

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 679 624**

51 Int. Cl.:

B66C 3/12 (2006.01)

B66C 13/16 (2006.01)

B66C 13/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.07.2015** **PCT/EP2015/066400**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016** **WO16009040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2015** **E 15739573 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **05.06.2024** **EP 3169618**

54 Título: **Control del grado de llenado de una pinza para material a granel de una grúa**

30 Prioridad:

17.07.2014 DE 102014110060

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
21.11.2024

73 Titular/es:

KONECRANES GLOBAL CORPORATION
(100.0%)

Koneenkatu 8
05830 Hyvinkää, FI

72 Inventor/es:

ROTHMANN, JÜRGEN y
VAN DE LOO, ARNO

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 679 624 T5

DESCRIPCIÓN

Control del grado de llenado de una pinza para material a granel de una grúa

5 La invención se refiere a un procedimiento para llenar una pinza para material a granel según el preámbulo de la reivindicación 1.

Es bien sabido que se utilizan pinzas para manipular materiales a granel tales como minerales, carbón, cereales, grava o arena. Estas pinzas, también conocidas como pinzas de dos o más valvas, presentan un tamaño, conformación y número de valvas optimizados en cada caso en función del material a granel que se haya de manipular. Esto garantiza que las pinzas penetren bien en el material a granel y puedan llenarse y vaciarse fácilmente de este. Las pinzas se colocan habitualmente en posición abierta sobre el material a granel, se hunden en el material a granel por su propio peso y, durante un movimiento de cierre, las pinzas agarran el material a granel y se llenan con él. Las pinzas se cierran hidráulicamente o mediante accionamientos por cable.

15 Del documento DE 199 55 750 B4 se conoce una grúa con pinza para material a granel. La pinza está configurada como pinza de cuatro cables. Existen respectivamente dos cables de retención y dos cables de cierre, que se pueden mover independientemente uno del otro para abrir, cerrar, subir y bajar la pinza. Los cables de retención y de cierre se accionan por separado mediante dos tambores de cable. Para abrir la pinza se sueltan los cables de cierre y la pinza cuelga así únicamente de los cables de retención. Los cables de retención se acoplan con un mecanismo de palanca de la pinza y, en combinación con el propio peso de la pinza, hacen que esta se abra. Para el llenado, la pinza abierta con el cable de cierre flojo se coloca sobre el material a granel a través de los cables de retención. Para que la pinza pueda hundirse en el material a granel bajo el efecto de su propio peso, a continuación, se relaja el cable de retención. Tirando de los cables de cierre se cierra luego la pinza, que se llena así y, a continuación, se levanta mediante los cables de cierre una vez cerrada la pinza. En este sentido, se han de tensar los cables de retención en paralelo para evitar que queden flojos. En la zona de elevación de la pinza se vuelven a igualar las fuerzas en los cables de retención y de cierre mediante correspondientes controles, de modo que el subsiguiente levantamiento se realiza junto con los cables de retención y de cierre.

30 Habitualmente, los datos sobre la densidad del material a granel, el volumen de la pinza y el peso propio de la pinza no están incluidos en el sistema de control de la grúa. En las duras condiciones de funcionamiento de la pinza, el nivel de llenado de la misma solo se tiene en consideración indirectamente mediante valores empíricos.

35 Del documento DD 288 138 A5 ya se conoce un procedimiento para evitar la sobrecarga de una pinza suspendida en cables de retención y de cierre. Durante la operación de cierre se mide una fuerza de tracción que actúa en los cables de cierre y en los cables de retención, y se compara la diferencia entre ellos con un valor teórico para la fuerza de tracción que actúa en los cables de cierre. Si la diferencia supera un valor predeterminado para la fuerza de cierre teórica, se activa el motor de retención, con lo que la pinza aún no completamente cerrada se eleva y, con ello, se sigue cerrando. De esta manera, se reduce el efecto del propio peso de la pinza, con el que la pinza actúa sobre el material a granel durante el cierre y el llenado, y se influye en el nivel de llenado de la pinza.

40 Además, del documento EP 0 458 994 A1 se conoce una regulación de tracción para los cables de pinza, que comprenden cables de retención y cables de cierre, de un aparato de manipulación de materiales a granel. Para evitar tirones causados por cables de retención flojos al cerrar la pinza, el tren de retención se regula correspondientemente. Sin embargo, el tren de retención está regulado de tal manera, que durante la operación de cierre no se consiga ningún efecto reducido del propio peso sobre el material a granel, ya que la pinza solo se eleva cuando está completamente cerrada. Por lo tanto, la regulación de la tracción no influye en el nivel de llenado de la pinza.

45 El documento DD 244 962 A1 describe un procedimiento para controlar la recogida de material para un funcionamiento automatizado de las pinzas. Durante la operación de cierre de la pinza, se controlan el ángulo de apertura de la pinza y el tiempo de cierre de la pinza colocada sobre el material a granel. Si durante la operación de cierre la pinza no se puede cerrar en una medida especificada dentro de un tiempo predeterminado, la operación de cierre se interrumpe y se activa un mecanismo de elevación para levantar la pinza del material a granel. A continuación, se reinicia la operación de cierre y se comprueba si se puede llevar a cabo según lo especificado.

50 De la patente europea EP 2 226 287 B1 se conoce un procedimiento para llenar una pinza suspendida en cables de retención, cuyo volumen de llenado de pinza se ve influido por la regulación de un par de retención de un mecanismo de sujeción para la pinza, de tal manera que una curva de agarre de la pinza se eleva durante la operación de cierre.

55 La invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento para llenar de forma óptima una pinza para material a granel, que se eleva y baja mediante el control de una grúa y que, durante el cierre y el llenado, actúa sobre el material a granel con su propio peso.

60 El objetivo se soluciona mediante un procedimiento para llenar una pinza para material a granel con las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican diseños ventajosos de la invención y un uso de la invención.

Según la invención, en un procedimiento para llenar una pinza para material a granel, que está suspendida en cables de retención, sube y baja mediante una grúa a través de un control y que, durante el cierre y el llenado, actúa con su propio peso sobre el material a granel, en donde, a través del control se influye en un nivel de llenado de la pinza mediante la reducción del efecto del propio peso de la pinza sobre el material a granel, influyendo sobre la fuerza de tracción que actúa sobre los cables de retención, se consigue un nivel de llenado optimizado de la pinza porque, a través del control para los cables de retención, se determina un valor teórico de fuerza de tracción, el valor teórico de fuerza de tracción se emite como variable de entrada a un regulador de fuerza de tracción, en donde el regulador de fuerza de tracción controla un motor eléctrico para subir y bajar la pinza y se alimenta un valor real de fuerza de tracción determinado de los cables de retención al regulador de fuerza de tracción como una variable de entrada. Esto también evita paradas por sobrecarga.

