

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 979**

51 Int. Cl.:

B66C 15/04 (2006.01)

B66C 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2007 E 07014608 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 1894882**

54 Título: **Método de seguridad y de control para grúas**

30 Prioridad:

31.08.2006 DE 102006040782

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

01.03.2013

73 Titular/es:

**LIEBHERR-WERK NENZING GMBH (100.0%)
DR.-HANS-LIEBHERR-STRASSE 1
6710 NENZING, AT**

72 Inventor/es:

**SCHNEIDER, KLAUS y
RAJEK, MARTIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 396 979 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 seguridad y de control para grúas

5 La presente invención se refiere a un método de seguridad y de control para levantar y/o transportar una carga común usando una cantidad de grúas. Hasta ahora, una operación de levantamiento o de transporte de este tipo para cargas grandes, pesadas o complejas en la que tendrían que usarse varias grúas, usualmente ha sido realizada por parte de un supervisor. En este proceso, cada una de las grúas involucradas es controlada por un operador de grúa y el supervisor coordina todos los operadores de grúa. Esto produce de manera natural un número de factores potenciales de error no solo porque los operadores individuales de grúa no tienen una visión general de toda la situación ni porque los problemas de entendimiento y de comunicación pueden conducir a errores. Un proceso así tampoco es muy efectivo por cuanto la coordinación requerida por parte del supervisor solo permite un trabajo muy lento.

10 Independientemente de los problemas con los malentendidos, también se produce otro problema porque los sistemas de seguridad de las grúas individuales no son suficientes para un tal levantamiento o transporte común de una carga. Esto se debe en primer lugar al hecho que los incidentes de daño en una grúa tales como, por ejemplo, una sobrecarga o una colisión, pueden ser causados no solo por el movimiento de la grúa misma sino también por el movimiento de las otras grúas.

15 Los dispositivos de seguridad contra las sobrecargas de las grúas individuales que solo previenen movimientos de cada grúa individual que dañarían esa grúa, no pueden tomar en consideración los incidentes dañinos en otras grúas. La situación es la misma con los sistemas anti-colisión que, igualmente, solo toman en cuenta los movimientos de la grúa misma y, en el mejor de los casos, admiten objetos estáticos que estorban. Los procesos de movimiento en varias grúas son mucho más complejos que en una sola grúa.

20 De la DE 24 41 785 A1 se conocen un método y un equipo que admiten un procedimiento conjunto de grúas en el campo de interferencia, aunque verifican siempre la distancia entre sí de los brazos salientes y al alcanzar un valor mínimo bloquean los movimientos peligrosos que conducen a una colisión.

25 Por esto, el objetivo de la presente invención es poder realizar el levantamiento y/o el transporte de una carga común con varias grúas más seguro y más efectivo.

30 De acuerdo con la invención este objetivo se logra por un método de aseguramiento para levantar y/o transportar una carga común con un número múltiple de grúas según la reivindicación 1. Este método comprende la determinación de posibles incidentes dañinos para vectores de movimiento de las grúas así como la activación de una función de advertencia si los vectores de movimiento predefinidos conducen a incidentes dañinos y/o la restricción de los vectores de movimiento usados para controlar la grúa a aquellos vectores que no conducen a incidentes dañinos en ninguna de las grúas.

35 Mediante el método de la invención resultan esencialmente dos posibilidades de controlar las grúas. Por una parte, las grúas individuales pueden continuar operándose por un respectivo operador de grúa, aunque los vectores de movimiento predefinidos por los operadores de grúa se verifican con el método de la presente invención para saber si conducen a incidentes con daño. Si un vector de movimiento predefinido por el operador de grúa conduce a un incidente dañino en alguna de las grúas, se activa una función de advertencia que advierte a los operadores de grúa sobre el inminente evento dañino al realizar el movimiento. Pero también puede realizarse una restricción automática de los vectores de movimiento usados para controlar las grúas de tal modo que los movimientos que conducirían a incidentes dañinos no se realizarían en absoluto.

40 De manera alternativa, el método de seguridad de la invención también puede emplearse dentro de un proceso de control para las grúas. Determinando de acuerdo con la invención los posibles incidentes dañinos para los vectores de movimiento de las grúas se establecen automáticamente, por parte del proceso de control, cuáles vectores de movimiento se encuentran disponibles para un control seguro de las grúas. El sistema de control puede seleccionar de estos vectores de movimiento los más adecuados para lograr el movimiento deseado.

45 Un vector de movimiento de las grúas representa un conjunto de datos que contiene información sobre el control de todas las grúas. Por lo tanto, los movimientos de todas las grúas involucradas se verifican con respecto a posibles incidentes dañinos de todas las grúas involucradas. De esta manera, mediante el procedimiento de seguridad de la invención se asegura automáticamente que durante la corriente operación el movimiento de una grúa individual no solo no conduzca a daños en esta misma grúa, sino que tampoco a daños en las otras grúas.

50 Los incidentes dañinos que pueden determinarse por el procedimiento de seguridad de la invención comprenden ventajosamente al menos una sobrecarga de las grúas. De esta manera se asegura que no se realicen movimientos de las grúas que conducirían a una sobrecarga de una de las grúas. En contraste con el estado de la técnica en el

que los dispositivos individuales de limitación de pares de fuerzas de carga en las grúas solo podían determinar si un movimiento conduce a una sobrecarga en la propia grúa, mediante el sistema de seguridad de la invención se asegura que en el caso de un movimiento de una grúa tampoco se llega a sobrecargas en ninguna otra grúa.

5 Las posibles sobrecargas pueden determinarse en tal caso, de manera ventajosa, mediante los dispositivos de limitación de par de fuerzas de carga asignados a la grúa respectiva. Por lo tanto es absolutamente posible que con el método de la invención se haga uso de los dispositivos existentes de limitación de pares de fuerzas de carga. Sin embargo, no solo se verifica el movimiento de una grúa individual por su propio dispositivo de limitación de par de fuerzas de carga sino que se verifica el vector de movimiento de todas las grúas con los dispositivos de limitación de par de fuerzas de carga de todas las grúas. De esta manera es posible hacer uso de la tecnología ya existente, por una parte, y la seguridad del levantamiento y/o transporte comunes por parte de un número plural de grúas puede asegurarse de modo considerablemente mejor, por la otra parte. En tal caso, los dispositivos de limitación de par de fuerzas de carga existentes no necesariamente tienen que estar dispuestos en las grúas individuales. Mejor dicho, también es factible una unidad central de procesamiento en la que se implementen los dispositivos de limitación de par de fuerzas asignados a las grúas individuales.

15 Los vectores de movimiento admitidos se determinan ventajosamente por un cálculo predictivo en el método de seguridad según la presente invención. De esta manera no solo se verifica si un movimiento actual conduce a un incidente dañino sino también si mediante un movimiento actual podría provocarse un incidente dañino futuro. En particular, se toma en cuenta de manera ventajosa que solo se admiten aquellos vectores de movimiento en los que está disponible un proceso de movimiento que no conduce a incidentes dañinos. Tal cálculo predictivo es particularmente importante puesto que en el caso de levantamiento o transporte común por parte de varias grúas pueden surgir situaciones en las que todos los movimientos de las grúas conducirían a un incidente dañino en al menos una de las grúas involucradas. Tales situaciones, a partir de las que el sistema total ya no puede maniobrarse de manera segura, por lo contrario se evitan mediante el cálculo predictivo del procedimiento de seguridad de la invención. Incluso en otros incidentes dañinos diferentes de una sobrecarga, un tal cálculo predictivo puede ser de gran importancia puesto que de esta manera pueden evitarse colisiones, por ejemplo, tomando en cuenta que el sistema después de cada movimiento realizado todavía tiene que poder llegar a una situación de reposo sin que llegue a colisionar.

20 Los vectores de movimiento admitidos se determinan ventajosamente mediante un proceso iterativo. De esta manera puede determinarse de manera segura si un primer vector de movimiento admite vectores de movimiento más tardíos, los cuales están libres de incidentes dañinos. De esta manera puede asegurarse que siempre está disponible un proceso de movimiento libre de daños. En un proceso iterativo así, el control de las grúas con un primer vector de movimiento puede simularse mediante cálculo; y otro movimiento con un nuevo vector de movimiento puede simularse a partir de la nueva situación que resulta del mismo, y así sucesivamente, de modo que se produce una cadena de vectores de movimiento admitidos.

35 Igualmente, sin embargo, puede usarse un proceso iterativo ya en los pasos individuales de modo que la seguridad se verifica primero para una primera grúa para la determinación de vectores de movimiento admitidos, después de lo cual se verifica la permisibilidad para los vectores admitidos para la siguiente grúa, y así sucesivamente.

40 De otra manera ventajosa, los posibles incidentes dañinos en el procedimiento de seguridad de la invención incluyen una colisión de las grúas entre sí. De esta manera puede asegurarse por el sistema de seguridad según la invención que el número plural de grúas que después de todo actúan en la misma área no colisionan entre sí. La influencia de los movimientos de todas las grúas, una con respecto de otra, es a su vez tomada en cuenta aquí para que la seguridad se incremente en gran medida sobre sistemas anti-colisión en los que solo puede tomarse en cuenta el movimiento de una grúa individual.

