comprende además una instalación de cálculo 12, que está configurada para, mediante la aplicación del procedimiento, calcular valores nominales para los cilindros hidráulicos 9, así como una instalación de control 13, que está configurada para regular los cilindros hidráulicos 9 conforme a los valores nominales.

35 En el marco de la realización del procedimiento los movimientos del contenedor 5 se recogen con el sistema de cámara 11. Se detecta de un modo conocido por sí mismo, con una resolución de tiempo adecuada, el ángulo oblicuo actual ψ del contenedor 5 así como la velocidad actual del ángulo oblicuo $\dot{\psi}$. El ángulo oblicuo actual ψ es, como se ha representado en la figura 4, el ángulo con el que está girado el contenedor 5, cuando realiza un movimiento giratorio oscilante alrededor de su eje vertical H, con respecto a una posición cero. La velocidad actual
40 del ángulo oblicuo $\dot{\psi}$ es la derivada en el tiempo del ángulo oblicuo, que puede obtenerse p.ej. a través de la formación diferencial de dos mediciones angulares distanciadas en el tiempo.

45 En base al ángulo oblicuo ψ_{med} detectado y la velocidad de ángulo oblicuo $\dot{\psi}_{med}$, y utilizando un modelo matemático para describir el movimiento giratorio del contenedor 5 así como teniendo en cuenta la geometría de la suspensión de contenedor, se calculan a continuación unos valores nominales conforme a la invención para los cilindros hidráulicos 9.

El modelo matemático, que se explica a continuación con más detalle, está archivado en la instalación de cálculo 12. Está además archivado en la instalación de cálculo 12 un modelo de observador con técnica de regulación. El
50 ángulo oblicuo ψ_{med} actual y la velocidad de ángulo oblicuo $\dot{\psi}_{med}$ actual que, como se ha representado en la figura 5, se transmiten desde el sistema de cámara 11 a la instalación de cálculo 12, se observan en el paso S1 mediante el modelo de observador. De este modo se mejora la calidad de la señal, p.ej. se eliminan o reducen ruidos o valores de señal extraños y se puentean fallos de señal breves que pudieran producirse.

Para calcular los valores nominales para los cilindros hidráulicos, se calculan primero conforme a la invención la rigidez efectiva k_ψ y la inercia efectiva J_ψ del movimiento oblicuo del contenedor 5.

5 Con ello se obtiene como sigue una fórmula para la rigidez efectiva k_ψ , que también puede llamarse rigidez oblicua. En primer lugar se establece, partiendo de las características geométricas de la suspensión de carga, una relación entre la longitud de los cables 4 entre el punto de suspensión de grúa K_{1-4} respectivo y el punto de suspensión de carga C_{1-4} unido al mismo a través del respectivo cable 4. Se parte de la base de que la disposición conjunta formada por cables 4 y puntos de suspensión K_{1-4} , C_{1-4} en la posición de reposo del contenedor 5 es simétrica respecto al plano X-Z y al plano Y-Z (las direcciones X, Y y Z están representadas en la figura 3). Además se parte de la base de que el contenedor 5 sólo rota alrededor de su eje vertical H (en la posición de reposo paralelo al eje Z). Para las longitudes de cable $\|L_{1,3}\|$, respectivamente entre los puntos de suspensión K_1 y C_1 así como K_3 y C_3 , se obtiene

10
$$\|L_{1,3}\| = \frac{\sqrt{(a - c \cos(\psi) + d \sin(\psi))^2 + (d \cos(\psi) - b + c \sin(\psi))^2 + 4z^2}}{2}$$

y para las longitudes de cable $\|L_{2,4}\|$, respectivamente entre los puntos de suspensión K_2 y C_2 así como K_4 y C_4 ,

$$\|L_{2,4}\| = \frac{\sqrt{(b - d \cos(\psi) + c \sin(\psi))^2 + (c \cos(\psi) - a + d \sin(\psi))^2 + 4z^2}}{2}$$

15 Estas prescripciones se utilizan para obtener una ley de ajuste, a través de la cual puede convertirse una modificación de la longitud de los cables 4 entre el respectivo punto de suspensión de grúa K_{1-4} y el punto de suspensión de carga C_{1-4} unido al mismo, con ayuda de los cilindros hidráulicos 9, en una modificación resultante del ángulo de giro ψ del contenedor 5.

La ley de ajuste describe en consecuencia cómo deben ajustarse las cuatro longitudes de cable, respectivamente entre los puntos de suspensión de grúa K_{1-4} y los puntos de suspensión de carga C_{1-4} unidos entre sí, si se desea un determinado ángulo oblicuo ψ .