Con esta invención se consigue ventajosamente que se pueda controlar el nivel de llenado de una pinza de material a granel. De este modo, durante el funcionamiento de una grúa con una pinza para material a granel, se evita un número excesivo de paradas por sobrecarga y, por tanto, se aumenta la capacidad de manipulación de la grúa. Este tipo de paradas por sobrecarga se produce cuando, durante el funcionamiento de la pinza, la pinza penetra muy profundamente en el material a granel que debe levantar y, por tanto, se aloja demasiado material a granel en la pinza. Esto ya por sí solo puede provocar una parada de la grúa por sobrecarga, cuando la pinza recoge más material a granel del que la grúa puede levantar. En combinación con un gran alcance de la grúa, este efecto se intensifica, ya que la capacidad de carga permitida de la grúa disminuye y, por lo tanto, es aún más fácil que se produzca una sobrecarga y, a su vez, que la grúa se desconecte por sobrecarga. Si la pinza presenta un tamaño bastante pequeño con respecto a la grúa, tales paradas por sobrecarga de la grúa solo pueden producirse si la grúa tiene un gran alcance. Dado que la capacidad de manipulación de la grúa siempre está optimizada desde un punto de vista económico, es más probable que una grúa funcione dentro del rango de su capacidad de carga permitida y, por lo tanto, con una pinza que pueda alcanzar un nivel de llenado óptimo en todo el radio de trabajo. Es decir, que está ligeramente sobredimensionada en relación con la capacidad de carga de la grúa o que está dimensionado de forma óptima en relación con radios de trabajo reducidos. Además, una pinza utilizada tiende a llenarse excesivamente con respecto a la grúa y, por lo tanto, el procedimiento según la invención, que tiene como objetivo una reducción selectiva del efecto del propio peso de la pinza, puede ser de utilidad también en este sentido. También es posible utilizar pinzas demasiado grandes en relación con la capacidad de carga de la grúa y la densidad de material a granel del material a granel por transportar, ya que con la invención solo se llenan parcialmente. La influencia sobre la fuerza de tracción que actúa en los cables de retención, que se realiza para reducir el efecto del propio peso de la pinza sobre el material a granel, en particular, durante la operación de cierre de la pinza, se produce de tal manera que la pinza penetra menos en el material a granel que lo que haría con su propio peso únicamente.

En la práctica, el control según la invención ha permitido reducir el número de paradas por sobrecarga en un 90 %, por lo que ha aumentado al mismo tiempo la capacidad de manipulación.

Una capacidad de carga en el sentido de la invención se compone del propio peso de la pinza, del material a granel alojado y, en el caso de una pinza de cable, del propio peso del cable entre la punta de la pluma y la pinza.

Además, según la invención, está previsto que se alimente al control un tiempo de cambio del valor teórico de fuerza de tracción y una amplitud de paso de un cambio del valor teórico de fuerza de tracción a través de un módulo de tendencia basado en curvas de cargas determinadas. Al integrar el módulo de tendencia, se puede alcanzar un nivel de llenado óptimo más rápidamente y se pueden evitar sobrecargas de manera más segura sobre la base de valores empíricos almacenados (como, por ejemplo, la manipulación de un material a granel comparable con la pinza actual) y niveles de llenado alcanzados y registrados durante la operación de transbordo de la grúa. En este sentido, durante la operación de cierre se adaptan dinámicamente las modificaciones del valor teórico de fuerza de tracción, de modo que se consigue un aprovechamiento óptimo de la curva de carga en todo el radio de trabajo o intervalo de manipulación y se evitan o al menos se minimizan las sobrecargas.

En un diseño ventajoso, está previsto que el valor teórico de fuerza de tracción se incremente a través del módulo de tendencia, si la frecuencia de las paradas por sobrecarga excede un valor preseleccionado referido a los ciclos de carga y/o si la frecuencia en que se excede la capacidad de carga máxima permitida supera un valor preseleccionado referido a la capacidad de carga máxima permitida para un radio de trabajo determinado.

En un diseño ventajoso, está previsto que el valor teórico de fuerza de tracción se reduzca a través del módulo de tendencia, si la frecuencia de las paradas por sobrecarga cae por debajo de un valor preseleccionado referido a los ciclos de carga y/o si la frecuencia en que se excede la capacidad de carga máxima permitida cae por debajo de un valor preseleccionado referido a la capacidad de carga máxima permitida para un radio de trabajo determinado.

En un diseño particularmente ventajoso, está previsto que, a través de la grúa, mediante el control, se aplique a la pinza durante el cierre y el llenado el valor real de fuerza de tracción orientado en dirección de elevación.

Para evitar posibles sobrecargas de la grúa, está previsto que, en el control, se determine el nivel de llenado de la pinza a partir de una capacidad de carga determinada inmediatamente después de levantar la pinza llena y del propio peso conocido de la pinza.

La determinación del nivel de llenado es más precisa porque una longitud de un cable libre que parte de la pinza y en dirección de elevación se suministra al control a través de un módulo de longitud de cable como variable de entrada; en el control, al calcular el nivel de llenado de la pinza, al propio peso de la pinza también se le suma un peso propio del cable libre.

Las grúas para la manipulación de material a granel suelen presentar una pluma abatible, de modo que, durante el manejo y la correspondiente inclinación de la pluma se modifica el alcance de la grúa. Para tener esto en consideración, se prevé ventajosamente que al control se le suministre una capacidad de carga máxima admisible a través de un módulo de curva de capacidad de carga como variable de entrada para la grúa, en función de un radio de trabajo de la pinza. Por lo tanto, el control dispone de la capacidad de carga máxima permitida para detectar casos de sobrecarga y determinar el nivel de llenado de la pinza.

También es ventajoso que, como variable de entrada, se introduzca manualmente en el control un valor teórico de fuerza de tracción como variable inicial a través de un módulo de valor inicial. En particular, después de un cambio de pinza o al inicio de una nueva tarea de manipulación con un material a granel con diferente densidad, la variable inicial se puede introducir sobre la base de valores empíricos. Esto permite que el control alcance un nivel de llenado óptimo de la pinza más rápidamente.

En un diseño preferido, el valor teórico de fuerza de tracción se reduce o incrementa iterativamente en el control, en función de las variables de entrada de módulo de curva de capacidad de carga, el módulo de longitud del cable y la capacidad de carga determinada hasta que el nivel de llenado de la pinza se sitúa en el rango del 100 %.

El uso del procedimiento descrito anteriormente según la invención es especialmente ventajoso en una grúa con una pinza que se eleva, baja, abre y cierra mediante cables de retención y cables de cierre.

El control en el que se basa el procedimiento según la invención también se considera de carácter inventivo independiente y su uso va de la mano con las ventajas descritas anteriormente para el procedimiento.

A continuación, se explica más detalladamente la invención sobre la base de un ejemplo de realización representado en un dibujo. Muestran:

La figura 1, una vista de una grúa portuaria con una pinza para material a granel,

la figura 2, una curva de capacidad de carga de una grúa portuaria según la figura 1,

la figura 3, una vista ampliada de la pinza para material a granel de la figura 1 y

la figura 4, una representación esquemática de un control para optimizar el nivel de llenado de la pinza para material a granel.

