

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 423**

51 Int. Cl.:

G01G 11/00 (2006.01)

G01G 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2019 E 19156238 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2023 EP 3531086**

54 Título: **Sistema transportador con capacidad de pesaje**

30 Prioridad:

27.02.2018 GB 201803200

30.11.2018 GB 201819633

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

26.02.2024

73 Titular/es:

TEREX GB LIMITED (100.0%)

200 Coalisland Road

Dungannon, County Tyrone BT71 4DR, GB

72 Inventor/es:

BYRNE, RICHARD;

JOHNSTON, LEE;

MCMENAMIN, BARRY y

GIBSON, DAVID

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 959 423 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

Sistema transportador con capacidad de pesaje

5 **Campo de la invención**

Esta invención se refiere a conjuntos transportadores, y en particular a conjuntos transportadores con medios para pesar material transportado por un transportador.

10 **Antecedentes de la invención**

Es bien conocido utilizar un transportador para suministrar material a una amplia gama de maquinaria de procesamiento de material, o transportar material desde esta. Cuando se utiliza un transportador para transportar material procesado desde el aparato de procesamiento de material, a menudo es ventajoso determinar una indicación de la cantidad de material que se transporta con el fin de determinar cuándo se ha procesado una cantidad suficiente de material, o para determinar cuánto material procesado se debe cargar. Típicamente, con el fin de determinar un valor para la cantidad de material suministrado por un transportador, las básculas de pesaje industriales tradicionales se colocan bajo uno o más puntos del transportador. Sin embargo, los sistemas que emplean básculas de pesaje tradicionales de esta manera son caros. Además, incluso aunque el coste de tales sistemas puede ser alto, los niveles de precisión logrados tienden a ser bajos, dando como resultado cantidades inexactas de material procesado, o infra-/sobrecarga para material procesado.

El documento US 4 682 664 A divulga un puente de pesas de cinta transportadora que comprende medios de soporte para soportar una sección de un tramo de cinta transportadora.

Sería deseable proporcionar un sistema transportador capaz de pesar con precisión el material transportado por un transportador que fuera tanto preciso como relativamente barato.

30 **Compendio de la invención**

La invención proporciona un sistema transportador que comprende un transportador y un aparato de pesaje de transportador según la reivindicación 1, comprendiendo el aparato de pesaje de transportador:

35 medios de determinación de carga para determinar cargas ejercidas por al menos una sección del transportador sobre al menos un soporte de transportador para producir datos de carga; y

medios de cálculo para calcular al menos una medición relacionada con el peso para el material transportado por dicho transportador utilizando dichos datos de carga.

40 En realizaciones preferidas, el sistema transportador comprende al menos un medio de medición configurado para determinar el valor de al menos una variable en relación con los parámetros de posicionamiento y/o funcionamiento del transportador; en donde el medio de determinación de carga determina la carga ejercida por la al menos una sección del transportador en estados tanto de carga como de descarga de manera que los valores obtenidos se pueden combinar con los valores de la al menos una variable obtenida de al menos un medio de medición, y valores de constantes conocidas en relación con la geometría de la al menos una sección del transportador, su estructura de soporte y/o el material transportado por la al menos una sección del transportador, para permitir el cálculo del peso del material que es transportado por la al menos una sección del transportador.

50 Ventajosamente, es posible obtener una medición precisa para el peso de material transportado por la al menos una sección del transportador usando varias variables medidas de manera fácil y barata conjuntamente con diversas constantes conocidas.

55 Además, ventajosamente, se invalida el pesaje de todo el transportador y cualquier material en el mismo utilizando básculas de pesaje tradicionales, y costosas.

60 También se divulga un aparato de pesaje de transportador que comprende: medios de determinación de carga para determinar las cargas ejercidas por al menos una sección de un transportador en al menos un soporte de transportador, y/o medios de determinación de carga para medir al menos un parámetro de funcionamiento relacionado con la carga de medios de accionamiento para dicho transportador, para producir datos de carga, medios de cálculo para calcular al menos una medición relacionada con el peso para el material transportado por dicho transportador utilizando dichos datos de carga.

También se divulga un aparato de procesamiento de material que comprende un sistema transportador del primer aspecto de la invención, dicho al menos un soporte de transportador se acopla entre dicha al menos una sección del transportador y una estructura de soporte de dicho aparato de procesamiento de material.

- 5 Un cuarto aspecto de la invención proporciona un método según la reivindicación 11 para pesar el material transportado por un transportador o sección del mismo.

10 Idealmente, el aparato de pesaje de transportador comprende un módulo de cálculo en comunicación operativa con al menos los medios de determinación de carga y los medios de medición. Alternativamente, los datos del módulo de determinación de carga y los medios de medición se introducen manualmente en el módulo de cálculo. Preferiblemente, el módulo de cálculo comprende un módulo de memoria para almacenar al menos los valores de las constantes conocidas. Idealmente, el módulo de memoria tiene instrucciones de cálculo almacenadas en el mismo en relación con los cálculos requeridos para calcular el peso que es transportado por la al menos una sección del transportador.

15 En realizaciones típicas, dicho al menos un soporte de transportador comprende un ariete hidráulico.

20 Opcionalmente, los medios de determinación de carga comprenden uno o más sensores de fuerza, por ejemplo, que comprenden una o más celdas de carga y/o una o más galgas extensiométricas acopladas a dicho al menos un soporte de transportador. Los medios de determinación de carga pueden comprender uno o más transductores de presión hidráulica, o sensores, proporcionados en dicho ariete hidráulico o en un circuito hidráulico conectado a dicho ariete hidráulico.

25 En realizaciones preferidas, el sistema puede incluir medios de medición para medir la velocidad de dicho transportador, estando configurados dichos medios de cálculo para calcular dicha al menos una medición relacionada con el peso utilizando la velocidad medida. El sistema puede incluir medios de medición para medir un ángulo de inclinación de dicha al menos una sección del transportador, estando configurados dichos medios de cálculo para calcular dicha al menos una medición relacionada con el peso utilizando el ángulo medido.

30 Los medios de accionamiento pueden comprender un motor hidráulico y dicho al menos un parámetro de funcionamiento relacionado con la carga comprende un caudal hidráulico y/o una presión hidráulica de dicho motor hidráulico. Alternativamente, los medios de accionamiento pueden comprender un motor eléctrico y dicho al menos un parámetro de funcionamiento relacionado con la carga comprende una potencia, corriente y/o tensión eléctricas consumidas por dicho motor eléctrico.

35 Típicamente, el medio de accionamiento comprende un árbol de accionamiento, y dicho al menos un parámetro de funcionamiento relacionado con la carga comprende un par de torsión de dicho árbol de accionamiento.

40 Típicamente, los medios de determinación de carga se configuran para determinar la carga ejercida por la al menos una sección de transportador tanto en un estado cargado como en un estado descargado del transportador, y/o se configuran para medir dicho al menos un parámetro de funcionamiento relacionado con la carga de los medios de accionamiento tanto en un estado cargado como descargado del transportador.

45 Típicamente, dicho módulo de cálculo se configura para calcular dicha al menos una medición relacionada con el peso utilizando al menos una constante del sistema que representa al menos un aspecto de la configuración geométrica de dicha al menos una sección del transportador y el al menos un soporte de transportador. Dicho al menos un aspecto geométrico comprende típicamente las coordenadas espaciales de cada extremo del soporte, o de cada uno de estos, de transportador y/o una longitud de dicho al menos una sección del transportador.

50 Dicho al menos un soporte de transportador se acopla típicamente entre dicha al menos una sección del transportador y una estructura de soporte.

55 Los medios de determinación de carga pueden comprender convenientemente uno cualquiera o más de un transductor de presión (o sensor), una galga extensiométrica, o una celda de carga acoplada a dicho al menos un soporte de transportador para medir la presión, tensión o fuerza experimentada por el al menos un soporte de transportador.

60 Dichos medios de medición pueden comprender medios para medir la velocidad de una cinta de dicha al menos una sección del transportador. Dichos medios de medición pueden comprender un sensor de velocidad de rotación acoplado a un componente rotatorio de un sistema de accionamiento de dicha al menos una sección del transportador. Los medios de medición pueden comprender medios para medir el caudal del aceite a los medios de accionamiento hidráulico de al menos una sección del transportador.

65 Los medios para determinar el ángulo comprenden un transductor de ángulo (o sensor). Los medios para determinar el ángulo pueden comprender uno o más transductores lineales acoplados a dicho al menos un

ES 2 959 423 T3

soporte de transportador para determinar un valor para una extensión de dicho al menos un soporte de transportador.

5 La al menos una sección del transportador puede tener un primer extremo montable de manera fija o pivotante en una segunda sección del sistema transportador y un segundo extremo libre distal al primer extremo.

la al menos una sección del transportador puede ser soportada por dicho al menos un soporte de transportador en una ubicación de soporte entre los extremos primero y segundo de la al menos una sección del transportador.

