

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 761**

51 Int. Cl.:

B66C 13/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2020** **E 20306565 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024** **EP 4015436**

54 Título: **Procedimiento para optimizar una función antibalaneo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.11.2024

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:

BLONDEL, CHARLES y
BODIN, YANNICK

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 989 761 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 optimizar una función antibalaneo

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con un procedimiento para una función antibalaneo aplicada a un aparato de elevación que abarca un área de elevación un almacén, el aparato de elevación dispuesto para transportar una carga suspendida por cables a partir de un carro que se puede mover con el aparato de elevación.

Antecedentes

- 10 Los aparatos de elevación 1, tales como grúas de puente, grúas de pórtico o grúas rodantes, normalmente comprenden un carro 2 el cual se puede mover sobre una viga simple o un conjunto de rieles 3 a lo largo de un eje X horizontal, como se muestra en la Figura 1. Este primer movimiento a lo largo del eje X se denomina en general movimiento de desplazamiento corto y/o movimiento de carro. Dependiendo del tipo de aparato, la viga o el conjunto de rieles 3, también denominado puente, también se puede mover a lo largo de un eje Y horizontal perpendicular al eje X, por lo tanto, permite que se mueva el carro a lo largo de los ejes X e Y. Este segundo movimiento a lo largo del eje Y se denomina en general movimiento de desplazamiento largo y/o movimiento de puente o grúa. La cantidad de desplazamientos cortos disponible a lo largo del eje X y de desplazamientos largos a lo largo del eje Y determina el área de elevación que abarca el elevador 1.

Una herramienta 4, también llamada dispositivo de suspensión de carga, está asociado con cables los cuales atraviesan el carro 2, siendo la longitud de los cables 5 controlada por el carro 2 para variar, permitiendo de este modo el desplazamiento de una carga 6 a lo largo de un eje Z vertical, denominado movimiento de elevación.

- 20 La transferencia de una carga suspendida a través de un almacén, un pasillo, astillero, planta metalúrgica o nuclear, requiere que un operario sea muy cuidadoso para evitar que las personas, obstáculos u objetos que estén presentes dentro del área de elevación sean golpeados o dañados de alguna manera. Por lo tanto, además del tamaño, el balanceo de la carga suspendida, comúnmente denominado balanceo, es algo que el operario debe tener en cuenta al maniobrar la carga a través del lugar de trabajo a lo largo de una trayectoria dentro de los límites del área de elevación. Además, pueden producirse fenómenos secundarios de balanceo que perturben el funcionamiento normal de la elevación.

- 30 Esta complejidad es la que ha dificultado el desarrollo de sistemas de elevación totalmente automatizados capaces de transferir cargas suspendidas de manera independiente a lo largo de una trayectoria. Algunas funciones antibalaneo avanzadas son difíciles de implantar y requieren mucho tiempo, lo que se debe principalmente al gran número de parámetros variables y específicos de cada grúa. En consecuencia, existe la necesidad de desarrollar grúas que realicen una puesta en servicio optimizada y fácil en bucle cerrado activas El documento WO 2017/174196 desvela un procedimiento y un aparato de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 13, respectivamente.

Sumario

- 35 En una realización, se proporciona un procedimiento para optimizar un algoritmo antibalaneo para el transporte de una carga por medio de un aparato de elevación que abarca una zona de elevación y que comprende un carro, un sistema de reenvío y una herramienta que manipula la carga, comprendiendo el procedimiento en un dispositivo de control:

- 40 creación de una primera tabla que indique los desplazamientos angulares del carro, en función de las características físicas de la carga y de los parámetros mecánicos relacionados con el carro, determinándose los desplazamientos angulares por medio de mediciones de los ángulos de inclinación del carro,

la creación de una segunda tabla que indique las probabilidades de un balanceo secundario de la carga en función de las características físicas de la carga, de los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de reenvío y de las mediciones de aceleración y posición angular de la herramienta,

- 45 transportar la carga en la zona de elevación mediante el uso de un algoritmo antibalaneo que tenga en cuenta la primera tabla y la segunda tabla, en el que el algoritmo antibalaneo tome como entradas parámetros dinámicos del aparato de elevación que comprendan la posición actual del carro, la carga y el ángulo actual de la carga con respecto al carro.

- 50 En consecuencia, el algoritmo antibalaneo está optimizado para reducir significativamente el balanceo de la carga y de este modo mejorar el esfuerzo mecánico de la grúa y aumentar la productividad y el rendimiento de funcionamiento del aparato de elevación. El algoritmo antibalaneo mejorado tiene en cuenta el entorno mecánico, el comportamiento pendular de la herramienta con la carga y los retrasos debidos al procesamiento de la información por la cadena de comandos, lo que reduce el tiempo de puesta en marcha del algoritmo antibalaneo.

En una realización, el procedimiento comprende además la creación de una tercera tabla que comprende retardos de comandos globales en función de los comandos de movimiento del dispositivo de control al carro, y en la que el algoritmo antibalanceo tiene en cuenta además la tercera tabla.

En una realización, los parámetros mecánicos relacionados con el carro incluyen al menos la posición del carro.

- 5 En una realización, las características físicas de la carga incluyen al menos el peso de la carga.

En una realización, los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de cableado incluyen al menos la longitud de un cable del sistema de cableado.

En una realización, la tercera mesa comprende además un retardo de medición de ángulo de un sensor de ángulo vinculado al carro.

- 10 En una realización, las mediciones de los ángulos de inclinación del carro se realizan por medio de un inclinómetro conectado al carro.

En una realización, las mediciones de aceleración y posición angular de la herramienta se realizan por medio de un acelerómetro y un giroscopio conectados a la herramienta.

