

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 265**

51 Int. Cl.:

E02F 9/26 (2006.01)
B66C 13/18 (2006.01)
B66C 13/46 (2006.01)
B66C 15/04 (2006.01)
B66C 13/48 (2006.01)
E02F 9/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2017** **PCT/EP2017/000449**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.10.2017** **WO17174202**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2017** **E 17716788 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 3426851**

54 Título: **Máquina de construcción, en particular grúa, y procedimiento para su control**

30 Prioridad:

08.04.2016 DE 102016004266

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
22.10.2024

73 Titular/es:

LIEBHERR-WERK BIBERACH GMBH (100.0%)
Memminger Str. 120
88400 Biberach an der Riss, DE

72 Inventor/es:

STANGER, NORBERT

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 983 265 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

Máquina de construcción, en particular grúa, y procedimiento para su control

5 La presente invención se refiere a una máquina de construcción, en particular en forma de una grúa como por ejemplo una grúa giratoria de torre, con un dispositivo de control para controlar al menos una unidad de trabajo de la máquina de construcción mediante un modelo de datos de obra de construcción que contiene información digital sobre una obra de construcción que va a erigirse y/o procesarse. La invención también se refiere a un procedimiento para controlar una máquina de construcción de este tipo utilizando datos digitales de un modelo de datos de obra de construcción de este tipo.

10 Hoy en día, la planificación del uso de grúas en las obras generalmente se realiza mediante la preparación del trabajo de las empresas constructoras implicadas o en detalle por los capataces de la obra. A este respecto, la base para la planificación son los planos de obra, que generalmente son bidimensionales y en ocasiones tridimensionales, así como la planificación temporal y, en algunos casos, el plan de costes del proyecto de construcción. Dado que los planes de trabajo suelen ser específicos del sector, un control definitivo de la libertad de colisión de la grúa sólo es posible durante la ejecución. Los cambios de horario en tareas individuales y los cambios en los planes a menudo no se registran en los documentos de manera oportuna. Un sistema de este tipo se divulga en el documento US2016/031680A1.

20 Más recientemente, los modelos digitales de datos de obra de construcción, a veces denominados BIM (*Building Information Model*, modelo de información de edificios), se han utilizado para planificar, erigir, procesar e inspeccionar obras de construcción y contienen información digital sobre el edificio que se va a erigir o procesar, siendo en particular en este sentido un modelo general que suele contener los planos tridimensionales de todos los edificios, la planificación temporal y también el plan de costes. Tales modelos de datos de obra de construcción o modelos BIM, por regla general, son archivos o conjuntos de archivos legibles por ordenador y en su caso componentes de programa informático de procesamiento para procesar tales archivos, en los que informaciones y características que describen la obra de construcción que debe erigirse o debe procesarse y sus propiedades relevantes en forma de datos digitales.

30 En general tales modelos de datos de obra de construcción pueden contener datos CAD bidimensionales, tridimensionales o multidimensionales para visualizar la obra de construcción y/o sus partes de obra de construcción, pero también pueden comprender otras informaciones relevantes sobre la obra de construcción, por ejemplo su planificación temporal para erigirse, el plan de costes, informaciones sobre la infraestructura circundante tal como calles de acceso, suministro de energía y agua, o informaciones logísticas sobre medios auxiliares necesarios para erigir o procesar la obra de construcción. Como datos de obra de construcción característicos se incluyen frecuentemente dimensiones de obra de construcción como volumen constructivo, altura de la obra de construcción, medidas de extensión en alzado y planta, volúmenes de material tal como volumen de hormigón necesario, volumen de ladrillos, etcétera, o pesos de elementos constructivos de componentes de obra de construcción individuales tales como vigas de acero, elementos constructivos prefabricados o similares. A este respecto, el modelo de datos de obra de construcción y sus archivos o el conjunto de archivos puede enviarse y/o es interconectable en una red habitualmente, para poner a disposición distintos participantes en la construcción.