45 De otra manera ventajosa, los posibles incidentes dañinos incluyen una colisión de las grúas con la carga. Esto asegura que las grúas no colisionen con la carga incluso al levantar o transportar cargas complejas con un número plural de grúas. Aquí también es necesario tomar en cuenta, según la invención, el movimiento de todas las grúas ya que el movimiento de una grúa puede desplazar la carga de tal modo que colisione con otra grúa sin que ésta se hubiera movido.

50 De una manera ventajosa, la determinación de las posibles colisiones en el procedimiento de seguridad de la invención se basa en al menos un modelo geométrico de las grúas y, opcionalmente de la carga. Un tal modelo geométrico, incluye, por ejemplo, datos sobre las grúas tales como la longitud del brazo saliente, la altura, etc. y puede poner ventajosamente estos datos de grúa junto con datos posicionales tales como el ángulo de giro y el ángulo de oscilación para formar un modelo tridimensional de las grúas y de la carga de tal modo que pueda simularse de manera real la situación de levantamiento real en el modelo geométrico. De esta manera ya no son necesarias asignaciones de área rígidas puesto que el dispositivo anti-colisión puede reaccionar dinámicamente a diferentes situaciones debido al modelo geométrico.

- De manera ventajosa, los datos geométricos de la carga pueden ingresarse y/o determinarse en el procedimiento de seguridad de acuerdo con la presente invención. De esta manera también puede producirse un modelo geométrico confiable de la carga de modo que el dispositivo de verificación anti-colisión del procedimiento de seguridad de la invención se vuelve incluso más confiable. En este caso, la posición y/o extensión de la carga puede determinarse ventajosamente mediante las posiciones de los sostenedores de carga de las grúas.
- De otra manera también ventajosa, en el procedimiento de seguridad de la invención, pueden ingresarse datos geométricos de posibles objetos que estorben y pueden calcularse posibles colisiones de las grúas y/o de la carga con los objetos que estorben. De este modo pueden producirse escenarios reales del levantamiento o transporte en los que se toman en cuenta objetos que estorben, tales como edificios.
- El cálculo de las posibles colisiones se basa ventajosamente en un modelo geométrico de las grúas, de la carga y/o de los objetos que estorben. Este modelo geométrico representa así un escenario en tres dimensiones en los que se determinan posibles colisiones de las grúas, de la carga y/o de los objetos que estorben.
- En otra manera ventajosa, los posibles incidentes dañinos incluyen eventos que exceden el límite de la suma de par de fuerzas de las grúas. En particular cuando las grúas se montan de manera fija a un objeto tal como un barco o una plataforma, los pares de fuerzas de las grúas pueden adicionarse de modo que surgen situaciones peligrosas tales como sobrecargas en la plataforma o una escora excesiva del barco. Puesto que también se hace una verificación en el sistema de la invención para saber si los vectores de movimiento de las grúas conducen a extralimitaciones en la suma de par de fuerzas de las grúas, pueden evitarse tales problemas.
- De otra manera ventajosa, los posibles incidentes dañinos comprenden extralimitaciones en las restricciones externas como, por ejemplo, una escora permitido máximo de un barco, una presión de suelo máxima permitida o un par de fuerzas máximo permitido de una plataforma. Estas restricciones externas que tienen que observarse no solo por una grúa individual, sino por todas las grúas juntas, también pueden observarse seguramente por el procedimiento de seguridad de acuerdo con la invención.
- Incidentes dañinos posibles se reconocen ventajosamente en un cálculo predictivo en el procedimiento de seguridad de acuerdo con la invención y su posible prevención se toma en consideración. De esta manera en cada vector de movimiento se verifica en un cálculo predictivo si con este vector de movimiento es posible un proceso de movimiento más, el cual está libre de incidentes dañinos. Por lo tanto, solo se llevan a cabo esos movimientos en los que se ha encontrado que está presente la posibilidad de evitar incidentes dañinos. Por ejemplo, en tal caso pueden verificarse procesos de movimiento hasta el reposo al calcular de modo predictivo.
- Los cálculos predictivos se activan ventajosamente en el procedimiento de seguridad de acuerdo con la invención con base en las propiedades dinámicas de la grúa, en particular en las velocidades y/o aceleraciones máximas posibles de la tracción de la grúa. La toma en cuenta de las propiedades dinámicas de la grúa es de gran importancia puesto que naturalmente también permanecen libres de daño realmente solo aquellos procesos de movimiento que también pueden realizarse realmente por las grúas. Para este propósito es importante que los vectores de movimiento de la grúa, usados al calcular, comprendan solo aquellos vectores de movimiento que se encuentran dentro de las velocidades y/o aceleraciones máximas posibles de la tracción de la grúa. Un vector de movimiento de las grúas comprende en tal caso ventajosamente datos sobre las velocidades y/o aceleraciones de cada tracción individual de grúa de todas las grúas de modo que es fácilmente realizable una restricción de los vectores de movimiento a los vectores de movimiento también realizables fácilmente de manera efectiva. Con el fin de reducir el coste de cálculo, un vector de movimiento de las grúas también puede de hecho contener datos a un nivel superior, tales como, por ejemplo, el movimiento y/o la aceleración de la punta del brazo saliente, los cuales tienen que traducirse primero en movimientos y/o aceleraciones de la tracción de grúa. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que tales datos a niveles superiores como, por ejemplo, una cierta velocidad y aceleración de la punta del brazo saliente de la grúa pueden ser posibles mediante diferentes movimientos de la tracción de grúa, de modo que a estos vectores de movimiento a niveles superiores puede corresponder un gran número de vectores de movimiento al nivel más inferior.
- En otra manera ventajosa, en el procedimiento de seguridad de la invención se toma en cuenta la deformación de las grúas. Así, el proceso de movimiento real puede representarse de manera más real en el sistema lo cual incrementa la seguridad.
- La función de alarma en el procedimiento de seguridad de la invención incluye ventajosamente una desactivación automática de las grúas. De esta manera se asegura automáticamente que principalmente cuando todas las grúas se controlan por su propio operador de grúa no pueden realizarse movimientos que conducirían a un incidente dañino. De manera alternativa, los movimientos también pueden limitarse en aquella dirección que conduciría a un incidente dañino.

De otra manera ventajosa, en el sistema de seguridad de la invención pueden seleccionarse distancias de seguridad a los posibles incidentes dañinos. De esta manera la seguridad del sistema puede incrementarse más asegurándose que los vectores de movimiento que se usan para controlar las grúas solo conducen a situaciones que tienen una cierta distancia de seguridad a los incidentes dañinos. En el caso de verificación anti-colisión, una tal distancia de seguridad puede ser una distancia espacial entre las grúas mismas o entre la carga o los objetos que estorban, la cual no debe sobrepasarse en su límite inferior. En el caso de otros incidentes tales como sobrecargas, se asegura de esta manera que todas las grúas se muevan en un área en la que aún tienen una distancia de seguridad específica desde sus respectivas sobrecargas.

De otra manera ventajosa en el procedimiento de seguridad de la invención, se transmiten los datos a sistemas externos como, por ejemplo, el control de lastre de un barco, principalmente con el fin de controlar éstos sistemas y/o se intercambian datos con este sistema externo. Puesto que la seguridad de un levantamiento o transporte común con frecuencia depende no solo de las mismas grúas sino también de influencias externas, un tal intercambio de datos y un control eventual de sistemas externos puede incrementar más la seguridad. Principalmente cuando las grúas se montan de manera fija en un barco, para impedir escoras excesivas el sistema de lastre del barco puede controlarse con el control de la grúa. De manera alternativa también es concebible que el sistema de seguridad de las grúas obtenga datos del control de lastre o de otros sistemas externos de tal modo que opcionalmente puedan adaptarse los límites para ciertas restricciones.

De otra manera ventajosa las grúas pueden moverse en el procedimiento de seguridad de la invención en cuyo caso tienen medios para determinar su posición, principalmente aparatos GPS. De esta manera, el procedimiento de seguridad de la invención es destinado a emplearse para un gran número de grúas como, por ejemplo, grúas móviles, grúas de oruga u otras grúas móviles. Los medios para determinar la posición de las grúas individuales aseguran entonces que el sistema de seguridad conozca las posiciones individuales de las grúas y de esta manera pueda determinar incidentes dañinos.

La presente invención comprende además un sistema de seguridad para la operación de un gran número de grúas según uno de los procedimientos de seguridad descritos arriba. Un tal sistema de seguridad en el que los procedimientos de seguridad arriba mencionados estén implementados tiene las ventajas iguales a las de los procedimientos descritos arriba. Un tal sistema de seguridad comprende en tal caso, de manera usual, una unidad de cálculo en el que se realiza el procedimiento de seguridad de manera automática, principalmente durante la operación de las grúas, es decir durante el levantamiento o transporte de la carga común con varias grúas. Un tal sistema de seguridad automático tiene la gran ventaja de que verifica los movimientos de todas las grúas y los incluye en el cálculo, en cuyo caso solo se pueden tomarse en cuenta las influencias que surgen durante el empleo efectivo de la grúa por parte del sistema de seguridad de la invención.

