

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 611**

51 Int. Cl.:

**B66C 13/08** (2006.01)

**B66C 13/48** (2006.01)

**B66C 19/00** (2006.01)

**B65G 63/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2015 PCT/EP2015/081439**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016 WO16128101**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2015 E 15832800 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3233710**

54 Título: **Control de grúa automatizado teniendo en cuenta errores de medición que dependen del objeto de carga y de la posición**

30 Prioridad:

**11.02.2015 EP 15154677**

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

**05.11.2019**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**FAKKELDIJ, ROBERT;  
LADRA, UWE y  
RECKTENWALD, ALOIS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 729 611 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**

Control de grúa automatizado teniendo en cuenta errores de medición que dependen del objeto de carga y de la posición.

5 La presente invención parte de un procedimiento de control para un sistema de transbordo que comprende una grúa pórtico para contenedores dispuesta sobre un suelo con un carro de grúa que puede desplazarse sobre un travesaño de la grúa pórtico para contenedores con respecto al suelo y al menos un punto de transbordo de objeto de carga dispuesto sobre el suelo,

10 - en el que un control de grúa adapta un lugar de destino del carro de grúa relacionado con el travesaño y un lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga relacionado con el suelo entre sí, de tal modo que en el descenso del objeto de carga de destino en el lugar de destino del carro de grúa, el objeto de carga de destino se hace descender hacia el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga,

- en el que el control de grúa posiciona el carro de grúa en su lugar de destino,

15 - en el que el control de grúa después del posicionamiento del carro de grúa hace descender el objeto de carga de destino hacia el punto de transbordo de objeto de carga y

- en el que, en el caso de que el punto de transbordo de objeto de carga pueda desplazarse sobre el suelo, y el punto de transbordo de objeto de carga se controle mediante el control de grúa, el control de grúa antes del descenso del objeto de carga de destino hacia el punto de transbordo de objeto de carga posiciona el punto de transbordo de objeto de carga en su lugar de destino.

20 La presente invención parte además de un programa informático que comprende código máquina que puede ejecutarse por un control de grúa, provocando la ejecución del código máquina mediante el control de grúa que el control de grúa lleve a cabo un procedimiento de control de este tipo.

La presente invención parte además de un sistema de transbordo,

25 - en el que el sistema de transbordo comprende una grúa pórtico para contenedores dispuesta sobre un suelo con un travesaño,

- en el que la grúa pórtico para contenedores presenta un carro de grúa que puede desplazarse sobre el travesaño con respecto al suelo,

- en el que el sistema de transbordo comprende al menos un punto de transbordo de objeto de carga dispuesto sobre el suelo,

30 - en el que el sistema de transbordo comprende un control de grúa.

Las grúas pórtico para contenedores se hacen funcionar cada vez más de manera automatizada. En el funcionamiento automatizado de grúas pórtico para contenedores se exige en particular que el lugar de destino del carro de grúa y el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga estén adaptados exactamente entre sí. Pues solo entonces queda garantizado un descenso correcto del objeto de carga.

35 En el funcionamiento de la grúa pórtico para contenedores, por un lado se desplazan cargas de distinto peso. La mínima es el aparejo portacontenedores, la máxima es el aparejo portacontenedores más un contenedor con peso máximo admisible. Por otro lado, debido al posicionamiento correspondiente del carro de grúa, en la grúa pórtico para contenedores se producen distribuciones de masa diferentes. Una deformación de la estructura de grúa se presenta en función de al menos estas dos causas. Las desviaciones que resultan de ello, debido al tamaño considerable de la grúa pórtico para contenedores con frecuencia ya no pueden dejarse de lado. Se mueven a menudo en el intervalo de centímetros. Los errores de posicionamiento en este orden de magnitud impiden con frecuencia una automatización exitosa del funcionamiento de la grúa pórtico para contenedores.

40 Para compensar posicionamientos erróneos se utilizan a menudo sistemas de medición. Sin embargo, los sistemas de medición pueden diseñarse únicamente para un estado de la grúa pórtico para contenedores único, estático. En estos no puede realizarse un seguimiento dependiendo del posicionamiento del carro de grúa sobre el travesaño y del objeto de carga que actúa sobre el carro de grúa. Por lo tanto, mediante el uso de los sistemas de medición del estado de la técnica el problema no se resuelve.

45 Así, por ejemplo en el documento DE 36 06 363 A1 se describe una solución en la que al menos dos sensores de ultrasonido están dispuestos de manera estacionaria con respecto al almacén de un dispositivo de elevación y se mide la distancia entre los sensores y al menos dos reflectores instalados en el vehículo de transporte.

El objetivo de la presente invención consiste en crear posibilidades por medio de las cuales para cada objeto de carga movida por medio del carro de grúa pueda realizarse una adaptación con gran exactitud de la posición de destino del carro de grúa y de la posición de destino del punto de transbordo entre sí.

5 El objetivo se resuelve mediante un procedimiento de control con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas del procedimiento de control son objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 11.

Según la invención un procedimiento de control para un sistema de transbordo del tipo mencionado al principio se diseña teniendo en cuenta el control de grúa, durante la adaptación del lugar de destino del carro de grúa y del lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga, al menos una carga de destino, con la que el carro de grúa está cargado en su lugar de destino.

10 Según la invención por tanto, basándose en el lugar de destino del carro de grúa y el objeto de carga de destino se determina un error de posicionamiento del carro de grúa que se ajusta con respecto a una grúa pórtico para contenedores con una rigidez absoluta. Este error de posicionamiento se tiene en cuenta para una corrección, por consiguiente, en la adaptación del lugar de destino del carro de grúa y del lugar de destino del punto de transbordo. A este respecto, según demanda y posibilidad puede corregirse el lugar de destino del punto de transbordo o puede  
15 corregirse el lugar de destino del carro de grúa. En caso de que el lugar de destino del carro de grúa se corrija, por regla general es suficiente una única corrección. Dado el caso, sin embargo como alternativa, partiendo del lugar de destino corregido del carro de grúa, puede corregirse de nuevo hasta que se produzca una convergencia suficiente.

20 Es posible que el control de grúa durante la adaptación del lugar de destino del carro de grúa y del lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga entre sí tenga conocimiento inicialmente del lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga. En este caso el control de grúa determina el lugar de destino del carro de grúa teniendo en cuenta al menos el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga y la carga de destino.

25 Es posible que el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga se conozca sin errores. Por ejemplo, pueden estar predeterminados de manera fija patios de almacenamiento en los que vayan a colocarse contenedores o desde los cuales vayan a alzarse contenedores. En otros casos, el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga es un parámetro variable. Por ejemplo el punto de transbordo de objeto de carga puede estar dispuesto en un AGV (automated guided vehicle, vehículo de guiado automatizado). En este caso no queda garantizado sin más que el AGV esté posicionado de manera exacta en un lugar de destino predeterminado. No obstante, para conseguir una determinación correcta del lugar de destino del carro de grúa es posible,

30 - que en un primer momento de registro, por medio de sensores dispuestos en la grúa pórtico para contenedores, se registren valores de medición para el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga,

- que el control de grúa determine el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga mediante los valores de medición para el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga, teniendo en cuenta al menos un primer lugar de registro y una primera carga de registro,

35 - que el primer lugar de registro sea aquel lugar en el que el carro de grúa se encuentra en el primer momento de registro sobre el travesaño y

- que la primera carga de registro sea aquella carga con la que el carro de grúa está cargado en el primer momento de registro.

40 Mediante este modo de proceder pueden tenerse en cuenta, por ejemplo, errores de medición de los sensores, que se producen debido a deformaciones de la grúa pórtico para contenedores en el primer momento de registro, dependiendo estas deformaciones a su vez del primer lugar de registro y de la primera carga de registro.

45 En muchos casos la primera carga de registro será idéntica a la carga de destino. Sin embargo esto no es absolutamente necesario. Un ejemplo: un contenedor va a alzarse en un lugar de almacenamiento, por consiguiente mediante el desplazamiento correspondiente del carro de grúa va a posicionarse por encima de un AGV y por consiguiente colocarse sobre el AGV. Durante el posicionamiento/descenso del contenedor la masa del aparejo portac contenedores en relación con la masa del contenedor actúa como carga de destino. Cuando el carro de grúa en el primer momento de registro ya ha alzado el contenedor, la primera carga de registro es idéntica a la carga de destino. Sin embargo es posible que el AGV ya se registrara por medio de los sensores, mientras que por medio del  
50 carro de grúa se transborda otro contenedor o el carro de grúa lleva a cabo una marcha sin objeto de carga. En este caso la primera carga de registro es diferente de la carga de destino.

El primer lugar de registro puede ser igualmente idéntico al lugar de destino del carro de grúa. Si es este el caso esta coincidencia no es meramente casual dado que el lugar de destino del carro de grúa no se determina hasta que no se determina el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga.

55 Es posible que el control de grúa determine la deformación de la grúa pórtico para contenedores exclusivamente mediante el primer lugar de registro y la primera carga de registro, y por consiguiente, determine también las

5 correcciones que resultan de esto de los valores de medición suministrados por los sensores exclusivamente mediante el primer lugar de registro y la primera carga de registro. Preferiblemente, sin embargo el control de grúa durante la determinación del lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga - siempre relacionado con el primer momento de registro - tiene en cuenta al menos una derivada en función del tiempo del primer lugar de registro, una distancia de una primera objeto de carga de registro desde el carro de grúa, al menos una derivada en función del tiempo de la distancia del primer objeto de carga de registro desde el carro de grúa y/o un estado de oscilación del primer objeto de carga de registro con respecto al carro de grúa. En el caso de las derivadas en función del tiempo puede tratarse en particular de las segundas derivadas en función del tiempo (= aceleraciones). El estado de oscilación puede comprender en particular su dirección, su amplitud, su posición de fase y la frecuencia de oscilación o la longitud de cable activa que determina la frecuencia de oscilación.