45 Al erigir una obra de construcción se procesan de manera asistida por ordenador muchos procesos con ayuda de tales modelos de datos de obra de construcción, en donde, por ejemplo, un arquitecto elabora un diseño y lo dibuja con ayuda de sistemas CAD en la planificación constructiva clásica, con lo que a continuación puede elaborarse una estimación de cantidades para el cálculo de costes basándose en los dibujos CAD o pueden presentarse los planos a otros ingenieros especializados, peritos de seguridad contra incendios o administraciones. Si se producen cambios de planificación, se cambian los dibujos y se comparan con los participantes, se adapta la estimación de cantidades y se revisa el cálculo de costes, lo cual se facilita claramente con la ayuda del modelo BIM integrado y se realiza de manera al menos parcialmente automática por componentes de software que pueden acceder a los datos del modelo de datos de obra de construcción.

50 En este contexto ya se propuso vincular los datos que afectan al funcionamiento de una grúa a un modelo BIM o de datos de obra de construcción. Por ejemplo, el documento WO 2016/019158 A1 describe un procedimiento, por medio del cual se actualiza un modelo BIM mediante datos de funcionamiento de grúa, en donde se genera una secuencia temporal o una planificación temporal mediante los elementos constructivos que deben desplazarse mediante la grúa, que incluye las utilizaciones de grúa necesarias y se integra en el modelo de datos del BIM. El BIM puede actualizar a continuación funciones BIM adicionales mediante la secuencia temporal generada.

60 El documento WO 2013/006625 A1 describe además un procedimiento para maniobrar una grúa dentro de una obra de construcción con la ayuda de datos de un modelo BIM, en donde se comparan entre sí por un lado coordenadas globales 3D del gancho de grúa que se determinan con ayuda de sensores de posición absolutos, y por otro lado coordenadas globales 3D, que caracterizan a la obra de construcción que debe erigirse y la posición de las partes de obra de construcción y que están depositadas en el modelo BIM.

65 Por el documento US 2013/0345857 A1 se conoce una grúa que recibe datos de obra de construcción de una base

de datos y los actualiza basándose en datos reales medidos de la obra de construcción, determinando la grúa un recorrido de desplazamiento para el gancho de carga teniendo en cuenta los datos de obra de construcción, en donde el punto inicial y el final se pueden introducir a través de una pantalla táctil. Otras máquinas de construcción que trabajan con datos de obra de construcción de una base de datos se conocen por los documentos US 2013/299440 A1, US 2010/070179 A1, US 2014/218233 A1, EP 30 37 376 A1, US 6 845 311 B1 y US 2016/035251 A1.

Como resultado, sin embargo, la ganancia funcional de la vinculación prevista hasta ahora de una grúa está limitada al modelo BIM. En particular, no ha podido conseguirse hasta ahora ninguna ventaja contundente en el control de máquinas de construcción como grúas o excavadoras y su manejo mediante modelos BIM. Además, hasta ahora no se han resuelto satisfactoriamente los problemas en tiempo real que pueden surgir al utilizar datos BIM para el control de grúas debido a velocidades y rangos de transmisión de datos limitados, en particular en tareas de control urgentes como el control de la oscilación.

Por lo tanto, la presente invención se basa en el objetivo de crear una integración mejorada de las máquinas de construcción y su funcionamiento en modelos de datos de obras de construcción y/o una conexión mejorada de las máquinas de construcción con tales modelos de datos de obras de construcción, que eviten las desventajas del estado de la técnica y perfeccionen este último de manera ventajosa. En particular, se debería lograr un control más eficiente y seguro de las máquinas de construcción mediante una mejor conexión con los modelos BIM.