20 Para ángulos oblicuos ψ pequeños puede linealizarse la relación. Se obtiene un factor de proporcionalidad entre modificación de longitud y modificación de ángulo oblicuo:

$$\left. \frac{\partial L_1}{\partial \psi} \right|_0 = \frac{ad - bc}{2\sqrt{4z^2 + (a - c)^2 + (b - d)^2}} =: \frac{1}{\alpha}$$

Para la suspensión de carga geométrica dada existe un ángulo oblicuo máximo alcanzable.

A partir de unas sencillas consideraciones geométricas puede establecerse el ángulo oblicuo máximo $\psi_{\text{máx}}$ como:

25
$$\psi_{\text{máx}} = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) - \arctan\left(\frac{d}{c}\right)$$

30 Para $a = 2,3$ m, $c = 1,0$ m y $b = d = 5,4$ m se obtiene un ángulo oblicuo máximo alcanzable de $\psi_{\text{máx}} = 12,58^\circ$. El movimiento oblicuo en sentido de giro positivo está limitado por los cables 4, que unen los puntos de suspensión K_1 y C_1 así como K_3 y C_3 , mientras que el movimiento oblicuo en sentido de giro negativo está limitado por los cables 4, que unen los puntos de suspensión K_2 y C_2 así como K_4 y C_4 . El ángulo oblicuo máximo alcanzable de $\psi_{\text{máx}}$ mediante la disposición geométrica requiere un recorrido de ajuste de los cilindros hidráulicos 9 de 8,2 mm.

Con este reconocimiento en base a las consideraciones teóricas puede diseñarse de forma óptima el sistema de ajuste hidráulico y puede evitarse con anticipación, p.ej., un sobredimensionamiento de los cilindros hidráulicos 9.

Aparte de las relaciones geométricas se utilizan para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención, además de esto, las ecuaciones diferenciales de movimiento con las conocidas ecuaciones de Lagrange, para describir la dinámica del sistema:

$$Q = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial (T - V)}{\partial q} = M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})$$

5 con la matriz de masas M y una función no lineal general C.

En la misma es T la energía cinética

$$T = \frac{1}{2} m \dot{z}^2 + \frac{1}{2} J_{\psi} \dot{\psi}^2$$

V la energía potencial

$$V = mgz + \sum_{v=1}^4 \frac{1}{2} k_{\text{cable}} (L_0 - L_v)^2$$

10 y q el vector de las coordenadas generalizadas

$$q = \begin{bmatrix} z \\ \psi \end{bmatrix}$$

Además de esto m es la masa de la carga, J_{ψ} el momento de inercia del contenedor 5 alrededor de su eje vertical H (en la posición de reposo alrededor del eje Z), mediante el cual viene dada la inercia efectiva del movimiento oblicuo, g la constante gravitacional, z la altura de izado, k_{cable} la rigidez de un cable soporte, L_0 las longitudes de los cables 4 no extendidos y L_v las longitudes de los cables 4 extendidos.

15 El punto de trabajo es la posición de reposo del contenedor 5, en la que éste se encuentra bajo la acción de la fuerza de su peso. Tanto el ángulo oblicuo ψ como la velocidad de ángulo oblicuo $\dot{\psi}$ son cero ($\psi = \dot{\psi} = 0$) y los cables 4 están extendidos con relación a la longitud L_0 en el estado de no extensión. Aquí se aplica:

$$0 = mg + 4k_{\text{cable}}z_0 - \frac{8k_{\text{cable}}L_0z_0}{\sqrt{4z_0^2 + (a-c)^2 + (b-d)^2}}$$

20 La condición de equilibrio solo puede resolverse numéricamente. Para ángulos oblicuos ψ pequeños, sin embargo, puede llevarse a cabo una linealización en el punto de trabajo. Se obtiene:

$$Q = M\ddot{q} + Kq$$

con la matriz de masas

$$M = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & J_{\psi} \end{bmatrix}$$

y la matriz de rigidez

$$K = \left. \frac{\partial C(q, \dot{q})}{\partial q} \right|_0 = \begin{bmatrix} k_z & 0 \\ 0 & k_\psi \end{bmatrix}$$