10 Preferiblemente, los medios de determinación de carga se pueden montar operativamente en los medios de soporte de transportador de manera que se puede determinar al menos un cambio físico o al menos un cambio en las fuerzas experimentadas por los medios de soporte de transportador.

15 Preferiblemente, los medios de determinación de carga comprenden al menos un transductor de presión, típicamente al menos un transductor de presión hidráulica, acoplado a los medios de soporte de transportador de manera que la presión que actúa sobre o dentro de al menos un medio de soporte del transportador puede determinarse a partir de los mismos.

20 Alternativamente, los medios de determinación de carga comprenden una galga extensiométrica montable operativamente en los medios de soporte de transportador de manera que la deformación experimentada sobre o dentro de al menos un medio de soporte de transportador puede determinarse a partir de las mismas.

25 Además, alternativamente, los medios de determinación de carga comprenden una celda de carga montable operativamente en los medios de soporte de transportador de manera que la fuerza que actúa sobre o dentro de los al menos un medio de soporte de transportador puede determinarse a partir de las mismas.

Idealmente, el al menos un medio de medición comprende un medio para medir la velocidad de una cinta de la al menos una sección del transportador.

30 Preferiblemente, los medios para medir la velocidad de la cinta de la al menos una sección del transportador comprenden un tacómetro o sensor de velocidad de rotación. Puede utilizarse cualquier tacómetro/sensor de velocidad de rotación convencional. Por ejemplo, un dispositivo de medición de velocidad típico (a veces denominado rueda de velocidad) puede comprender, para una rueda de un diámetro conocido, una placa (u otra parte) que rota con la rueda, teniendo la placa una pluralidad de aberturas o dientes, y un sensor de proximidad configurado para enviar impulsos de señal en respuesta a la detección de las aberturas o dientes.
35 Alternativamente, se puede proporcionar un contador de RPM convencional (revoluciones por minuto), o dispositivo para determinar la velocidad de rotación o velocidad angular. Cualquier dispositivo de este tipo puede acoplarse a una polea o rodillo de la cinta del transportador según sea conveniente.

40 Opcionalmente, los medios para medir la velocidad de una cinta de la al menos una sección del transportador comprenden medios para medir la caudal de aceite a un aparato de accionamiento hidráulico acoplable para accionar la cinta de la al menos una sección del transportador, la velocidad de la cinta puede derivarse del caudal del aceite.

45 Preferiblemente, se proporcionan medios de medición adicionales para determinar el ángulo de al menos una sección del transportador con relación a un plano horizontal u otra referencia. Los medios de medición para determinar el ángulo de la al menos una sección del transportador con relación al plano horizontal pueden ser un transductor de ángulo u otro sensor de ángulo.

50 Alternativamente, los medios de medición para determinar el ángulo de la al menos una sección del transportador con relación a un plano horizontal comprenden transductores lineales montables operativamente a los medios de soporte de transportador de manera que se puede obtener un valor para una extensión de los medios de soporte de transportador a partir de los mismos.

55 Idealmente, la al menos una sección del transportador puede tener un primer extremo montable de manera pivotante en una segunda sección del sistema transportador y un segundo extremo libre distal al primer extremo. Alternativamente, la al menos una sección del transportador puede tener un primer extremo montable de manera fija en una segunda sección del sistema transportador y un segundo extremo libre distal al primer extremo. Preferiblemente, la al menos una sección del transportador es soportada por los medios de soporte
60 de transportador en una ubicación de soporte entre los extremos primero y segundo de la al menos una sección del transportador.

65 Los medios de determinación de carga comprenden al menos un pasador de medición de carga acoplado entre dicho al menos un soporte de transportador y dicha al menos una sección del transportador, o entre dicho al menos un soporte de transportador y una estructura de soporte. Dicho al menos un pasador de medición de carga puede ser parte de una articulación pivotable entre dicho al menos un soporte de transportador y dicha

al menos una sección del transportador, o entre dicho al menos un soporte de transportador y una estructura de soporte.

5 Dichos medios de cálculo pueden configurarse para determinar una carga resultante que actúa a lo largo del eje longitudinal de dicho al menos un soporte de transportador. Dichos medios de cálculo pueden configurarse para determinar dicha carga resultante al resolver la carga medida por dichos medios de determinación de carga a lo largo del eje longitudinal de dicho al menos un soporte de transportador.

10 Dichos medios de cálculo pueden configurarse para calcular un peso de material en dicha al menos una sección de transportador como:

$$W = \frac{F_R * F}{G}$$

15 donde F_R es la carga resultante, F es la distancia perpendicular entre la línea de acción de F_R y un extremo inferior de dicha al menos una sección de transportador, y G es la distancia perpendicular entre el extremo inferior de dicha al menos una sección de transportador y una ubicación del centro de gravedad de una carga de material uniformemente distribuida teórica en la al menos una sección del transportador.

20 Las constantes del sistema conocidas pueden comprender uno cualquiera o más de: la longitud de la al menos una sección del transportador; las ubicaciones espaciales de los extremos primero y segundo de los medios de soporte de transportador; la ubicación espacial de los extremos primero y segundo de los medios de soporte de transportador es la ubicación espacial con relación al primer extremo del transportador; el centro de gravedad aproximado de una carga de material en la al menos una sección del transportador; la carga de material en la al menos una sección del transportador se supone que es una carga uniformemente distribuida; 25 el diámetro de un orificio del cilindro hidráulico del medio de soporte de transportador; el diámetro del vástago de pistón de los medios de soporte de transportador; F; G.

30 El resultado del cálculo del peso de material que es transportado por la al menos una sección del transportador puede expresarse como el tonelaje instantáneo en la al menos una sección del transportador y/o el tonelaje instantáneo transportado por la al menos una sección del transportador en cualquier período de tiempo dado. El período de tiempo dado puede ser, por ejemplo, una hora, el tiempo total transcurrido desde el arranque del motor, y/o el tiempo total transcurrido desde una fecha y hora especificadas.

35 Otras características preferidas se mencionan en las reivindicaciones dependientes adjuntas a la presente.

Aspectos ventajosos adicionales de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica al revisar la siguiente descripción de una realización específica y con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

40 A continuación se describen, a modo de ejemplo, realizaciones de la invención y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se usan numerales semejantes para indicar piezas semejantes y en los que:

45 La Figura 1 es una vista esquemática de un aparato de pesaje de transportador que incorpora un aspecto de la invención, siendo el aparato de pesaje de transportador parte de un sistema transportador que incorpora otro aspecto de la invención;

50 La Figura 2 es una vista en perspectiva de una primera sección de un transportador que tiene medios de determinación de carga y medios de medición, siendo la primera sección de transportador parte del sistema transportador;

La Figura 3 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un transportador que comprende dicha primera sección y una segunda sección de transportador;

55 La Figura 4 es una vista en perspectiva de un aparato de procesamiento de material que muestra dicha primera sección de transportador en despiece ordenado;

60 La Figura 5 es una vista en perspectiva de un aparato de procesamiento de material que incorpora otro aspecto de la invención e incluye un sistema transportador y un aparato de pesaje de transportador que incorpora la invención;

La Figura 6 es una vista lateral de un aparato de procesamiento de material que incluye un sistema transportador alternativo y un aparato de pesaje de transportador que incorpora la invención;

La Figura 6A es una vista en perspectiva de parte del aparato de la Figura 6; y

La Figura 7 es una vista lateral de un aparato de procesamiento de material alternativo que incluye un sistema transportador alternativo adicional y un aparato de pesaje de transportador que incorpora la invención.

5

Descripción detallada de los dibujos

La presente enseñanza se describirá ahora con referencia a un sistema transportador ejemplar. Se entenderá que el sistema transportador ejemplar se proporciona para ayudar a la comprensión de la presente enseñanza y no debe interpretarse como limitante en modo alguno. Además, los elementos o componentes que se describen con referencia a una Figura cualquiera pueden intercambiarse con los de otras figuras u otros elementos equivalentes sin apartarse del espíritu de la presente enseñanza.

Haciendo referencia ahora a los dibujos adjuntos, se ilustra un sistema transportador 10 que comprende un transportador 11 y un aparato de pesaje de transportador 12. El transportador ilustrado 11 tiene, a modo de ejemplo solamente, una primera parte, o sección 14 (que puede denominarse sección de cabeza) y una segunda parte, o sección 9 (que puede denominarse sección de cola). Las secciones de transportador 9, 14 pueden ser desprendibles entre sí. Cuando se ensamblan, las secciones de transportador 9, 14 pueden acoplarse juntas en una relación fija, o en una relación ajustable según se desee, por ejemplo, las secciones de transportador 9, 14 pueden ser ajustables de manera pivotante entre sí alrededor de un eje que es transversal al transportador. El transportador 11 es típicamente una cinta transportadora, mostrándose la cinta 8 en la Figura 2 pero no en la Figura 3.