- 15 En una realización, el algoritmo antibalanceo utiliza los desplazamientos angulares de la primera tabla para la carga dada y toma como entradas la posición actual del carro y el ángulo actual de la carga con respecto al carro para determinar los desplazamientos angulares en tiempo real que deben tenerse en cuenta para un bucle de regulación del algoritmo antibalanceo.

- 20 En una realización, el algoritmo antibalanceo analiza las probabilidades de balanceo secundario para la carga dada y adapta los coeficientes de un bucle de regulación cuando las probabilidades de balanceo secundario cambian con la longitud del cable del sistema de cableado.

En una realización, los coeficientes están vinculados a factores de corrección de un bucle de regulación, un coeficiente correspondiente a un cambio de velocidad, una aceleración o una deceleración del carro.

En una realización, el algoritmo antibalanceo usa la tercera tabla para anticipar el disparo de comandos de movimiento que son efectivamente ejecutados por el carro después de retrasos de comandos globales.

- 25 En otra realización, se proporciona un aparato para optimizar un algoritmo antibalanceo para el transporte de una carga por medio de un aparato de elevación que abarca una zona de elevación y que comprende un carro, un sistema de reenvío y una herramienta que manipula la carga, comprendiendo el aparato:

una o más interfaces de red para comunicarse con una red de telecomunicaciones;

un procesador acoplado a las interfaces de red y configurado para ejecutar uno o más procedimientos; y

- 30 una memoria configurada para almacenar un procedimiento ejecutable por el procesador, el procedimiento cuando se ejecuta operable para:

crear una primera tabla que indique los desplazamientos angulares del carro que conducen a un balanceo primario de la carga, en función de las características físicas de la carga y de los parámetros mecánicos relacionados con el carro, determinándose los desplazamientos angulares por medio de mediciones de los ángulos de inclinación del carro,

- 35 crear una segunda tabla que indique las probabilidades de un balanceo secundario de la carga en función de las características físicas de la carga, de los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de enhebrado y de las mediciones de aceleración y posición angular de la herramienta,

transportar la carga en la zona de elevación mediante el uso de un algoritmo antibalanceo que tenga en cuenta la primera tabla y la segunda tabla, en el que el algoritmo antibalanceo tome como entradas parámetros dinámicos del aparato de elevación que comprendan la posición actual del carro, la carga y el ángulo actual de la carga con respecto al carro.

- 40 En otra realización se proporciona un medio legible por ordenador que tiene incorporado en el mismo un programa de ordenador para ejecutar un procedimiento para optimizar una función antideslizamiento para el transporte de una carga por un aparato de elevación que abarca una zona de elevación y que comprende un carro, un sistema de enhebrado y una herramienta que manipula la carga. Dicho programa de ordenador comprende instrucciones las cuales llevan a cabo etapas de acuerdo con el procedimiento de la reivindicación 1 llevado a cabo en un aparato de acuerdo con la reivindicación 13.

Breve descripción de las figuras

- 50 La descripción detallada se describe con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el(los) dígito(s) más a la izquierda de un número de referencia identifica(n) la figura en la cual el número de referencia aparece por primera vez.

En todas las figuras se utilizan los mismos números para referirse a características y componentes similares. Algunas realizaciones del sistema y/o procedimientos de acuerdo con las realizaciones de la presente materia se describen ahora, a modo de ejemplo únicamente, y con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

- La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un aparato de elevación;
- 5 La Figura 2 muestra esquemáticamente un ejemplo de sistema de comunicación para optimizar un algoritmo antibalanceo para el transporte de una carga por medio de un aparato de elevación;
- La Figura 3 ilustra los elementos del aparato de elevación implicados en un balanceo secundario;
- La Figura 4 ilustra una diferencia entre el balanceo primario y el balanceo secundario;
- La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para optimizar un algoritmo antibalanceo para el
- 10 transporte de una carga por un aparato de elevación de acuerdo con una realización.

El mismo número de referencia representa el mismo elemento o el mismo tipo de elemento en todos los dibujos.

- Los expertos en la técnica apreciarán que los diagramas de bloques representan en la presente memoria vistas conceptuales de sistemas ilustrativos que incorporan los principios de la presente materia. Del mismo modo, se
- 15 apreciará que cualquier diagrama de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudocódigo, y similares representan diversos procedimientos los cuales pueden ser sustancialmente representados en un medio legible por ordenador y así ejecutados por un ordenador o procesador, independientemente de que dicho ordenador o procesador se muestre explícitamente o no.

Descripción de realizaciones

- 20 Las figuras y la siguiente descripción ilustran realizaciones ejemplares específicas de la invención. Además, todos los ejemplos descritos en la presente memoria tienen por objetivo ayudar a comprender los principios de la invención y deben interpretarse sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente mencionados. Como resultado, la invención no se limita a las realizaciones o ejemplos específicos descritos más adelante, sino a las reivindicaciones.

- Con referencia a la Figura 2, un sistema de comunicación para optimizar un algoritmo antibalanceo para el transporte de una carga por medio de un aparato de elevación comprende un dispositivo de control CD, un conjunto de sensores
- 25 SS y un sistema de supervisión SUP.

Un área de elevación, tal como un almacén, un patio, una sala u otra área de trabajo, está provista de un sistema de supervisión SUP que es un sistema de control IT para la supervisión del área de elevación. El sistema de supervisión proporciona información al dispositivo de control CD para la ejecución de la trayectoria, la autorización, es decir, la gestión de accesos, y la seguridad en general.