10 En caso de que el punto de transbordo de objeto de carga, debido a un control correspondiente mediante el control de grúa pueda desplazarse sobre el suelo, como alternativa es posible que el control de grúa durante la adaptación del lugar de destino del carro de grúa y del lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga entre sí tenga conocimiento inicialmente del lugar de destino del carro de grúa. En este caso el control de grúa determina el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga teniendo en cuenta al menos el lugar de destino del carro de grúa y la carga de destino.

15 En caso de que el punto de transbordo de objeto de carga debido a un control correspondiente mediante el control de grúa pueda desplazarse sobre el suelo, es posible que el punto de transbordo de objeto de carga mediante el control de grúa se posicione meramente de manera controlada. Preferiblemente el procedimiento de control sin embargo está diseñado de tal modo que

- 20 - que en un segundo momento de registro por medio de sensores dispuestos en la grúa pórtico para contenedores se registran valores de medición para un lugar real del punto de transbordo de objeto de carga,
- 25 - que el control de grúa determina el lugar real del punto de transbordo de objeto de carga mediante los valores de medición para el lugar real del punto de transbordo de objeto de carga teniendo en cuenta al menos un segundo lugar de registro y una segunda carga de registro,
- que el segundo lugar de registro es aquel lugar en el que el carro de grúa se encuentra en el segundo momento de registro sobre el travesaño,
- 30 - que la segunda carga de registro es aquella carga con la que el carro de grúa está cargado en el segundo momento de registro, y
- que el control de grúa dependiendo de la desviación del lugar real averiguado del punto de transbordo de objeto de carga desde el lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga determina instrucciones de mando para el posicionamiento del punto de transbordo de objeto de carga.

35 Mediante este modo de proceder – de manera análoga a los errores de medición de los sensores en el primer momento de registro - pueden tenerse en cuenta por ejemplo errores de medición de los sensores, que se producen debido a deformaciones de la grúa pórtico para contenedores en el segundo momento de registro, dependiendo estas deformaciones a su vez del segundo lugar de registro y de la segunda carga de registro. Las realizaciones anteriores sobre los errores de medición en el primer momento de registro pueden aplicarse de manera análoga. Esta configuración puede realizarse independientemente del lugar de destino (del del carro de grúa o del del punto de transbordo de objeto de carga) conocido por el control de grúa. También esta configuración puede realizarse independientemente de si adicionalmente al punto de transbordo de objeto de carga se desplace o no también el carro de grúa.

40 Durante la determinación del lugar real del punto de transbordo de objeto de carga es posible que el control de grúa - siempre relacionado con el segundo momento de registro - tenga en cuenta al menos una derivada en función del tiempo del segundo lugar de registro, una distancia de una segunda objeto de carga de registro desde el carro de grúa, al menos una derivada en función del tiempo de la distancia del segundo objeto de carga de registro desde el carro de grúa y/o un estado de oscilación del segundo objeto de carga de registro con respecto al carro de grúa. También este modo de proceder es análogo al modo de proceder en el primer momento de registro.

45 Es posible tener en cuenta las cargas y el lugar de acción de las cargas de acuerdo con la invención (= posicionamiento respectivo del carro de grúa) exclusivamente para la corrección de lugares en un plano esencialmente horizontal (es decir el suelo o el travesaño). Sin embargo es posible,

- 50 - que el control de grúa corrija una altura de destino del objeto de carga de destino teniendo en cuenta al menos el lugar de destino del carro de grúa y la carga de destino y
- que el control de grúa haga descender el objeto de carga de destino a la altura de destino corregida por él.

En el marco de este modo de proceder tiene en cuenta por tanto la medida en la que la altura del travesaño por encima del suelo en el lugar de destino del carro de grúa se modifica mediante la carga de destino.

En muchos casos la altura de destino del objeto de carga de destino será constante. En algunos casos, sin embargo puede variar. En tales casos es posible,

- 5 - que en un tercer momento de registro por medio de sensores dispuestos en la grúa pórtico para contenedores se registren valores de medición para la altura de destino,
- que el control de grúa determine la altura de destino mediante los valores de medición para la altura de destino teniendo en cuenta al menos un tercer lugar de registro y una tercera carga de registro,
- 10 - que el tercer lugar de registro sea aquel lugar en el que el carro de grúa se encuentra en el tercer momento de registro sobre el travesaño, y
- que la tercera carga de registro sea aquella carga con la que el carro de grúa está cargado en el tercer momento de registro.

15 Mediante este modo de proceder – como anteriormente en el primer y en el segundo momento de registro - pueden tenerse en cuenta errores de medición de los sensores, que se producen debido a deformaciones de la grúa pórtico para contenedores en el tercer momento de registro, dependiendo estas deformaciones a su vez del tercer lugar de registro y de la tercera carga de registro. Las realizaciones anteriores sobre los errores de medición en el primer momento de registro pueden aplicarse de manera análoga.

20 Durante la determinación de la altura de destino es posible que el control de grúa - siempre relacionado con el tercer momento de registro – tenga en cuenta al menos una derivada en función del tiempo del tercer lugar de registro, una distancia de una tercer objeto de carga de registro desde el carro de grúa, al menos una derivada en función del tiempo de la distancia de la tercera carga de registro desde el carro de grúa y/ o un estado de oscilación de la tercera carga de registro con respecto al carro de grúa. También este modo de proceder es análogo al modo de proceder en el primer momento de registro.

25 El modo en el que el control de grúa determina las correcciones necesarias, puede estar implementado de manera diferente. Por ejemplo es posible que el control de grúa durante la adaptación del lugar de destino del carro de grúa y del lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga entre sí implemente un modelo de la grúa pórtico para contenedores que depende al menos de la carga respectiva del carro de grúa y del lugar respectivo del carro de grúa sobre el travesaño, en el que el modelo comprende una tabla de corrección, un modelo de estructura portante de barra de la grúa pórtico para contenedores y/o un modelo basado en elementos finitos de la grúa pórtico para contenedores.

30 El objetivo se resuelve además mediante un programa informático con las características de la reivindicación 12. Una configuración ventajosa del programa informático es objeto de la reivindicación dependiente 13.

35 Según la invención la ejecución del código máquinas mediante el control de grúa provoca que el control de grúa lleve a cabo un procedimiento de control de acuerdo con la invención. El programa informático puede estar almacenado en particular en una memoria en forma informatizada.

El objetivo se resuelve además mediante un control de grúa con las características de la reivindicación 14. Según la invención el control de grúa está programado con un programa informático de acuerdo con la invención.

El objetivo se resuelve además mediante un sistema de transbordo con las características de la reivindicación 15. Según la invención el control de grúa está configurado según la invención.

40 Las propiedades, características y ventajas anteriormente descritas de esta invención así como el modo en el que estas se alcanzan serán comprensibles de una manera más clara y más obvia en relación con la siguiente descripción de los ejemplos de realización que se explican con más detalle en relación con los dibujos. A este respecto muestran en representación esquemática:

FIG 1 un sistema de transbordo,

45 FIG 2 un diagrama de flujo,

FIG 3 una grúa pórtico para contenedores,

FIG 4 una grúa pórtico para contenedores,

FIG 5 un diagrama de flujo,

FIG 6 un diagrama de flujo,

50 FIG 7 un diagrama de flujo,

FIG 8 un diagrama de flujo,

FIG 9 un diagrama de flujo y

FIG 10 un modelo de una grúa pórtico para contenedores.