La figura 1 muestra una vista de una grúa 1 portuaria móvil para el transbordo de material 14 a granel, tal como mineral, carbón, cereales, grava o arena, entre tierra y agua o dentro de terminales de transbordo. La grúa 1 portuaria móvil está equipada con una pinza 2 para manipular material a granel y se compone esencialmente de una base 3 tubular y una superestructura 4 con una torre 5 y una pluma 6. La base 3 está firmemente montada sobre un pontón 7 flotante. En lugar de la base 3, también puede estar previsto un tren de aterrizaje, que se apoye para la operación de manipulación en un muelle y se pueda mover por el muelle mediante neumáticos de goma o sobre raíles. La superestructura 4 está montada de manera giratoria sobre la base 3 y puede girar alrededor de un eje d de rotación vertical mediante un mecanismo giratorio no representado. La superestructura 4 porta también un mecanismo 8 de elevación en una zona posterior de la superestructura 4 en la que también se encuentra un contrapeso 9. Sobre la superestructura 4 también se apoya la torre 5, que se extiende verticalmente y en cuya punta está fijado un cabezal 10 de rodillo con poleas para cables. Además, la pluma 5 está articulada en la torre 5 aproximadamente en la zona de la mitad de su longitud y en el lado opuesto al contrapeso 9. La pluma 5 está unida por un extremo a la torre 4, de manera que puede pivotar alrededor de un eje W de inclinación horizontal. La pluma 6 puede pivotar mediante un ángulo w de inclinación desde su pluralidad de posiciones de funcionamiento que sobresalen lateralmente hasta una posición de reposo vertical a través de un mecanismo 11 de inclinación que está articulado en la pluma 6 y en la parte inferior de la superestructura 4 y que generalmente está configurado como cilindro hidráulico. Además, la pluma 6 está configurada de forma habitual como mástil de celosía. En la punta 6a de pluma de la pluma 6, orientada en sentido opuesto a la torre 4, están montadas de forma giratoria otras poleas para cables, a través de las cuales, partiendo del mecanismo h de elevación, se conducen cables 12 de retención y cables 13 de cierre a través del cabezal 10 de rodillo y la punta 6a de pluma hasta la pinza 2.

El ángulo w de inclinación está comprendido entre una vertical V, que discurre a través del eje W de inclinación y una recta G, que discurre en la zona de una correa superior de la pluma 6 y a través del eje W de inclinación. De manera habitual, un cambio en el ángulo w de inclinación va acompañado de un cambio en el radio de trabajo a de la grúa 1, que está relacionado con la capacidad de carga máxima de la grúa 1. El radio de trabajo a se corresponde con una distancia horizontal entre la vertical V a través del eje W de inclinación y una dirección S de cable también vertical. La dirección S de cable coincide con los cables 12, 13 de retención y de cierre libres que parten de la punta

6a de la pluma y se abren hacia afuera. Además, la longitud l de cable es una medida para la sección que cuelga libremente de los cables 12, 13 de retención y de cierre entre la punta 6a de la pluma y la pinza 2.

Además, puede verse en la figura 1 que un barco 15 cargado con material 14 a granel, en particular, una gabarra, una chalana o una kaimei, puede cargarse o descargarse mediante la grúa 1.

En la figura 2 se muestra la denominada curva de capacidad de carga de la grúa 1 portuaria. La curva de capacidad de carga muestra la capacidad de carga máxima permitida de la grúa 1 en toneladas en función del radio de trabajo a en metros. En este sentido, se puede hacer una distinción aproximada entre dos rangos I y II de capacidad de carga. En el primer rango I de capacidad de carga, debido a las dimensiones de la grúa 1, no se produce ninguna disminución de la capacidad de carga máxima permitida de aproximadamente 63 t en el intervalo de un radio de trabajo de 0 m hasta aproximadamente 38 m. Desde un radio de trabajo a de aproximadamente 38 m hasta un radio máximo de aproximadamente 51 m, la capacidad de carga máxima permitida disminuye a medida que aumenta el radio de trabajo a. Este intervalo se define como segunda zona II de capacidad de carga. En relación con el control según la invención, el segundo rango II de capacidad de carga se ha dividido en un primer rango II1 parcial de capacidad de carga, un segundo rango II2 parcial de capacidad de carga, un tercer rango II3 y parcial de capacidad de carga un cuarto rango II4 parcial de capacidad de carga. Partiendo de esta curva de capacidad carga, se define una sobrecarga como una superación de la capacidad de carga máxima permitida en aproximadamente un 10 %.

En la figura 3 se representa una vista ampliada de la pinza 2 para material a granel de la figura 1. La pinza 2 presenta dos valvas 2a y está configurada como pinza de cuatro cables, que está suspendida de dos cables 12 de retención y dos cables 13 de cierre. Los cables 12, 13 de retención y cierre se pueden enrollar y desenrollar independientemente entre sí mediante dos tambores de cable dispuestos dentro del mecanismo 8 de elevación, separados entre sí y accionados independientemente mediante cabrestantes de sujeción y cierre para abrir, cerrar, subir y bajar la pinza 2. Para abrir la pinza 2 se sueltan los cables 13 de cierre y la pinza 2 cuelga así únicamente de los cables 12 de retención. Los cables 12 de retención se acoplan con un mecanismo 16 de palanca de la pinza 2 y, en combinación con el propio peso de la pinza 2, hacen que la pinza 2 se abra. Para el llenado, la pinza 2 abierta con el cable 13 de cierre flojo se coloca sobre el material 14 a granel a través de los cables 12 de retención. Para que la pinza 2 pueda hundirse en el material 14 a granel bajo el efecto de su propio peso, a continuación, se relaja el cable 12 de retención. Tirando de los cables 13 de cierre en dirección h de elevación se cierra la pinza 2. Al cerrar las valvas 2a de la pinza 2, esta se llena con el material 14 a granel y también puede sumergirse en el material 14 a granel. Al sumergirse, solo los cables 12 de retención se mantienen tensos mediante un regulador 18 de fuerza de tracción para los cables 12 de retención, que también sirve como regulador de la flojedad de los cables y forma parte de un control 17 (véase figura 4), de modo que la pinza 2 puede hundirse en el material 14 a granel debido a su propio peso. Los cables 12 de retención solo se mantienen tensos mientras los cables 13 de cierre cierran la pinza 2. Como resultado de la operación de cierre, la pinza 2 también se llena con material 14 a granel. A continuación del cierre de la pinza 2, esta se levanta mediante los cables 13 de cierre. Paralelamente, se tensan los cables 12 de retención para evitar que se aflojen. En la zona de elevación de la pinza 2 se vuelven a igualar las fuerzas en los cables 12, 13 de retención y de cierre mediante un correspondiente control, de modo que el subsiguiente levantamiento se realiza conjuntamente con los cables 12, 13 de retención y de cierre.