- 30 El dispositivo de control CD es capaz de comunicarse con el sistema de supervisión SUP y con el conjunto de sensores SS a través de una red de telecomunicaciones TN. La red de telecomunicaciones puede ser una red cableada o inalámbrica, o una combinación de redes cableadas e inalámbricas. La red de telecomunicaciones puede estar asociada a una red de paquetes, por ejemplo, una red de alta velocidad IP ("Internet Protocol") tal como Internet o una intranet, o incluso una red privada específica de la empresa. El dispositivo de control CD puede ser controladores
- 35 lógicos programables (CLP) y otros dispositivos de automatización capaces de implementar procesos industriales y capaces de comunicarse con el sistema de supervisión para intercambiar datos tales como peticiones, entradas, datos de control, etc.

En una realización, el conjunto de sensores SS incluye un sistema de posicionamiento PS, un sensor de ángulo AS, un inclinómetro INC, un acelerómetro ACC y un giroscopio GYR.

- 40 El sistema de posicionamiento PS puede estar vinculado al carro y está configurado para medir la posición del carro. En una realización, el sistema de posicionamiento PS, tal como un sistema de radar, que incluye un emisor de radio y un detector de radio, puede emitir ondas de radio que serán reflejadas por estructuras del entorno circundante, como una pared del almacén, que serán detectadas por el detector del radar. Esto permitirá determinar la distancia entre el carro y la pared en ambas direcciones, X e Y. Esto permitirá determinar la distancia entre el carro y la posición de
- 45 referencia del raíl. En una realización, el sistema de posicionamiento PS está asociado al carro y puede determinar la posición del carro a lo largo del eje X y del eje Y con respecto al movimiento de desplazamiento corto y/o al movimiento del carro y con respecto al movimiento de desplazamiento largo y/o al movimiento del puente o de la grúa. En otra realización, el sistema de posicionamiento PS comprende dos sistemas de radar, uno vinculado al carro para el eje X y el otro vinculado al pórtico para el eje Y.

- 50 El inclinómetro INC puede estar vinculado al carro y está configurado para medir desplazamientos angulares del carro con respecto al plano horizontal, dependiendo los desplazamientos angulares de las características físicas de la carga y de parámetros mecánicos relacionados con el carro. Las características físicas de la carga pueden ser el peso de la carga, las dimensiones de la carga y el centro de gravedad de la carga. Los parámetros mecánicos relacionados con el carro incluyen al menos la posición del carro. Los desplazamientos angulares del carro se deben a algunas
- 55 características mecánicas relacionadas con la infraestructura global de la grúa, incluyendo por ejemplo la linealidad ferroviaria, la deformación estructural de la grúa.

Durante una primera fase de aprendizaje para una carga específica, la carga es transportada a lo largo de trayectorias predeterminadas en el área de elevación. La primera fase de enseñanza puede enriquecerse durante diferentes sesiones de funcionamiento del aparato de elevación. En intervalos de tiempo consecutivos o posiciones específicas, el dispositivo de control CD puede recibir medidas de desplazamientos angulares del carro desde el inclinómetro INC y correlaciona las medidas con la posición del carro dada por el sistema de posicionamiento PS. De este modo, el dispositivo de control CD puede crear una primera tabla que indique los desplazamientos angulares en función del entorno mecánico. Las desviaciones de ángulo pueden dar lugar a una medida de ángulo no deseada durante el funcionamiento del aparato de elevación, lo que conduce a decisiones de corrección inadecuadas.

El acelerómetro ACC y el giroscopio GYR pueden estar vinculados a la herramienta y están configurados para medir la aceleración y la posición angular de la herramienta. En cuanto al inclinómetro, las características físicas de la carga pueden ser el peso de la carga, las dimensiones de la carga y el centro de gravedad de la carga. Los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de cableado pueden ser la longitud del cable del sistema de cableado y la rigidez del cable.

Durante una segunda fase de aprendizaje para una carga específica, que puede ser operada al mismo tiempo que la primera fase de aprendizaje, la carga es transportada a lo largo de trayectorias predeterminadas en el área de elevación. El dispositivo de control CD recibe medidas de aceleración y posición angular del acelerómetro ACC y del giroscopio GYR y correlaciona las medidas con los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de enhebrado. Por ejemplo, la longitud del cable del sistema de enhebrado puede variar, por ejemplo después de recoger la carga y antes de depositarla. Puede deducirse de las medidas de aceleración y de las probabilidades de posición angular del balanceo secundario de la carga. El dispositivo de control CD puede así crear una segunda tabla que da probabilidades de un balanceo secundario de la carga dependiendo de parámetros mecánicos relacionados con el sistema de cableado, como la longitud del cable del sistema de cableado.

La primera fase de enseñanza puede ejecutarse para diferentes cargas con el fin de enriquecerse con los datos relativos a las diferentes cargas. De este modo, el dispositivo de control CD puede crear una primera tabla que proporcione desplazamientos angulares en función del peso de las cargas y de las posiciones del carro. Para cada posición del carro, puede haber diferentes desplazamientos angulares asociados respectivamente a diferentes cargas en función de su peso. Desde otro punto de vista, para cada carga con un peso específico, existe un ángulo de desplazamiento determinado para una posición dada del carro.

La segunda fase de aprendizaje también puede ejecutarse para diferentes cargas con el fin de enriquecerse con los datos relativos a las diferentes cargas. De este modo, el dispositivo de control CD puede crear una segunda tabla de probabilidades de balanceo secundario en función del peso de las cargas y de la longitud del sistema de cableado. Para una carga específica (con un peso dado), algunas longitudes de cable pueden asociarse con altas probabilidades de un balanceo secundario mientras que algunas otras longitudes de cable pueden asociarse con bajas probabilidades de un balanceo secundario. La segunda tabla puede proporcionar valores de probabilidades o clasificar las probabilidades en un conjunto de niveles, por ejemplo bajo, medio y alto.