- 5 Según la figura 1 un sistema de transbordo presenta una grúa pórtico para contenedores 1. La grúa pórtico para contenedores 1 presenta una pluralidad de pilares 2 por medio de los cuales la grúa pórtico para contenedores 1 está dispuesta sobre un suelo 3. El suelo 3 es esencialmente horizontal. Por regla general los pilares 2 pueden desplazarse sobre carriles 4. La dirección de desplazamiento es ortogonal a la representación en la figura 1, es decir entrando en el plano de imagen o saliendo del mismo. Los pilares 2 soportan un travesaño 5. El travesaño 5 discurre en paralelo al suelo 3 y con ello igualmente horizontal.
- 10 La grúa pórtico para contenedores 1 presenta además un carro de grúa 6. El carro de grúa 6 puede desplazarse sobre el travesaño 5 con respecto al suelo. La dirección de desplazamiento del carro de grúa 6 es horizontal y ortogonal a la dirección de desplazamiento de los pilares 2.
- 15 El carro de grúa 6 está unido a través de un sistema de cable 7 con un aparejo portacontenedores 8. Mediante el alargamiento o acortamiento del sistema de cables 7 el aparejo portacontenedores 8 puede hacerse descender o elevar. Junto con el aparejo portacontenedores 8 se hace descender o elevar dado el caso al mismo tiempo un contenedor 9, que está agarrado por el aparejo portacontenedores 8. En cada momento un objeto de carga actual en cada caso del carro de grúa 6 se corresponde con la masa del aparejo portacontenedores 8 más la masa del contenedor 9 agarrado por el aparejo portacontenedores 8.
- 20 A continuación se diferencia entre el objeto de carga del carro de grúa 6 y su carga. El objeto de carga es el objeto desplazado desde el carro de grúa 6 como tal, es decir el aparejo portacontenedores 8 con o sin contenedor 9. La carga del carro de grúa 6 es el peso ejercido mediante el objeto de carga sobre el carro de grúa 6. Si, por ejemplo, desde el carro de grúa 6 se desplaza el aparejo portacontenedores 8 vacío y la masa del aparejo portacontenedores 8 asciende a 5 toneladas, entonces el objeto de carga es el aparejo portacontenedores 8 y la carga son 5 toneladas. La diferencia entre objeto de carga y carga se mantiene a continuación también en relación con las palabras
- 25 compuestas, por ejemplo para un objeto de carga de destino y una carga de destino o para un objeto de carga de registro y una carga de registro.
- 30 El sistema de transbordo presenta al menos un punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. En el caso del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 puede tratarse por ejemplo de un punto de transbordo de objeto de carga 10 estacionario, es decir un punto de transbordo de objeto de carga que no puede desplazarse sobre el suelo 3. Un típico ejemplo de un punto de transbordo de objeto de carga 10 de este tipo es un patio de almacenamiento para un contenedor 9. Como alternativa en el caso del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 puede tratarse de un punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil, es decir un punto de transbordo de objeto de carga que puede desplazarse sobre el suelo 3. Un típico ejemplo de un punto de transbordo de objeto de carga 11 de este tipo es un vehículo AGV (vehículo guiado automatizado).
- 35 El sistema de transbordo presenta además un control de grúa 1. Por el control de grúa 12 se controla el sistema de transbordo. El control de grúa 12 está programado con un programa informático 13. El programa informático 13 está almacenado en particular en una memoria 14 del control de grúa 12 en forma informatizada. El programa informático 13 comprende código máquina 15 que puede ejecutarse mediante el control de grúa 12. La ejecución del código máquina 15 mediante el control de grúa 12 provoca que el control de grúa 12 lleve a cabo un procedimiento de control para el sistema de transbordo que se explica con más detalle a continuación.
- 40 Según la figura 2 el control de grúa 12 en una etapa S1 tiene conocimiento de una carga L. La carga L es aquella carga con la que el carro de grúa 6 está cargado, cuando el aparejo portacontenedores 8 - con o sin contenedor 9 - se hace descender a un punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. La carga L se denomina a continuación carga de destino.
- 45 La implementación de la etapa S1 puede realizarse de distintas maneras. Por ejemplo en el caso de la elevación anterior del aparejo portacontenedores 8 puede determinarse una carga de un mecanismo de elevación por medio de la cual el sistema de cable 7 se acciona. En este caso a partir de la carga del mecanismo de elevación puede determinarse la carga L. Como alternativa es posible por ejemplo que el control de grúa 12 tenga conocimiento de la masa del aparejo portacontenedores 8. Si el aparejo portacontenedores 8 (vacío) debe hacerse descender, la carga
- 50 L se corresponde con la masa del aparejo portacontenedores 8. Si el aparejo portacontenedores 8 debe hacerse descender junto con un contenedor 9 el control de grúa 12 puede especificar por ejemplo mediante un usuario o un sistema de control de orden superior (ambos no mostrados en las figuras) qué masa presenta el contenedor 9 correspondiente.
- 55 El carro de grúa 6 se encuentra en este momento, es decir en el descenso del aparejo portacontenedores 8, sobre el travesaño 5 en un lugar xK. El lugar xK es un lugar de destino para el carro de grúa 6. Tiene como referencia el travesaño 5, más exactamente a la dirección de desplazamiento del carro de grúa 6 sobre el travesaño 5. El descenso del aparejo portacontenedores 8 (con o sin contenedor 9) debe realizarse de tal modo que en el descenso

del aparejo portacontenedores 8 en el lugar de destino xK del carro de grúa 6 el aparejo portacontenedores 8 se hace descender sobre un lugar xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 correspondiente. El lugar xL es un lugar de destino del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 correspondiente. El lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 correspondiente tiene como referencia el suelo 3.

- 5 Para garantizar un descenso correcto del aparejo portacontenedores 8 ambos lugares de destino xK, xL deben estar adaptados entre sí. Un posible modo de proceder de una adaptación de este tipo se explica a continuación en relación con las etapas S2 a S8.

10 Según la figura 2 el control de grúa 12 inicialmente en la etapa S2 tiene conocimiento del lugar de destino xL el punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. Por ejemplo el lugar de destino xL correspondiente puede especificarse al control de grúa 12 por el usuario o por el sistema de control de orden superior. También son posibles otros modos de proceder.

15 En la etapa S3 el control de grúa 12 determina provisionalmente el lugar de destino xK del carro de grúa 6. La determinación de la etapa S3 es una determinación ideal. Se basa en la suposición de que la grúa pórtico para contenedores 1 es un sistema de rigidez absoluta. En este caso el lugar de destino xL el punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 directamente 1:1 puede aceptarse como lugar de destino xK del carro de grúa 6.

20 En la práctica, sin embargo, la grúa pórtico para contenedores 1 es un sistema elástico. Dependiendo de la posición del carro de grúa 6 sobre el travesaño 5 y de la carga L llevada desde el carro de grúa 6 (y dado el caso dependiendo de tamaños adicionales) aparecen por tanto deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1. Si por ejemplo – véase la figura 3 - el carro de grúa 6 se encuentra en el centro entre ambos pilares 2, el travesaño 5 en el centro se dobla hacia abajo y en sus bordes se dobla hacia arriba. Con ello de manera correspondiente ambos pilares 2 se inclinan el uno hacia el otro. Si a la inversa – véase la figura 4 - el carro de grúa 6 se encuentra en un borde de su zona de desplazamiento sobre el travesaño 5 el travesaño 5 se dobla en el centro hacia arriba y en sus bordes de dobla hacia abajo. Correspondiéndose con ello ambos pilares 2 se inclinan el uno hacia el otro. Estas (y eventualmente también otras) deformaciones, tal como ya se ha mencionado, dependen tanto de la posición del carro de grúa 6 sobre el travesaño 5 como de la carga L llevada desde el carro de grúa 6. Las deformaciones (que están representadas en las figuras 3 y 4 de modo claramente exagerado), se mueven en la práctica en el intervalo de pocos centímetros. Sin embargo, en el funcionamiento automatizado del sistema de transbordo no son despreciables. Las deformaciones se determinan por tanto mediante el control de grúa 12 en la etapa S4. El control de grúa 12 tiene en cuenta en este sentido el lugar de destino xK del carro de grúa 6 determinado en la etapa S3 y la carga de destino L.

35 En la etapa S5 el control de grúa 12 corrige por consiguiente el lugar de destino xK determinado en la etapa S3 teniendo en cuenta las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1 determinadas en la etapa S4. Por regla general ya una única corrección será completamente suficiente. Como alternativa, tal como se indica en la figura 2 mediante línea discontinua, puede recorrerse un bucle que se compone de las etapas S4 y S5 hasta que se produce una convergencia suficiente.

40 Tras corregir el lugar de destino xK el control de grúa 12 pasa a la etapa S6. En la etapa S6 el control de grúa 12 posiciona el carro de grúa 6 en el lugar de destino xK determinado en la etapa S5. Después - es decir tras el posicionamiento del carro de grúa 6 en su lugar de destino xK - el control de grúa 12 en la etapa S7 hace descender el objeto de carga 8 (con o sin contenedor 9) hacia el punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. Si en el caso del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 se trata del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil, además antes de la realización de la etapa S7 el punto de transbordo de objeto de carga 11 se posiciona en su lugar de destino xL. En caso de que el punto de transbordo de objeto de carga 11 se controle mediante el control de grúa 12, el posicionamiento correspondiente se realiza según la figura 2 en una etapa S8 mediante el control de grúa 12.

45 El posicionamiento del punto de transbordo de objeto de carga 11 en su lugar de destino xL si bien debe realizarse antes de la realización de la etapa S7. Sin embargo no tiene que realizarse obligatoriamente directamente antes de la realización de la etapa S7. La etapa S8 puede llevarse a cabo por tanto en un lugar discrecional dentro de la sucesión de etapas S1 a S7. Sin embargo esta no tiene que llevarse a cabo antes de la etapa S7.

50 Durante las explicaciones anteriores con respecto a la figura 2 se ha supuesto que el control de grúa 12 durante la adaptación del lugar de destino xK del carro de grúa 6 y del lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 entre sí inicialmente tiene conocimiento del lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. Por consiguiente, en el marco de la configuración de la figura 2 el control de grúa 12 determina el lugar de destino xK del carro de grúa 6 teniendo en cuenta al menos el lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 y der carga de destino L. Cuando en el caso del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 se trata del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil y el punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil debido a un control correspondiente mediante el control de grúa 12 puede desplazarse sobre el suelo 3, sin embargo también es posible el modo de proceder inverso. Es posible, por tanto, que el control de grúa 12 durante la adaptación del lugar de destino xK del carro de grúa 6 y del lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 11 entre sí tenga conocimiento inicialmente del lugar de destino xK del carro de grúa 6. En este caso el control de grúa 12 determina el lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil teniendo en cuenta

al menos el lugar de destino xK del carro de grúa 6 y la carga de destino L. Esto se explica con más detalle a continuación en relación con la figura 5.

5 Según la figura 5 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S1 de la figura 2 - en una etapa S11 tiene conocimiento de la carga de destino L. Por consiguiente el control de grúa 12, en una etapa S12, tiene conocimiento del lugar de destino xK del carro de grúa 6. Por ejemplo el lugar de destino xK correspondiente puede especificarse al control de grúa 12 por el usuario o por el sistema de control de orden superior. También es posible que el control de grúa 12 tenga conocimiento del lugar de destino xK en el posicionamiento del carro de grúa 6 sobre el travesaño 5.

10 En una etapa S13 el control de grúa 12 por consiguiente – en una aplicación análoga de la etapa S3 de la figura 2 - determina provisionalmente el lugar de destino xL correspondiente del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil. Se acepta por tanto el lugar de destino xK del carro de grúa 6 directamente 1:1 como lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11.