El aparato de pesaje de transportador 12 comprende al menos un dispositivo de determinación de carga 13 configurado para determinar la carga ejercida por una o más secciones 14 del transportador 11 en al menos uno, y típicamente más de uno, soportes de transportador 15. En la realización preferida, el aparato de pesaje de transportador 12 puede funcionar con la primera sección 14 del transportador 11, que puede denominarse la sección de transportador soportada 14. En el ejemplo ilustrado, los soportes de transportador primero y segundo 15 se proporcionan en lados opuestos de la sección de transportador 14 y soportan la sección de transportador 14 con respecto a una máquina de procesamiento de material 25, como se puede ver mejor en la Figura 5. Los soportes 15 comprenden típicamente un puntal extensible u otra estructura o dispositivo extensible. La máquina de procesamiento de material 25 puede incluir, por ejemplo, uno o más dispositivos de procesamiento de material tales como una pantalla y/o una trituradora que alimenta material sobre el transportador 11.

El aparato de pesaje de transportador 12 también comprende uno o más dispositivos de medición 16, 17 configurados para determinar el valor de uno o más parámetros variables en relación con el posicionamiento y/o el funcionamiento del transportador 11, o al menos la sección de transportador relevante 14. En la realización mostrada en los dibujos, un primer dispositivo de medición 16 comprende un sensor de velocidad de rotación, por ejemplo, una rueda de velocidad o contador de RPM, u otro dispositivo de medición de velocidad de rotación convencional, acoplado a cualquier componente rotatorio conveniente de un sistema de accionamiento del transportador 11, y en particular de la sección de transportador 14, para determinar la velocidad del transportador, en particular la velocidad de la cinta 8. El sistema de accionamiento puede ser de cualquier tipo convencional, incluyendo típicamente uno o más motores y componentes rotatorios adecuados tales como rodillos, árbol(es) de accionamiento, árbol(es) accionado(s) y polea(s), cualquiera de los cuales puede usarse en la medición de velocidad según sea conveniente.

Alternativamente, el primer dispositivo de medición 16 comprende un dispositivo para medir el caudal de aceite a los medios de accionamiento hidráulico 7 (que comprenden típicamente un motor hidráulico) proporcionados para accionar la cinta 8. En esta realización, la velocidad de la cinta 8 puede derivarse del caudal del aceite. Para este fin se puede proporcionar cualquier caudalímetro hidráulico convencional (no mostrado). Alternativamente, el primer dispositivo de medición 16 comprende un sensor de corriente para medir el consumo de corriente por medios de accionamiento eléctrico 7 (que típicamente comprenden un motor eléctrico) provistos para accionar la cinta 8. En esta realización, la velocidad de la cinta 8 puede derivarse del nivel de corriente.

En realizaciones en las que el ángulo de inclinación de la sección de transportador 14 es ajustable, se puede proporcionar un segundo dispositivo de medición 17, típicamente en forma de transductor o inclinómetro de ángulo, instalado en cualquier ubicación conveniente en la sección de transportador 14 de manera que pueda determinar el ángulo de la sección de transportador 14 con respecto a la horizontal u otra referencia (por ejemplo, con respecto a una parte de la máquina u otra estructura de soporte que soporte el transportador 14). Alternativamente, el segundo dispositivo de medición 17 puede comprender medios para determinar la cantidad a la que se extiende uno cualquiera o cada soporte de transportador 15, por ejemplo, uno o más transductores lineales proporcionados en uno cualquiera o cada soporte de transportador 15, de manera que se puede obtener un valor indicativo de una extensión de los soportes de transportador 15 a partir de la salida del transductor o transductores. El ángulo de la sección de transportador 14 en relación con la horizontal u otra

referencia puede derivarse fácilmente de la extensión determinada de los soportes de transportador 15. Opcionalmente, puede proporcionarse un transductor de ángulo (no mostrado) para medir el ángulo de inclinación de una parte de la máquina 25, u otra estructura de soporte, que soporte el transportador 14 con respecto a la horizontal. Por ejemplo, tal transductor de ángulo, o sensor, puede proporcionarse en el chasis de la máquina 25. Este transductor de ángulo adicional permite que el sistema contabilice situaciones en las que, por ejemplo, la máquina 25 se ubica en terreno inclinado. El ángulo de inclinación medido de la máquina 25 (u otra estructura de soporte) puede utilizarse con el ángulo de inclinación relativo medido del transportador 14 (en particular cuando el ángulo del transportador se mide con respecto a parte de la máquina/estructura de soporte) para calcular un ángulo de inclinación absoluto para el transportador 14.

Preferiblemente, el dispositivo de determinación de carga 13 determina la carga ejercida por la sección de transportador 14 tanto en un estado cargado como en un estado descargado. Estos valores se pueden usar con los valores de los parámetros medidos por los dispositivos de medición 16, 17, y valores de constantes conocidas que representan una o más características físicas, en particular características geométricas, del sistema. Estas constantes pueden representar uno o más aspectos de la geometría del transportador 11, o sección de transportador 14 según sea aplicable, sus estructuras de soporte, y/o el material transportado por el transportador 11, para permitir que se realicen uno o más cálculos del peso, o relacionados con este, del material transportado por el transportador 11. Por ejemplo, el peso total del material procesado, el peso por unidad de longitud de transportador y/o el peso por unidad de tiempo se pueden calcular según se requiera. En consecuencia, es posible obtener mediciones precisas para el peso del material transportado por el transportador 11 usando parámetros medidos de manera fácil y barata conjuntamente con constantes de sistema conocidas. Además, se invalida el pesaje de toda la cinta transportadora 11 y de cualquier material de la misma utilizando básculas de pesaje tradicionales y caras. Las lecturas del dispositivo de determinación de carga 13 pueden tomarse de forma continua en intervalos de tiempo que pueden ser especificados por un usuario, siendo los intervalos de tiempo más típicos cada un segundo, cada cinco segundos y cada diez segundos. En el caso más preferible, las lecturas del dispositivo de determinación de carga 13 se toman cada un segundo.

El aparato de pesaje de transportador preferido 12 comprende un módulo de cálculo 19 en comunicación con al menos el dispositivo de determinación de carga 13 y los dispositivos de medición 16, 17 de manera que los datos de estos dispositivos pueden proporcionarse al módulo de cálculo 19. El módulo de cálculo 19 puede estar en comunicación con el dispositivo de determinación de carga 13 y los dispositivos de medición 16, 17 a través de una conexión cableada o inalámbrica según sea conveniente. Alternativamente, los datos del dispositivo de determinación de carga 13 y/o los dispositivos de medición 16, 17 se introducen manualmente en el módulo de cálculo 19. El módulo de cálculo 19 puede proporcionarse en cualquier ubicación conveniente en el transportador 11 o la máquina 25 de la que forma parte el transportador 11.

El módulo de cálculo preferido 19 comprende una memoria 20, que puede comprender cualquier ordenador o memoria de datos adecuados, para almacenar los valores de las constantes conocidas, y opcionalmente también los datos proporcionados desde el dispositivo de determinación de carga 13 y los dispositivos de medición 16, 17. La memoria 20 también puede almacenar un conjunto de instrucciones, convenientemente en forma de software informático, para realizar los cálculos relacionados con el peso requeridos. El módulo de cálculo 19 comprende típicamente un procesador 21 (por ejemplo, un microprocesador, microcontrolador o PLC) capaz de ejecutar las instrucciones almacenadas en el módulo de memoria 20 de manera que el procesador 21 calcula el peso de material procesado por el transportador 11 a partir de los datos recibidos o introducidos desde el dispositivo de determinación de carga 13, los dispositivos de medición 16, 17, y las constantes conocidas almacenadas en el módulo de memoria 20. En una realización preferida, el módulo de cálculo 19 comprende un controlador lógico programable (PLC).

En realizaciones preferidas, el soporte de transportador 15, o cada uno de ellos, comprende un ariete hidráulico (comúnmente denominado cilindro hidráulico). El propio ariete hidráulico 15 puede servir como soporte 15. Alternativamente, el cilindro hidráulico 15 puede proporcionarse como parte del soporte de transportador 15. Por ejemplo, el ariete 15 puede acoplarse a una estructura de soporte telescópica o de otro modo extensible linealmente (por ejemplo, un puntal o tirante) para efectuar la extensión y retracción de la misma. En realizaciones alternativas, puede proporcionarse cualquier otro accionador conveniente, por ejemplo, un accionador lineal eléctrico, en lugar del cilindro hidráulico. Alternativamente todavía, el soporte de transportador 15 puede ser de longitud fija en cuyo caso no se requiere el cilindro u otro accionador.