El dispositivo de control CD puede comunicarse con el sensor de ángulo AS y con otros dispositivos de comando de la grúa que ejecutan un comando de movimiento para el carro desde el dispositivo de control. Puede haber una cadena de órdenes entre el dispositivo de control CD y el carro que son ejecutadas por diferentes dispositivos de mando como sensores, redes, CLPs, un variador de velocidad, un motor, etc... El sensor de ángulo AS puede estar unido al carro y está configurado para medir el ángulo entre la carga y el eje vertical.

Durante una tercera fase de enseñanza que puede ser operada al mismo tiempo que la primera fase de enseñanza o la segunda fase de enseñanza, la carga puede ser comandada a moverse a una posición dada o a acelerar o desacelerar. El dispositivo de control CD estima los parámetros dinámicos relacionados con los dispositivos de mando de la grúa, estando los parámetros dinámicos relacionados con los retardos temporales de la orden de movimiento, incluyendo el retardo de medición, el retardo de comunicación y el retardo de procesamiento. El dispositivo de control CD puede distinguir los retardos relacionados con las mediciones angulares del sensor angular AS y los retardos relacionados con las órdenes de movimiento de los dispositivos de mando. De este modo, el dispositivo de control CD puede crear una tercera tabla que indique los retardos en función del entorno de control.

Para estimar los tiempos de retardo de la orden de movimiento, el dispositivo de control CD puede utilizar diferentes mecanismos, como interrogar a cada dispositivo por su tiempo de respuesta o comparar una nueva respuesta dada por el sistema de posicionamiento PS después de un movimiento ordenado para el carro con una respuesta dada directamente por otro acelerómetro vinculado al carro.

El dispositivo de control CD está configurado para crear el trayecto que será seguido por la grúa para transportar una carga a partir de un lugar dentro del área de elevación a otro. Normalmente, se utiliza un algoritmo antibalanceo para la amortiguación de las oscilaciones de una carga durante el funcionamiento del puente grúa, lo que proporciona el aumento del rendimiento de un mecanismo, reduce el riesgo de accidentes y situaciones traumáticas. Entre los procedimientos utilizados para alcanzar este objetivo se encuentran la modelización matemática y la simulación por ordenador. Un sistema antibalanceo se basa en el uso de un sensor de ángulo de carga con variables internas del sistema de accionamiento eléctrico. Por ejemplo, un algoritmo antibalanceo toma como entradas parámetros

dinámicos del aparato de elevación que comprenden la posición actual del carro y el ángulo actual de la carga con respecto al carro.

Sin embargo, para ser más reactivo para amortiguar el balanceo de la carga, el algoritmo antibalanceo puede tener en cuenta el entorno mecánico de la grúa que provoca desplazamientos angulares del carro, el comportamiento dinámico de la carga correspondiente a un balanceo secundario de la carga y el comportamiento de control de la cadena de mando por medio respectivamente de la primera tabla, la segunda tabla y la tercera tabla. Se supone que una primera tabla, una segunda tabla y una tercera tabla se producen para una carga específica y se utilizan con el algoritmo antibalanceo cuando se transporta una carga similar a dicha carga específica.

La primera tabla proporciona al algoritmo antibalanceo ángulos compensados en tiempo real que deben tenerse en cuenta para la regulación en función de la posición actual del carro y de la carga. La regulación del algoritmo antibalanceo puede consistir en un desplazamiento del carro si está en modo estacionario o en una aceleración o deceleración del carro si está en modo movimiento.

La segunda tabla adapta los coeficientes de regulación del algoritmo antibalanceo para que sean más suaves cuando existe una alta probabilidad (riesgo) de balanceo secundario o para que sean más ajustados cuando existe una baja probabilidad (riesgo) de balanceo secundario en función de la longitud del cable y de la carga. Los coeficientes de regulación pueden vincularse a distintos tipos de bucle de regulación por medio de factores de corrección. En un ejemplo, el factor de corrección es proporcional a un error correspondiente al resultado de una diferencia entre una orden (valor a alcanzar) y una medida. Por defecto, la orden puede corresponder a un ángulo de 0° ya que la condición normal de funcionamiento debe ser que un eje del sistema de enhebrado (cable) sea vertical. Si una medida da un ángulo de 3° , el error es de -3° . El factor de corrección es el resultado de multiplicar el error por un coeficiente de regulación o una ganancia.

Por ejemplo, el dispositivo de control CD puede permitir que el carro se desplace a mayor velocidad cuando no hay riesgo de balanceo secundario o que cambie de velocidad o acelere sin cambiar el coeficiente de regulación. Si existe un mayor riesgo de balanceo secundario, se reduce el coeficiente de regulación, ya que un cambio demasiado grande de velocidad o aceleración puede provocar un balanceo secundario.

La tercera tabla proporciona parámetros reales de retardo para el ajuste del algoritmo antibalanceo sea cual sea el tipo de carga transportada, permitiendo al algoritmo antibalanceo anticipar el momento en el que se hace efectiva la orden de movimiento enviada al carro.

Con referencia a la Figura 3, se ilustran algunos elementos del aparato de elevación implicados en un balanceo secundario. El aparato de elevación consta de un carro que controla la longitud de un cable de un sistema de enhebrado que está unido en la parte inferior a una herramienta que manipula una carga o un producto. El cable está unido al carro por medio de un bloque superior y está unido a la herramienta por medio de un bloque inferior.

La posición del centro de gravedad de la herramienta depende del tipo de herramienta y el centro de gravedad de la carga está más o menos en el centro de la carga. El centro de gravedad equivalente global de la combinación de la herramienta y la carga se sitúa entre el centro de gravedad de la herramienta y el centro de gravedad de la carga: cuanto más pesada sea la carga, más cerca estará el centro de gravedad equivalente global del centro de gravedad de la carga.