15 En una etapa S14 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S4 de la figura 2 - determina las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1, que aparecen cuando el carro de grúa 6 está posicionado en su lugar de destino xK y está cargado con la carga de destino L.

En la etapa S15 el control de grúa 12 por consiguiente corrige el lugar de destino xL determinado en la etapa S13 teniendo en cuenta las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1 averiguadas en la etapa S14. En el marco de la etapa S15 ya una única corrección lleva a una corrección ideal.

20 Tras corregir el lugar de destino xL el control de grúa 12 pasa a la etapa S16. En la etapa S16 el control de grúa 12 posiciona el punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil hacia el lugar de destino xL determinado en la etapa S15. Después- es decir tras el posicionamiento del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil en su lugar de destino xL - el control de grúa 12 en la etapa S17 hace descender el aparejo portacontenedores 8 (con o sin contenedor 9) en el punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil.

25 Además, antes de la realización de la etapa S17 mediante el control de grúa 12 en una etapa S18 el carro de grúa 6 se posiciona en su lugar de destino xK. El posicionamiento del carro de grúa 6 en su lugar de destino xK debe realizarse antes de la realización de la etapa S17. Sin embargo no tiene que realizarse obligatoriamente directamente antes de la realización de la etapa S17. La etapa S18 puede llevarse a cabo por tanto en un lugar discrecional dentro de la sucesión de etapas S11 a S17. Sin embargo no tiene que llevarse a cabo antes de la etapa S17.

30 En el marco del modo de proceder de la figura 2 - véase allí la etapa S2 - el control de grúa 12 tiene conocimiento del lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. Esto puede realizarse durante la etapa S2, como ya se ha explicado, en principio discrecionalmente. A continuación, en relación con la figura 6 se explica una posible configuración de la etapa S2 de la figura 2 en la que el control de grúa 12 determina automáticamente el lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. El modo de proceder de la figura 6 es en particular ventajoso si en el caso del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11, se trata del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil. Sin embargo, en principio puede aplicarse también cuando se trata de un punto de transbordo de objeto de carga 10 estacionario.

35 En el marco de la configuración de la figura 6- véase la figura 1 - en la grúa pórtico para contenedores 1 están dispuestos sensores 16. Por medio de los sensores 16 según la figura 6 en una etapa S21 se registran valores de medición M1 para el lugar de destino xL del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. El registro se realiza en un momento de registro t1, denominado en lo sucesivo primer momento de registro t1. Los sensores 16 pueden estar configurados, por ejemplo, como cámaras, distanciómetros a base de láser o ultrasonidos y más similares.

40 El control de grúa 12 según la figura 6 tiene conocimiento, además, en una etapa S22 de un lugar momentáneo x1 del carro de grúa 6, que se denomina en lo sucesivo primer lugar de registro x1. El primer lugar de registro x1 del carro de grúa 6 está relacionado con el travesaño 5. Puede registrarse, por ejemplo, por medio de un sistema de medición de trayecto correspondiente para el carro de grúa 6. El control de grúa 12 según la figura 6 en la etapa S22 también tiene conocimiento de una carga L1 momentánea del carro de grúa 6, denominada en lo sucesivo primera carga de registro L1. La primera carga de registro L1 puede llegar al conocimiento del control de grúa 12 de manera análoga a la carga de destino L de la etapa S1 de la figura 2. Tanto el primer lugar de registro x1 como la primera carga de registro L1 están relacionadas con el momento de registro t1. El primer lugar de registro x1 es por tanto aquel lugar en el que se encuentra el carro de grúa 6 en el primer momento de registro t1 sobre el travesaño 5. De manera análoga la primera carga de registro L1 es aquella carga con la que el carro de grúa 6 está cargado en el primer momento de registro t1.

45 El control de grúa 12 según la figura 6 tiene conocimiento, además, en una etapa S22 de un lugar momentáneo x1 del carro de grúa 6, que se denomina en lo sucesivo primer lugar de registro x1. El primer lugar de registro x1 del carro de grúa 6 está relacionado con el travesaño 5. Puede registrarse, por ejemplo, por medio de un sistema de medición de trayecto correspondiente para el carro de grúa 6. El control de grúa 12 según la figura 6 en la etapa S22 también tiene conocimiento de una carga L1 momentánea del carro de grúa 6, denominada en lo sucesivo primera carga de registro L1. La primera carga de registro L1 puede llegar al conocimiento del control de grúa 12 de manera análoga a la carga de destino L de la etapa S1 de la figura 2. Tanto el primer lugar de registro x1 como la primera carga de registro L1 están relacionadas con el momento de registro t1. El primer lugar de registro x1 es por tanto aquel lugar en el que se encuentra el carro de grúa 6 en el primer momento de registro t1 sobre el travesaño 5. De manera análoga la primera carga de registro L1 es aquella carga con la que el carro de grúa 6 está cargado en el primer momento de registro t1.

50 En una etapa S23 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S4 de la figura 2 - determina las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1, que aparecen cuando el carro de grúa 6 está posicionado en el primer lugar de registro x1 y está cargado con la primera carga de registro L1. Teniendo en cuenta las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1 el control de grúa 12, por consiguiente, en una etapa S24 determina parámetros de corrección δM1 para los valores de medición M1. En una etapa S25 el control de grúa 12,

utilizando los parámetros de corrección  $\delta M1$  determinados en la etapa S24 determina valores de medición  $M1'$  corregidos. Finalmente el control de grúa 12 en una etapa S26 mediante los valores de medición corregidos  $M1'$  determina el lugar de destino  $xL$  del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11.

5 En el marco del modo de proceder de la figura 5 - véase allí la etapa S16 - y posiblemente también en el marco del modo de proceder de la figura 2 - véase allí la etapa S8 - el punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil se posiciona mediante el control de grúa 12. A continuación, en relación con la figura 7 se explica una posible configuración de la etapa S8 de la figura 2 y de la etapa S16 de la figura 5.

10 En el marco de la configuración de la figura 7 - de manera análoga a la configuración en relación con la figura 6 - los sensores 16 están dispuestos en la grúa pórtico para contenedores 1. Por medio de los sensores 16 según la figura 7 en una etapa S31 se registran valores de medición  $M2$  para un lugar real  $xL'$  del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil. El registro se realiza en un momento de registro  $t2$ , denominado en lo sucesivo segundo momento de registro  $t2$ .

15 El control de grúa 12 según la figura 7 además en una etapa S32 tiene conocimiento de un lugar momentáneo  $x2$  del carro de grúa 6, denominado en lo sucesivo segundo lugar de registro  $x2$ . El segundo lugar de registro  $x2$  del carro de grúa 6 está relacionado con el travesaño 5. Puede registrar, por ejemplo, por medio de un sistema de medición de trayecto correspondiente para el carro de grúa 6. El control de grúa 12 según la figura 7 en la etapa S32 también tiene conocimiento de una carga momentánea  $L2$  del carro de grúa 6, denominada en lo sucesivo segunda carga de registro  $L2$ . La segunda carga de registro  $L2$  puede llegar al conocimiento del control de grúa 12 de manera análoga a la carga de destino  $L$  de la etapa S1 de la figura 2. Tanto el segundo lugar de registro  $x2$  como la segunda carga de registro  $L2$  están relacionados con el segundo momento de registro  $t2$ . El segundo lugar de registro  $x2$  es por tanto aquel lugar en el que el carro de grúa 6 se encuentra en el segundo momento de registro  $t2$  sobre el travesaño 5. De manera análoga la segunda carga de registro  $L2$  es aquella carga con la que el carro de grúa 6 está cargado en el segundo momento de registro  $t2$ .

25 En una etapa S33 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S4 de la figura 2 - determina las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1, que aparecen cuando el carro de grúa 6 está posicionado en el segundo lugar de registro  $x2$  y está cargado con la segunda carga de registro  $L2$ . Teniendo en cuenta las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 2 el control de grúa 12 determina por consiguiente en una etapa S34 - de manera análoga a la etapa S24 de la figura 6 - parámetros de corrección  $\delta M2$  para los valores de medición  $M2$ . En una etapa S35 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S25 de la figura 6 - utilizando los parámetros de corrección determinados  $\delta M2$  en la etapa S34 determina valores de medición corregidos  $M2'$ . Finalmente el control de grúa 12 en una etapa S36 mediante los valores de medición corregidos  $M2'$  - de manera análoga a la etapa S26 de la figura 6 - determina el lugar real  $xL'$  del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil.

35 En una etapa S37 el control de grúa 12 determina la desviación del lugar real averiguado  $xL'$  del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil desde el lugar de destino  $xL$  del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil. En una etapa S38 el control de grúa 12, dependiendo de la desviación determinada en la etapa S37, determina instrucciones de mando  $S$  para el posicionamiento del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil. Además en una etapa S39 se realiza un control correspondiente del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil.

40 Con frecuencia las etapas S31 a S39 están integradas a un bucle de regulación realizado reiterativamente. Esto, únicamente por motivos de una mayor claridad no está representado en la figura 7.

45 Por lo que hasta el momento se ha explicado, la corrección de los lugares de destino  $xK$ ,  $xL$  y del lugar real  $xL'$  está limitada a la dirección de desplazamiento del carro de grúa 6. Los modos de proceder que se han explicado con anterioridad, sin embargo, pueden ampliarse sin más también a la dirección horizontal ortogonal a aquella. Los modos de proceder correspondientes son completamente análogos a los modos de proceder que se han explicado con anterioridad. Es también posible aplicar modos de proceder análogos cuando se trata del descenso del objeto de carga 8. Esto se explica con más detalle a continuación en relación con la figura 8.