En la realización ilustrada se proporciona un soporte de transportador 15 respectivo en cada lado lateral de la sección de transportador 14. Cada soporte de transportador 15 tiene un primer extremo 22 acoplado a la sección de transportador 14 y un segundo extremo 23 distal al primer extremo 22 acoplado a una estructura de soporte 24. Los soportes de transportador 15 pueden acoplarse de forma pivotante, o fija, en su primer extremo 22 al transportador 14, y/o en su segundo extremo 23 a la estructura de soporte 24, según se requiera. En realizaciones típicas, la estructura de soporte 24 es parte de un aparato de procesamiento de material 25 del que forma parte el sistema transportador 10. Debe entenderse que, dependiendo de la carga y posicionamiento de los soportes de transportador 15, un solo soporte de transportador puede ser adecuado.

Los soportes de transportador 15 mostrados en los dibujos soportan el transportador 11 desde arriba. Alternativamente o además, sin embargo, se puede proporcionar uno o más soportes de transportador que soportan el transportador desde abajo.

5 En realizaciones preferidas, el o cada dispositivo de determinación de carga 13 se proporciona en el soporte de transportador respectivo 15, o se acopla de otro modo con este, con el fin de medir la carga ejercida sobre el soporte de transportador. Opcionalmente, el dispositivo de determinación de carga 13 comprende uno o más transductores de presión (o sensores de presión), en particular uno o más transductores (o sensores) de presión hidráulica. El sensor de presión, o cada uno de ellos, puede proporcionarse en el cilindro del ariete hidráulico respectivo, o conectarse a una línea hidráulica o circuito hidráulico conectado al ariete, con el fin de medir la presión que actúa sobre o dentro del ariete hidráulico. Alternativamente, o además, el dispositivo de determinación de carga 13 puede comprender uno o más sensores de fuerza, por ejemplo, una o más galgas extensiométricas o una o más celdas de carga. El sensor de fuerza, o cada uno, puede acoplarse al soporte de transportador 15 respectivo en cualquier ubicación conveniente con el fin de medir la fuerza ejercida sobre el soporte de transportador 15. Por ejemplo, se puede proporcionar una o más galgas extensiométricas en una superficie del pistón u otra parte del soporte 15 para medir la deformación experimentada por el soporte de transportador 15. En el caso de una celda de carga, la celda de carga puede, por ejemplo, incorporarse en el soporte de transportador, o proporcionarse entre el soporte de transportador y el transportador 14, o entre el soporte de transportador y la estructura de soporte 24, con el fin de medir la carga que actúa sobre el soporte de transportador 15. Se apreciará que el dispositivo de determinación de carga 13 puede proporcionarse para solo uno de los soportes de transportador 15 en realizaciones en las que se puede lograr una lectura adecuada a partir de un solo soporte 15. En la realización ilustrada, las lecturas desde el dispositivo de determinación de carga 13 pueden usarse junto con valores de parámetros conocidos del ariete 15, en particular el diámetro del orificio de cilindro hidráulico y el diámetro del vástago de pistón de cilindro hidráulico, para derivar un valor para la tensión promedio en el ariete hidráulico 15.

En realizaciones alternativas, el dispositivo de determinación de carga comprende medios para medir uno o más parámetros de funcionamiento de los medios de accionamiento 7 del transportador 11, o al menos de la parte de transportador 14. En realizaciones típicas, los medios de accionamiento 7 accionan la cinta 8. Los medios de accionamiento 7 pueden comprender un motor hidráulico, en cuyo caso el parámetro de funcionamiento relevante puede ser uno cualquiera o ambos del caudal de fluido hidráulico o la presión de fluido hidráulico del motor hidráulico durante el uso (que puede medirse desde el circuito hidráulico conectado al motor por cualquier caudalímetro hidráulico convencional o transductor de presión). Alternativamente, los medios de accionamiento 7 pueden comprender un motor eléctrico, en cuyo caso el parámetro de funcionamiento relevante puede ser la potencia, la tensión y/o la corriente eléctrica consumidas por el motor durante el uso (que puede medirse desde el circuito eléctrico conectado al motor utilizando cualquier sensor de corriente y/o tensión convencional). Alternativamente, o además, el dispositivo de determinación de carga puede comprender medios para medir el par de un árbol de accionamiento de los medios de accionamiento 7. Cualquier sensor de par convenientemente puede acoplarse al árbol de accionamiento para este propósito. La medición de potencia, flujo, par o presión, según sea aplicable, se toma preferiblemente tanto en los estados cargado como descargado del transportador, y se utiliza en cálculos en relación con el peso del material que es transportado por el transportador de una manera similar a la descrita anteriormente. Se apreciará que puede emplearse una variedad de dispositivos alternativos para monitorizar los cambios en el estado físico de los cilindros hidráulicos 15 o medir las fuerzas experimentadas por los mismos, y como tal el alcance de la invención no se limita a los ejemplos proporcionados anteriormente en relación con el dispositivo de determinación de carga 13.

En una realización preferida, al menos la sección 14 del transportador se monta de manera pivotante en o alrededor de un primer extremo 29 y tiene un segundo extremo libre 30 distal al primer extremo 29. La sección pivotable 14 del transportador es soportada por los arietes hidráulicos 15 en una ubicación de soporte 31 entre sus extremos primero y segundo 29, 30. Las constantes conocidas incluyen la longitud de la sección pivotable 14 del transportador. Las constantes conocidas también incluyen las ubicaciones espaciales de los extremos primero y segundo 22, 23 de los cilindros hidráulicos con relación al montaje pivotable del primer extremo 29 de la sección pivotable 14 del transportador. La ubicación espacial de los extremos primero y segundo 22, 23 de los cilindros hidráulicos, en combinación con el valor para el ángulo de la al menos una sección del transportador 14 con relación a la horizontal, se utilizan para derivar la longitud de un brazo de palanca que se extiende perpendicularmente desde el montaje pivotante de la al menos una sección del transportador 14 a la línea de acción de los cilindros hidráulicos 15. Las constantes conocidas también incluyen el centro de gravedad aproximado de una carga de material uniformemente distribuida supuesta en la sección pivotable 14 del transportador, que en combinación con la longitud del brazo de palanca, puede utilizarse para derivar el peso del material transportado en la sección pivotable del transportador 14. El diámetro de un orificio (no mostrado) de los cilindros hidráulicos 15, y el diámetro de un vástago de pistón (no mostrado) de los cilindros hidráulicos 15 también forman parte del conjunto de constantes conocidas. En una realización alternativa, la sección 14 del transportador se monta fijamente en su primer extremo de manera que su ángulo con respecto a la horizontal es fijo. En este caso, no hay ningún requisito para la medición del ángulo de la al menos una sección del transportador 14 con respecto a la horizontal. Como resultado, el ángulo de la al menos una sección

5 del transportador 14 con respecto a la horizontal se convierte en una de las constantes conocidas, y cualquier medición de otras constantes conocidas que se refieran al montaje pivotante de la al menos una sección del transportador 14 puede tomarse del montaje fijo de la al menos una sección del transportador 14. En tales realizaciones, los soportes 15 no necesitan ser extensibles. Alternativamente, o además, la velocidad del transportador, o sección(s) relevante(s) del transportador, puede ser fija, en cuyo caso no es necesario medir la velocidad del transportador, y la velocidad del transportador puede ser una de las constantes de sistema conocidas.

10 El resultado del cálculo del peso del material que es transportado por el transportador 11 puede expresarse como el tonelaje instantáneo en el transportador 11 o una parte del mismo, y/o el tonelaje instantáneo transportado por el transportador en cualquier período de tiempo dado. El período de tiempo dado puede ser una hora, el tiempo total transcurrido desde el arranque del motor, y/o el tiempo total transcurrido desde una fecha y hora especificadas. El resultado del cálculo del peso del material transportado por el transportador 11 puede exponerse en una pantalla visual 33 tal como una unidad de exposición visual (VDU, Visual Display Unit), pantalla LCD, u otra pantalla adecuada de manera que el usuario/operador pueda grabar o usar la información.

A continuación se proporciona un ejemplo de cómo se pueden realizar diversos cálculos de peso.