Puede producirse un fenómeno de balanceo secundario cuando la distancia del sistema de reenvío es pequeña, correspondiendo más o menos a la longitud del cable entre el carro y la herramienta, es decir, entre el centro del bloque superior, como una polea, y el centro del bloque inferior, como una polea también. Un fenómeno de balanceo secundario puede depender también del centro de gravedad equivalente global.

Con referencia a la Figura 4, se ilustra la diferencia entre el balanceo primario y el balanceo secundario. En caso de balanceo primario, la carga puede equilibrarse en un arco por debajo del carro desde el eje vertical, en dirección paralela a la dirección de desplazamiento del carro. El eje de rotación está situado alrededor de la parte superior del sistema de enhebrado unido al carro. En caso de balanceo secundario, la herramienta puede equilibrarse además en un arco por debajo del carro desde el eje del centro de gravedad equivalente global, en una dirección paralela a la dirección de desplazamiento del carro. El eje de rotación está situado entre la parte inferior del sistema de enhebrado unido a la herramienta y el centro de gravedad de la carga.

Con referencia a la Figura 5, un procedimiento para optimizar un algoritmo antibalanceo para el transporte de una carga por medio de un aparato de elevación de acuerdo con una realización de la invención comprende las etapas S1 y S2.

En la etapa S1, el dispositivo de control CD inicia fases de aprendizaje para diferentes cargas durante las cuales se analiza y calcula el entorno mecánico del aparato de elevación, el comportamiento pendular de la herramienta con la carga y los retardos en función del entorno de control. Durante las fases de aprendizaje, la carga puede transportarse en diferentes zonas para cubrir toda el área de elevación y el dispositivo de control CD recibe medidas del conjunto de sensores para posiciones determinadas.

En una subetapa S1a, el dispositivo de control CD recibe medidas de desplazamientos angulares del inclinómetro INC y correlaciona las medidas con la posición del carro y la carga. El dispositivo de control CD crea una primera tabla que proporciona los desplazamientos angulares en función del entorno mecánico. El desplazamiento angular en una posición y carga dadas permite corregir una medida de ángulo por los sensores angulares en dicha posición dada.

5 En una subetapa S1b, el dispositivo de control CD recibe medidas de aceleración y velocidad del acelerómetro ACC y del giroscopio GYR y correlaciona las medidas con la longitud del cable. El dispositivo de control CD crea una segunda tabla que da probabilidades de un balanceo secundario de las cargas en función de parámetros mecánicos relacionados con la carga y el sistema de cableado, como la longitud del cable.

10 En una subetapa S1c, el dispositivo de control CD estima los diferentes retardos de tiempo debidos al procesamiento de la información por la cadena de comandos. El dispositivo de control CD crea una tercera tabla en la que se indican los retardos en función del entorno de control.

15 En la etapa S2, el dispositivo de control CD genera una trayectoria del aparato de elevación para transportar una carga dada a través del área de elevación desde un punto de inicio hasta un punto objetivo. El dispositivo de control CD ordena al carro que inicie el transporte de la carga y utiliza el algoritmo antibalanceo para adaptar el comportamiento del carro durante el transporte.

20 El algoritmo antibalanceo toma como entradas parámetros dinámicos del aparato de elevación que comprenden la posición actual del carro y el ángulo actual de la carga con respecto al carro. En tiempo real, la posición actual del carro es proporcionada por el sistema de posicionamiento PS y el ángulo actual de la carga con respecto al carro (asumido como el ángulo entre la carga y el eje vertical) es proporcionado por el sensor de ángulo AS vinculado al carro.

25 El algoritmo antibalanceo utiliza los desplazamientos angulares de la primera tabla para la carga dada y toma como entradas la posición actual del carro y el ángulo actual de la carga con respecto al carro para determinar los desplazamientos angulares en tiempo real que deben tenerse en cuenta para la regulación. Por ejemplo, en una posición dada, el sensor de ángulo AS proporciona una medida de 1° para el ángulo actual. La primera tabla contiene para dicha posición dada un valor para un desplazamiento angular. Si el valor también es 1° , significa que no hay corrección que aplicar. Si el valor es diferente de 1° , debe aplicarse una regulación para compensar o evitar este desplazamiento angular, por ejemplo, desplazando el carro a otra posición.

30 El algoritmo antibalanceo analiza las probabilidades de balanceo secundario para la carga dada y adapta los coeficientes de un bucle de regulación cuando las probabilidades de balanceo secundario cambian con la longitud del cable del sistema de cableado.

Para una carga dada, las probabilidades de balanceo secundario dependen de las diferentes longitudes posibles del cable del sistema de cableado utilizado durante el funcionamiento del carro. Para algunas longitudes del cable del sistema de enhebrado, las probabilidades de balanceo secundario pueden ser elevadas y los coeficientes del bucle de regulación pueden ser reducidos.

35 El algoritmo antibalanceo utiliza la tercera tabla para anticipar el disparo de las órdenes de movimiento y, por tanto, el momento en el que las órdenes de movimiento son efectivamente ejecutadas por el carro.

El algoritmo antibalanceo utiliza la primera tabla, la segunda tabla y la tercera tabla para adaptar mejor el comportamiento del carro durante el transporte.