Si durante la operación de agarre se aloja demasiado material 14 a granel, la carga total puede ser demasiado alta en relación con la capacidad de carga máxima permitida, teniendo en cuenta el radio de trabajo a actual. Esta carga total se compone esencialmente del peso del material 14 a granel alojado, del propio peso de la pinza 2 y del peso de la longitud l de cable libre de los cables 12, 13 de retención y de cierre. Si se determina que la carga total es demasiado alta, se evita que se siga levantando la carga mediante un limitador 20 de par de carga (véase figura 4) para proteger la grúa. Esta carga total se puede determinar, por ejemplo, como fuerza de carga F_{carga} mediante galgas extensométricas en un tambor de cable del mecanismo 8 de elevación y está a disposición del limitador 20 de par de carga como variable de entrada. Esta parada por sobrecarga se registra en una base 21 de datos de grúa. Como se ha descrito al principio, durante el funcionamiento de la grúa pueden producirse cada vez más paradas por sobrecarga, si la capacidad de carga de la grúa 1, la densidad del material a granel, el volumen de las pinzas y el peso de las pinzas no están coordinados entre sí. Esto suele ocurrir cuando se utilizan pinzas 2 con un volumen de pinzas demasiado grande en relación con el material 14 a granel que se ha de transportar. Sin embargo, durante el funcionamiento de la grúa 1, la elección de la pinza 2 utilizada no siempre es óptima.

Si durante la operación de agarre la pinza 2 aloja tanto material 14 a granel que la carga total medida queda por debajo de la capacidad de carga máxima permitida, se registran en la base 21 de datos de grúa una carga útil y la carga total al abrir la pinza 2 en la posición objetivo. La carga útil en el sentido del peso del material 14 a granel alojado se calcula a partir de la carga total, restando el propio peso de la pinza 2 y el peso de la longitud l de cable libre de los cables 12, 13 de retención y de cierre. Luego también se registra un ciclo de carga completo sin un evento de sobrecarga en la base 21 de datos de grúa.

La figura 4 muestra una representación esquemática de un control 17, en particular, un control lógico programable, para optimizar el nivel de llenado de la pinza 2 para material 14 a granel; a partir de esta figura se explica con más detalle el funcionamiento del control 17. Con ayuda del control 17 se consigue el objetivo de ajustar automáticamente el nivel de llenado de la pinza 2 con material 14 a granel en función de la curva de capacidad de

carga de la grúa 1. En este sentido, se aprovecha de forma óptima el nivel de llenado de la pinza 2 sin sobrecargar la grúa 1 con respecto a su curva de capacidad de carga.

El control 17 genera una variable teórica Fte de fuerza de tracción para los cables 12 de retención como variable de control, que sirve como variable de entrada para el regulador 18 de fuerza de tracción. A partir de este valor teórico Fte de fuerza de tracción, el regulador 18 de fuerza de tracción controla un motor eléctrico 19 que acciona un tambor de cable no representado para los cables 12 de retención. Como variable de entrada adicional se suministra al regulador 18 de fuerza de tracción un valor real Fes de fuerza de tracción, que se corresponde con una fuerza de tracción medida en los cables 12 de retención. El valor real Fes de fuerza de tracción se determina a partir de los datos actuales del motor eléctrico 19, en particular, de la corriente del motor.

Como variables de entrada, al control 17 representado y que funciona como módulo de adición se le asignan, además de una base 21 de datos de grúa, un módulo 22a de longitud de cable, un módulo 22b de curva de capacidad de carga, un módulo 22c de valor inicial y un 22d módulo 22d de tendencia. Dentro del módulo 22a de longitud de cable se determina la longitud l de cable, que está presente entre la pinza 2 y la punta 6a de pluma poco antes de que la pinza 2 se coloque sobre el material 14 a granel. De este modo, se puede determinar el propio peso de los cables 12, 13 de retención y de cierre. A través del módulo 22b de curva de capacidad de carga, el control 17 recibe datos sobre la capacidad de carga máxima permitida (SWL, *safe working load*) en función del radio de trabajo a. El radio de trabajo a se determina de forma habitual mediante el ángulo w de inclinación medido. El módulo 22c de valor inicial sirve como variable de entrada adicional, a través de la cual se puede introducir manualmente una variable inicial para el valor teórico Fte de fuerza de tracción. Esto es útil después de cambiar la pinza, para lograr un llenado óptimo de la pinza 2 más rápidamente. También está el módulo 22d de tendencia, en el que, a partir de determinados niveles de carga, se determinan tendencias referidas a la capacidad de carga máxima permitida, que conducen a un aumento o una disminución del valor teórico Fte de fuerza de tracción. Las tendencias se pueden establecer sobre la base de valores empíricos. En particular, en el módulo 22d de tendencia se determina el número de desconexiones por sobrecarga, que se corresponden aproximadamente con un aprovechamiento de más del 110 % de la capacidad de carga máxima permitida.

El control 17 representa un proceso iterativo, en el que el nivel de llenado de la pinza 2 se adapta a la curva de capacidad de carga. A partir de una desconexión por sobrecarga debido a una carga excesiva en la pinza 2, se guardan el radio de trabajo a y la capacidad de carga. Cuando la pinza 2 vuelve a penetrar en el material 14 a granel, sus cables 12 de retención se cargan con una tensión preseleccionada según el radio de trabajo a, para conseguir una penetración menos profunda de la pinza 2 en el material 14 a granel debido a su propio peso. De esta manera, la pinza 2 aloja menos material y la grúa 1 puede funcionar sin parada por sobrecarga en función de la magnitud de la cantidad preseleccionada. Dado que la penetración de la pinza en el material depende de distintos factores, en cada operación de agarre se vuelve a calcular la cantidad preseleccionada.

Durante la operación de transbordo, se forman tendencias en el control 17 sobre la base de los datos registrados en la base 21 de datos de la grúa en relación con la operación de transbordo actual a través del número de paradas por sobrecarga y el número de ciclos de carga. Si estas tendencias dan como resultado una frecuencia de paradas por sobrecarga que excede un valor preseleccionado basado en los ciclos de carga, el valor teórico Fte de fuerza de tracción aumenta en el control 17. Estas tendencias pueden estar relacionadas con un exceso de la capacidad de carga máxima permitida para el radio de trabajo a dado, de modo que puede producirse un aumento en el valor teórico Fte de fuerza de tracción ya con una o varias sobrecargas de la capacidad de carga máxima permitida dentro de un número predeterminado de ciclos de carga, sin que se hayan producido aún paradas por sobrecarga. Si este aumento no es suficiente porque todavía existe una frecuencia de paradas por sobrecarga o excesos de la capacidad de carga máxima permitida, que superan un valor preseleccionado en función de los ciclos de carga, se aumenta aún más el valor teórico Fte de fuerza de tracción. Como resultado, el valor teórico Fte de fuerza de tracción se incrementa al alza hasta que la frecuencia de las paradas por sobrecarga o la superación de la capacidad de carga máxima permitida ya no exceda el valor preseleccionado en función de los ciclos de carga.

Si durante la operación de transbordo, las tendencias formadas en el control 17 dan lugar a una frecuencia de paradas o excesos por sobrecarga que no alcanzan un valor preseleccionado en función de los ciclos de carga, es decir, que quedan por debajo de los correspondientes valores, el valor teórico Fte de fuerza de tracción se reduce en el control. Si esta reducción no es suficiente porque la frecuencia de las paradas por sobrecarga aún no ha alcanzado un valor preseleccionado en función de los ciclos de carga, se reduce aún más el valor teórico Fte de fuerza de tracción. Por tanto, como resultado, el valor teórico Fte de fuerza de tracción se incrementa a la baja hasta que la frecuencia de las paradas por sobrecarga alcanza el valor preseleccionado referido a los ciclos de carga.