Sin embargo, la presente invención no se limita puramente a un sistema de seguridad. Más bien puede implementarse en un sistema de control para varias grúas.

Por eso, la presente invención también comprende un sistema de control para levantar y/o transportar una carga común con una multiplicidad de grúas, con medios de entrada para predefinir un movimiento deseado de la carga o de la grúa y al menos una unidad de cálculo para determinar posibles incidentes dañinos para vectores de movimiento de las grúas, en cuyo caso los vectores de movimiento usados para controlar las grúas se restringen a aquellos vectores de movimiento que no conducen en ninguna de las grúas a incidentes dañinos. Un tal sistema de control tiene las mismas ventajas que los sistemas de seguridad descritos arriba, en cuyo caso aquí el sistema de control se encarga automáticamente de la seguridad. De esta manera, el sistema de control también puede comprender todas las otras características descritas arriba para el sistema de seguridad.

En tal caso también es posible que todas las grúas se controlen individualmente por un propio operador de grúa o respectivamente de modo individual pero desde una central, en cuyo caso el sistema de seguridad de la invención solo asegura que no se muevan las grúas individuales que podrían llegar a incidentes dañinos.

En tal caso se usa de manera ventajosa una única fuente para predefinir el movimiento deseado de la carga o de las grúas. De este modo todas las grúas pueden controlarse desde una central. De manera ventajosa en tal caso el movimiento de la carga se pre-define por la única fuente, de tal modo que el operador de la grúa pueda concentrarse totalmente en el movimiento de la carga mientras que el sistema de control se encarga del control de las grúas individuales.

Los posibles vectores de movimiento de las grúas o de la carga se determinan ventajosamente con base en las propiedades dinámicas de las grúas, en particular en las velocidades y/o aceleraciones máximas posibles de la tracción de grúa. Por lo tanto, solo aquellos vectores de movimiento se admiten ventajosamente para el control el cual también puede realizarse por las respectivas tracciones de grúa. Esto es en particular de gran importancia al predefinir el movimiento deseado de la carga. De esta manera se asegura que el operador de la grúa pueda predefinir solo aquellos movimientos de la carga que también son realizables.

5 Ventajosamente, la predefinición del movimiento deseado comprende en tal caso la posición deseada de carga, la dirección deseada de movimiento y/o la alineación deseada de la carga. De esta manera, el operador de la grúa introduce usualmente una dirección, una posición o una rotación del movimiento de carga. El vector de movimiento de la carga tiene usualmente, sin embargo, considerablemente menos grados de libertad que el vector de movimiento de la grúa ya que se encuentra presente una pluralidad de grúas y éstas disponen de un gran número de tracciones. De hecho, las restricciones tales como, por ejemplo, una posición específica de los puntos de acoplamiento a la carga y de esta manera una posición específica de los puntos de acoplamiento de las grúas con respecto entre sí también deben observarse, e igualmente las restricciones predefinidas por el sistema de seguridad; sin embargo, una pluralidad de posibilidades resultan frecuentemente, sin embargo, de implementar una dirección específica de movimiento de la carga mediante movimientos de las grúas.

10 Por lo tanto, el sistema de control de la invención puede seleccionar mediante estrategias específicas los vectores de movimiento usados realmente para el control de las grúas a partir de los vectores de movimiento posibles y admitidos.

15 Ventajosamente, los vectores de movimiento usados en tal caso para controlar las grúas se seleccionan mediante estrategias elegibles, ponderables y/o predeterminadas. Si se predeterminan estrategias, el operador de la grúa puede hacer una selección entre las estrategias individuales en dependencia de la situación o también puede opcionalmente ponderar dichas estrategias entre sí.

20 Las estrategias incluyen ventajosamente una desviación más inferior a partir de los valores predefinidos para el movimiento deseado. Por lo tanto, si un movimiento específico de las grúas o de la carga es predefinido por el operador de grúa, se asegura mediante esta estrategia que el vector de movimiento de los vectores admitidos se use para el control de las tracciones de grúa que solo genere una desviación mínima del movimiento real de la carga y/o de las grúas del movimiento deseado.

25 En otra manera ventajosa las estrategias pueden incluir al menos uno de los siguientes valores predefinidos: un agrandamiento de las distancias de seguridad del sistema de seguridad, el bloqueo de un mecanismo o la asignación de prioridades a mecanismos individuales. Si se agrandan las distancias de seguridad del sistema de seguridad esto conduce a un levantamiento o transporte de la carga particularmente seguros. Por lo contrario, la efectividad del control puede incrementarse bloqueando mecanismos individuales o asignando prioridades a mecanismos individuales.

30 Igualmente es posible usar aquellas estrategias en las que los parámetros específicos del movimiento se mantienen automáticamente constantes por el control de la grúa. De esta manera es concebible, por ejemplo, mantener la alineación de la carga constante durante un levantamiento o transporte de tal modo que el operador de la grúa solo tiene que predeterminar en cuál dirección va a moverse la carga. De modo alternativo, es concebible mantener constante la posición, por ejemplo, del centro de la carga, mientras que el operador de la grúa predefine una cierta rotación de la carga.

35 En el sistema de control de la invención puede elegirse de manera ventajosa entre una predefinición de un movimiento deseado de la carga y la predefinición de un movimiento deseado de las grúas individuales, en particular de una sola fuente. De esta manera, en particular, cada grúa puede controlarse individualmente por el operador de grúa para operar las grúas encima de la carga con el fin de posicionar la grúa encima de la carga. Entonces es posible cambiar a un modo diferente en el que solo el movimiento de la carga esté predefinido de modo que a partir de ese momento el operador de grúa tenga que concentrarse plenamente en el movimiento de la carga y ya no más en el control de las grúas individuales.

40 Las grúas se controlan ventajosamente de tal modo que una vez se haya predefinido una distancia entre los puntos de suspensión de la carga en las grúas individuales, ésta no cambia durante el movimiento de carga. De esta manera, los puntos de suspensión de las grúas solo tienen que estar correctamente posicionadas una vez arriba de la carga como, por ejemplo, encima de un travesaño, después de lo cual el control de grúa se encarga automáticamente de que la distancia entre los puntos de suspensión se mantenga constante durante el procedimiento de carga.

45 De otra manera ventajosa las grúas pueden controlarse de tal modo que una vez se establece una alineación de la carga, ya no cambia durante el movimiento de carga. De esta manera, el operador de grúa solo tiene que predefinir la dirección del movimiento de la carga.

50 Además, las grúas pueden controlarse ventajosamente de tal modo que una alineación deseada de la carga se mueva durante el movimiento de carga. En tal caso el operador de grúa predetermina la rotación deseada de la carga.

5 De otra manera ventajosa, la posición y/o alineación de la carga pueden determinarse en el sistema de control de la invención de tal modo que la posición de las grúas se determina por encima de la carga. Para este propósito el operador de grúa solo tienen que posicionar correctamente las grúas encima de la carga, después de lo cual el sistema de control de la invención al presionar un botón sabe cómo está alineada la carga y qué tan grande es. La distancia absoluta, por ejemplo, de los puntos de suspensión ya no debe ser ingresada a mano sino que puede determinarse mediante la distancia de los puntos de suspensión en las grúas.

En el sistema de control de la invención se hace ventajosamente la predefinición del movimiento deseado por medio de un dispositivo de ingreso como, por ejemplo, un joystick (palanca de mando). De esta manera el operador de grúa tiene el control del movimiento de las grúas o de la carga en todo momento.

10 De otra manera ventajosa, la predefinición del movimiento deseado también puede tener lugar offline (desconectado) por medio de un planificador de empleo de grúa, por ejemplo, asumiendo una trayectoria almacenada. El empleo puede estar planificado previamente en el planificador de empleo de grúa y estar almacenado en un archivo correspondiente. Asumiendo una trayectoria a partir de este archivo las grúas pueden controlarse entonces durante el empleo efectivo. Sin embargo, para propósitos de seguridad el operador de grúa también puede intervenir ventajosamente online (en línea) mediante un dispositivo de ingreso.

15 Con el sistema de control de la invención, de manera ventajosa solo se admiten aquellas predefiniciones del movimiento deseado que pueden realizarse por vectores de movimiento que no conducen a incidentes dañinos en ninguna de las grúas. De esta manera se asegura una operación particularmente confortable ya que el operador de la grúa solo puede predeterminar aquellos movimientos que no conducen a incidentes dañinos. De esta forma, los movimientos predeterminados por él no se bloquean después sino que él sabe desde el inicio cuáles movimientos pueden realizarse sin incidentes dañinos.