De acuerdo con la invención, el objetivo mencionado se consigue mediante una máquina de construcción de acuerdo con la reivindicación 1, así como un procedimiento para controlarla de acuerdo con la reivindicación 20. Diseños preferidos de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Por lo tanto, según un aspecto de la invención se propone conectar el control de una máquina de construcción utilizada en la obra a un ordenador de control de la obra que tiene acceso al modelo de datos de obra de construcción o al BIM, de modo que el dispositivo de control de la máquina de construcción, por ejemplo, el control de la grúa puede intercambiar datos con el modelo de datos de obra de construcción. De acuerdo con la invención, la máquina de construcción presenta un módulo de intercambio de datos que se puede conectar al ordenador de control de la obra para intercambiar datos digitales con el ordenador de control de la obra, presentando el módulo de intercambio de datos medios de lectura y/o escritura para el acceso de lectura leer y/o de escritura al ordenador de control de la obra. En particular, usando la información digital del modelo de datos de obra de construcción se puede intervenir en el control de la máquina de construcción y/o el control de la máquina de construcción puede parametrizarse y/o modificarse. De forma alternativa o adicional, el dispositivo de control de máquina de construcción puede transmitir datos al ordenador de control de la obra para actualizar y/o complementar el modelo de datos de obra de construcción y/o en general transmitir datos digitales al modelo de datos de obra de construcción y almacenarlos allí.

La conexión del dispositivo de control de la máquina de construcción con el ordenador de control de la obra y el modelo de datos de obra de construcción proporcionado por éste se puede utilizar en principio para diversas funciones del manejo de la máquina de construcción y de la gestión de la obra. En particular, el suministro de datos digitales del modelo de datos de obra de construcción al dispositivo de control de la máquina de construcción puede utilizarse para ejecutar de forma semiautomática o totalmente automática distintos procesos de trabajo de la máquina de construcción, en particular determinados procesos de desplazamiento de la máquina de construcción. y/o el traslado de elementos de construcción por parte de la máquina de construcción.

El ordenador de control de la obra, que tiene acceso al modelo de datos de obra de construcción, puede proporcionar en particular información de ubicación digital sobre un elemento constructivo que va a instalarse, en particular dónde y cuándo se entrega un determinado elemento constructivo, dónde se encuentra un determinado elemento constructivo y/o en qué punto de la obra de construcción se debe instalar un elemento constructivo respectivo. Por ejemplo, si el dispositivo de control de una grúa accede a dicha información digital sobre el elemento constructivo que va a instalarse, ciertos movimientos de la grúa y/o movimientos de izado del elemento constructivo se pueden ejecutar al menos parcialmente de forma automática.

En un perfeccionamiento de la invención, el dispositivo de control de la máquina de construcción y/o el ordenador de control de la obra pueden comprender un módulo de localización de elementos constructivos, por ejemplo, en forma de un módulo de software, mediante el cual se puede localizar un elemento constructivo que va a ser alojado por la máquina de construcción en la obra utilizando información digital del modelo de datos de obra de construcción. Por ejemplo, en el BIM o en el modelo de datos de obra de construcción se pueden almacenar los lugares de almacenamiento o la estación de entrega y el tiempo de entrega, en donde la máquina de construcción o la grúa con su accesorio de elevación de carga cuando el elemento constructivo debe instalarse según la planificación temporal almacenada en el BIM puede desplazarse al menos de manera parcialmente automatizada hacia la posición de almacenamiento o la posición de entrega del elemento constructivo. Esto puede realizarse, por ejemplo, de tal manera que en una pantalla de la máquina de construcción se muestre que el siguiente elemento constructivo que va a procesarse se encuentra en una posición determinada y se pregunte al operador de la máquina en un cuadro de diálogo si se debe aproximar a la posición automáticamente, lo que luego podrá realizarse si el operador de la máquina lo confirma. Dado el caso, la ejecución también se puede realizar de forma totalmente automática.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la elevación de un elemento constructivo también puede realizarse de manera automatizada o respaldarse mediante el ordenador de la obra.

5 En particular, puede estar previsto un equipo de detección para detectar un elemento constructivo situado en la zona de elevación y/o de trabajo de la máquina de construcción, pudiendo presentar dicho dispositivo de detección, por ejemplo, una cámara y/o un sensor de imágenes y/o un escáner de código de barras y/o un lector RFID para, por ejemplo, poder identificar el elemento constructivo situado cerca del gancho de carga de una grúa. Si el equipo de detección reconoce un elemento constructivo determinado, por ejemplo basándose en un código de barras adjunto al mismo o una señal RFID emitida por él, el dispositivo de control de la máquina de construcción basándose en datos
10 digitales del modelo de datos de obra de construcción proporcionados por el ordenador de la obra puede determinar si se trata del elemento constructivo "correcto" para la siguiente etapa de trabajo y/o en qué sección o punto de la obra de construcción que va erigirse se debe posicionar o colocar el elemento constructivo.