En el control 17 se puede parametrizar hasta qué punto se lleva a cabo el aumento o la disminución del valor teórico Fte de fuerza de tracción en el control 17 y con qué rapidez se responde al cambio de tendencia. De este modo, se adapta el control 17 a la grúa 1, a la curva de capacidad carga de la grúa 1, a la densidad del material a granel, al volumen de la pinza y al propio peso de la pinza.

El valor teórico Fte de fuerza de tracción también se incrementa si se aprovecha suficientemente la curva de capacidad de carga seleccionada. Esto evita que se superen los límites de sobrecarga. Lo cual se efectúa mediante una correspondiente lógica difusa en el control 17. Este aumento del valor teórico Fte de fuerza de tracción sirve

adicionalmente para pretensar suficientemente los cables 12 de retención al final de la operación de cierre de la pinza 2, de modo que, cuando la pinza 2 está casi cerrada, la carga se distribuye entre los cuatro cables 12, 13 y, por tanto, no se produce ningún «tiempo muerto» al levantar la pinza 2.

Además, los valores teóricos Fte de fuerza de tracción se adaptan automáticamente teniendo en cuenta la longitud l libre de los cables 12, 13 de retención y de cierre. Los valores teóricos Fte de fuerza de tracción aumentan proporcionalmente en función de la longitud l de cable a medida que la longitud l de cable aumenta y disminuyen a medida que la longitud l de cable se reduce. Esta adaptación proporcional de los valores teóricos Fte de fuerza de tracción conduce a una compensación de las fuerzas de tracción que se produce mediante el propio peso de los cables 12, 13 de retención y de cierre.

Otra adaptación automática de los valores teóricos Fte de fuerza de tracción se efectúa cuando cambia el radio de trabajo y, por lo tanto, cambia la capacidad de carga máxima permitida.

También se prevé la posibilidad de que el conductor de la grúa introduzca manualmente un valor teórico Fte de fuerza de tracción en el control 17, que así se guarda y se utiliza como valor inicial para el control 17. Este valor manual ayuda al conductor de la grúa cuando se deben manipular cargas pesadas, controlando previamente el valor teórico Fte de fuerza de tracción en un valor sin determinar previamente las tendencias de exceso o defecto.

En cuanto a la evaluación de las tendencias en el control 17, que conduce a un cálculo del valor teórico Fte de fuerza de tracción, está previsto que para ello se tenga en cuenta la curva de capacidad carga con el primer rango I de capacidad de carga, el primer rango II1 parcial de capacidad de carga, el segundo rango II2 de capacidad de carga parcial, el tercer rango II3 de capacidad de carga parcial y el cuarto rango II4 de capacidad de carga parcial. En el primer rango I de capacidad de carga, la carga máxima permitida no depende del radio de trabajo. Por lo tanto, el valor teórico Fte de fuerza de tracción no se corrige. El segundo rango II de capacidad de carga no lineal se divide en los rangos II1, II2, II3 y II4 parciales de capacidad de carga. En el control 17 se asocian las tendencias determinadas a las diferentes capacidades de carga o subrangos I, II1, II2, II3 y II4. De este modo, se puede conseguir un llenado óptimo de la pinza 2 más rápidamente en función del radio de trabajo. Esto es útil cuando, por ejemplo, la grúa 1 cambia entre diferentes escotillas de un barco 15. Por lo tanto, la grúa 1 trabaja ya siempre con la carga máxima permitida en el primer ciclo de carga sin paradas por sobrecarga no deseadas.

En el control 17 se suman los incrementos o las reducciones individuales del valor teórico Fte de fuerza de tracción y se transmiten al regulador 18 de fuerza de tracción.

Para adaptar el control 17 a la grúa 1, la curva de capacidad de carga de la grúa 1, la densidad del material a granel, el volumen de la pinza y el peso propio de la pinza, el control 17 se puede parametrizar con los siguientes valores:

- Número de ciclos de carga hasta que se incrementa el valor teórico de tracción (predeterminado = 1,0) Ejemplo: Si se especifica 1,0, el valor teórico aumenta cuando se produce una parada por sobrecarga.

- Valor del aumento porcentual del valor teórico de tracción (predeterminado = 5,0)

- Número de ciclos de carga hasta que se reduce el valor teórico de tracción (predeterminado = 2,0) Ejemplo: Si se especifica 2,0, el valor teórico de tracción se reduce si se efectúa un segundo ciclo de carga con un nivel de llenado inferior al 80 %.

- Valor de la reducción porcentual del valor teórico de tracción (predeterminado = 3,0)

Estos valores se introducen en el marco de la puesta en servicio de la grúa 1 con diferentes pinzas 2. Durante la puesta en servicio de la grúa 1 también se determina un valor teórico de fuerza de tracción básico para diferentes pinzas 2 o al menos para la pinza 2 más ligera, que se introduce manualmente en el control 17 como valor inicial al cambiar a una pinza. Durante la puesta en marcha se optimizan los parámetros para lograr rápidamente un comportamiento de llenado óptimo de la pinza 2. Si se utilizan, por ejemplo, pinzas muy grandes y muy pesadas, el valor teórico Fte de fuerza de tracción se ajusta en % del par nominal del motor eléctrico 19, de modo que la pinza 2 ya no se hunda más en el material 14 a granel. El motor eléctrico 19 aplica entonces un par de torsión tan elevado que se sujeta el peso de la pinza.

Después de la puesta en marcha se comprueba si los ajustes han funcionado correctamente en la práctica y, dado el caso, se adaptan.

En caso de que se produzcan paradas por sobrecarga, la frecuencia de las paradas ha de reducirse después de aproximadamente 3 paradas consecutivas, cambiando los parámetros o especificando manualmente el valor teórico Fte de fuerza de tracción. Los parámetros que influyen en la modificación del valor teórico Fte de fuerza de tracción se pueden ajustar en el control 17. Durante la puesta en servicio de la grúa, se realiza un ajuste en función de la grúa y de la pinza utilizada. Puesto que el objetivo del control 17 según la invención es un llenado óptimo de la pinza 2 con material 14 a granel, cada operación de manipulación optimizada se realizará aproximadamente al 100 % de la capacidad de carga permitida, es decir, acercándose a la sobrecarga, de modo que se pueden seguir produciendo paradas por sobrecarga, pero con una frecuencia significativamente menor, mediante el aumento y la disminución progresivos del valor teórico de fuerza de tracción. En el marco de la operación de transbordo, las paradas por

sobrecarga del 10 % referidas a ciclos de carga por hora no se consideran perturbadoras, sino como un buen resultado de control en el marco del presente control 17. Por ejemplo, con entre 50 y 60 ciclos de carga por hora, esto significa que aún pueden producirse de 5 a 6 paradas por sobrecarga. Una parada por sobrecarga también se cuenta como un ciclo de carga. Sin el control 17 según la invención, pueden producirse paradas por sobrecarga de hasta más del 50 % de los ciclos de carga por hora, en particular, si la grúa, en relación con un material 14 a granel pesado, se utiliza con una pinza 2 demasiado grande en relación con la densidad del material a granel.