20 La presente invención comprende además un método de control para levantar y/o transportar una carga común usando una pluralidad de grúas, el cual comprende los pasos: predefinir un movimiento deseado de la carga o de las grúas y determinar posibles incidentes dañinos para vectores de movimiento de las grúas, en cuyo caso los vectores de movimiento usados para controlar las grúas se restringen a aquellos vectores de movimiento que no conducen a incidentes dañinos en ninguna de las grúas. El procedimiento de seguridad de la invención tiene las mismas ventajas que las del sistema de control arriba descritos.

El procedimiento de seguridad de la invención comprende ventajosamente las características de los sistemas de control o de los procedimientos de seguridad tal como se han descrito arriba.

30 La presente invención comprende además un procedimiento de seguridad para levantar y/o transportar una carga común con una pluralidad de grúas, en cuyo caso los vectores de movimiento admitidos para controlar las grúas se determinan sobre la base de un procedimiento de seguridad principalmente según uno de los procedimientos de seguridad descritos arriba. De esta manera, con este procedimiento de seguridad pueden lograrse las mismas ventajas que en el caso de estos procedimientos de seguridad.

35 La presente invención se describe ahora con mayor detalle por medio de ejemplos y dibujos.

En tal caso:

La figura 1 muestra el panel de control de un sistema de seguridad,

La figura 2 muestra el movimiento de una carga con dos grúas según el sistema de control de la presente invención,

La figura 3 muestra la alineación de una carga con dos grúas según el sistema de control de la presente invención,

40 La figura 4 muestra la anti-colisión dinámica según el procedimiento de seguridad de la presente invención,

La figura 5 muestra el control directo de dos grúas de una fuente según el procedimiento de seguridad de la presente invención,

La figura 6 muestra el movimiento de una carga con dos grúas de barco según el sistema de control de la presente invención.

45 En los métodos conocidos la operación de levante o de transporte de cargas más pesadas y más grandes con varias grúas se realiza con ayuda de un supervisor que coordina a todos los operadores de grúa involucrados. En tal caso cada operador de grúa opera su propia grúa y también dispone solo de los sistemas de seguridad de la grúa respectiva. De esta manera resulta una serie completa de problemas de seguridad puesto que en el caso de una

operación así pueden provocarse sobrecargas debido a una distribución de carga desigual, debido a movimientos de carga no uniformes de las grúas así como principalmente una sobrecarga por el movimiento de otra grúa. Además, pueden resultar colisiones de las grúas entre sí, con la carga y con edificios. También pueden resultar problemas de comunicación entre el supervisor y los operadores de grúa, en cuyo caso el operador de la grúa individual con frecuencia ya no puede evaluar correctamente la situación. Además, debido a la adición de los pares de fuerzas de las grúas individuales resultan influencias sobre los sistemas externos. De esta manera, por ejemplo, en varias grúas montadas sobre un barco puede llegarse a una escora no autorizado del barco debido a una adición de los pares de fuerzas.

En los presentes ejemplos de realización de la invención, para evitar estos riesgos se produce una estrategia de seguridad que principalmente se basa en tomar en consideración los datos relevantes para la seguridad de todas las grúas que participan en el levantamiento o transporte. En un primer paso se recogen los datos de las grúas individuales y se ponen de esta manera a disponibilidad de los sistemas de seguridad. Para este propósito puede hacerse uso de los sistemas de medición que ya se encuentran en las grúas, por ejemplo para limitar el par de fuerzas de la carga y para el control de tracción. Los datos sobre las grúas comprenden entonces las posiciones, las velocidades y las aceleraciones de las tracciones de grúa individuales y las posiciones, velocidades y aceleraciones de las grúas o de las partes de las grúas, tales como del brazo saliente. Los datos sobre la carga pueden determinarse igualmente.

A partir de estos datos, para el operador de grúas entonces pueden determinarse datos más relevantes como, por ejemplo, la posición de par de fuerzas de los ganchos de grúa en hasta cuatro dimensiones (tres ejes y una rotación), la velocidad momentánea de los ganchos de grúa, también en cuatro dimensiones, las velocidades momentáneas máximas posibles de los ganchos de grúa, las cargas de las grúas individuales, los grados de capacidad de las grúas, la suma de pares de fuerzas de las grúas en dos ejes así como la escora de las grúas alrededor de dos ejes. Tal como se muestra en la figura 1, estos datos o una selección de estos datos pueden presentarse ahora en cualquier número deseado de monitores de modo que los operadores de grúas individuales tengan una mejor visión de la situación total. Una tal presentación de datos de las otras grúas involucradas, principalmente de todas las grúas involucradas, también puede ser de gran ventaja en una grúa independientemente de los sistemas de seguridad de acuerdo con la invención. De esta manera los operadores de grúas pueden evaluar mejor los eventuales riesgos de seguridad y reaccionar mejor a éstos.

No obstante, estos riesgos de seguridad también pueden evaluarse mediante el sistema de seguridad de la invención de modo que también puede suprimirse la indicación de los datos en el monitor. Para este propósito, el sistema de seguridad de la invención puede determinar posibles incidentes dañinos para vectores de movimiento de las grúas. Un tal vector de movimiento representa en tal caso, en el ejemplo de realización, un conjunto de datos que describe el movimiento de todas las grúas. Los vectores de movimiento pueden predefinirse por parte de los mismos operadores de grúa accionando el control de las grúas. De manera alternativa, sin embargo, estos vectores de movimiento también pueden representar posibles vectores de movimiento que se verifican en un control de grúa para saber si conducen a incidentes dañinos.

Si los vectores de movimiento de las grúas se predefinen por los operadores de grúa, el sistema de seguridad de la presente invención reacciona al reconocer un posible incidente dañino debido al movimiento predefinido activando al menos una función de alarma. Esta función de alarma advierte al conductor de grúa contra la continuación del movimiento pretendido. El sistema de seguridad de la presente invención tiene en tal caso la gran ventaja de que cada conductor de grúa también queda informado automáticamente por el sistema de seguridad sobre posibles incidentes dañinos en todas las otras grúas. Con el fin de incrementar la seguridad cuando se reconoce un posible incidente dañino, también puede prevenirse automáticamente deteniendo el movimiento de todas las grúas o al menos limitando un movimiento a aquellas direcciones que no conducen a un incidente dañino.

Los vectores de movimiento admitidos de las grúas que en ninguna de las grúas conducen a incidentes dañinos se determinan en tal caso según la presente invención mediante un cálculo preventivo. Por eso, un tal cálculo preventivo es principalmente importante para evitar que las grúas sean maniobradas en posiciones que ya no pueden dejarse sin provocar incidentes dañinos en alguna de las grúas. Los vectores de movimiento admitidos que no conducen a una situación así se determinan en tal caso mediante un proceso iterativo. Durante un proceso iterativo de este tipo, primero puede verificarse, por ejemplo, si un determinado vector de movimiento no conduce en ninguna de las grúas a incidentes dañinos, después de lo cual tiene que verificarse además si, después de controlar las grúas con este vector de movimiento, son posibles a su vez vectores de movimiento que no conduzcan a incidentes dañinos en ninguna de las grúas, y así sucesivamente. Pero el proceso iterativo usado también puede ser necesario ya que los posibles incidentes dañinos de cada grúa individual dependen del vector de movimiento común, es decir de los movimientos de todas las grúas. De esta forma un vector admitido puede determinarse determinando primero los vectores admitidos para una grúa, después de lo cual se verifican para la siguiente grúa, y así sucesivamente.

El sistema de seguridad de la invención también puede usarse en un sistema de control. En este contexto, todas las grúas pueden controlarse por una sola fuente para predefinir el movimiento de carga deseado y el movimiento

deseado de las grúas. De manera alterna, sin embargo, el sistema también sirve solo para monitorear y limitar estos movimientos con una pre-definición separada del movimiento deseado de cada grúa individual sin una fuente singular.

5 El procedimiento de seguridad de la presente invención puede usarse ahora en tal control de grúa para una limitación dinámica de los vectores de movimiento usados para el control de las grúas. Al verificar cuáles vectores de movimiento conducen a incidentes dañinos en las grúas individuales, cada grúa limita la cantidad de vectores de movimiento admitidos disponibles. La cantidad de vectores de movimiento restringida de esta manera, que no conducen en ninguna de las grúas a incidentes dañinos, pueden usarse entonces para controlar las grúas de manera segura. Los factores de influencia que restringen los vectores de movimiento son en tal caso, principalmente, un control anti-colisión, la restricción de pares de fuerza de la carga de las grúas individuales así como la toma en cuenta de la delimitación de sistemas externos. Los factores influyentes se describen ahora con más detalle.