15 Como alternativa o adicionalmente al reconocimiento RFID antes mencionada, también se puede trabajar con un LWID, es decir, un sistema de identificación que funcione en el intervalo de baja frecuencia o de onda baja. En particular, también se puede trabajar con el llamado sistema de reconocimiento RuBee, comunicándose dicho sistema RuBee de forma bidireccional según demanda, pudiendo trabajar, por ejemplo, en un rango de frecuencia de aproximadamente 100-150 kHz, pero dado el caso también por encima de hasta 450 kHz. Estas etiquetas RuBee pueden incluir un microprocesador con un módulo de memoria y utilizar una dirección IP. En particular, el
20 reconocimiento RuBee también puede utilizar ondas magnéticas y/o comunicarse de forma inductiva, caracterizándose el reconocimiento RuBee en particular por su robustez frente a interferencias de piezas metálicas y humedad, por lo que es especialmente adecuada para su uso en máquinas de construcción o grúas.

25 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el control de la máquina de construcción también puede presentar un módulo de control de izado para el control de izado automatizado basándose en información relevante del modelo de datos del obra de construcción. El módulo de control de izado mencionado puede estar configurado a este respecto para funcionar de forma semiautomática o totalmente automática para ejecutar de manera automatizada un izado durante la interacción con órdenes de entrada o liberación o confirmación del operador de máquina o dado el caso también sin tales órdenes de control complementarias. Para ello, con una configuración semiautomática, el operador
30 de la máquina puede identificar el elemento constructivo que debe transportar la máquina de construcción. Alternativamente, como se ha explicado anteriormente, también puede realizarse un reconocimiento automatizado de elementos constructivos para identificar, por ejemplo, una carga que debe recibirse en el gancho de una grúa.

35 En el caso de un elemento constructivo detectado y/o identificado, mediante la conexión del dispositivo de control de la máquina de construcción con el ordenador de control de la obra se puede determinar a partir del modelo de datos de obra de construcción y de la información digital relevante de este, a qué ubicación de la obra de construcción debe llevarse el elemento constructivo, pudiendo utilizarse en particular para ello datos de posición para el elemento constructivo respectivo del modelo de datos de obra de construcción.

40 El módulo de control de izado puede calcular el recorrido de desplazamiento para el izado automatizado a partir de los datos del BIM proporcionados por el ordenador de control de la obra en relación con el elemento constructivo identificado y, dado el caso, otras características de la obra de construcción, como los contornos de obra de construcción, teniendo en cuenta, dado el caso, otros datos topográficos de la obra, como recorridos de acceso, etc.

45 Como alternativa o adicionalmente a un procedimiento automatizado de este tipo de la máquina de construcción mediante el mencionado módulo de control de izado, también puede estar previsto un módulo de bloqueo que, en interacción con el modelo de datos de obra de construcción, puede bloquear un izado correspondiente o una etapa de trabajo correspondiente de la máquina de construcción, en particular si, por ejemplo, ya se ha instalado un elemento constructivo correspondiente o aún no se ha instalado un módulo de conexión necesario para instalar el elemento
50 constructivo.

El módulo de bloqueo mencionado puede funcionar en particular en interacción con la monitorización del progreso de construcción mencionado anteriormente, en particular de tal manera que, basándose en la comparación objetivo/real del progreso de la construcción explicada anteriormente, se determina si la obra de construcción está lista para trasladar el elemento constructivo respectivo de manera correspondiente. De esta manera se pueden evitar elevaciones inútiles con elementos constructivos que aún no se pueden instalar o cuya posición de montaje aún no está preparada.
55

60 El módulo de bloqueo y/o el módulo de control de izado mencionado anteriormente pueden estar integrados en el dispositivo de control de la máquina y/o descargarse y/o importarse como herramienta de software, por ejemplo desde el ordenador de control de la obra, o conectarse en forma de un módulo separado almacenado al dispositivo de control de la máquina. Ventajosamente, el módulo de bloqueo y/o el módulo de control de izado se pueden parametrizar y/o modificar utilizando información digital del modelo de datos de obra de construcción.