Las figura 8 muestra un posible complemento de la etapa S7 de la figura 2 o de la etapa S17 de la figura 5. Este complemento se antepone a la etapa S7 de la figura 2 o la etapa S17 de la figura 5.

50 Según la figura 8 el control de grúa 12 en una etapa S41 tiene conocimiento de una altura de destino  $h$  del objeto de carga de destino 8. La altura de destino  $h$  puede estar relacionada, como alternativa, con el suelo 3 o con el carro de grúa 6. Puede llegarse al conocimiento del control de grúa 12 por ejemplo debido a una especificación por parte del usuario, debido a una especificación por parte de un equipo de control de orden superior o debido a mediciones propias.

55 En una etapa S42 el control de grúa 12, basándose en las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1, determina un valor de corrección para la altura de destino  $h$ . La etapa S42 puede ser componente de la etapa S4 de la figura 2 o de la etapa S14 de la figura 5. En una etapa S43 el control de grúa 12 corrige la altura de destino  $h$  en un valor de corrección determinado en la etapa S42.

Después de corregir la altura de destino  $h$  se lleva a cabo la etapa S7 de la figura 2 o la etapa S17 de la figura 5. A este respecto el objeto de carga de destino 8 se hace descender a la altura de destino  $h$  corregida mediante el control de grúa 12.

5 En el marco del modo de proceder de la figura 8 - véase allí la etapa S41 - el control de grúa 12 tiene conocimiento de la altura de destino  $h$ . A continuación, en relación con la figura 9 se explica una posible configuración de la etapa S41 de la figura 8 en la que el control de grúa 12 determina automáticamente la altura de destino  $h$ . El modo de proceder de la figura 9 es en particular ventajoso cuando en caso del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 se trata del punto de transbordo de objeto de carga 11 móvil. Sin embargo, en principio también puede aplicarse cuando se trata de un punto de transbordo de objeto de carga 10 estacionario.

10 En el marco de la configuración de la figura 9 - de manera análoga a la configuración en relación con la figura 6 - los sensores 16 están dispuestos en la grúa pórtico para contenedores 1. Por medio de los sensores 16 según la figura 9 en una etapa S51 se registran valores de medición  $M3$  para la altura de destino  $h$ . El registro se realiza en un momento de registro  $t3$ , denominado en lo sucesivo tercer momento de registro  $t3$ . Los sensores 16 pueden ser los mismos sensores que ya se han explicado en relación con las figuras 6 y 7.

15 El control de grúa 12, según la figura 9, además en una etapa S52 tiene conocimiento de un lugar momentáneo  $x3$  del carro de grúa 6, denominado en lo sucesivo tercer lugar de registro  $x3$ . El tercer lugar de registro  $x3$  del carro de grúa 6 está relacionado con el travesaño 5. Puede registrarse por ejemplo por medio de un sistema de medición de trayecto correspondiente para el carro de grúa 6 se registran. El control de grúa 12 según la figura 9 en la etapa S52 tiene conocimiento también de una carga momentánea  $L3$  del carro de grúa 6, denominada en lo sucesivo tercera  
20 carga de registro  $L3$ . La tercera carga de registro  $L3$  puede llegar al conocimiento del control de grúa 12 de manera análoga a la carga de destino  $L$  de la etapa S1 de la figura 2. Tanto el tercer lugar de registro  $x1$  como la tercera carga de registro  $L3$  están relacionados con el tercer momento de registro  $t3$ . El tercer lugar de registro  $x3$  es por lo tanto aquel lugar en el que el carro de grúa 6 se encuentra en el tercer momento de registro  $t3$  sobre el travesaño 5. De manera análoga, la tercera carga de registro  $L3$  es aquella carga con la que el carro de grúa 6 está cargado en el  
25 tercer momento de registro  $t3$ .

En una etapa S53 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S4 de la figura 2 - determina las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1, que aparecen cuando el carro de grúa 6 está posicionado en el tercer lugar de registro  $x3$  y está cargado con la tercera carga de registro  $L3$ . Teniendo en cuenta las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1 el control de grúa 12 por consiguiente en una etapa S54 - de  
30 manera análoga a la etapa S24 de la figura 6 - determina parámetros de corrección  $\delta M3$  para los valores de medición  $M3$ . En una etapa S55 el control de grúa 12 - de manera análoga a la etapa S25 de la figura 6 - utilizando los parámetros de corrección  $\delta M3$  determinados en la etapa S54 determina valores de medición  $M3'$  corregidos. Finalmente el control de grúa 12 en una etapa S56 mediante los valores de medición  $M3'$  corregidos - de manera análoga a la etapa S26 de la figura 6 - determina la altura de destino  $h$  corregida.

35 Para determinar las deformaciones de la grúa pórtico para contenedores 1 que dependen del lugar del carro de grúa 6 y de la carga del carro de grúa 6 el control de grúa 12 según la figura 10 implementa un modelo 17. La implementación puede realizarse en particular mediante la realización del programa informático 13. Al modelo 17, según la figura 10 se suministran como parámetros de entrada al menos el lugar respectivo del carro de grúa 6 y la carga del carro de grúa 6 respectiva. Esto se representa en la figura 10 para el lugar de destino  $xK$  del carro de grúa 6 y la carga de destino  $L$ . Sin embargo, al modelo 17 pueden suministrarse como alternativa igualmente otro lugar y la carga correspondiente, por ejemplo el primer lugar de registro  $x1$  y la primera carga de registro  $L1$  o el segundo lugar de registro  $x2$  y la segunda carga de registro  $L2$  o el tercer lugar de registro  $x3$  y la tercera carga de registro  $L3$ .

45 El modelo 17 mediante los parámetros de entrada que le han suministrado determina un estado de deformación  $V$ . Mediante el estado de deformación  $V$  pueden determinarse por consiguiente los parámetros de corrección más diversos, por ejemplo variación del posicionamiento  $y/u$  orientación de los sensores 16 y una variación de la posición del carro de grúa 6 en horizontal y en vertical. La variación del posicionamiento  $y/orientación$  de los sensores 16 pueden emplearse, por ejemplo, para determinar los parámetros de corrección  $\delta M1$ ,  $\delta M2$ ,  $\delta M3$  correspondientes, cuando al modelo 17 como parámetros de entrada se le suministran el primer lugar de registro  $x1$  y la primera carga de registro  $L1$  o el segundo lugar de registro  $x2$  y la segunda carga de registro  $L2$  o el tercer lugar de registro  $x3$  y la  
50 tercera carga de registro  $L3$ . Una variación de la posición del carro de grúa 6 en horizontal puede emplearse para la corrección del lugar de destino  $xL$  del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 o para la corrección del lugar de destino  $xK$  del carro de grúa 6 cuando al modelo 17 como parámetros de entrada se le suministran el lugar de destino  $xK$  de la etapa S3 de la figura 2 o de la etapa S12 de la figura 5 y la carga de destino  $L$ . Independientemente de si recurre a uno o a varios de estos modos de proceder el control de grúa 12 emplea el modelo 17 durante la adaptación del lugar de destino  $xK$  del carro de grúa 6 y del lugar de destino  $xL$  del punto de transbordo de objeto de  
55 carga 10, 11 entre sí.

60 El modelo 17 como tal puede comprender, por ejemplo, una tabla de corrección 17a. La tabla de corrección 17a está creada en este caso de manera multidimensional, concretamente por cada parámetro de entrada una dimensión. La tabla de corrección 17a concretamente está definida solo para ciertos puntos de apoyo. Sin embargo, entre los puntos de apoyo puede realizarse una interpolación de manera conocida *per se* de modo lineal o no lineal. Como

alternativa el modelo 17 puede estar configurado como modelo de estructura portante de barra 17b de la grúa pórtico para contenedores 1. A su vez, como alternativa el modelo 17 puede estar configurado como modelo 17c de la grúa pórtico para contenedores 1 basado en elementos finitos. También son posibles configuraciones y combinaciones de los modelos 17a, 17b, 17c adicionales.

5 Por lo que se ha explicado hasta el momento, además la corrección se realiza exclusivamente mediante un lugar respectivo  $x_K$ ,  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  del carro de grúa 6 y de la carga L, L1, L2, 13 del carro de grúa 6 correspondiente en cada. Por lo que respecta a la determinación de parámetros de corrección  $\delta M_1$ ,  $\delta M_2$ ,  $\delta M_3$  para los valores de medición M1, M2, M3 registrados por los sensores 16, sin embargo es posible que el control de grúa 12 - siempre referido al momento de registro  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  respectivo - tenga en cuenta parámetros adicionales. En el caso de estos parámetros  
10 puede tratarse de manera correspondiente a la representación en la figura 10 por ejemplo de los siguientes parámetros:

- al menos una derivada en función del tiempo del lugar de registro respectivo  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  en particular la segunda derivada en el tiempo (= aceleración) del lugar de registro respectivo  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ .

15 - una distancia  $a$  del objeto de carga 8 respectivo desde el carro de grúa 6, como resultado por lo tanto una longitud de cable efectiva.

- al menos una derivada en función del tiempo de la distancia respectiva  $a$  del objeto de carga de registro 8 respectivo, en particular la segunda derivada en el tiempo de la distancia  $a$ . Este parámetro corresponde esencialmente a aquel valor, con el que se modifica la velocidad de elevación o de bajada del objeto de carga 8.

20 - un estado de oscilación P del objeto de carga 8 con respecto al carro de grúa 6. El estado de oscilación P puede comprender, en particular, la longitud de cable efectiva, la dirección y la amplitud del movimiento de oscilación, así como la posición de fase del movimiento de oscilación.