Cada parada por sobrecarga provoca un tiempo de ciclo de funcionamiento más largo, lo que tiene un impacto negativo en el rendimiento de trabajo. Gracias al control 17 según la invención, también se llena siempre la pinza 2 completamente con el tiempo, incluso cuando se trabaja en diferentes escotillas de carga, ya que la pinza siempre se utiliza automáticamente en función del radio de trabajo a y sin intervención del conductor de la grúa.

Dado que las fuerzas de tracción que actúan sobre los cables 12 de retención son proporcionales a un par aplicado al tambor de cable para los cables 12 de retención, que aplica el motor eléctrico 19, la invención descrita anteriormente no solo comprende una determinación y la regulación de las fuerzas de tracción, sino también de los correspondientes pares.

Lista de referencias

- 1 Grúa portuaria móvil
- 2 Pinza
- 2a Valva
- 3 Base
- 4 Superestructura
- 5 Torre
- 6 Pluma
- 6a Punta de pluma
- 7 Pontón flotante
- 8 Mecanismo de elevación
- 9 Contrapeso
- 10 Cabezal de rodillo
- 11 Mecanismo de inclinación
- 12 Cables de retención
- 13 Cables de cierre
- 14 Material a granel
- 15 Barco
- 16 Mecanismo de palanca
- 17 Control
- 18 Regulador de tracción
- 19 Motor eléctrico
- 20 Limitador del par de carga
- 21 Base de datos de grúa
- 22a Módulo de longitud de cable

	22b	Módulo de curva de capacidad de carga
	22c	Módulo de valor inicial
5	22d	Módulo de tendencia
	a	Radio de trabajo
	d	Eje de rotación
10	h	Dirección de elevación
	l	Longitud libre de cable
15	s	Dirección de descenso
	w	Ángulo de inclinación
	Fes	Valor real de fuerza de tracción
20	Fcarga	Fuerza de carga
	Fte	Valor teórico de fuerza de tracción
25	G	Recta
	I	Primer rango de capacidad de carga
	II	Segundo rango de capacidad de carga
30	II1	Primer rango de capacidad de carga parcial
	II2	Segundo rango de capacidad de carga parcial
35	II3	Tercer rango de capacidad de carga parcial
	II4	Cuarto rango de capacidad de carga parcial
	S	Dirección de cable
40	V	Vertical
	W	Eje de inclinación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para llenar una pinza (2) para material (14) a granel, que está suspendida en cables (12) de retención, sube y baja mediante una grúa (1) a través de un control (17) y que, durante el cierre y el llenado, actúa con su propio peso sobre el material (14) a granel, en donde, a través del control (17) se influye en un grado de llenado de la pinza (2) mediante la reducción del efecto del peso propio de la pinza (2) sobre el material (14) a granel influyendo sobre la fuerza de tracción que actúa sobre los cables (12) de retención, **caracterizado por que**, a través del control (17) para los cables (12) de retención, se determina un valor teórico (Fte) de fuerza de tracción, el valor teórico (Fte) de fuerza de tracción se emite como variable de entrada a un regulador (18) de fuerza de tracción, en donde el regulador (18) de fuerza de tracción controla un motor eléctrico (19) para subir y bajar la pinza (2) y se alimenta un valor real (Fes) de fuerza de tracción determinado de los cables (12) de retención al regulador (18) de fuerza de tracción como una variable de entrada, en donde, a través de un módulo (22d) de tendencia, se alimenta al control (17) un tiempo de un cambio en el valor teórico (Fte) de fuerza de tracción y una amplitud de paso de un cambio en el valor teórico (Fte) de fuerza de tracción sobre la base de curvas de cargas determinadas.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el valor teórico (Fte) de fuerza de tracción se incrementa a través del módulo (22d) de tendencia, si la frecuencia de las paradas por sobrecarga excede un valor preseleccionado referido a los ciclos de carga y/o si la frecuencia en que se excede la carga máxima permitida supera un valor preseleccionado referido a la carga máxima permitida para un radio (a) de trabajo determinado.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el valor teórico (Fte) de fuerza de tracción se reduce a través del módulo (22d) de tendencia, si la frecuencia de las paradas por sobrecarga cae por debajo de un valor preseleccionado referido a los ciclos de carga y/o si la frecuencia en que se excede la carga máxima permitida cae por debajo de un valor preseleccionado referido a la carga máxima permitida para un radio (a) de trabajo determinado.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que**, a través de la grúa (1), mediante el control (17), se aplica a la pinza (2) durante el cierre y el llenado el valor real (Fes) de fuerza de tracción orientado en dirección de elevación (h).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** en el control (17), el grado de llenado de la pinza (2) se determina a partir de una carga (TL) determinada después de levantar la pinza llena y del peso propio conocido de la pinza (2).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** una longitud (l) de un cable (12, 13) libre que parte de la pinza (2) y se suministra en dirección de elevación (h) al control (17) a través de un módulo (22a) de longitud de cable como variable de entrada, en el control (17), al calcular el grado de llenado de la pinza (2), al peso propio de la pinza (2) también se le suma un peso propio del cable (12, 13) libre.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** al control (17) se le suministra una carga máxima admisible a través de un módulo (22b) de curva de carga como variable de entrada para la grúa (1) en función de un radio de trabajo de la pinza (2).
8. Procedimiento según las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que**, en el control (17), el valor teórico (Fte) de fuerza de tracción se reduce o incrementa iterativamente en función de las variables de entrada del módulo (22b) de curva de carga, el módulo (22a) de longitud del cable y la carga (TL) determinada hasta que el nivel de llenado de la pinza (2) se sitúa en el rango del 100 %.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** un valor teórico (Fte) de fuerza de tracción se introduce manualmente como variable de entrada en el control (17) a través de un módulo (22c) de valor inicial.
10. Uso de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9 para una grúa (1) con una pinza (2) que se eleva, baja, abre y cierra mediante cables (12) de retención y cables (13) de cierre.