65 Para poder desplazar un elemento constructivo al menos parcialmente de forma automatizada, es decir, para poder elevarlo en un punto determinado y depositarlo en un punto determinado, el dispositivo de control de la máquina de

construcción o el módulo de control de izado mencionado anteriormente pueden procesar ventajosamente al menos coordenadas tridimensionales y obtenerlas del ordenador de la obra, en donde las coordenadas de posición del lugar de elevación de carga proporcionadas por el ordenador de control de la obra pueden ser, por ejemplo, X1, Y1 y Z1 y las coordenadas de posición del punto de descarga puede ser, por ejemplo, X2, Y2 y Z2, es decir ventajosamente en cada caso coordenadas de elevación X e Y, así como coordenadas de altura Z. El sistema de coordenadas XYZ mencionado puede ser, por ejemplo, un sistema de coordenadas fijado en la obra u obra de construcción, es decir, relativo a la obra de construcción que va a erigirse, que indica las posiciones de carga y descarga siempre relativas a la obra de construcción que va a erigirse. Las coordenadas XYZ mencionadas se pueden recuperar o proporcionar, por ejemplo, desde el modelo de datos de obra de construcción.

Las posiciones de carga y descarga del respectivo elemento constructivo respectivo están definidas ventajosamente por al menos otra coordenada, concretamente una coordenada angular o de orientación ϕ , que puede indicar en particular el ángulo de giro o la orientación angular del elemento constructivo con respecto a un eje vertical. Si se utiliza una grúa como máquina de construcción para trasladar el elemento constructivo desde el lugar de entrega hasta el lugar de instalación, la grúa puede presentar ventajosamente un equipo giratorio para girar el gancho de carga alrededor de un eje vertical. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante un accionamiento giratorio asignado directamente al propio gancho de carga, para, por ejemplo, girar el gancho de carga con respecto al aparejo de cable. Alternativa o adicionalmente, el carro, que se puede desplazar sobre la pluma de una grúa, se puede girar correspondientemente mediante un accionamiento giratorio de carro para poder elevar y depositar el elemento constructivo en diferentes orientaciones angulares.

Dependiendo de la estación de entrega o del almacén intermedio de mercancías, la orientación angular al elevar la carga se puede especificar y conocer, por ejemplo, leerse en el modelo de datos de obra de construcción, si la orientación está guardada allí. Como alternativa o adicionalmente, la grúa o la máquina de construcción también puede estar dotada de un equipo de detección para detectar la orientación angular, por ejemplo una cámara, con la que se puede determinar, por ejemplo, una pared prefabricada o una viga de acero en su orientación. Esta orientación angular ϕ_1 determinada al elevar el elemento constructivo se puede convertir en la orientación angular deseada ϕ_2 en el lugar de instalación girando el gancho de carga o el carro, por lo que la orientación requerida del elemento constructivo en el lugar de montaje se puede leer desde el modelo de datos de obra de construcción y/o se puede determinar registrando la orientación de los elementos constructivos de ensamble ya instalados, por ejemplo de nuevo mediante una cámara.

Dado el caso, adicionalmente a la coordenada angular ϕ , que determina la alineación angular con respecto a un eje de giro vertical, se pueden utilizar otras coordenadas de orientación angular, por ejemplo si un elemento constructivo como, por ejemplo, una viga larga debe levantarse conjuntamente mediante dos grúas y, por ejemplo, debe colocarse en una orientación que no sea exactamente horizontal.