La rigidez de los cables 4, que actúa en la dirección vertical (dirección Z en la figura 3), se obtiene para la posición de reposo con:

$$k_z = 4k_{\text{cable}} - k_{\text{guía}}$$

$$k_{\text{cable}} = \frac{EA_{\text{cable}}}{L_0}$$

$$k_{\text{guía}} = \frac{8k_{\text{cable}}L_0}{(4z^2 + (a-c)^2 + (b-d)^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{32k_{\text{cable}}L_0z^2}{(4z^2 + (a-c)^2 + (b-d)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$k_z = \frac{4EA_{\text{cable}}}{L_0} \left(\frac{8EA_{\text{cable}}}{(4z^2 + (a-c)^2 + (b-d)^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{32EA_{\text{cable}}z^2}{(4z^2 + (a-c)^2 + (b-d)^2)^{\frac{3}{2}}} \right)$$

5

con un porcentaje de rigidez $k_{\text{guía}}$, que se produce a causa de la diagonal, es decir de una disposición que difiere del recorrido vertical de la guía de cable, que puede reconocerse bien en la figura 3. La rigidez k_z se corresponde, como puede deducirse de la primera de las ecuaciones anteriores, con cuatro veces la rigidez de los cables k_{cable} menos el porcentaje de rigidez $k_{\text{guía}}$. En las ecuaciones antes citadas E es el módulo de elasticidad de los cables y A_{cable} la sección de sección transversal efectiva de los cables.

10

Para el caso en el que la guía de cable discorra en línea recta (gS), es decir si $a = c$ y $b = d$, la pérdida de rigidez debe hacerse cero mediante la guía de cable $k_{\text{guía}}$:

$$k_{\text{guía,gS}} = \frac{8EA_{\text{cable}}}{(4z^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{32EA_{\text{cable}}z^2}{(4z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$k_{\text{guía,gS}} = \frac{8EA_{\text{cable}}}{2z} - \frac{32EA_{\text{cable}}z^2}{8z^3}$$

$$k_{\text{guía,gS}} = 0$$

15

La rigidez oblicua efectiva k_ψ , que interpretado de forma gráfica describe una medida para el momento de retroceso, cuando el contenedor 5 se hace rotar desde su posición de reposo alrededor de su eje vertical H, es decir realiza un movimiento oblicuo, se calcula para el caso de la posición de reposo como sigue:

$$k_{\psi} = k_{\text{cable}} \frac{\text{Term2}}{\text{Term1}} - 2k_{\text{cable}} \frac{\left(L_0 - (\text{Term1})^{\frac{1}{2}}\right) \left(\frac{c(a-c)}{2} + \frac{d(b-d)}{2} + \frac{c^2}{2} + \frac{d^2}{2}\right)}{(\text{Term1})^{\frac{1}{2}}} + k_{\text{cable}} \frac{\left(L_0 - (\text{Term1})^{\frac{1}{2}}\right) \cdot \text{Term2}}{(\text{Term1})^{\frac{3}{2}}}$$

con

$$\text{Term1} = z^2 + \frac{(a-c)^2}{4} + \frac{(b-d)^2}{4}$$

$$\text{Term2} = \left(\frac{d(a-c)}{2} + \frac{c(b-d)}{2}\right)^2$$

En el caso de una guía de cable recta, en donde $a = c$ y $b = d$, se simplifica la rigidez oblicua efectiva k_{ψ} mediante:

$$\text{Term1} = z^2; \text{Term2} = 0$$

$$k_{\psi, gS} = k_{\text{cable}} \frac{0}{z^2} - 2k_{\text{cable}} \frac{\left(L_0 - (z^2)^{\frac{1}{2}}\right) \left(\frac{c^2}{2} + \frac{d^2}{2}\right)}{(z^2)^{\frac{1}{2}}} + k_{\text{cable}} \frac{\left(L_0 - (z^2)^{\frac{1}{2}}\right) \cdot 0}{(z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$k_{\psi, gS} = -2k_{\text{cable}} \cdot \frac{(L_0 - z) \left(\frac{c^2}{2} + \frac{d^2}{2}\right)}{z}$$

$$k_{\psi, gS} = k_{\text{cable}} \cdot \frac{(z - L_0)}{z} (c^2 + d^2)$$

5

Mediante la rigidez oblicua efectiva k_{ψ} , que sólo puede calcularse numéricamente, puede determinarse directamente la frecuencia circular natural de la oscilación oblicua con:

$$\omega_{\text{oblic}} = \sqrt{\frac{k_{\psi}}{J_{\psi}}}$$

10 La inercia efectiva J_{ψ} del movimiento oblicuo, que viene dada por el momento de inercia del contenedor 5 alrededor del eje Z, puede calcularse de una forma conocida por sí misma. Para calcular la inercia efectiva J_{ψ} se detectan la geometría del contenedor 5 y su distribución de masas y se archivan en la instalación de cálculo. Alternativamente la detección de las magnitudes necesarias para el cálculo de la inercia efectiva puede realizarse también de forma automatizada, p.ej. varias veces a intervalos de tiempo prefijados, de tal modo que éstas estén disponibles siempre incluso en el caso de un cambio de contenedor.