20 Constantes de sistema conocidas (unidades de medida entre paréntesis):

A- Dimensión X (mm) de Punto de elevación inferior de cilindro 15

25 B- Dimensión Y (mm) de Punto de elevación inferior de cilindro 15

C- Dimensión X (mm) de C.O.G. de material

D- Dimensión Y (mm) de C.O.G. de material

30 E - Dimensión horizontal (mm) de punto de elevación superior de cilindro 15

F - Dimensión vertical (mm) de punto de elevación superior de cilindro 15

35 L- Longitud del material pesado sobre la cinta(es decir, soportado por cilindros) (mm)

D1- Orificio (mm) del Cilindro 15

D2- Diámetro de vástago de pistón (mm) de cilindro 15

40 Los siguientes valores de parámetros (datos de carga y datos de medición) se obtienen del dispositivo de determinación de carga 13 y los dispositivos de medición 16, 17:

45 1. P1L y P1R - Lecturas de presión sin carga para cada cilindro 15 (Bar) (este valor se almacena en un procedimiento de configuración en cada inicialización, cuando no hay carga en la cinta)

2. Lecturas de presión cargadas con P2L y P2R para cada cilindro 15 (este valor puede muestrearse cada 1, 5, 10 segundos u otro tiempo determinado por el programador)

50 3. G - lectura de ángulo del transportador (desde la superficie de referencia del inclinómetro hasta un plano horizontal (grados)

4. V = Velocidad de la cinta (m/s)

Usando los datos anteriores, el módulo de cálculo 19 puede realizar los siguientes cálculos:

55 T = Tensión media en los 2 cilindros hidráulicos (kg) desde:

$$T = \frac{((P2L + P2R) - (P1L + P1R)) \cdot L}{(D1^2 - D2^2) \cdot (40 \cdot 9.81)}$$

60 V = distancia de palanca desde la bisagra de transportador perpendicular a la línea de acción de los cilindros 15 (mm) desde: $V = \frac{(E \cdot E) + (F \cdot F) \cdot \text{Sen}(\tan^{-1}((F + B \cdot \text{Cos}G - A \cdot \text{Sen}G) / (B \cdot \text{Sen}G + A \cdot \text{Cos}G - E))) + \tan^{-1}(F/E))}{2}$

W = Peso del material pesado en la sección de transportador, o cinta, (kg) desde

65 $W = 2 \cdot T \cdot V / C \cdot \text{Cos}G + D \cdot \text{Sen}G$

WperM = Peso por metro lineal (kg) desde

$$W_{perM} = W * 1000 / L$$

5 TPH = Toneladas por hora desde-

$$TPH = W_{perM} * V * 3600 / 1000$$

10 Ahora se describen realizaciones alternativas de la invención con referencia a las Figuras 6, 6A y 7 en las que se usan números similares para denotar partes similares y con respecto a las cuales se aplica la misma descripción o una descripción similar según se proporciona en relación con las Figuras 1 a 5 a menos que se indique lo contrario y como sería evidente para un experto en la técnica.

15 Las Figuras 6 y 6A, muestran el aparato de procesamiento de material 25 en el que los soportes de transportador 15 soportan la sección de transportador 14 desde arriba. Como resultado, los soportes 15 se cargan en tensión. La Figura 7 muestra un aparato de procesamiento de material alternativo 25' en el que los soportes de transportador 15' soportan la sección de transportador 14' desde abajo, extendiéndose entre la sección de transportador 14 y una estructura de soporte de transportador 24'. Como resultado, los soportes 15' se cargan en compresión. En la Figura 7, la estructura de soporte de transportador 24' es convenientemente proporcionada por el cuerpo del aparato 25'. Aunque no es visible en las Figuras 6, 6A o 7, un soporte de transportador respectivo típicamente, pero no necesariamente, se proporciona a cada lado de la sección de transportador respectiva 14, 14'.

25 En estas realizaciones, el dispositivo de determinación de carga 13 comprende al menos un pasador de medición de carga 50 (que también puede denominarse pasador de carga, o una celda de carga de pasador de cizalladura). El pasador de carga 50, o cada uno de ellos, se puede usar para acoplar un extremo 22, 23 respectivo de un soporte de transportador 15, 15' respectivo a la sección de transportador 14, 14' o la estructura de soporte 24, 24', según sea aplicable. El pasador de carga 50 puede formar parte de una articulación pivotable entre el soporte 15, 15' y la sección de transportador 14, 14' o la estructura de soporte 24, 24', según sea aplicable. A modo de ejemplo, la Figura 6A muestra un pasador de carga 50 que acopla el extremo 22 del soporte 15 a la sección de transportador 14, y que es parte de una articulación pivotable. En las realizaciones ilustradas, el pasador de carga 50 se proporciona en el extremo 22 del soporte respectivo 15, 15', acoplando el soporte 15, 15' a la sección de transportador 14, 14'. Alternativamente, o además, un pasador de carga respectivo 50 puede acoplar el extremo respectivo 23 del soporte de transportador 15, 15' a la estructura de soporte 24, 24'. Típicamente, el pasador de carga 50, o cada uno de ellos, forma parte de un acoplamiento pivotable entre el soporte 15, 15' respectivo y la sección de transportador 14, 14' o la estructura de soporte 24, 24', según sea aplicable. Se entenderá que puede proporcionarse un pasador de carga respectivo 50 en cualquier extremo de uno cualquiera o más de los soportes 15, 15' en casos en los que está presente más de un soporte 15, 15'.

40 El pasador de carga 50 produce una señal de salida indicativa de la carga ejercida sobre él por la sección de transportador 14, 14'. En la realización ilustrada, el pasador de carga 50 se ubica en el extremo 22 del soporte 15 y se dispone para medir la fuerza (carga) en una dirección que es perpendicular a la sección de transportador 14, en particular perpendicular a la superficie transportadora de la sección de transportador 14. Esta fuerza se muestra en las Figuras 6, 6A y 7 como F_p . En realizaciones alternativas, dependiendo del tipo de pasador de carga y/o de la configuración o ubicación del pasador de carga, el pasador de carga puede, alternativamente o además, medir la fuerza en una o más direcciones diferentes. En general, el pasador de carga 50 se dispone de manera que tiene, y por lo tanto la dirección de la fuerza o fuerzas que mide, una orientación conocida con respecto a una o más partes del aparato 25'.

50 Ahora se describe un método preferido en el que el rendimiento de material en la sección de transportador 14, 14' se puede calcular utilizando la señal de salida del(s) pasador(es) de carga 50. El pasador de carga 50, o cada uno de ellos, puede ubicarse en el punto de conexión 4, 4' entre la sección de transportador 14, 14' y el soporte respectivo 15, 15' (es decir, en el extremo 22), o en el punto de conexión 3, 3' entre el soporte 15, 15' y la estructura de soporte 24, 24' (que es típicamente parte del cuerpo o chasis del aparato 25, 25').

60 Cada pasador de carga 50 proporciona un valor de carga de salida que devolverá un valor F_p , que es una medida de la carga ejercida sobre él por la sección de transportador 14, 14'. Se desea determinar la carga (fuerza) correspondiente que se ejerce a lo largo del eje longitudinal del respectivo soporte 15, 15'. Esto puede denominarse la carga resultante F_R . En las Figuras 6 y 6A, se muestra la fuerza F_R que actúa a lo largo del eje del soporte 15, aplicando tensión al soporte 15. En la Figura 7, se muestra la fuerza F_R que actúa a lo largo del eje del soporte 15, aplicando compresión al soporte 15. F_R puede calcularse a partir de F_p siempre que se conozca el ángulo relativo de inclinación entre el soporte 15, 15' y la sección de transportador 14, 14', en particular el ángulo entre el eje longitudinal del soporte 15, 15' y el eje longitudinal de la sección de transportador 14, 14'. Por ejemplo, para este fin se puede usar cualquier técnica matemática convencional para resolver

fuerzas. Como se ha indicado anteriormente, la geometría relevante de la sección de transportador 14, 14' y el soporte 15, 15' puede determinarse de cualquier manera conveniente, por ejemplo, determinando el ángulo de inclinación de la sección de transportador 14, 14' (que puede ser fijo o variable) y/o la extensión de los soportes 15, 15'. Como se ha indicado anteriormente, se puede usar cualquier dispositivo o técnica de medición conveniente para determinar ángulos y/o extensiones, según se requiera. Más en general (y por ejemplo en casos en los que el pasador de carga se orienta de manera que no mida la carga en una dirección perpendicular a la sección de transportador 14, 14'), siempre que se conozca la orientación relativa entre el eje longitudinal del soporte 15, 15' y la dirección de F_P , entonces se puede calcular F_R , por ejemplo, mediante técnicas convencionales de resolución de fuerza. Esta orientación relativa es conocida o puede calcularse porque la dirección de F_P es conocida (como se ha descrito anteriormente) y la dirección axial del soporte 15, 15' es conocida (si la sección de transportador 14, 14' es fija) o puede calcularse (por ejemplo, como se ha descrito anteriormente) si el ángulo de inclinación de la sección de transportador es variable.

El método preferido implica calcular una carga de punto de material W que representa el peso de material transportado en la sección de transportador 14, 14'. Se considera que la carga de punto de material W actúa en el centro de gravedad (CoG) de una carga de material uniformemente distribuida supuesta en la sección de transportador 14, 14'.