15 Al determinar si ciertos movimientos conducen a una colisión, se toma en consideración el movimiento de todas las grúas involucradas. La verificación anti-colisión de las grúas se efectúa mediante un cálculo predictivo hasta una posible detención. En tal caso, las propiedades dinámicas predeterminadas de las grúas, en particular las velocidades y aceleraciones posibles de las tracciones de grúa son tomadas en cuenta. Por lo tanto, en el cálculo predictivo tiene que verificarse para cada movimiento de las grúas si bajo las propiedades dinámicas predeterminadas de las grúas así como tomando en cuenta los otros factores de influencia como, por ejemplo, la delimitación de los pares de fuerzas de la carga, es posible impedir la colisión, por ejemplo, mediante una posible detención. Este cálculo predictivo permite que las grúas se muevan libremente es tanto no sea inminente una colisión. En tal caso pueden tomarse en cuenta colisiones de las grúas entre sí, con la carga o con objetos que estorben. Principalmente en tal caso puede tener lugar una verificación tridimensional de colisión. De esta manera también es posible asegurar procesos de movimiento complicados los cuales ya no serían posibles en una verificación bidimensional de colisión. Principalmente es importante una tal verificación tridimensional de colisión en cargas complejas de modo que también se toman en cuenta posibles colisiones de la carga con las grúas o con los objetos que estorben. Para esto en el sistema de seguridad de la invención se usa un modelo tridimensional tanto de las grúas como también de la carga y opcionalmente de los objetos que estorben. Principalmente, puesto que el movimiento de la carga también depende del movimiento de todas las grúas, para una verificación efectiva anti-colisión al levantar y/o transportar una carga común con varias grúas tienen que emplearse modelos tridimensionales de todas las grúas así como de la carga. Adicionalmente puede usarse además una distancia cualquiera de seguridad como área de seguridad alrededor de los objetos con el fin de elevar más la seguridad. Este dispositivo anti-colisión también puede ser activo incluso al emplear una grúa individual.

35 Además se determina si los vectores de movimiento conducen a una sobrecarga de grúas individuales. Para este propósito pueden usarse los dispositivos de restricción de pares de fuerzas ya presentes para las grúas individuales, de tal modo que las sobrecargas determinadas para un vector de movimiento por los dispositivos de restricción de pares de fuerzas restringen la cantidad de vectores de movimiento admitidos. En tal caso se aplica a su vez un cálculo predictivo por medio de un proceso iterativo. En el proceso puede hacerse uso de los ya presentes dispositivos de restricción de pares de fuerza de las grúas individuales, pero esos dispositivos de restricción de pares de fuerzas también pueden implementarse en un sistema central de ordenador. De este modo, pueden impedirse desde el principio los movimientos que conducirían a una desactivación de las grúas debido a los dispositivos de restricción de par de fuerzas.

45 Además, como incidentes dañinos también pueden tomarse en cuenta las restricciones de sistemas externos como, por ejemplo, la presión de suelo máxima admitida, la escora de un barco o el par de fuerzas máximo admitido de una plataforma. De esta manera el procedimiento de seguridad de la invención se encarga de que estos sistemas también se protejan.

50 Si todas las grúas se controlan centralmente, solo el movimiento de carga deseado tiene que predefinirse por parte del operador de grúa. La predefinición del movimiento de carga deseado o de la posición espacial deseada de la carga puede generarse o bien online, por ejemplo mediante una palanca de mando, o bien offline por medio de un plan de trayectoria, asumiendo, por ejemplo, las trayectorias de un archivo de un planeador de empleo de grúas. El curso del movimiento de la carga tiene seis grados de libertas de los cuales tres corresponden a las translaciones y tres corresponden a las rotaciones. Las rotaciones pueden ingresarse alrededor de cualquier punto virtual deseado, en cuyo caso dependiendo del número de las grúas y de los medios de sostenimiento de la carga son posibles efectivamente hasta tres direcciones. El rango angular del movimiento rotacional está restringido normalmente por la geometría y la física ya que las grúas no pueden moverse de cualquier manera una sobre otra y la carga tampoco pueden inclinarse de cualquier manera. Por lo contrario, el eje de rotación puede definirse libremente en el sistema de control de la presente invención.

Una dirección de carga predefinida, por ejemplo, puede ser posible en tal caso de manera usual mediante muchos diferentes vectores de movimiento las grúas, de los cuales ninguno conduce a un incidente dañino. Esto se basa en el hecho que las grúas tienen un gran número de grados de libertad, por ejemplo por su mecanismo de inclinación y

su mecanismo giratorio y opcionalmente su mecanismo de movimiento. El sistema de seguridad y de control de la invención está concebido principalmente para grúas giratorias de inclinación que son particularmente bien adecuadas para levantar y transportar una carga mediante varias grúas. Para elegir los vectores de movimiento y de esta manera el curso del movimiento que se usa para controlar las grúas, se encuentran ahora disponibles varias estrategias predefinidas de las cuales se seleccionan y las cuales pueden proveerse con prioridades. Como estrategias son posibles, por ejemplo, usar aquellos vectores de movimiento para las grúas para los cuales los valores reales de dirección, velocidad y aceleración de la carga se desvían lo menos posible de los valores predeterminados. Igualmente, como estrategia puede usarse aumentar las distancias de seguridad de la anti-colisión. Igualmente pueden bloquearse mecanismos individuales o asignar prioridades a los valores individuales. Determinados parámetros del movimiento de carga también pueden mantenerse constantes de modo que el conductor de grúa, por ejemplo, predetermine solo la dirección del movimiento de la carga o solo una rotación.

Posibles modos de operación del control serán explicados más detalladamente ahora por medio de las figuras 2 a 5. Estas muestran una grúa tándem que se compone de dos grúas giratorias oscilantes montadas fijamente, tal como, por ejemplo, puede estar montada en los barcos. Las grúas disponen ambas de un mecanismo giratorio así como de un mecanismo oscilante para el brazo saliente, así como de un mecanismo de elevación con el cual puede cambiarse la longitud de la soga. Ambas grúas se emplean con el fin de levantar o transportar conjuntamente una carga, por ejemplo mediante un travesaño.

En el caso del movimiento en paralelo mostrado en la figura 2, la dirección de movimiento para la carga es predeterminada online mediante la dirección de la palanca de mando, mientras que las grúas se controlan de tal modo que la alineación de la carga no se modifica durante el movimiento paralelo. Con el fin de llegar de una posición 1 a una posición 2 a lo largo de la dirección predefinida por la palanca de mando, el brazo saliente de ambas grúas debe oscilar y las grúas deben girar en direcciones opuestas. En tal caso, la oscilación del brazo saliente y el giro de ambas grúas se coordinan entre sí de tal manera que la carga no rote. Con el fin de evitar un volcamiento de la carga, la longitud de la soga debe adaptarse en tal caso de manera correspondiente con el fin de mantener la carga en la horizontal. En este modo de operación el punto de referencia para el movimiento es la punta del brazo saliente de la propia grúa o el punto medio de la carga.

En la figura 3 se muestra ahora un movimiento de rotación de la carga en el que la carga gira alrededor de un eje de giro vertical. Con el fin de mover la carga de la posición 1 a la posición 2, el brazo saliente tiene que oscilar de la grúa 1, de igual manera que el brazo saliente de la grúa 2. El movimiento de giro de las grúas se efectúa, sin embargo, de manera diferente que en el modo de operación mostrado en la figura 2, respectivamente en la misma dirección, ambas veces en sentido de las manecillas del reloj. De esta manera no se modifica la posición, por ejemplo, del punto medio de la carga, aunque la carga no rota. Las longitudes de la soga se adaptan de manera correspondiente con el fin de asegurar una alineación horizontal de la carga.

Es posible un movimiento combinado de las grúas tándem a partir de un movimiento en paralelo y un movimiento de rotación. De esta manera la carga puede tanto moverse como también alinearse.

Con el fin de permitir los movimientos mostrados de la carga, al controlar las grúas, las velocidades y aceleraciones máximas de los respectivos mecanismos de giro y de oscilación, así como de los mecanismos de elevación, tienen que tomarse en cuenta. La dirección deseada se mantiene entonces reduciendo las velocidades y aceleraciones dependiendo de los dispositivos de restricción activos en el instante.

Por una parte las restricciones resultan en tal caso del movimiento exigido de la carga principalmente porque la longitud entre los puntos de suspensión del travesaño tiene que mantenerse constante. Adicionalmente, se usa el sistema de protección de la invención que incluye un dispositivo anti-colisión dinámico. Este impide la colisión de las grúas entre sí así como una colisión de la grúa con la carga. De esta manera es posible un movimiento libre en tanto no pueda surgir una colisión. De esta manera el control se basa en un cálculo predictivo del movimiento de robot que tiene en cuenta la distancia anti-colisión y la dinámica de todas las grúas. Los cálculos también pueden realizarse en paralelo en todas las grúas de modo que cada grúa lleva a cabo una maniobra de frenado al reconocer una colisión.

Si se reconoce una futura colisión, los vectores de movimiento usados para controlar las grúas se restringen en la dirección correspondiente con el fin de impedir una colisión. Puesto que principalmente también deben tomarse en cuenta colisiones de la carga con las grúas, se realiza una verificación anti-colisión tridimensional que se basa en un modelo geométrico tridimensional correspondiente de las grúas y de la carga.