La descripción del movimiento oblicuo de la carga así como la regulación o el control del movimiento oblicuo se realiza en analogía a un oscilador de torsión sencillo.

Se obtiene en el sistema oblicuo:

$$0 = J_{\psi} \ddot{\psi} + k_{\psi} (\psi - \psi_{ajust})$$

$$0 = J_{\psi} \ddot{\psi} + k_{\psi} (\psi - \psi_{pos}) + d_{\psi} \dot{\psi}$$

$$\psi_{ajust} = \psi_{pos} - \psi_{amort} = \psi_{pos} - \frac{d_{\psi}}{k_{\psi}} \dot{\psi}$$

$$\psi_{amort} = \frac{d_{\psi}}{k_{\psi}} \dot{\psi} = \frac{2D}{\omega_{\psi}} \dot{\psi} \text{ con } \omega_{\psi} = \sqrt{\frac{k_{\psi}}{J_{\psi}}}$$

- 5 ω_{ψ} es la frecuencia circular natural del sistema oblicuo, D es la amortiguación porcentual con la que debe amortiguarse el sistema oblicuo, De aquí se obtiene la amortiguación física d_{ψ} que, a causa de la regulación, actúa realmente sobre el sistema.

A este respecto ψ_{ajust} es la magnitud que se calcula conforme a la invención como señal de ajuste angular.

- 10 ψ_{ajust} comprende dos componentes, precisamente un primer componente, que viene dado mediante una magnitud de ajuste ψ_{pos} para posicionar el contenedor 5, y un segundo componente, que viene dado mediante una magnitud de regulación ψ_{amort} para influir, si existe una amortiguación, en el movimiento oblicuo del contenedor 5:

$$\psi_{ajust} = \psi_{pos} - \psi_{amort}$$

- 15 En el ejemplo de realización aquí representado, la influencia conforme a la invención en el movimiento giratorio del contenedor 5 se realiza en el marco de una regulación de estado completa, que hace posible un retroceso ponderado de los estados ángulo oblicuo ψ y la velocidad de ángulo oblicuo $\dot{\psi}$. Para ello se utilizan dos parámetros r_1 y r_2 , con los que puede ajustarse la dinámica del sistema en unos amplios márgenes, de forma visible mediante asignación de polos.

En el marco del paso S2 representado en la figura 5, ψ_{amort} está formada por la siguiente prescripción de regulación:

$$\psi_{amort} = r_1 \psi_{obs} + r_2 \dot{\psi}_{obs}$$

- 20 ψ_{pos} se prefija como magnitud normal, que está formada mediante el transmisor de velocidad a plena marcha representado en la figura 5 por medio de la integración de una velocidad de ángulo de giro $\dot{\psi}_{pos}$ dada, de tal manera que se obtiene un desarrollo continuo de la magnitud nominal ψ_{pos} para el posicionamiento del contenedor 5.

- 25 Si sólo se quiere conseguir de forma visible una amortiguación del movimiento oblicuo, los parámetros tienen la forma

$$r_1 = 0 \quad r_2 = \frac{2D_{oblic}}{\omega_\psi}$$

En el paso S3 se limita la magnitud Ψ_{ajust} al máximo valor posible $\Psi_{ajustmáx}$ como consecuencia de la geometría concreta de la suspensión de carga, como se ha expuesto anteriormente.

5 En el paso S4 se calcula finalmente, utilizando el factor de proporcionalidad $1/\alpha$ antes descrito entre la modificación de longitud y la modificación de ángulo oblicuo, un valor nominal ΔL_{nom} para los cilindros hidráulicos 9 a partir de la magnitud Ψ_{ajust} . Concretamente se forman igual las cuatro magnitudes nominales para los cilindros hidráulicos 9 en cuanto a importe. Los símbolos (sentido de la ajuste) son para los medios de fijación de tipo cable, que unen los puntos de suspensión C_1 a K_1 así como C_3 a K_3 , opuestos a los que unen los puntos de suspensión C_2 a K_2 y C_4 a K_4 .

10 Los valores nominales ΔL_{nom} calculados para los cilindros hidráulicos 9 se transmiten a continuación a la instalación de control 13, que regula los cuatro hidráulicos 9 unidos a la instalación de control 13, de forma conocida por sí misma, a los valores nominales. La instalación de control 13 comprende para cada uno de los cuatro cilindros hidráulicos 9 un módulo (no representado en la figura 5), que lleva a cabo la regulación del respectivo cilindro hidráulico 9 conforme al valor nominal.