La carga de punto de material W puede calcularse como:

$$W = \frac{F_R * F}{G}$$

Donde F_R es la carga resultante del soporte de transportador 15, 15', F es la distancia perpendicular entre la línea de acción de F_R (o el eje longitudinal del soporte de transportador 15, 15') y el extremo inferior 29, 29' de la sección de transportador 14, 14' (que es el punto de pivote inferior 5, 5' de la sección de transportador 14, 14' en casos en los que la sección de transportador 14, 14' puede pivotar para ajustar su ángulo de inclinación) y G es la distancia horizontal, o perpendicular, entre el extremo 29, 29' (que es típicamente el punto de pivote inferior 5, 5') de la sección de transportador 14, 14' y la carga de material CoG.

Para secciones de transportador 14, 14' con posiciones de inclinación variables, F_R , F y G son variables con el ángulo de inclinación de la sección de transportador, y se pueden calcular de cualquier manera conveniente, por ejemplo usando geometría básica y conocimiento de la posición relativa entre la sección de transportador y un punto fijo. A modo de ejemplo, puede proporcionarse un inclinómetro en el bastidor de transportador o en la estructura de soporte 15, 15' para medir el ángulo de la sección del transportador o el cambio de ángulo, o puede proporcionarse un transductor de posición lineal en el soporte 15, 15' para medir su longitud o el cambio de longitud.

El rendimiento del transportador (T) puede calcularse como sigue:

$$W_{perM} = W * 1000/L$$

$$T = W_{perM} * V * 3600/1000$$

Donde W representa el peso del material pesado en la sección de transportador 14, 14' (en kg), W_{perM} es el peso por metro lineal, L es la longitud de la sección de transportador 14, 14' y V es la velocidad del transportador (por ejemplo, velocidad de la cinta). Más generalmente, L es la longitud de la sección de transportador soportada, es decir, el transportador o la sección de transportador que es soportada por los soportes 15, 15', que en el ejemplo ilustrado corresponde a las secciones de transportador 14, 14'. Cabe señalar que en realizaciones alternativas, la sección de transportador soportada puede comprender por sí misma más de una sección de transportador, por ejemplo, una sección intermedia y una sección de cabezal.

Los cálculos para F_R , W , W_{perM} y T pueden realizarse convenientemente por el módulo de cálculo 19.

Como se ha indicado anteriormente, en los casos en los que hay más de un pasador de carga 50 (por ejemplo, uno respectivo acoplado a un soporte respectivo 15, 15' a cada lado de la sección de transportador 14, 14'), los valores de carga medidos respectivos pueden promediarse al calcular W , o pueden calcularse múltiples valores de W y luego promediarse. También como se ha descrito anteriormente, el peso en vacío de la sección de transportador 14, 14' puede medirse para permitir la medición precisa del material cuando la sección de transportador está cargada.

En realizaciones alternativas, el o cada pasador de carga 50 puede reemplazarse por una celda de carga acoplada entre el soporte de transportador 15, 15' y la sección de transportador 14, 14', o entre el soporte de transportador 15, 15' y la estructura de soporte 24, 24', con el fin de medir la carga que actúa sobre el soporte de transportador 15, 15'. La resolución de la fuerza medida por la celda de carga puede o no tener que

ES 2 959 423 T3

resolverse a lo largo del eje del soporte 15, 15' dependiendo de cómo la celda de carga particular mida las cargas.

- 5 En realizaciones preferidas, para anular los efectos de cualquier carga externa (es decir, carga causada por factores distintos del peso del material en el transportador, por ejemplo, condiciones cíclicas conocidas) en la sección de transportador 14, 14', los valores para F_P pueden promediarse o compensarse de otra manera, por ejemplo, mediante métodos de cancelación convencionales que usan un acelerómetro montado en línea con el pasador de carga (u otro dispositivo de medición según sea aplicable) para condiciones de carga externa desconocidas basándose en el principio de $F = ma$.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema transportador (10) que comprende un transportador (11) y un aparato de pesaje de transportador (12), comprendiendo el aparato de pesado de transportador:
- 5 medios de determinación de carga para determinar cargas ejercidas por al menos una sección (14, 14') del transportador sobre al menos un soporte de transportador (15, 15') para producir datos de carga; y
- 10 medios de cálculo para calcular al menos una medición relacionada con el peso para el material transportado por dicho transportador utilizando dichos datos de carga,
- caracterizado porque** los medios de determinación de carga comprenden al menos un pasador de medición de carga (50) acoplado entre dicho al menos un soporte de transportador y dicha al menos una sección del transportador, o entre dicho al menos un soporte de transportador y una estructura de soporte (24, 24').
- 15
2. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, que incluye además medios de medición (16) para medir la velocidad de dicho transportador (11), opcionalmente la velocidad de una cinta (8) de dicha al menos una sección (14, 14') del transportador, estando dichos medios de cálculo configurados para calcular dicha al menos una medición relacionada con el peso utilizando la velocidad medida, comprendiendo dichos
- 20 medios de medición opcionalmente un sensor de velocidad de rotación acoplado a un componente rotatorio de un sistema de accionamiento de dicha al menos una sección del transportador, o medios para medir el caudal de aceite a los medios de accionamiento hidráulico (7) de la al menos una sección del transportador.
3. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, que incluye además medios de medición para medir un ángulo de inclinación de dicha al menos una sección (14, 14') del transportador (11), estando configurados dichos medios de cálculo para calcular dicha al menos una medición relacionada con el peso utilizando el ángulo medido, en donde dichos medios para determinar el ángulo comprenden opcionalmente un transductor de ángulo o uno o más transductores lineales acoplados a dicho al menos un soporte de transportador (15, 15') para determinar un valor para una extensión de dicho al menos un soporte de
- 25 transportador.
- 30
4. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, en donde los medios de determinación de carga se configuran para determinar la carga ejercida por la al menos una sección (15, 15') del transportador (11) tanto en un estado cargado como en un estado sin carga del transportador.
- 35
5. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, en donde dichos medios de cálculo se configuran para calcular dicha al menos una medición relacionada con el peso utilizando al menos una constante del sistema que representa al menos un aspecto de la configuración geométrica de dicha al menos una sección (14, 14') del transportador (11) y el al menos un soporte de transportador (15, 15'), y en donde,
- 40 preferiblemente, dicha al menos una constante del sistema incluye una cualquiera o más de: una ubicación del centro de gravedad de una carga de material uniformemente distribuida teórica en la al menos una sección del transportador; un diámetro de un orificio del cilindro hidráulico dicho al menos un soporte de transportador; un diámetro de un vástago de pistón de dicho al menos un soporte de transportador; un ángulo de inclinación de dicha al menos una sección del transportador, y en donde, preferiblemente, dicho al menos un aspecto geométrico comprende las coordenadas espaciales de cada extremo del uno o de cada soporte de
- 45 transportador, y/o una longitud de dicha al menos una sección del transportador.
6. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, en donde la al menos una sección (14, 14') del transportador (11) tiene un primer extremo (29) montable de forma fija o pivotante en una segunda sección del sistema transportador y un segundo extremo libre (30) distal al primer extremo.
- 50
7. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, en donde la al menos una sección (14, 14') del transportador (11) es soportada por dicho al menos un soporte de transportador (15, 15') en una ubicación de soporte entre los extremos primero y segundo (29, 30) de la al menos una sección del transportador.
- 55
8. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, en donde dicho al menos un pasador de medición de carga (50) es parte de una articulación pivotable entre dicho al menos un soporte de transportador (15, 15') y dicha al menos una sección (14, 14') del transportador (11), o entre dicho al menos un soporte de transportador (15, 15') y una estructura de soporte (24, 24').
- 60
9. El sistema transportador (10) de cualquier reivindicación anterior, en donde dichos medios de cálculo se configura para determinar una carga resultante que actúa a lo largo del eje longitudinal de dicho al menos un soporte de transportador (15, 15'), y en donde, opcionalmente, dichos medios de cálculo se configuran para determinar dicha carga resultante al resolver la carga medida por dichos medios de determinación de carga a lo largo del eje longitudinal de dicho al menos un soporte de transportador.
- 65

10. El sistema transportador de la reivindicación 9, en donde dichos medios de cálculo se configuran para calcular un peso de material en dicha al menos una sección de transportador (14, 14') como

$$W = \frac{F_R * F}{G}$$

5

:donde F_R es la carga resultante, F es la distancia perpendicular entre la línea de acción de F_R y un extremo inferior de dicha al menos una sección de transportador, y G es la distancia perpendicular entre el extremo inferior de dicha al menos una sección de transportador y una ubicación del centro de gravedad de una carga de material uniformemente distribuida nocional en la al menos una sección del transportador.

10

11. Un método para pesar el material transportado por un transportador o una sección del mismo, comprendiendo el método:

15

determinar, utilizando al menos un pasador de medición de carga acoplado entre dicho al menos un soporte de transportador y dicha al menos una sección del transportador, o entre dicho al menos un soporte de transportador y una estructura de soporte, las cargas ejercidas por al menos una sección del transportador en al menos un soporte de transportador para producir datos de carga, y

20

calcular al menos una medición relacionada con el peso para el material transportado por dicho transportador utilizando dichos datos de carga.