Este sistema anticolidión se describe ahora más detalladamente en la figura 4. En tal caso se calcula un vector anti-colisión así como puntos de corte para un movimiento futuro. Si se reconoce una colisión futura, se limita la señal maestra de conexión o el vector de movimiento de las grúas en dirección de la colisión esperada. En tal caso, sin embargo, el movimiento se frena solo en la dirección que conduciría a una colisión. En tal caso se usan rampas/ tiempos de integración iguales para la anticolidión como para la operación normal.

La figura 5 muestra ahora un modo de operación en el que la grúa 1 o la grúa 2 pueden controlarse por separado, lo cual se usa principalmente para asumir la carga o para posicionar las grúas sobre la carga. En la Fig. 5 se controla la grúa 2 desde la cabina de la grúa 1. La grúa 2 se controla en tal caso predeterminando el movimiento de la punta de grúa de la grúa 2 mediante el posicionamiento del interruptor maestro en la grúa 1. El control de la grúa traduce este valor pre-definido luego en un control correspondiente del mecanismo de giro y de oscilación de la grúa 2. Mediante este control separado de las grúas, la longitud de travesaño también puede establecerse para el momento de tiempo de la preselección de la operación de tándem. Las grúas se mueven a las posiciones correspondientes por encima del travesaño, después de lo cual pueden establecerse y almacenarse las posiciones de las grúas presionando un botón. De estas posiciones resultan entonces la longitud y la posición del travesaño y la posición y las dimensiones de la carga. De esta manera no es necesario un ingreso de la longitud absoluta. La longitud de travesaño puede fijarse en tal caso principalmente de manera automática al elegir la operación de tándem como la distancia actual de los puntos de recolección de carga en las grúas. Puede efectuarse una corrección de tal manera que la operación de tándem se deselecciona, se realizan movimientos de corrección de las grúas individuales y después nuevamente se selecciona la operación de tándem.

Adicionalmente, en el sistema de control de la invención se toma en cuenta la influencia de sistemas externos por parte de las grúas y viceversa. Si las grúas se montan en un barco de carga pesada, tal como se muestra en la Fig. 6, el par de fuerzas total de las grúas influye la escora del barco. Aquí el sistema de seguridad puede configurarse de tal manera que la escora del barco permanece dentro de ciertos límites. Adicionalmente el dispositivo de lastre del barco puede proveerse con información o controlarse inmediatamente de tal manera que se evite una escora demasiado fuerte en la interacción con las otras grúas. Para este propósito, el par de fuerzas total de las grúas puede determinarse alrededor de dos ejes así como el centro de gravedad en tres ejes y la escora de las grúas alrededor de dos ejes. Después de coordinar, los puntos de lastre del barco pueden controlarse dependiendo de la velocidad de recorrido y del centro de gravedad, en cuyo caso la tripulación del barco puede intervenir adicionalmente en cualquier momento. Mediante este control del dispositivo de lastre es posible permitir sumas mayores de pares de fuerzas de las grúas.

El sistema de seguridad y del control de la presente invención puede conectarse a los controles ya presentes de las grúas y utilizarse conjuntamente con éstos. Por ejemplo, puede conectarse a un CAN bus electrónico integrado.

Para proporcionar datos para el alineamiento de las grúas así como para determinar datos sobre la carga puede hacerse uso de los sensores ya presentes en la grúa. Estos sensores usualmente ya están presentes para propósitos de la seguridad de sobrecarga de las grúas individuales para la propulsión de las grúas. La transferencia de estos datos también puede efectuarse mediante CAN-bus. La indicación del control puede tener lugar igualmente por medio de monitores estándar integrados. De manera ventajosa en este caso es posible la representación de distancias cualesquiera de los objetos conocidos. Igualmente es posible hacer uso de los dispositivos de seguridad contra sobre carga que ya están presentes en las grúas individuales, en cuyo caso cada grúa reconoce autónomamente su sobrecarga y también reacciona adicionalmente mediante el sistema de seguridad de la invención al reconocimiento de la sobrecarga de las otras grúas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de seguridad para levantar y/o transportar una carga común con una pluralidad de grúas que tiene los pasos:
- 5 - determinar posibles incidentes dañinos para vectores de movimiento de las grúas,
- activar una función de alarma si los vectores de movimiento predeterminados conducen a incidentes dañinos y/o
- restringir los vectores de movimiento usados para controlar las grúas a aquellos vectores de movimiento que no conducen en ninguna de las grúas a incidentes dañinos, caracterizado porque se determinan vectores de movimiento admitidos mediante un cálculo predictivo.
- 10 2. Procedimiento de seguridad según la reivindicación 1, donde los incidentes dañinos comprenden al menos una sobrecarga de las grúas.
3. Procedimiento de seguridad según la reivindicación 2, donde una posible sobrecarga se determina por medio de las restricciones de par de fuerzas asignadas a las grúas respectivas.
- 15 4. Procedimiento de seguridad según la reivindicación 1, donde la determinación de vectores de movimiento admitidos se basa en un proceso iterativo.
5. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde los posibles incidentes dañinos comprenden una colisión de las grúas entre sí.
6. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde los posibles incidentes dañinos comprenden colisiones de las grúas con la carga.
- 20 7. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones 5 o 6, en cuyo caso la determinación de las posibles colisiones se basa al menos en un modelo geométrico de las grúas y opcionalmente de la carga.
8. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual los datos de geometría de la carga se ingresan y/o se determinan.
- 25 9. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual se ingresan datos de geometría de los posibles objetos que estorban y se calculan posibles colisiones de las grúas y/o de la carga con los objetos que estorben.
10. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual un cálculo de las posibles colisiones se basa en un modelo geométrico de las grúas, de la carga y/o de los objetos que estorban.
- 30 11. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes en cuyo caso los posibles incidentes dañinos comprenden sobrepasos del límite de la suma del par de fuerzas de las grúas.
12. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes en cuyo caso los posibles incidentes dañinos comprenden sobrepasos del límite en las restricciones externas como, por ejemplo, una escora máxima permitida de un barco, una presión de suelo máxima permitida o un par de fuerzas máximo permitido de una plataforma.
- 35 13. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se reconocen posibles incidentes dañinos en un cálculo predictivo, en cuyo caso se toma en cuenta su posible prevención.
14. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, en cuyo caso los cálculos predictivos se efectúan con base en las propiedades dinámicas de las grúas, principalmente las velocidades y/o aceleraciones máximas posibles de las tracciones de grúa.
- 40 15. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde se toma en cuenta la deformación de las grúas.
16. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde la función de alarma comprende una desconexión automática de las grúas.

17. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde pueden seleccionarse las distancias de seguridad a los posibles incidentes dañinos.
- 5 18. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde se transfieren datos a sistemas externos como, por ejemplo, el control de lastre de un barco, principalmente con el fin de controlarlo, y/o de intercambiar datos con estos sistemas externos.
19. Procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones precedentes, donde las grúas pueden moverse y tienen medios para determinar su posición, principalmente aparatos de GPS.
- 10 20. Sistema de control para levantar y/o transportar una carga común con una pluralidad de grúas de conformidad con el procedimiento de seguridad según una de las reivindicaciones 1 a 19, con medios de ingreso para predefinir un movimiento deseado de la carga o de las grúas y al menos una unidad de cálculo para determinar posibles incidentes dañinos para vectores de movimiento de las grúas, en cuyo caso los vectores de movimiento usados para controlar las grúas se restringen a aquellos vectores de movimiento que no conducen en ninguna de las grúas a incidentes dañinos.
- 15 21. Sistema de control según la reivindicación 20, donde una única fuente sirve para ingresar el movimiento deseado de la carga o de las grúas.
22. Sistema de control según la reivindicación 21, en donde se determinan posibles vectores de movimiento de las grúas o de la carga con base en las propiedades dinámicas de las grúas, principalmente las velocidades y/o aceleraciones máximas posibles de las tracciones de grúa.
- 20 23. Sistema de control según la reivindicación 20, donde la predefinición del movimiento de carga deseado comprende la predefinición de la posición de carga deseada, de la dirección de movimiento deseado y/o de la alineación de la carga.
24. Sistema de control según la reivindicación 20, donde los vectores de movimiento usados para controlar las grúas se seleccionan mediante estrategias elegibles, ponderables y/o predefinidas.
- 25 25. Sistema de control según la reivindicación 24, donde las estrategias comprenden una pequeña desviación de los valores predefinidos para el movimiento deseado.
26. Sistema de control según la reivindicación 24, donde las estrategias comprenden al menos uno de los siguientes valores predefinidos:
- aumento de las distancias de seguridad del sistema de seguridad
 - bloqueo de un mecanismo
 - 30 - asignación de prioridades a mecanismos individuales
27. Sistema de control según la reivindicación 20, donde puede seleccionarse entre un valor predefinido de un movimiento deseado de la carga y el valor predefinido de un movimiento deseado de las grúas individuales, principalmente de una fuente.
- 35 28. Sistema de control según la reivindicación 20, donde un medio de ingreso se proporciona, en caso de cuya actuación se determina la posición actual del medio de alojamiento, mediante la cual se determina principalmente la posición y/o la alineación de la carga.
29. Sistema de control según la reivindicación 20, donde las grúas se controlan de tal manera que una distancia una vez establecida entre los puntos de suspensión de la carga en las grúas individuales no se modifica durante el movimiento de la carga.
- 40 30. Sistema de control según la reivindicación 20, donde las grúas se controlan de tal manera que una vez establecida la alineación de la carga no se modifica durante el movimiento de la carga.
31. Sistema de control según la reivindicación 20, donde las grúas se controlan de tal manera que una alineación deseada de la carga es puesta en marcha durante el movimiento de la carga.
- 45 32. Sistema de control según la reivindicación 20, donde la predefinición del movimiento deseado tiene lugar online (en línea) mediante un dispositivo de ingreso tal como una barra de mando (joystick).