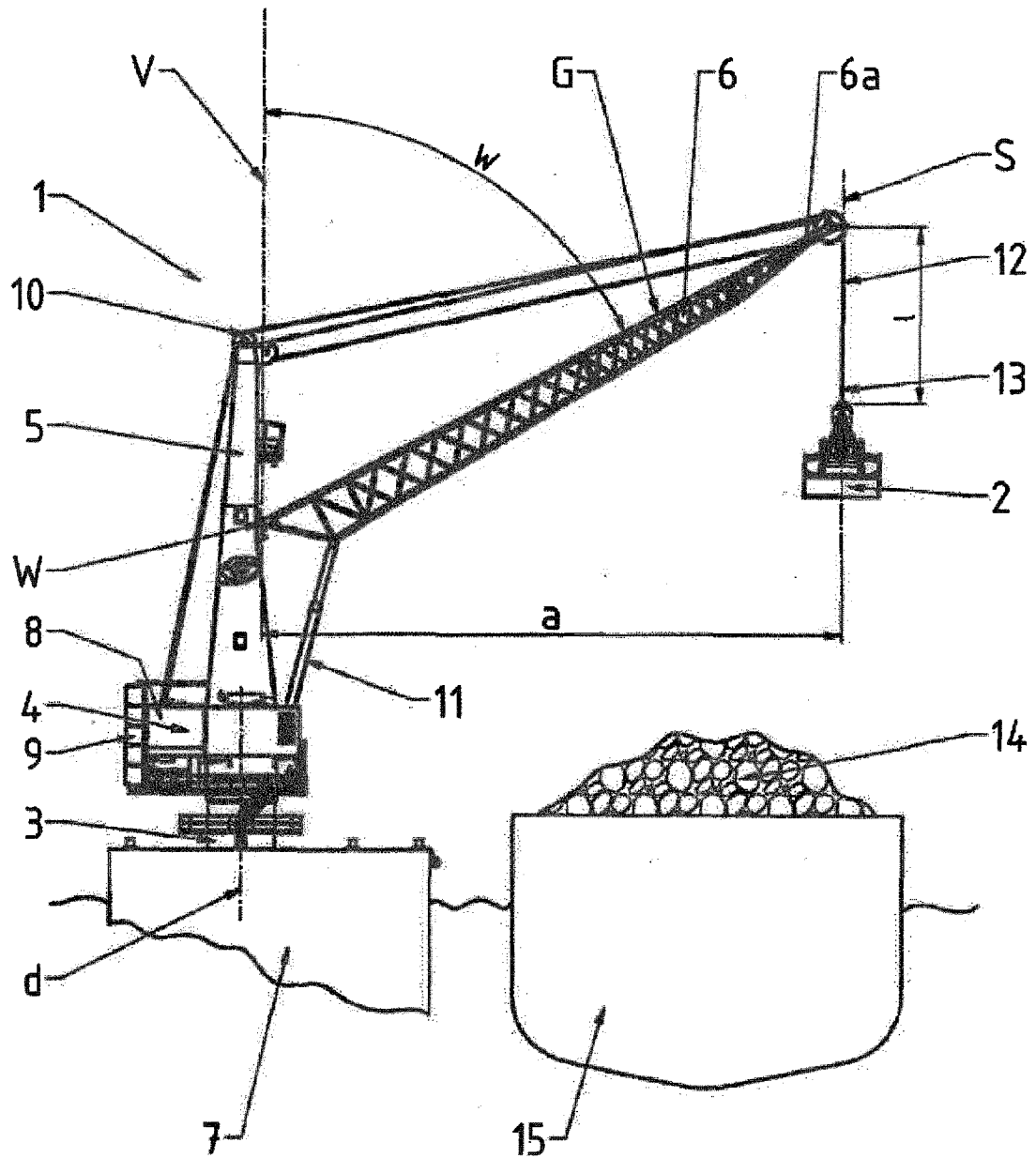


Figura 1

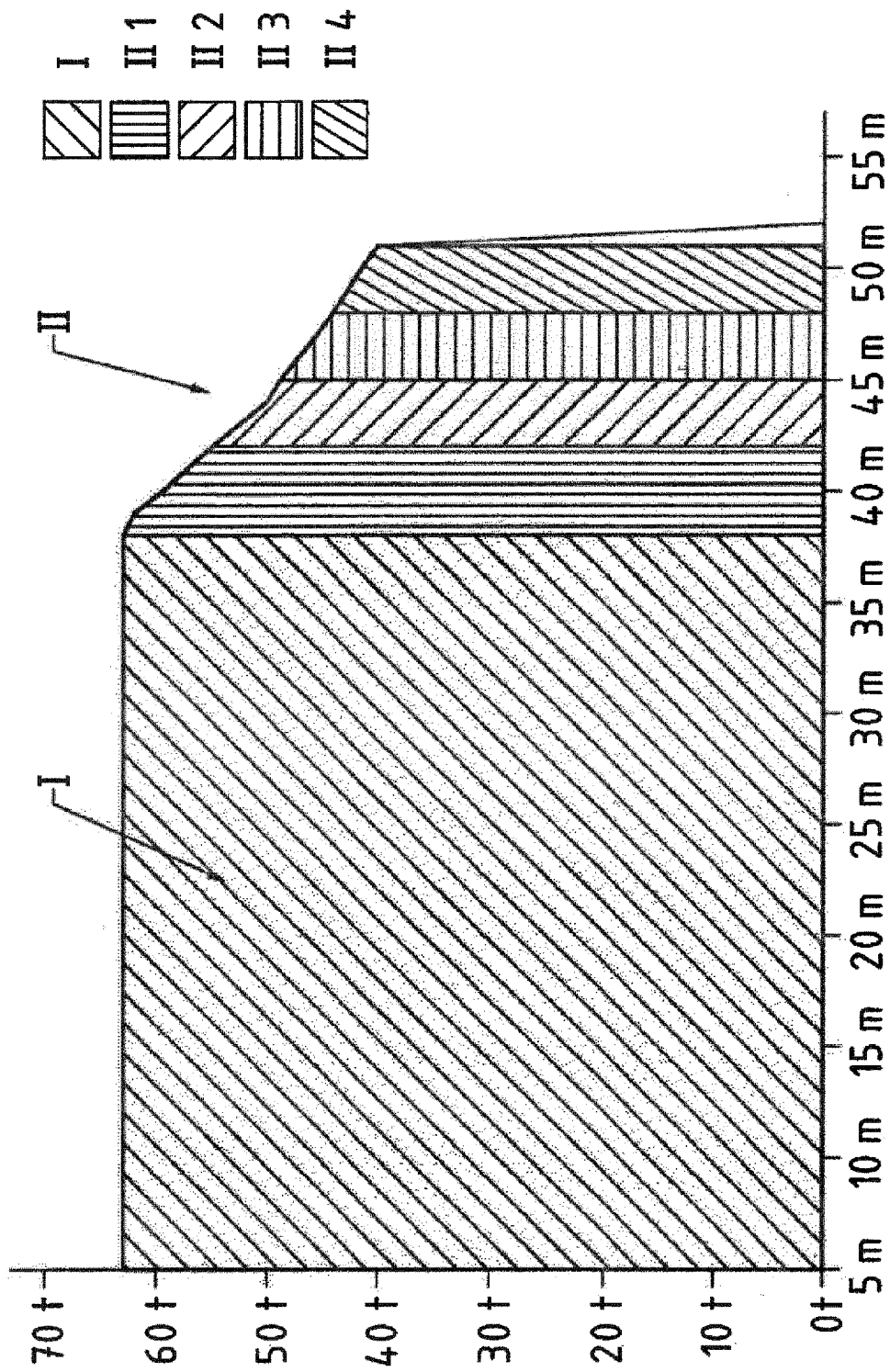


Figura 2