En resumen la presente invención se refiere por tanto a los hechos siguientes: un sistema de transbordo comprende una grúa pórtico para contenedores 1 dispuesta sobre un suelo 3 y al menos un punto de transbordo de objeto de  
25 carga 10, 11 dispuesto sobre el suelo 3. La grúa pórtico para contenedores 1 presenta un carro de grúa 6 que puede desplazarse sobre un travesaño 5 de la grúa pórtico para contenedores 1 con respecto al suelo 3. Un control de grúa 12 adapta un lugar de destino  $x_K$  del carro de grúa 6 relacionado con el travesaño 5 y un lugar de destino  $x_L$  del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11 relacionado con el suelo 3 entre sí de tal modo que en el descenso del objeto de carga de destino 8 en el lugar de destino  $x_K$  del carro de grúa 6 el objeto de carga de destino 8 se hace  
30 descender hacia el lugar de destino  $x_L$  del punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. La adaptación se realiza teniendo en cuenta adicionalmente al menos una carga de destino L, con el que el carro de grúa 6 está cargado en su lugar de destino  $x_K$ . El control de grúa 12 posiciona el carro de grúa 6 en su lugar de destino  $x_L$ . Además, después del posicionamiento del carro de grúa 6 hace descender el objeto de carga de destino 8 hacia el punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. En caso de que el punto de transbordo de objeto de carga 11 pueda  
35 desplazarse sobre el suelo 3 y el punto de transbordo de objeto de carga 11 se controle mediante el control de grúa 12, el control de grúa 12, además, antes del descenso del objeto de carga de destino 8 hacia el punto de transbordo de objeto de carga 11 posiciona el punto de transbordo de objeto de carga 11 en su lugar de destino  $x_L$ .

La presente invención presenta muchas ventajas. En particular, es posible de manera sencilla y fiable un  
40 posicionamiento con gran exactitud del carro de grúa 6 con respecto al punto de transbordo de objeto de carga 10, 11. Además es posible equipar sin dificultad de manera correspondiente un control de grúa del estado de la técnica existente.

Aunque la invención se haya ilustrado y descrito con detalle mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no está limitada por los ejemplos divulgados y el experto en la materia puede derivar de los mismos otras  
45 variaciones, sin abandonar el alcance de protección de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de control para un sistema de transbordo que comprende una grúa pórtico para contenedores (1) dispuesta sobre un suelo (3) con un carro de grúa (6) que puede desplazarse sobre un travesaño (5) de la grúa pórtico para contenedores (1) con respecto al suelo (3) y al menos un punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) dispuesto sobre el suelo (3),
- en el que un control de grúa (12), teniendo en cuenta al menos una carga de destino (L), con el que el carro de grúa (6) está cargado en su lugar de destino (xK), adapta un lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) relacionado con el travesaño (5) y un lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) relacionado con el suelo (3) entre sí, de tal modo que en el descenso del objeto de carga de destino (8) en el lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) el objeto de carga de destino (8) se hace descender hacia el lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11),
  - en el que el control de grúa (12) posiciona el carro de grúa (6) en su lugar de destino (xL),
  - en el que el control de grúa (12) después del posicionamiento del carro de grúa (6) hace descender el objeto de carga de destino (8) hacia el punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) y
  - en el que, en el caso de que el punto de transbordo de objeto de carga (11) pueda desplazarse sobre el suelo (3) y el punto de transbordo de objeto de carga (11) se controle mediante el control de grúa (12), el control de grúa (12) antes del descenso del objeto de carga de destino (8) hacia el punto de transbordo de objeto de carga (11) posiciona el punto de transbordo de objeto de carga (11) en su lugar de destino (xL).
2. Procedimiento de control según la reivindicación 1, caracterizado porque,
- el control de grúa (12) durante la adaptación del lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) y del lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) entre sí, tiene conocimiento inicialmente del lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) y
  - el control de grúa (12) determina el lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) teniendo en cuenta al menos el lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) y la carga de destino (L).
3. Procedimiento de control según la reivindicación 1, caracterizado porque,
- en un primer momento de registro (t1) por medio de sensores (16) dispuestos en la grúa pórtico para contenedores (1) se registran valores de medición (M1) para el lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11),
  - el control de grúa (12) determina el lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) mediante los valores de medición (M1) para el lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) teniendo en cuenta al menos un primer lugar de registro (x1) y una primera carga de registro (L1),
  - el primer lugar de registro (x1) es aquel lugar en el que el carro de grúa (6) se encuentra en el primer momento de registro (t1) sobre el travesaño (5), y
  - la primera carga de registro (L1) es aquella carga con la que el carro de grúa (6) está cargado en el primer momento de registro (t1).
4. Procedimiento de control según la reivindicación 3, caracterizado porque el control de grúa (12) durante la determinación del lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) - siempre relacionado con el primer momento de registro (t1) - tiene en cuenta al menos una derivada en función del tiempo del primer lugar de registro (x1), una distancia (a) del primer objeto de carga de registro (8) desde el carro de grúa (6), al menos una derivada en función del tiempo de la distancia (a) del primer objeto de carga de registro (8) desde el carro de grúa (6) y/o un estado de oscilación (P) del primer objeto de carga de registro (8) con respecto al carro de grúa (6).
5. Procedimiento de control según la reivindicación 1, caracterizado porque,
- el punto de transbordo de objeto de carga (11) debido a un control correspondiente mediante el control de grúa (12) puede desplazarse sobre el suelo (3),
  - el control de grúa (12) durante la adaptación del lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) y del lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (11) entre sí tiene conocimiento inicialmente del lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) y
  - el control de grúa (12) determina el lugar de destino (xL) del punto de transbordo de objeto de carga (11) teniendo en cuenta al menos el lugar de destino (xK) del carro de grúa (6) y la carga de destino (L).

6. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque,

- el punto de transbordo de objeto de carga (11) debido a un control correspondiente mediante el control de grúa (12) puede desplazarse sobre el suelo (3),
- 5 - en un segundo momento de registro ( $t_2$ ) por medio de sensores (16) dispuestos en la grúa p $\acute{o}$ rtico para contenedores (1) se registran valores de medici $\acute{o}$ n ( $M_2$ ) para un lugar real ( $xL'$ ) del punto de transbordo de objeto de carga (11),
- el control de grúa (12) determina el lugar real ( $xL'$ ) del punto de transbordo de objeto de carga (11) mediante los valores de medici $\acute{o}$ n ( $M_2$ ) para el lugar real ( $xL'$ ) del punto de transbordo de objeto de carga (11) teniendo en cuenta al menos un segundo lugar de registro ( $x_2$ ) y una segunda carga de registro ( $L_2$ ),
- 10 - el segundo lugar de registro ( $x_2$ ) es aquel lugar en el que el carro de grúa (6) se encuentra sobre el travesa $\acute{n}$ o (5) en el segundo momento de registro ( $t_2$ ),
- la segunda carga de registro ( $L_2$ ) es aquella carga con la que el carro de grúa (6) est $\acute{a}$  cargado en el segundo momento de registro ( $t_2$ ), y
- 15 - el control de grúa (12) dependiendo de la desviaci $\acute{o}$ n del lugar real ( $xL'$ ) averiguado del punto de transbordo de objeto de carga (11) desde el lugar de destino ( $xL$ ) del punto de transbordo de objeto de carga (11) determina instrucciones de mando (S) para el posicionamiento del punto de transbordo de objeto de carga (11).

7. Procedimiento de control seg $\acute{u}$ n la reivindicaci $\acute{o}$ n 6, caracterizado porque el control de grúa (12) durante la determinaci $\acute{o}$ n del lugar real ( $xL'$ ) del punto de transbordo de objeto de carga (11) - siempre relacionado con el segundo momento de registro ( $t_2$ ) - tiene en cuenta al menos una derivada en funci $\acute{o}$ n del tiempo del segundo lugar de registro ( $x_2$ ), una distancia (a) del segundo objeto de carga de registro (8) desde el carro de grúa (6), al menos una derivada en funci $\acute{o}$ n del tiempo de la distancia (a) del segundo objeto de carga de registro (8) desde el carro de grúa (6) y/o un estado de oscilaci $\acute{o}$ n (P) del segundo objeto de carga de registro (8) con respecto al carro de grúa (6).

8. Procedimiento de control seg $\acute{u}$ n una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque,

- 25 - el control de grúa (12) corrige una altura de destino (h) del objeto de carga de destino (8) teniendo en cuenta al menos el lugar de destino ( $xK$ ) del carro de grúa (6) y el objeto de carga de destino (L) y
- el control de grúa (12) hace descender el objeto de carga de destino (8) a la altura de destino (h) corregida por  $\acute{e}$ l.

9. Procedimiento de control seg $\acute{u}$ n la reivindicaci $\acute{o}$ n 8, caracterizado porque,

- 30 - en un tercer momento de registro ( $t_3$ ) por medio de sensores (16) dispuestos en la grúa p $\acute{o}$ rtico para contenedores (1) se registran valores de medici $\acute{o}$ n ( $M_3$ ) para la altura de destino (h),
- el control de grúa (12) determina la altura de destino (h) mediante los valores de medici $\acute{o}$ n ( $M_3$ ) para la altura de destino (h) teniendo en cuenta al menos un tercer lugar de registro ( $x_3$ ) y una tercera carga de registro ( $L_3$ ),
- 35 - el tercer lugar de registro ( $x_3$ ) es aquel lugar en el que el carro de grúa (6) se encuentra sobre el travesa $\acute{n}$ o (5) en el tercer momento de registro ( $t_3$ ), y
- la tercera carga de registro ( $L_3$ ) es aquella carga con la que el carro de grúa (6) est $\acute{a}$  cargado en el tercer momento de registro ( $t_3$ ).