33. Sistema de control según la reivindicación 20, donde la predefinición del movimiento deseado tiene lugar offline (desconectado) por medio de un planificador de empleo de grúa, por ejemplo asumiendo una trayectoria almacenada.

5 34. Sistema de control según la reivindicación 20, donde solo son admitidos aquellos valores predefinidos del movimiento deseado que son realizables mediante vectores de movimiento que no conducen en ninguna de las grúas a incidentes dañinos.

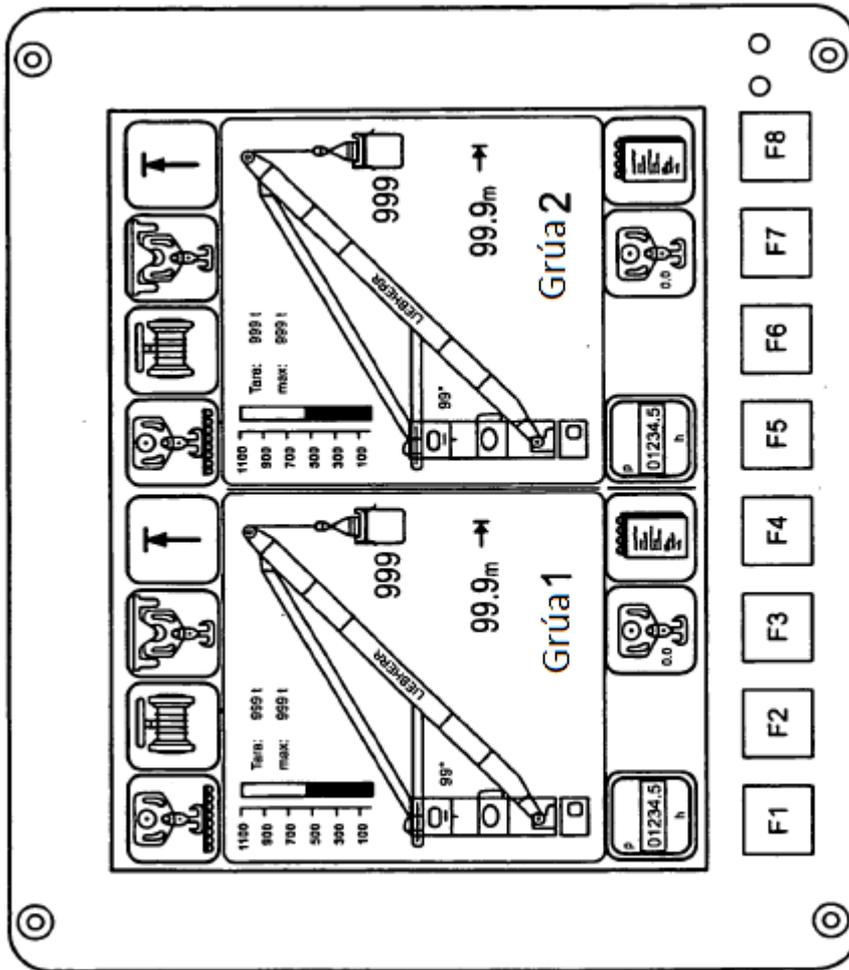
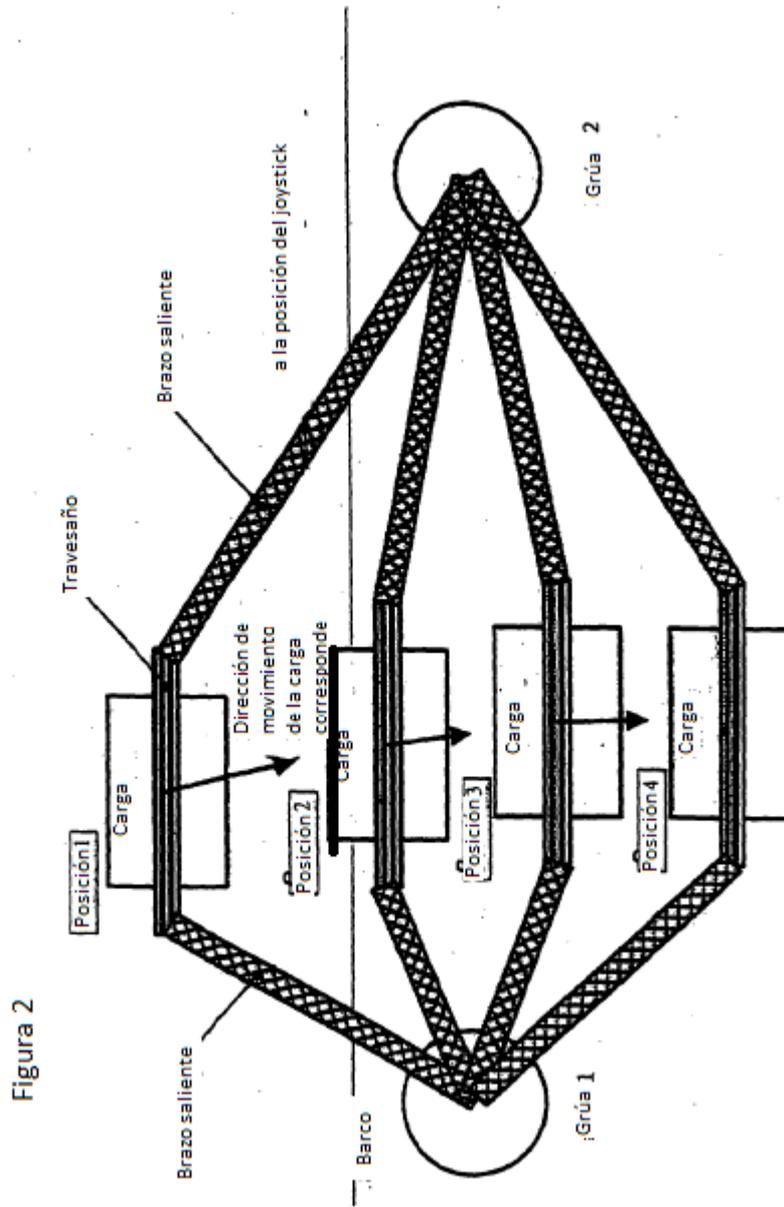