40 Una realización comprende un dispositivo de control CD bajo la forma de un aparato que comprende uno o más procesador(es), interfaz(es) de E/S, y una memoria acoplada al(a los) procesador(es). El(los) procesador(es) puede(n) implementarse como uno o más microprocesadores, microordenadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, unidades centrales de procesamiento, máquinas de estado, circuitos lógicos, y/o cualquier dispositivo que manipule señales en base a instrucciones operativas. El(los) procesador(es) puede(n) ser una única unidad de procesamiento o una serie de unidades, las cuales también podrían incluir múltiples unidades de cálculo. Entre otras capacidades, el(los) procesador(es) está(n) configurado(s) para recuperar y ejecutar instrucciones legibles por ordenador almacenadas en la memoria.

45 Las funciones realizadas por el procesador pueden ser proporcionadas a través del uso de hardware dedicado, así como hardware capaz de ejecutar un software en asociación con el software apropiado. Cuando son proporcionadas por un procesador, las funciones pueden ser proporcionadas por un único procesador dedicado, por un único procesador compartido, o por una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden ser compartidos. Además, el uso explícito del término "procesador" no debe interpretarse como una referencia exclusiva al hardware capaz de ejecutar un software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, un hardware de procesador de señal digital (DSP), un procesador de red, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un conjunto de puertas programables en campo (FPGA), una memoria de sólo lectura (ROM) para almacenar software, una memoria de acceso aleatorio (RAM), y un almacenamiento no volátil. También pueden incluirse otros hardware, convencionales y/o personalizados.

La memoria puede incluir cualquier medio legible por ordenador conocido en la técnica, incluyendo, por ejemplo, una memoria volátil, tal como una memoria estática de acceso aleatorio (SRAM) y una memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), y/o una memoria no volátil, tal como una memoria de sólo lectura (ROM), una ROM programable borrrable, memorias flash, discos duros, discos ópticos, y cintas magnéticas. La memoria incluye módulos y datos. Los

5 módulos incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., los cuales realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. Los datos, entre otras cosas, sirven como depósito para almacenar datos procesados, recibidos, y generados por uno o más de los módulos.

Un experto en la técnica reconocerá fácilmente que las etapas de los procedimientos, presentados anteriormente, pueden ser realizadas por ordenadores programados. En la presente memoria, algunas realizaciones también

10 pretenden cubrir dispositivos de almacenamiento de programas, por ejemplo, medios de almacenamiento de datos digitales, los cuales son legibles por máquina o por ordenador y codifican programas de instrucciones ejecutables por máquina o por ordenador, donde dichas instrucciones realizan algunas o todas las etapas del procedimiento descrito. Los dispositivos de almacenamiento de programas pueden ser, por ejemplo, memorias digitales, medios de almacenamiento magnético, tales como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros, o medios de

15 almacenamiento de datos digitales ópticamente legibles.

Aunque la presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas, no pretende limitarse a la forma específica expuesta en la presente memoria. Más bien, la invención está limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas y, otras realizaciones que las específicas anteriores son igualmente posibles dentro del ámbito de estas reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de optimización de un algoritmo antibalanceo para el transporte de una carga por un aparato de elevación que abarca una zona de elevación y que comprende un carro, un sistema de reenvío y una herramienta de manipulación de la carga, **caracterizado en** el procedimiento comprende en un dispositivo de control
 - 5 crear (S1a) una primera tabla que indique los desplazamientos angulares del carro, en función de las características físicas de la carga y de los parámetros mecánicos relacionados con el carro, determinándose los desplazamientos angulares por medio de mediciones de los ángulos de inclinación del carro, creando (S1b) una segunda tabla con las probabilidades de un balanceo secundario de la carga en función de las características físicas de la carga, de los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de enhebrado y de las mediciones de aceleración y posición angular de la herramienta,
 - 10 transportar (S2) la carga en la zona de elevación mediante el uso de un algoritmo antibalanceo que tenga en cuenta la primera tabla y la segunda tabla, en el que el algoritmo antibalanceo toma como entradas parámetros dinámicos del aparato de elevación que comprenden la posición actual del carro, la carga y el ángulo actual de la carga con respecto al carro.
- 15 2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además crear (S1c) una tercera tabla que comprende retardos de órdenes globales en función de los órdenes de movimiento del dispositivo de control al carro, y en el que el algoritmo antibalanceo tiene en cuenta además la tercera tabla.
3. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los parámetros mecánicos relacionados con el carro incluyen al menos la posición del carro.
- 20 4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las características físicas de la carga incluyen al menos el peso de la carga.
5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de cableado incluyen al menos la longitud de un cable del sistema de cableado.
- 25 6. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la tercera mesa comprende además un retardo de medición de ángulo procedente de un sensor de ángulo vinculado al carro.
7. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las mediciones de los ángulos de inclinación del carro se realizan por medio de un inclinómetro conectado al carro.
- 30 8. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las mediciones de aceleración y posición angular de la herramienta se realizan por medio de un acelerómetro y un giroscopio vinculados a la herramienta.
9. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el algoritmo antibalanceo utiliza los desplazamientos angulares de la primera tabla para la carga dada y toma como entradas la posición actual del carro y el ángulo actual de la carga con respecto al carro para determinar los desplazamientos angulares en tiempo real que deben tenerse en cuenta para un bucle de regulación del algoritmo antibalanceo.
- 35 10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el algoritmo antibalanceo analiza las probabilidades de balanceo secundario para la carga dada y adapta los coeficientes de un bucle de regulación cuando las probabilidades de balanceo secundario cambian con la longitud del cable del sistema de cableado.
- 40 11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que los coeficientes están vinculados a factores de corrección de un bucle de regulación, un coeficiente correspondiente a un cambio de velocidad, una aceleración o una deceleración del carro.
12. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el algoritmo antibalanceo utiliza la tercera tabla para anticipar el desencadenamiento de los comandos de movimiento que son efectivamente ejecutados por el carro tras los retardos globales de los comandos.
- 45 13. Aparato para optimizar una función antideslizamiento para el transporte de una carga por medio de un aparato de elevación que abarca una zona de elevación y comprende un carro, un sistema de reenvío y una herramienta que manipula la carga, comprendiendo el aparato:
 - una o más interfaces de red para comunicarse con una red de telecomunicaciones;
 - un procesador acoplado a las interfaces de red y configurado para ejecutar uno o más procedimientos; y
 - 50 **caracterizado en que** comprende una memoria configurada para almacenar un procedimiento ejecutable por el procesador, el procedimiento cuando se ejecuta operable para:
 - crear una primera tabla que indique los desplazamientos angulares del carro que conducen a un balanceo primario de la carga, en función de las características físicas de la carga y de los parámetros mecánicos