15 Concretamente se cierra el circuito regulador de posición, p.ej. a través de un regulador proporcional convencional, que transmite una señal de ajuste a un cilindro hidráulico, que ajusta la corriente de aceite del cilindro y de este modo produce la modificación de longitud.

20 Los valores reales ΔL_{real} de los cilindros hidráulicos 9 se ajustan, como consecuencia de la regulación de los cilindros hidráulicos 9, a los valores nominales ΔL_{nom} calculados conforme a la invención, como se indica en la figura 5. A través de la suspensión de cable 15 (representada en la figura 5 sólo a modo de ejemplo) se ajusta un valor real de ángulo de giro ψ_{real} así como una velocidad real de ángulo de giro $\dot{\psi}$, que se miden de nuevo mediante la instalación de detección óptica 11.

25 Mediante la regulación descrita anteriormente conforme a la invención se compensan sin problemas en particular imprecisiones, que pueden producirse como consecuencia de la linealización de las ecuaciones descritas anteriormente.

Con la aplicación del procedimiento conforme a la invención se influye como resultado en el movimiento oblicuo del contenedor 5, en el ejemplo de realización aquí descrito se amortigua concretamente, y puede garantizarse un funcionamiento seguro de la grúa 1.

30 Además de esto se hace posible mediante las relaciones establecidas anteriormente, en particular la relación entre la modificación de la longitud de los cables entre los puntos de suspensión y la modificación de ello resultante del ángulo oblicuo, llevar a cabo una simulación del sistema formado por contenedor 5 guiado por cable, que sufre unos movimientos oblicuos. Una simulación de este tipo puede llevarse a cabo p.ej., conforme a la invención, previamente a una puesta en marcha de una grúa, para analizar la dinámica del sistema dado.

35 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito con más detalle mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no está limitada por los ejemplos revelados y el técnico puede deducir de aquí otras variaciones, sin abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para influir en un movimiento de una carga soportada por una grúa (1), en donde la carga (5) está suspendida de la grúa (1) a través de unos medios de fijación (4) de tipo cable, de tal manera que respectivamente uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) previstos en la grúa está unido al menos a uno de entre cuatro puntos de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4), previstos en la carga (5) o en un medio de soporte de carga (6), a través de al menos un medio de fijación (4) de tipo cable, y en donde los medios de fijación (4) de tipo cable están unidos a unas instalaciones de ajuste (9), a través de las cuales puede modificarse individualmente la longitud de los medios de fijación (4) de tipo cable entre el punto de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) respectivo y el punto de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4) unido al mismo, y en donde en la grúa (1) está prevista una instalación de detección (11) en particular óptica, a través de la cual puede detectarse un ángulo de giro (ψ) de la carga y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro (ψ), cuando la carga (5) realiza un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical (H), en el que
- mediante la instalación de detección (11) se detecta el ángulo de giro (ψ) y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro (ψ) de la carga (5),
- caracterizado porque
- en base al ángulo de giro (ψ) detectado y/o a las derivadas en el tiempo y mediante la utilización de un modelo matemático para describir el movimiento giratorio de la carga (5), así como teniendo en cuenta la geometría de la suspensión de la carga, se calculan unos valores nominales para las instalaciones de ajuste (9), en donde se calculan una inercia efectiva del movimiento giratorio de la carga (5) y
 - una rigidez efectiva del movimiento giratorio de la carga (5) y, a partir de la inercia efectiva calculada y de la rigidez efectiva calculada, se calcula una frecuencia circular natural del movimiento giratorio de la carga (5) y se tiene en cuenta a la hora de calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste (9), y
 - las instalaciones de ajuste (9) se controlan respectivamente conforme al valor nominal calculado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque mediante el modelo matemático utilizado, se calcula el movimiento giratorio de la carga (5) a amortiguar en analogía a un oscilador de torsión sencillo.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se deduce y utiliza una ley de ajuste, a través de la cual puede convertirse una modificación de la longitud de los medios de fijación (4) de tipo cable entre el respectivo punto de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) y el punto de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4) unido al mismo, con ayuda de las instalaciones de ajuste (9), en una modificación resultante de un ángulo de giro (ψ) de la carga (5).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se establece una señal de ajuste angular y se tiene en cuenta a la hora de calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste (9).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la señal de ajuste angular comprende al menos dos componentes, en particular un primer componente, que viene dado por una magnitud nominal para posicionar la carga (5), y un segundo componente, que viene dado por una magnitud reguladora para influir en el movimiento giratorio de la carga (5).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque se establece un primer componente de la señal de ajuste angular, a través del cual puede ajustarse una posición prefijada de la carga (5), en particular una posición cero de la carga (5).
7. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque se establece un segundo componente de la señal de ajuste angular, a través del cual puede conseguirse una amortiguación del movimiento giratorio de la carga (5) en una medida prefijada y/o puede ajustarse la frecuencia circular natural del movimiento giratorio de la carga (5) a un valor prefijado.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado porque se calcula un valor máximo para la señal de ajuste angular, que depende de la geometría de la suspensión de carga y/o de las características de las instalaciones de ajuste (9).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se determinan la rigidez de los medios de fijación (4) de tipo cable y/o la masa de la carga (5) y/o la masa de un medio de soporte de carga (6) previsto en la carga (5) y/o el momento de inercia de la carga (5) y/o el momento de inercia del medio de soporte de