25

12. El sistema transportador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, incorporado en un aparato de procesamiento de material (25, 25'), en donde dicho al menos un soporte de transportador (15, 15') se acopla entre dicha al menos una sección (14, 14') del transportador (11) y dicha estructura de soporte (24, 24'), siendo dicha estructura de soporte parte de dicho aparato de procesamiento de material.

13. El sistema transportador de la reivindicación 12, en donde dicho al menos un pasador de medición de carga (50) acopla un extremo respectivo de dicho al menos un soporte de transportador (15, 15') a dicha al menos una sección (14, 14') del transportador (11), o a dicha estructura de soporte (24, 24').

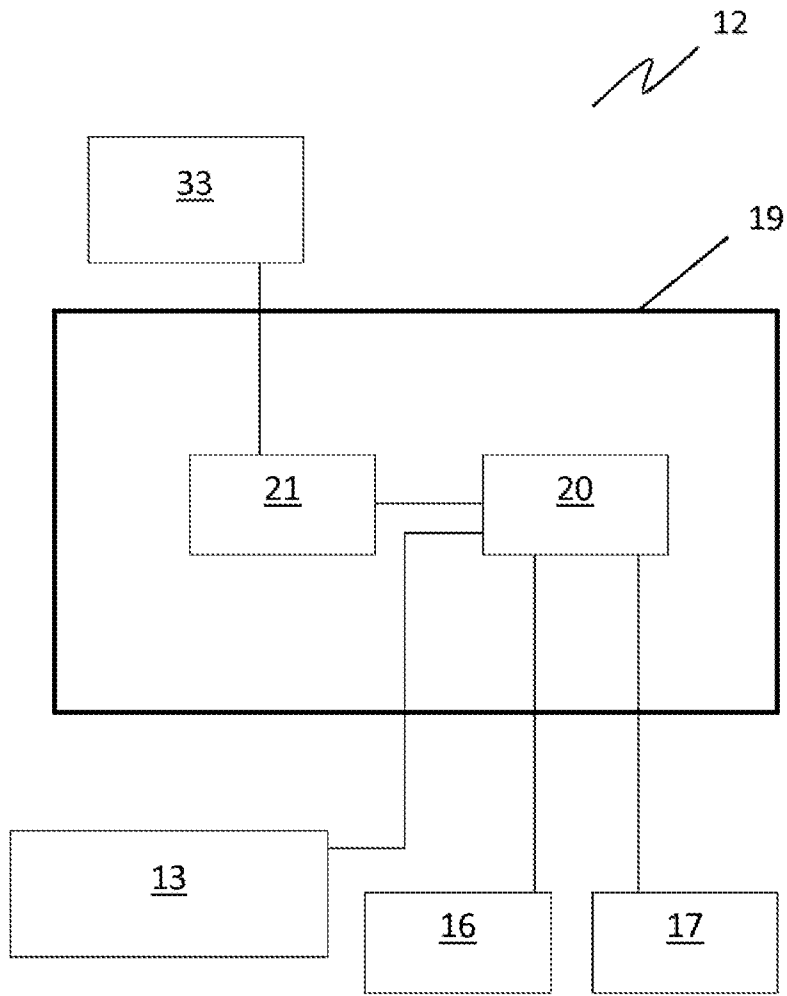


Figura 1

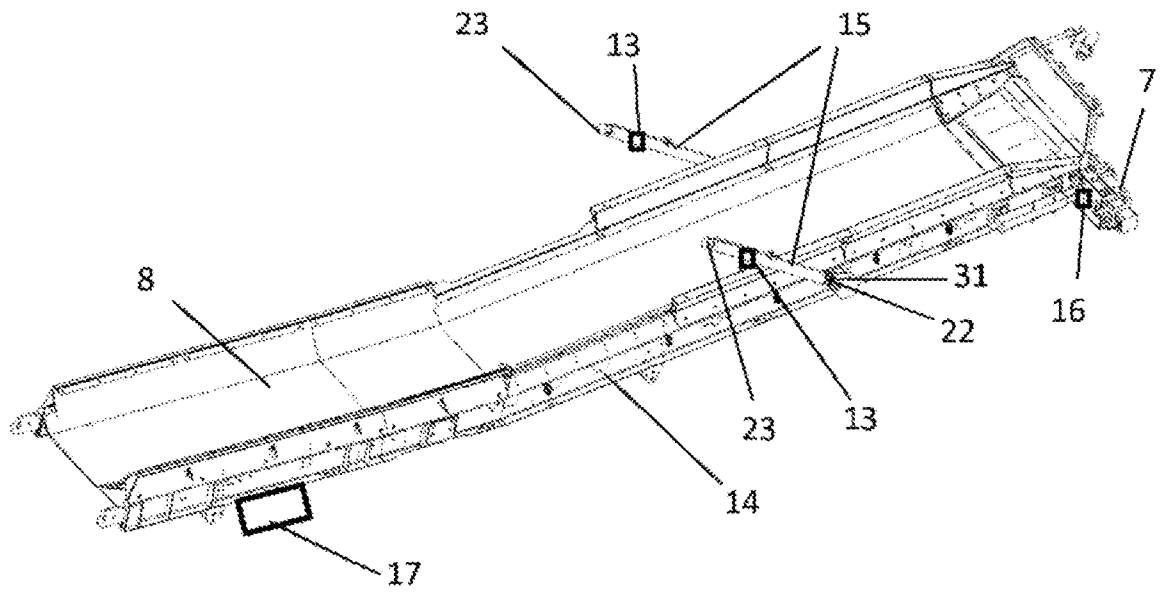


Figura 2

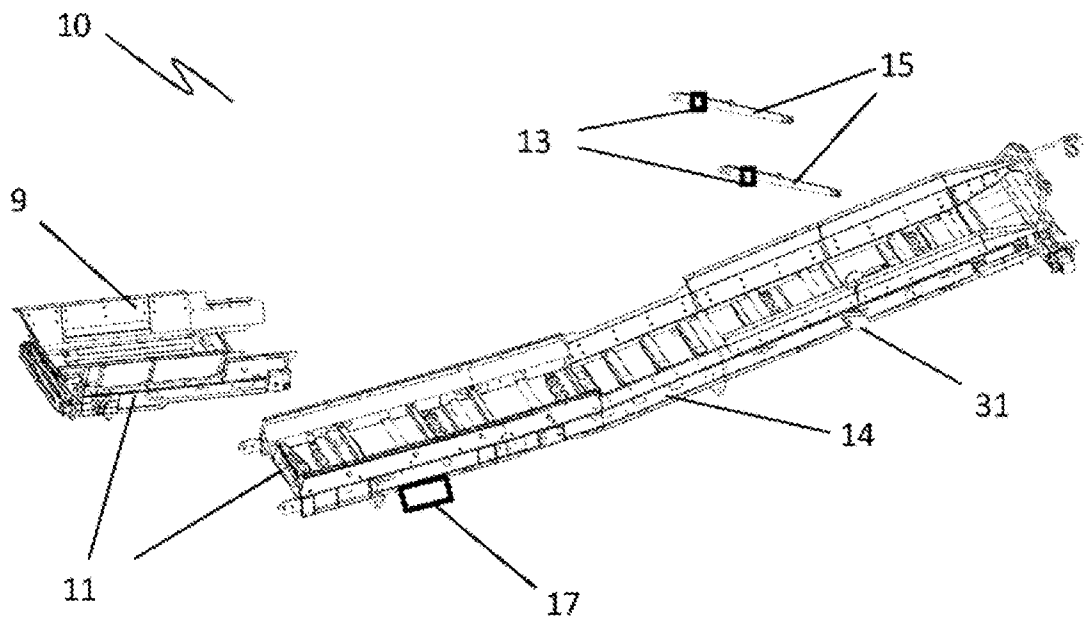


Figura 3

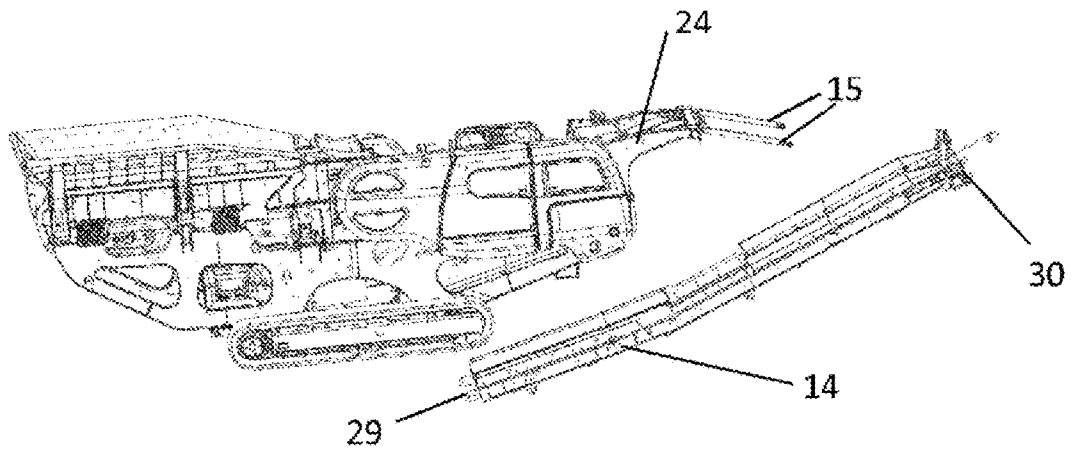


Figura 4

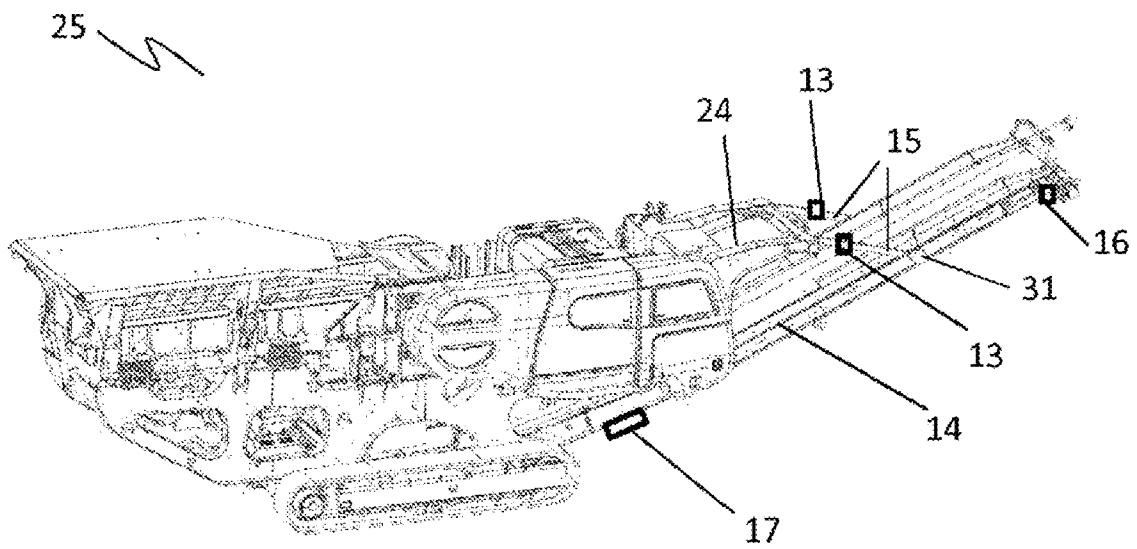


Figura 5

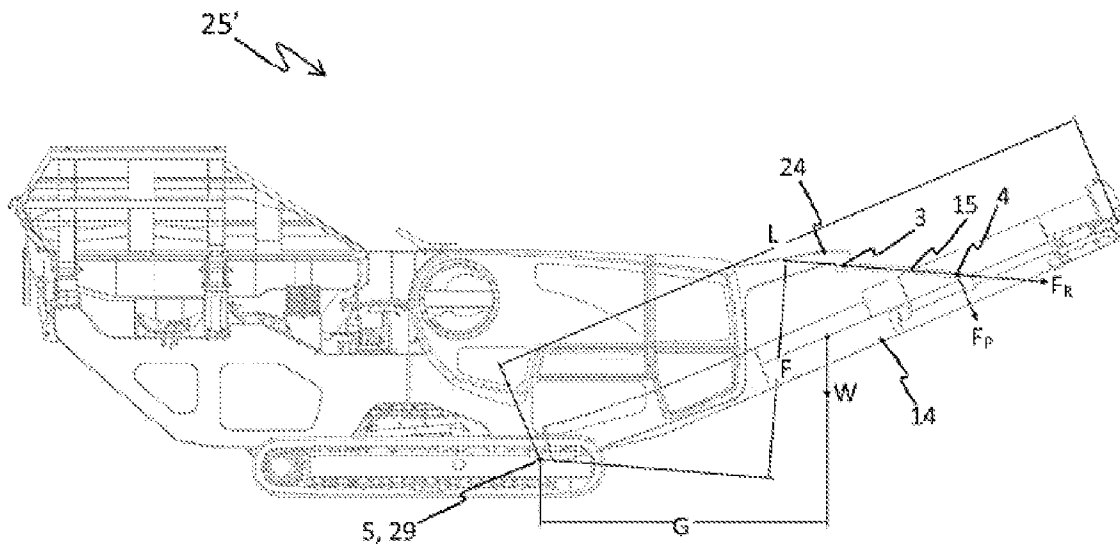


Figura 6

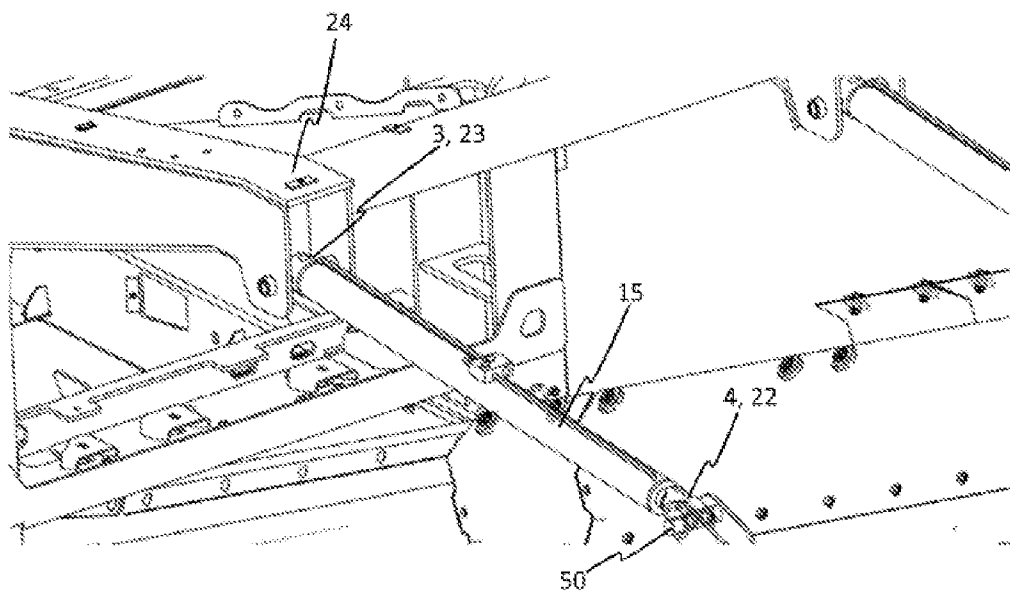


Figura 6A

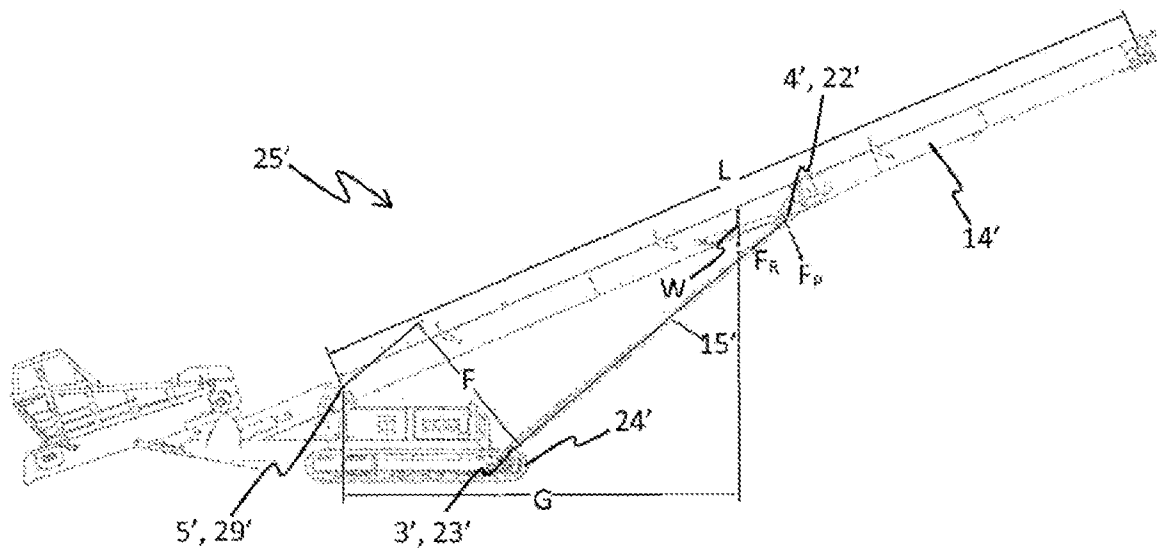


Figura 7