- relacionados con el carro, determinándose los desplazamientos angulares por medio de mediciones de los ángulos de inclinación del carro,
crear una segunda tabla que indique las probabilidades de un balanceo secundario de la carga en función de las características físicas de la carga, de los parámetros mecánicos relacionados con el sistema de enhebrado y de las mediciones de aceleración y posición angular de la herramienta,
transportar la carga en la zona de elevación mediante el uso de un algoritmo antibalanceo que tenga en cuenta la primera tabla y la segunda tabla, en el que el algoritmo antibalanceo tome como entradas parámetros dinámicos del aparato de elevación que comprendan la posición actual del carro, la carga y el ángulo actual de la carga con respecto al carro.
- 5
- 10 14. Un medio legible por ordenador que tiene incorporado en el mismo un programa de ordenador para ejecutar un procedimiento para optimizar una función antideslizamiento para el transporte de una carga por un aparato de elevación que abarca una zona de elevación y que comprende un carro, un sistema de reenvío y una herramienta que manipula la carga de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un aparato de acuerdo con la reivindicación 13.

FIG. 1

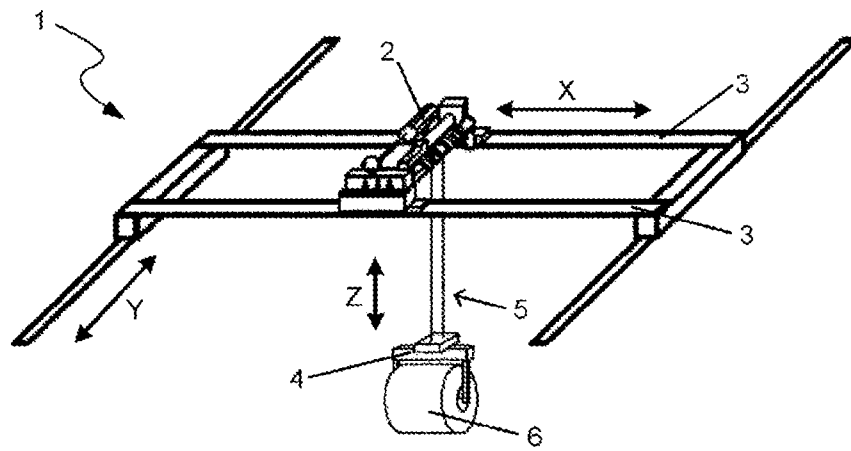


FIG. 2

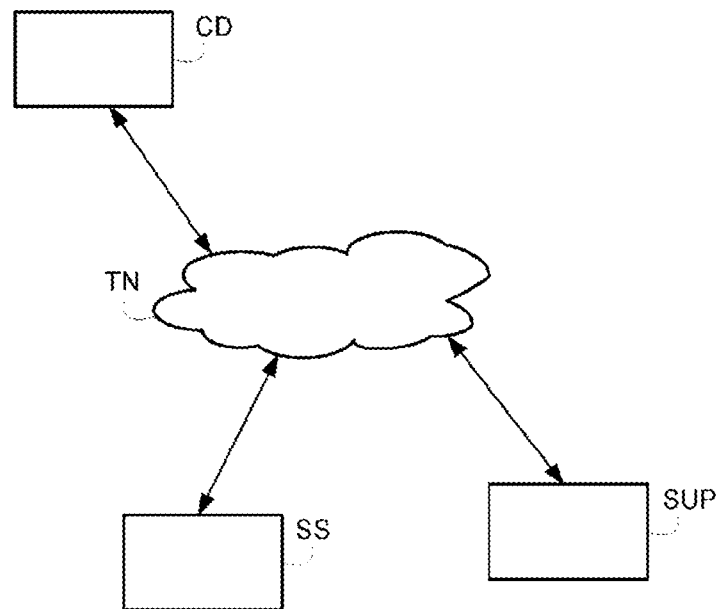


FIG. 3

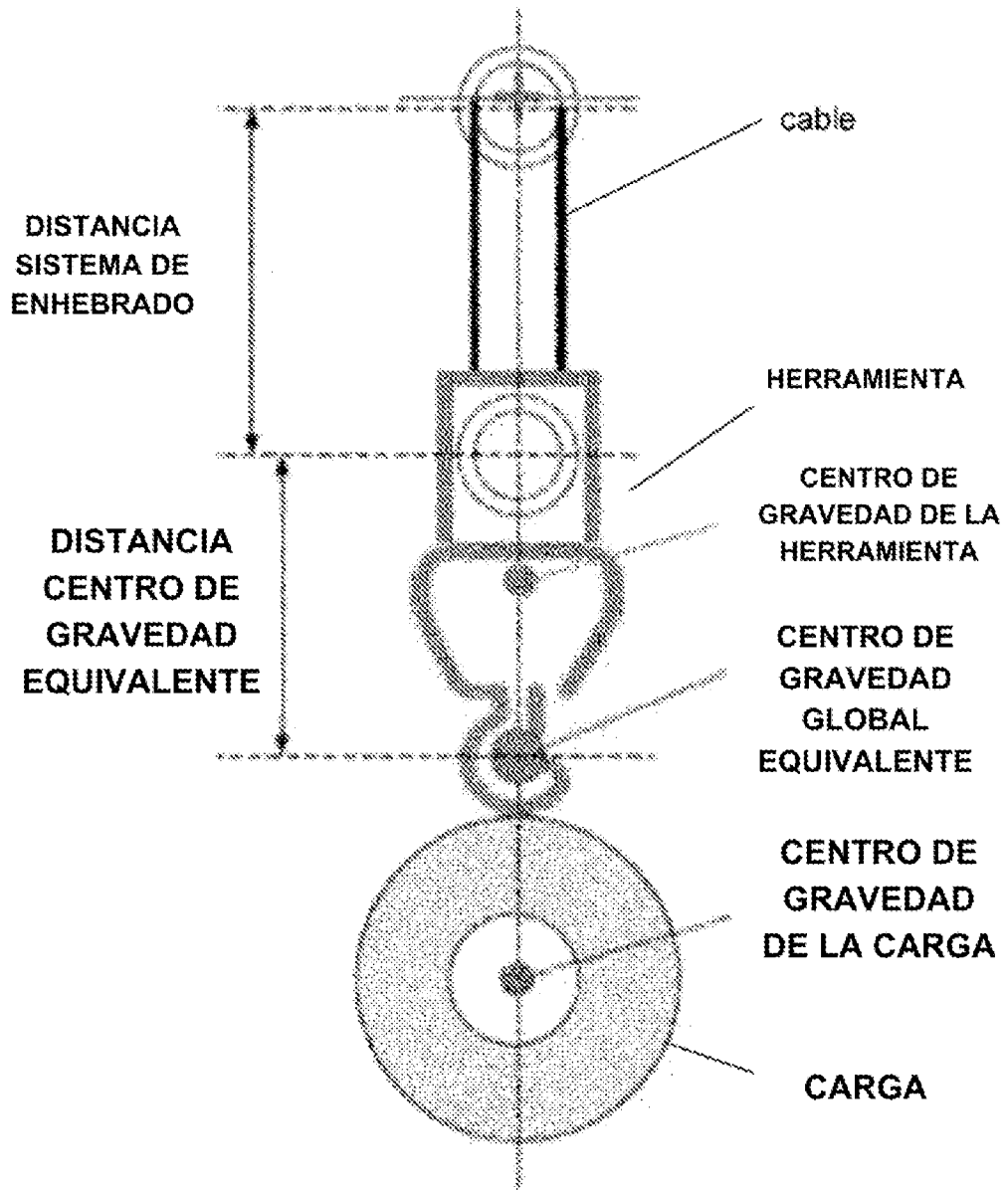


FIG. 4

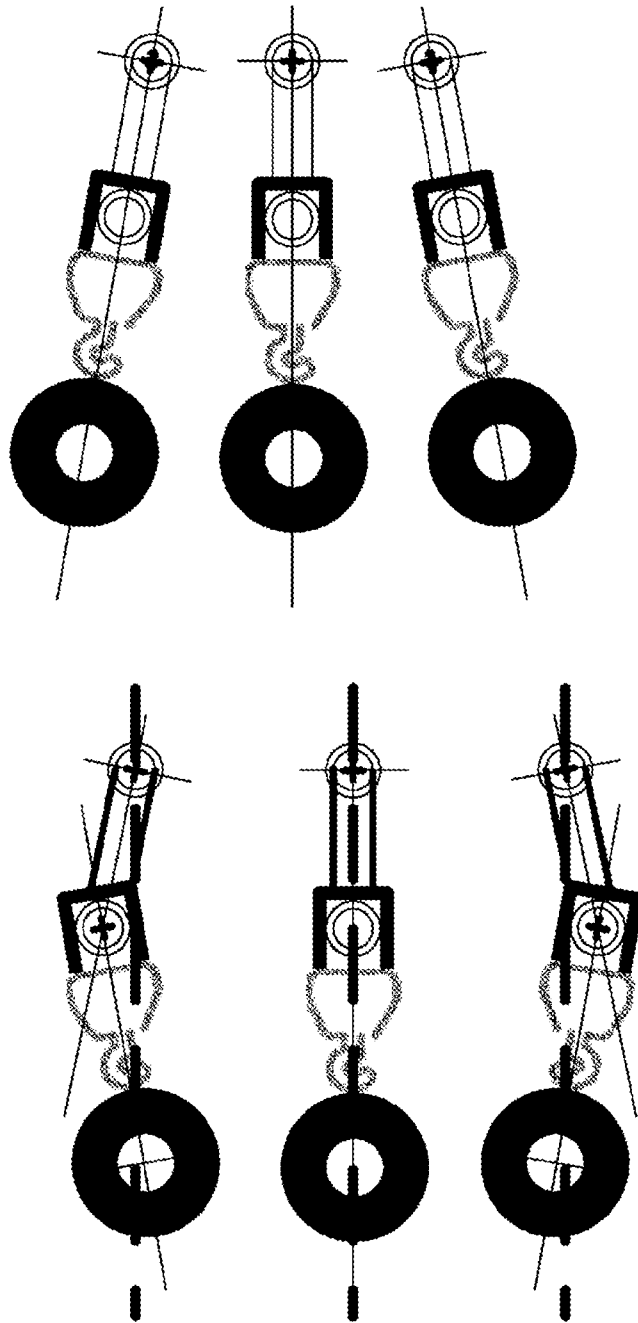


FIG. 5