carga (6) y/o la altura de izado de la carga (5) y se tienen en cuenta a la hora de calcular los valores nominales para las instalaciones de ajuste.

5 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque se determinan la rigidez de los medios de fijación (4) de tipo cable y/o la masa de la carga (5) y/o la masa de un medio de soporte de carga (6) previsto en la carga (5) y/o el momento de inercia de la carga (5) y/o el momento de inercia del medio de soporte de carga (6) y/o la altura de izado de la carga (5) una sola vez, en particular por parte de un usuario, o varias veces, en particular a unos intervalos de tiempo prefijados, mediante unos sensores apropiados.

10 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en el marco del cálculo de los valores nominales para las instalaciones de ajuste (9), se utiliza al menos un modelo de observador con técnica de regulación, con el que pueden observarse en particular el ángulo de giro (ψ) y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro (ψ).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque están previstos cuatro puntos de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) y cuatro puntos de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4), con los que se abarca respectivamente un rectángulo y en particular los dos rectángulos no son similares entre sí.

15 13. Grúa (1) grúa para trasbordar una carga, que está suspendida de la grúa (1) a través de unos medios de fijación (4) de tipo cable, de tal manera que respectivamente uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) previstos en la grúa (1) está unido a uno de entre al menos cuatro puntos de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4), previstos en la carga (5) o en un medio de soporte de carga (6), a través de al menos un medio de fijación (4) de tipo cable, y en donde los medios de fijación (4) de tipo cable están unidos a unas instalaciones de
20 ajuste (9), a través de las cuales puede modificarse individualmente la longitud de los medios de fijación (4) de tipo cable entre el punto de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) respectivo y el punto de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4) unido al mismo, y en donde en la grúa (1) está prevista una instalación de detección (11) en particular óptica, a través de la cual puede detectarse un ángulo de giro (ψ) de la carga y/o al menos una de las derivadas en el tiempo del ángulo de giro (ψ), cuando la carga (5) realiza un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical (H), y la grúa (1) presenta una instalación de cálculo (12), que está configurada para, mediante la aplicación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, calcular unos valores nominales para las instalaciones de ajuste (9), y
25 presenta una instalación de control (13), que está configurada para controlar las instalaciones de ajuste (9) conforme a los valores nominales.

30 14. Grúa según la reivindicación 13, caracterizada porque está previsto un carro de grúa (3), que puede moverse linealmente a lo largo de una pluma (2) de la grúa (1) mediante una instalación de accionamiento de carro de grúa, y están previstos al menos cuatro puntos de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) en el carro de grúa (3).

35 15. Grúa según una de las reivindicaciones 13 ó 14, caracterizada porque los medios de fijación (4) de tipo cable discurren, entre el punto de suspensión de grúa (K_1, K_2, K_3, K_4) respectivo y el punto de suspensión de carga (C_1, C_2, C_3, C_4) unido al mismo, oblicuamente respecto a la vertical.