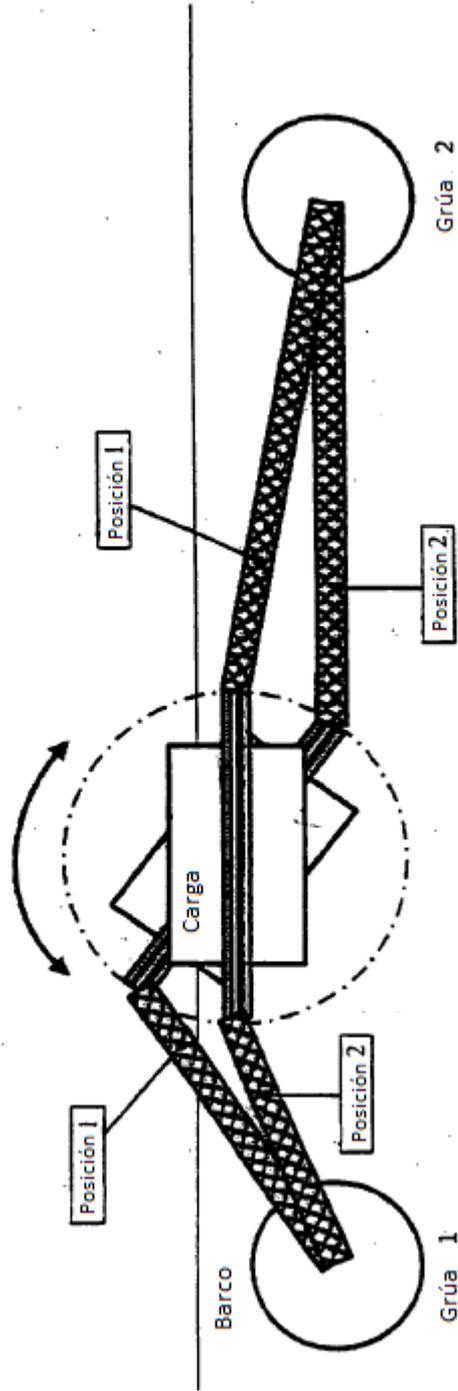
FIG. 1

Modo tándem
Movimiento paralelo



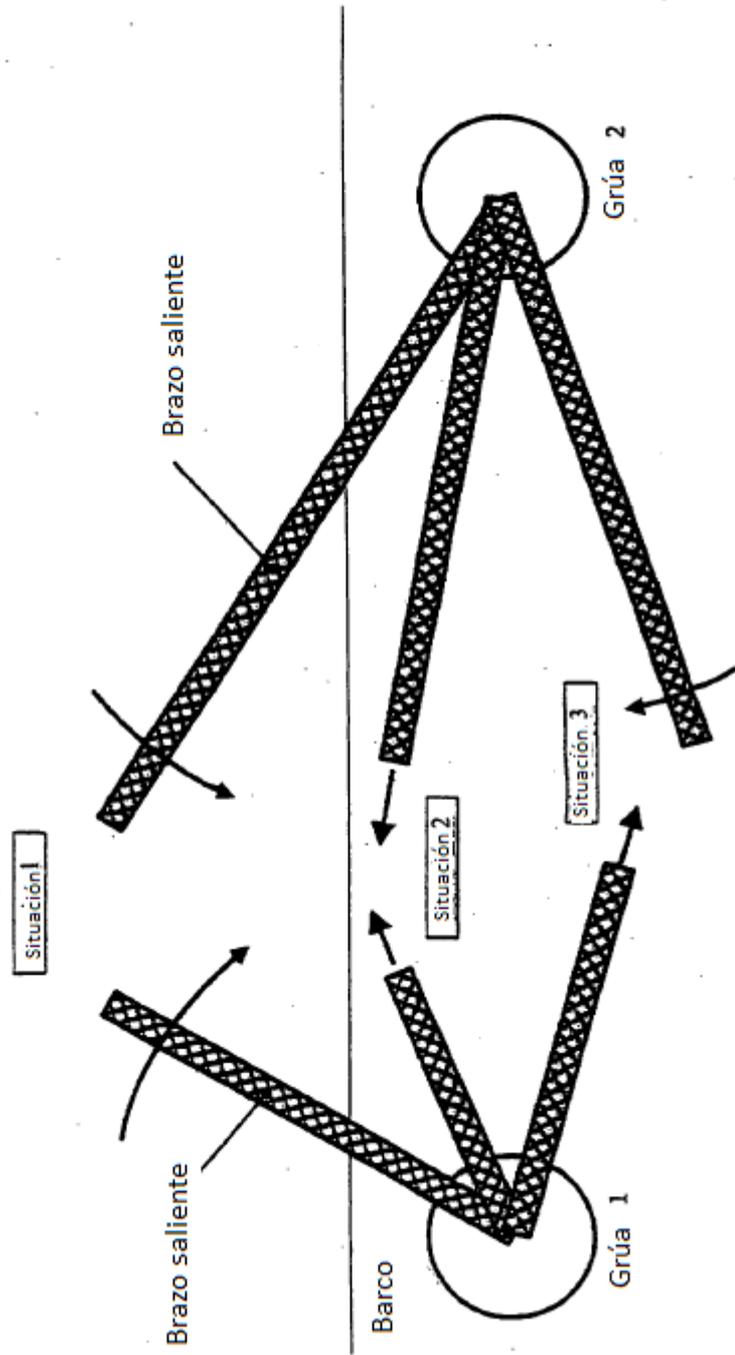
Modo tándem
Movimiento de rotación

Figura 3



Anti-colisión dinámica

Figura 4



Control de la grúa 2 desde la cabina 1

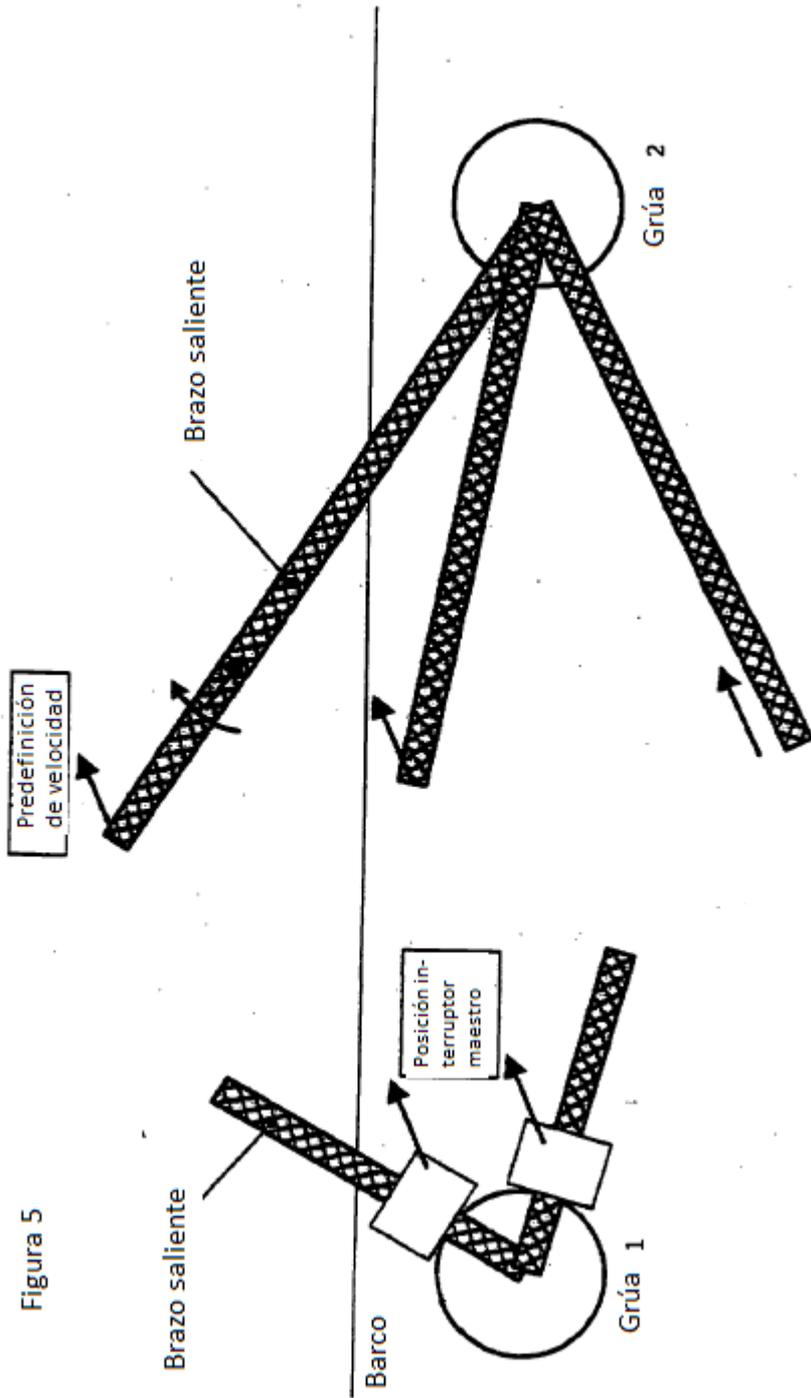


Figura 5

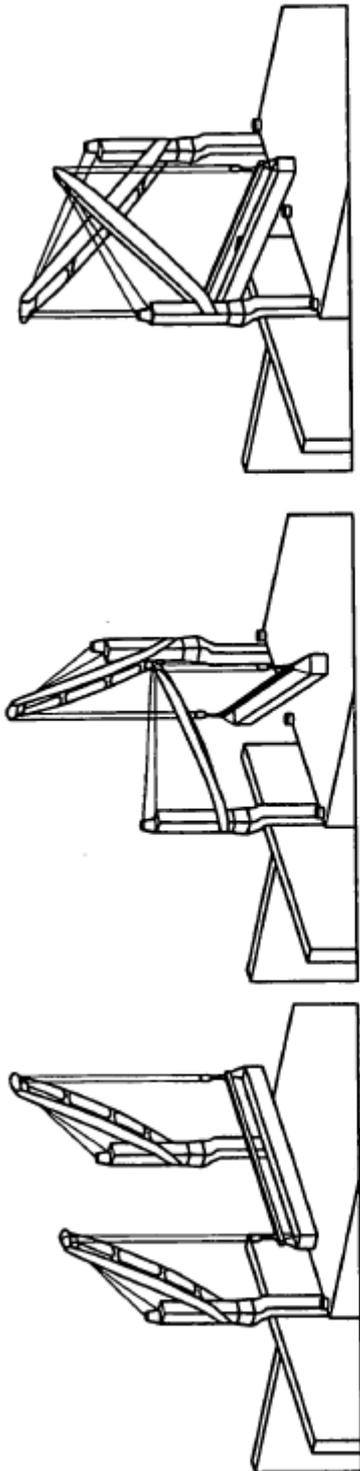


FIG. 6