10. Procedimiento de control seg $\acute{u}$ n la reivindicaci $\acute{o}$ n 9, caracterizado porque el control de grúa (12) durante la determinaci $\acute{o}$ n de la altura de destino (h) - siempre relacionado con el tercer momento de registro ( $t_3$ ) - tiene en cuenta al menos una derivada en funci $\acute{o}$ n del tiempo del tercer lugar de registro ( $x_3$ ), una distancia (a) del tercer objeto de carga de registro (8) desde el carro de grúa (6), al menos una derivada en funci $\acute{o}$ n del tiempo de la distancia (a) del tercer objeto de carga de registro (8) desde el carro de grúa (6) y/o un estado de oscilaci $\acute{o}$ n (P) del tercer objeto de carga de registro (8) con respecto al carro de grúa (6).

11. Procedimiento de control seg $\acute{u}$ n una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el control de grúa (12) durante la adaptaci $\acute{o}$ n del lugar de destino ( $xK$ ) del carro de grúa (6) y del lugar de destino ( $xL$ ) del punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) entre s $\acute{i}$ , implementa un modelo (17) de la grúa p $\acute{o}$ rtico para contenedores (1) almacenado en el control de grúa (12), que depende al menos de la carga respectiva (L,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ) del carro de grúa (6) y del lugar respectivo ( $xK$ ,  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ) del carro de grúa (6) sobre el travesa $\acute{n}$ o (5), en el que el modelo (17) comprende una tabla de correcci $\acute{o}$ n (17a), un modelo de estructura portante de barra (17b) de la grúa p $\acute{o}$ rtico para contenedores (1) y/o un modelo basado en elementos finitos (17c) de la grúa p $\acute{o}$ rtico para contenedores (1).

12. Programa informático que comprende código máquina (15), que puede ejecutarse por un control de grúa (12), en el que la ejecución del código máquina (15) mediante el control de grúa (12) provoca que el control de grúa (12) lleve a cabo un procedimiento de control según una de las reivindicaciones anteriores.
- 5 13. Programa informático según la reivindicación 12, caracterizado porque está almacenado en una memoria (14) en forma informatizada.
14. Control de grúa, caracterizado porque está programado con un programa informático (13) según la reivindicación 12.
15. Sistema de transbordo,
- 10 - en el que el sistema de transbordo comprende una grúa pórtico para contenedores (1) dispuesta sobre un suelo (3) con un travesaño (5),
- en el que la grúa pórtico para contenedores (1) presenta un carro de grúa (6) que puede desplazarse sobre el travesaño (5) con respecto al suelo (3),
- en el que el sistema de transbordo al menos comprende un punto de transbordo de objeto de carga (10, 11) dispuesto sobre el suelo (3),
- 15 - en el que el sistema de transbordo comprende un control de grúa (12), caracterizado porque el control de grúa (12) está configurado según la reivindicación 14.