FIG 1

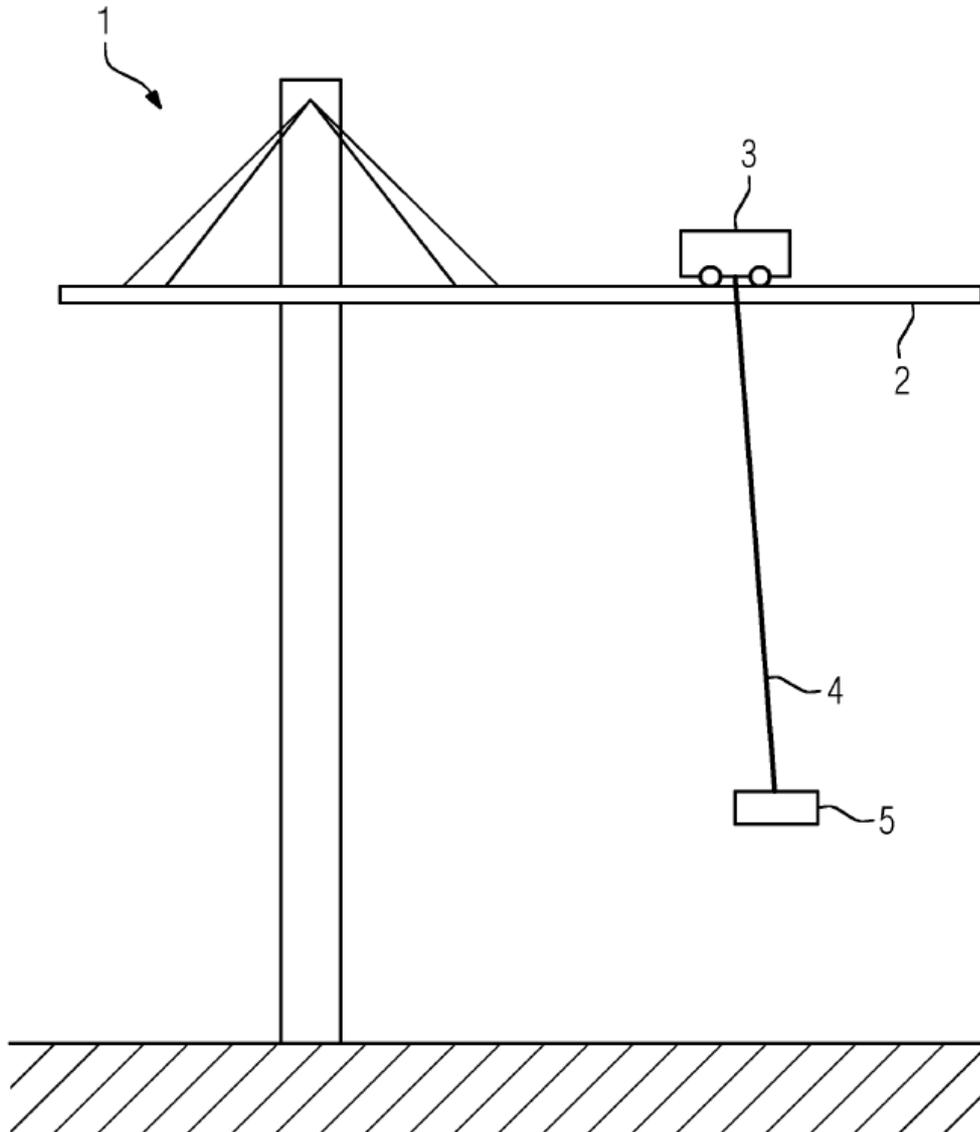


FIG 2

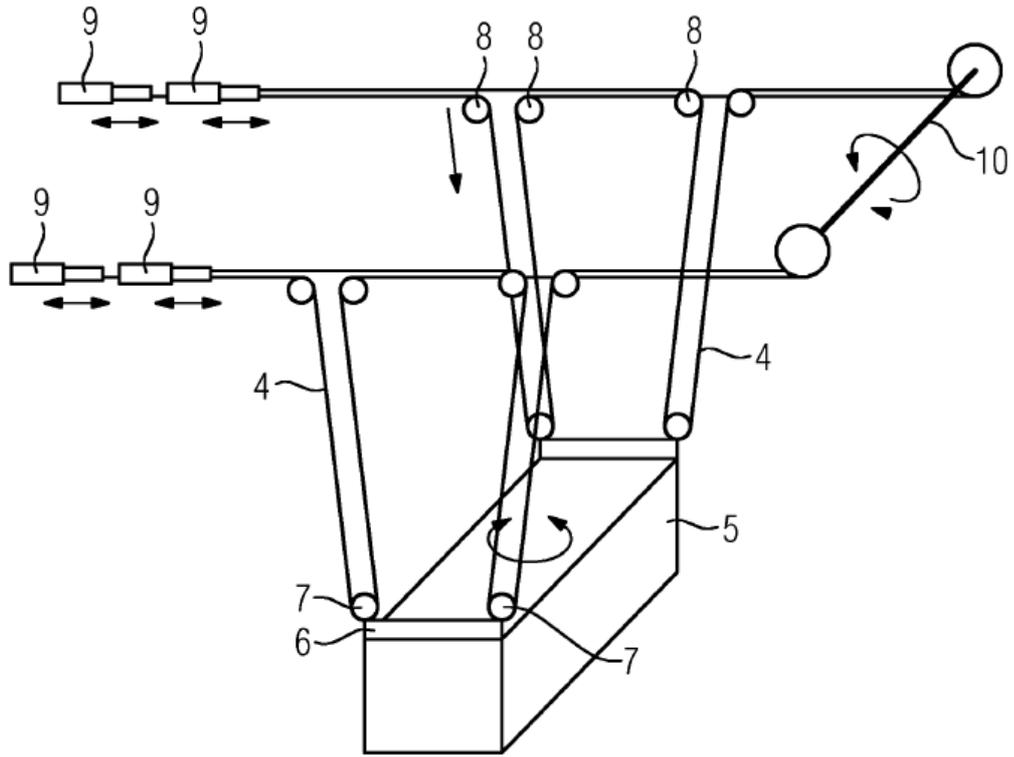