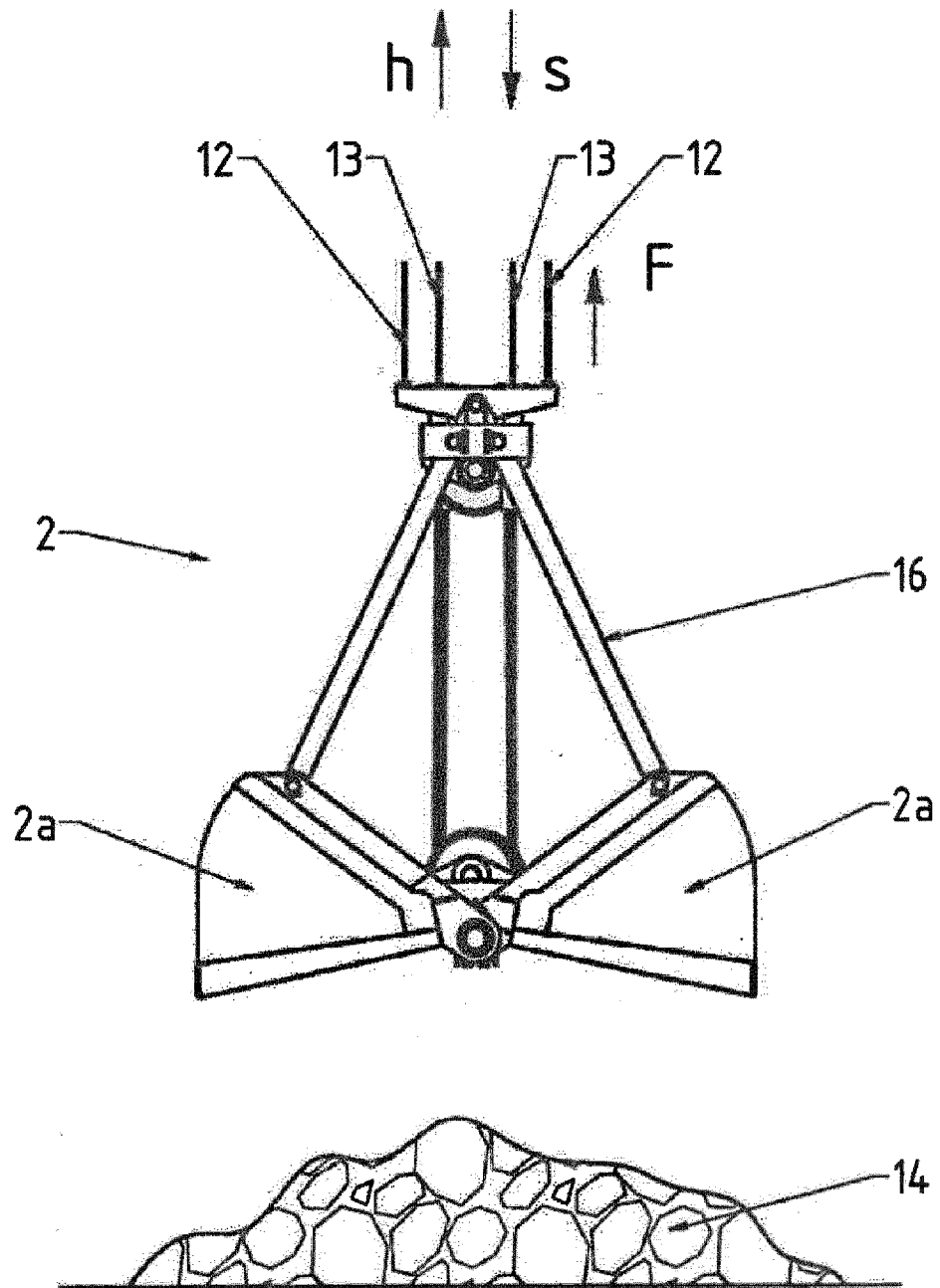


Figura 3

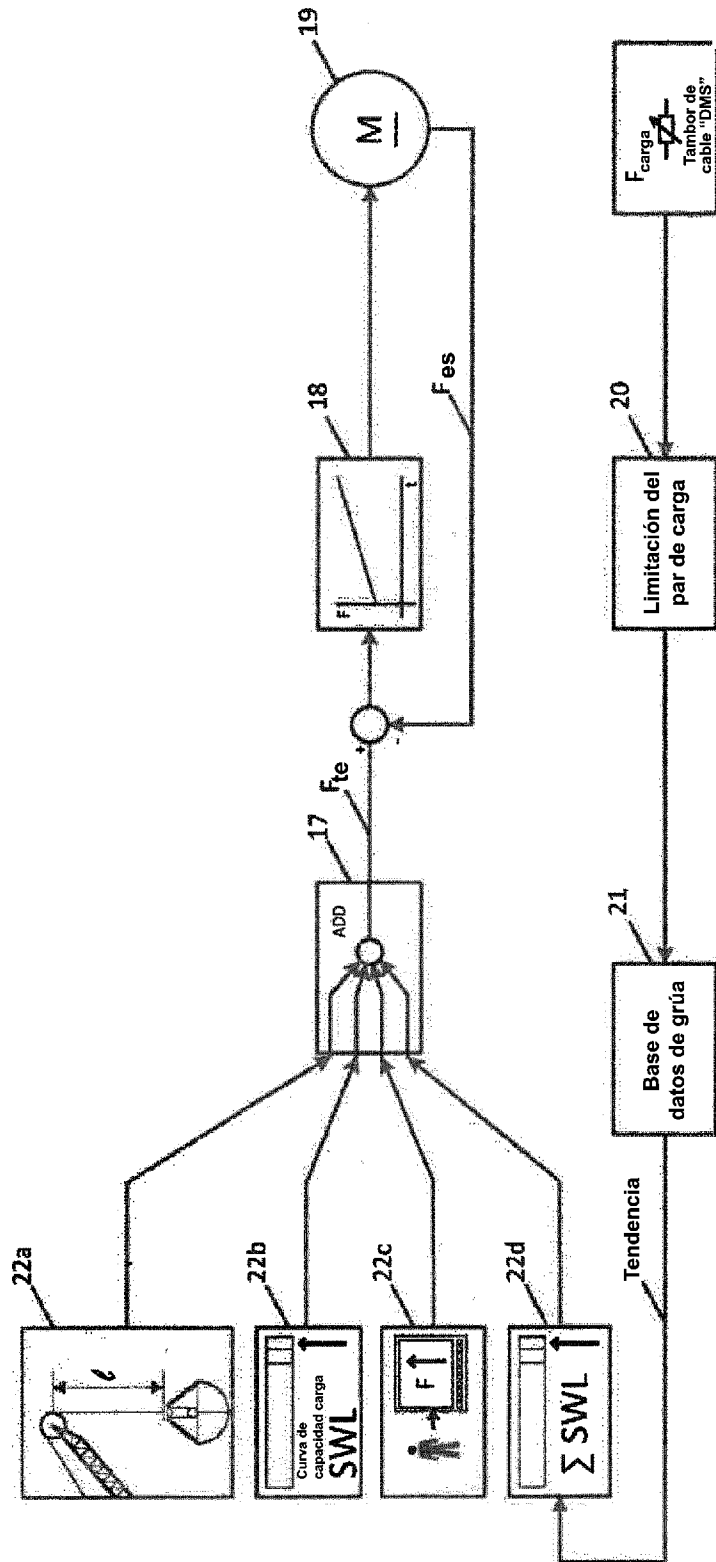


Figura 4