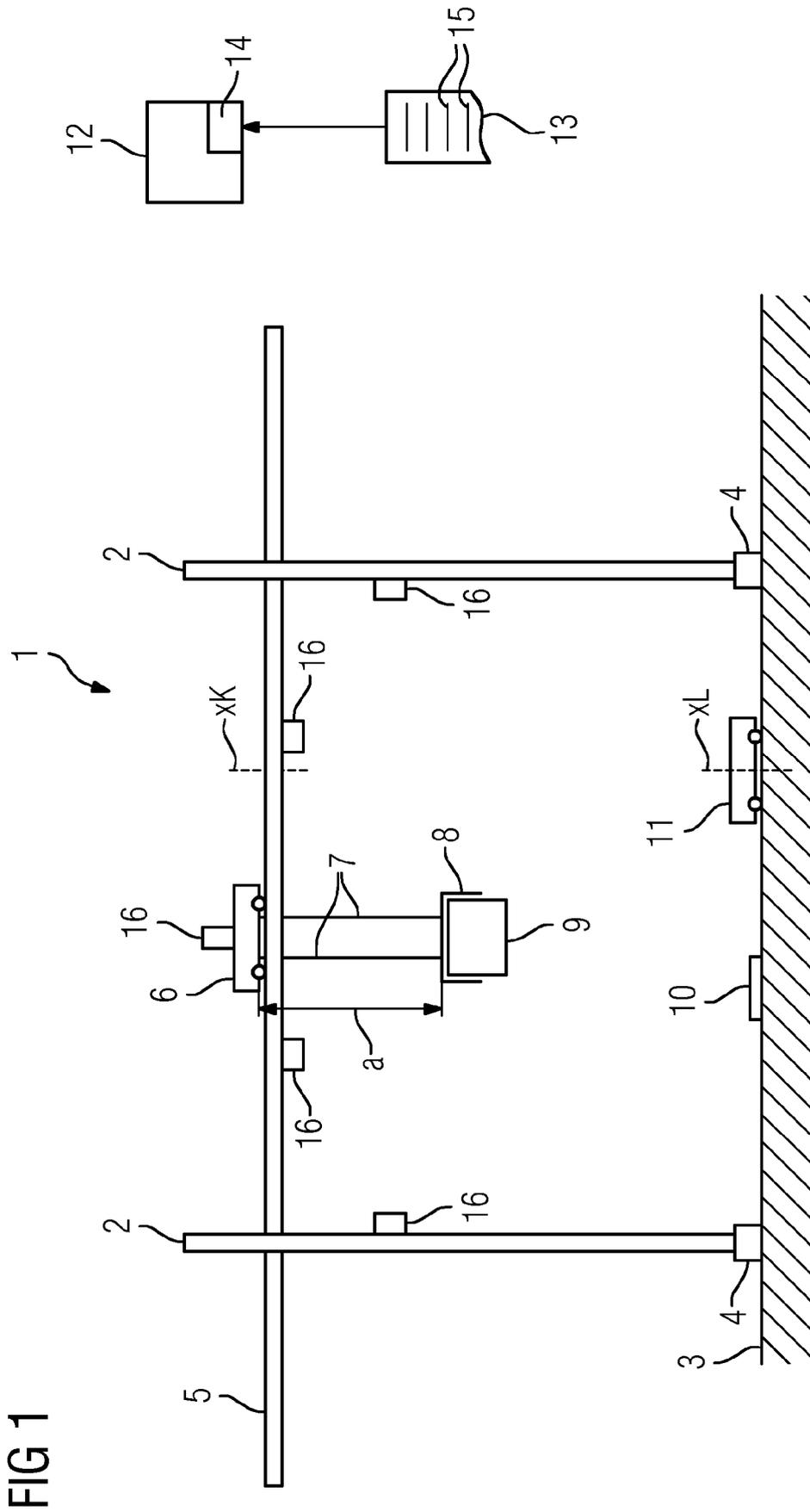


FIG 1

FIG 2

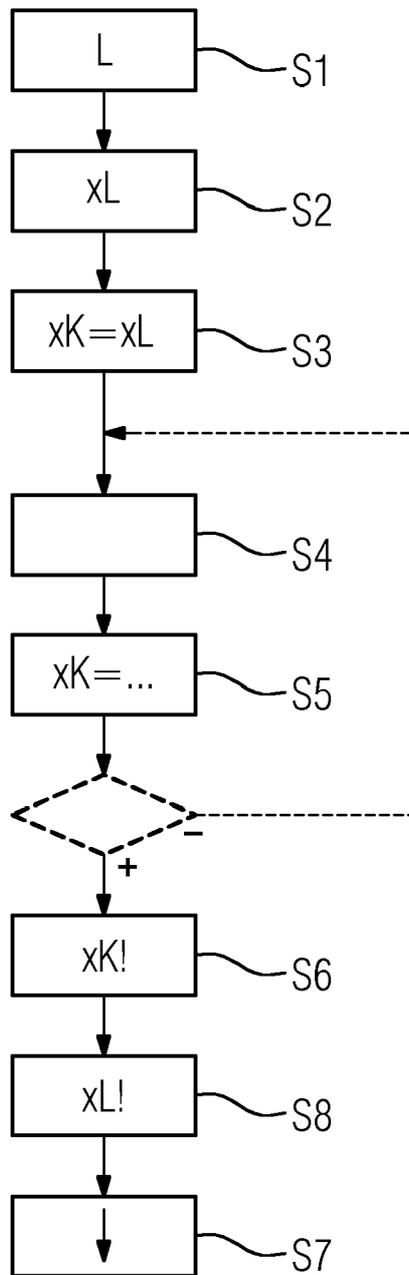


FIG 3

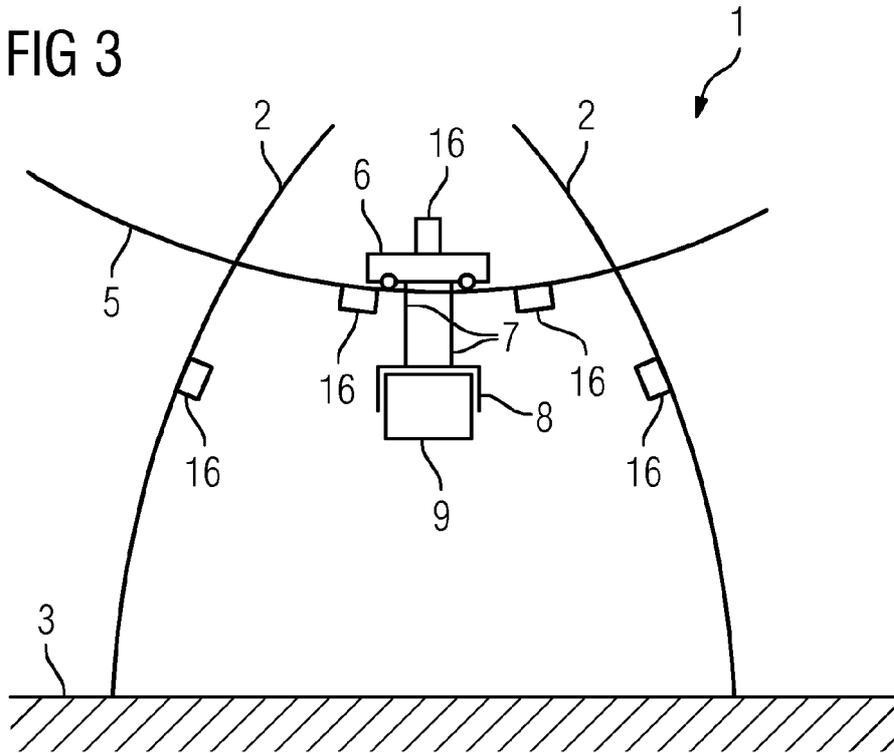


FIG 4

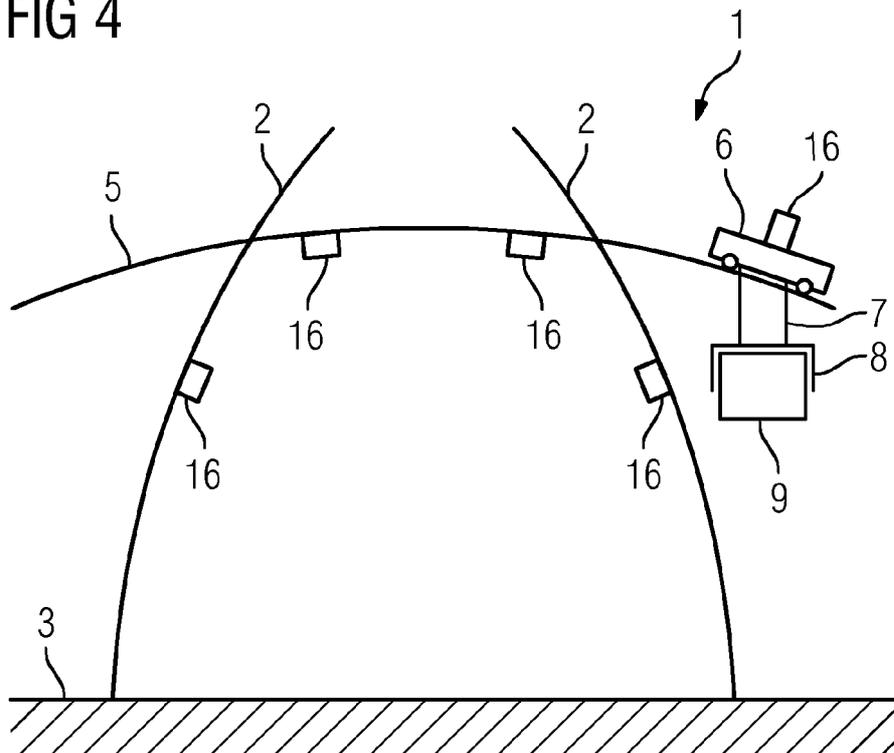


FIG 5

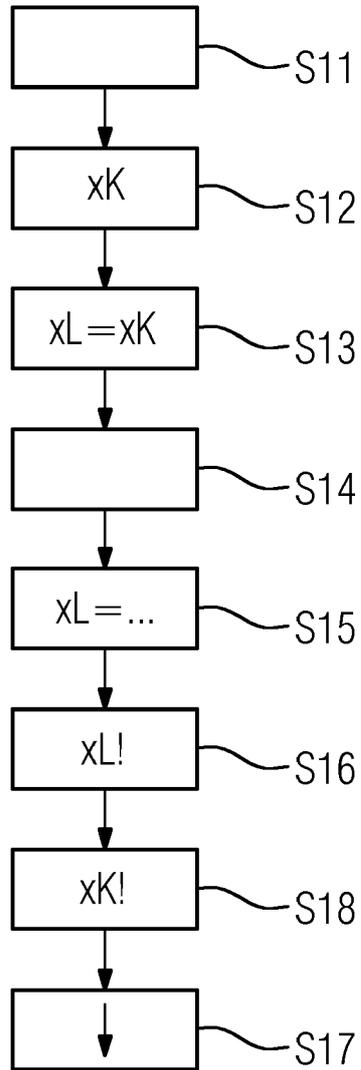


FIG 6

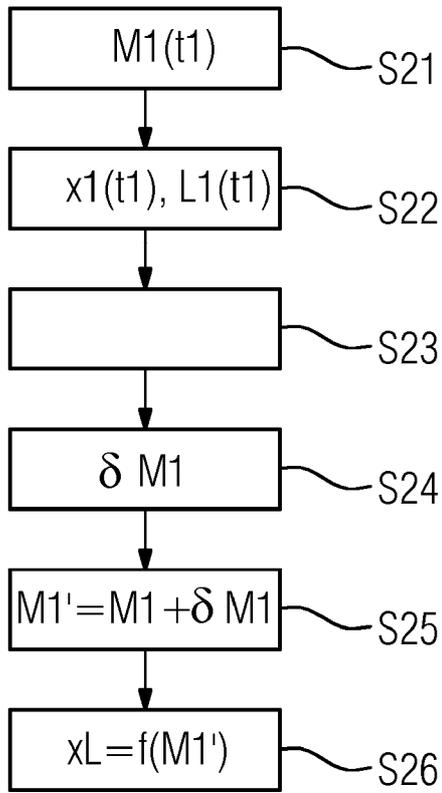


FIG 7

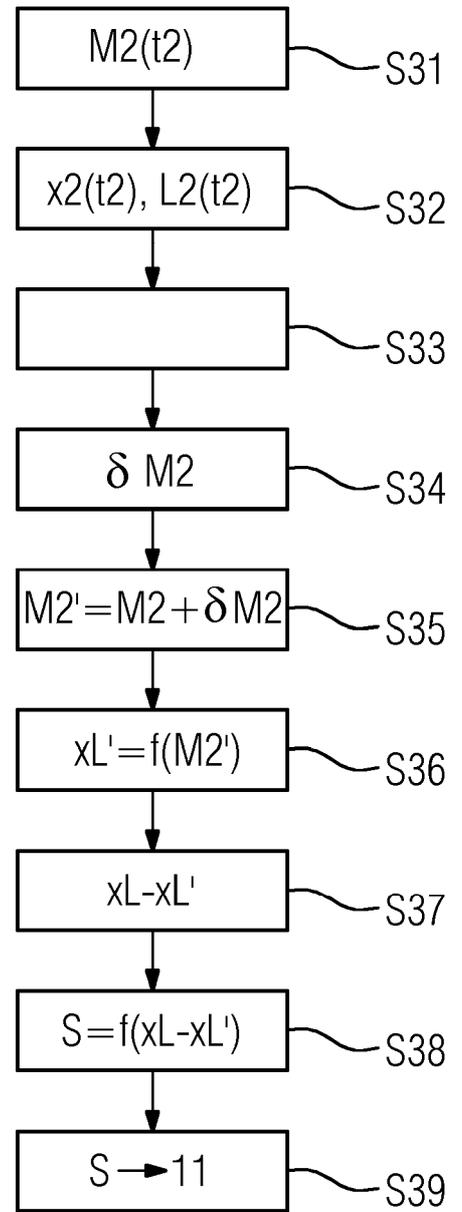


FIG 8

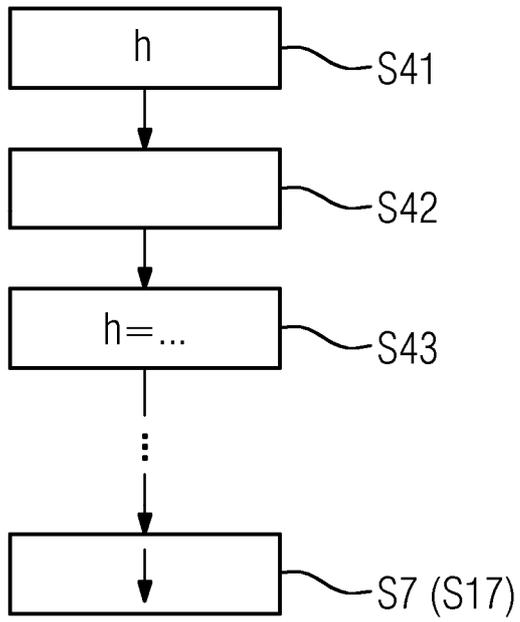


FIG 9

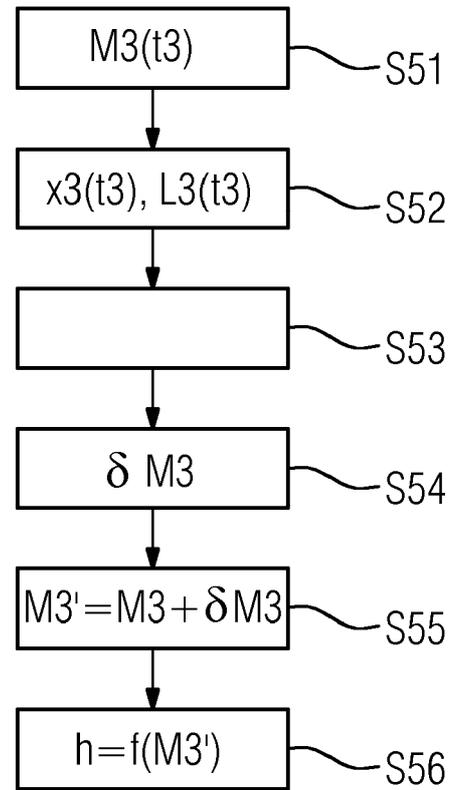


FIG 10