FIG 3

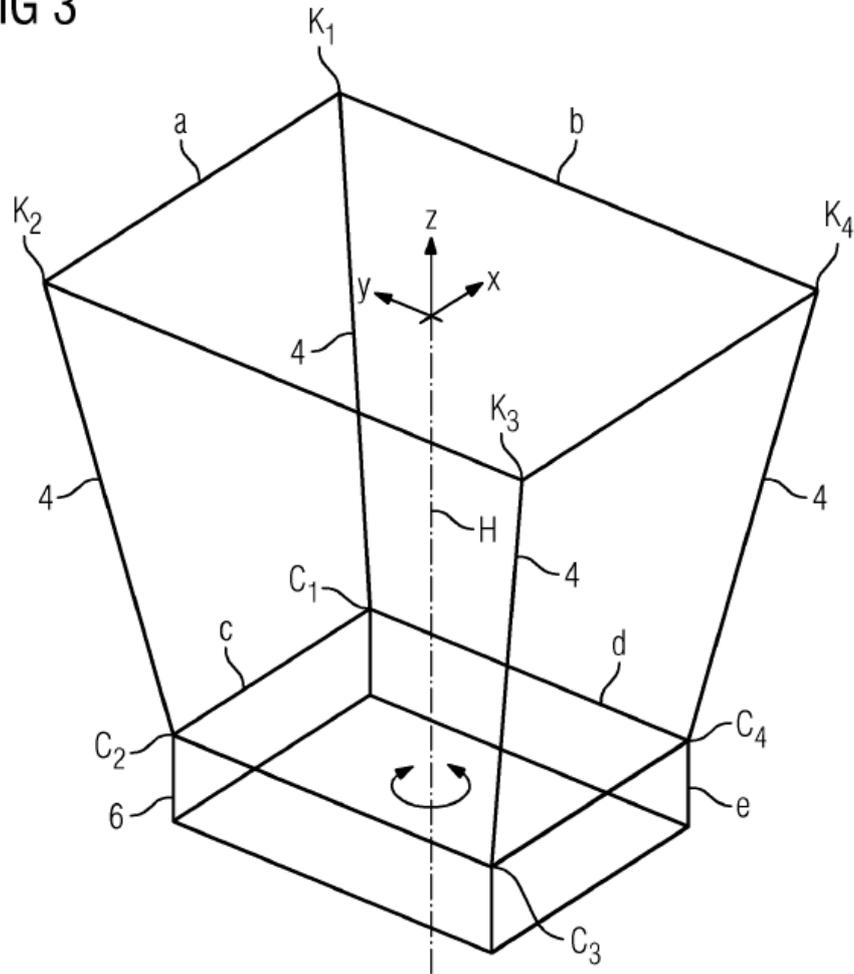


FIG 4

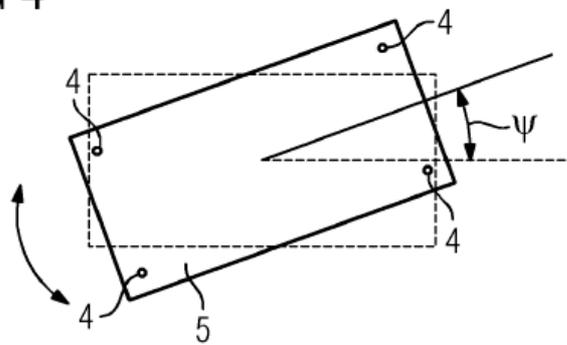


FIG 5