Para poder ajustar con precisión de forma sencilla y económica la posición de la máquina de construcción o de su accesorio de elevación de carga y/o del elemento constructivo elevado en ella, el dispositivo de control de la máquina de construcción puede disponer de un módulo de control de desplazamiento, que presenta al menos al menos un elemento de mando que presenta ejes de accionamiento cuya orientación corresponde a los ejes de desplazamiento deseados, de tal manera que al mover el elemento de mando en una dirección determinada se provoca un desplazamiento de la máquina de construcción o del accesorio de elevación de carga en la dirección correspondiente y/ o un giro del elemento de mando alrededor de un eje de giro provoca un giro del accesorio de elevación de carga alrededor de un eje de rotación paralelo a este en la dirección correspondiente. El elemento de mando puede ser, por ejemplo, una palanca de mando que puede inclinarse en diferentes ejes para generar movimientos de desplazamiento en las direcciones correspondientes y/o puede girarse para permitir un giro del elemento constructivo como se describió anteriormente. Alternativa o adicionalmente se pueden utilizar como elemento de mando teclas deslizantes y/o pulsadores y/o una pantalla táctil, en la que se pueden registrar movimientos de los dedos en determinadas direcciones o giros.

Ventajosamente, este módulo de control de desplazamiento o su al menos un elemento de mando no está previsto en la cabina del operador de máquina -donde, por supuesto, también pueden estar previstos correspondientes medios de control de desplazamiento-, sino en las inmediaciones del accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción, por ejemplo, directamente en el gancho de carga o en el bloque desviador que porta el gancho de carga de una grúa. Por ejemplo, en los cuatro lados del gancho de carga o en una pieza estructural conectada a él se pueden fijar en cada caso pulsadores que, al presionarlos, activen un movimiento de desplazamiento en la dirección del movimiento de empuje, lo que permite un ajuste fino e intuitivo de la alineación o la posición del gancho de carga. Como alternativa o adicionalmente, puede estar previsto un botón de control giratorio que se puede girar alrededor de un eje vertical, mediante el cual se pueda girar el gancho de carga o el carro alrededor del eje vertical para poder ajustar el ángulo de dirección ϕ antes mencionado.

Como alternativa o adicionalmente a un módulo de control de posición de ajuste preciso de este tipo directamente en el accesorio de elevación, el módulo de control de desplazamiento mencionado también puede estar realizado en forma de una unidad de control móvil, por ejemplo, en forma de una tableta, que puede llevar consigo el operador de la máquina situado en el accesorio de elevación. La orientación de los ejes de control definidos en la tableta se puede

hacer coincidir con los ejes de movimiento de la máquina de construcción, por ejemplo, simplemente colocándose el propio operador de la máquina o la tableta en una orientación predeterminada con respecto a la máquina de construcción, por ejemplo, él mismo dando la espalada a la torre de grúa bajo su pluma y/o la tableta en una determinada orientación con respecto a la pluma de la grúa y/o él misma o la tableta en una determinada orientación con respecto a la obra en construcción y cuya orientación, por supuesto, es conocida por el modelo de datos de obra de construcción.

Como alternativa o adicionalmente un dispositivo de control de desplazamiento y/o de orientación puede estar fijado también en el elemento constructivo que va a desplazarse cuya posición y orientación deben controlarse en última instancia. Por ejemplo, en un punto de montaje marcado en el elemento constructivo se puede posicionar una tableta de control correspondiente para el ajuste fino, para poder realizar el ajuste o el posicionamiento fino del modo mencionado.

En una instalación, por ejemplo, temporal del módulo de control de desplazamiento en el elemento constructivo que se va a ajustar y/o el accesorio de elevación de carga que eleva el elemento constructivo en una orientación predeterminada, lo que se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante un soporte en el elemento constructivo y/o un accesorio de elevación de carga y/o una marca practicada en este, es posible al mismo tiempo vincular apropiadamente los ejes de orientación del elemento de mando del módulo de control de desplazamiento con los ejes de movimiento de la máquina de construcción, ya que la instalación temporal en una orientación predeterminada establece los ejes de movimiento del elemento de mando y permite un manejo intuitivo. Por ejemplo, si se coloca una tableta en una orientación predeterminada en una superficie principal de una pared prefabricada, el control de la grúa reconoce la orientación de la pared a partir del modelo de datos de obra de construcción y/o utilizando sensores adecuados, de modo que el pulsado de las flechas derecha-izquierda-arriba-abajo o el correspondiente movimiento de deslizamiento en la tableta a un movimiento de ajuste de la grúa puede convertirse en la dirección deseada.

Como alternativa o adicionalmente, el módulo de control de desplazamiento mencionado o su al menos un elemento de mando puede ser parte del equipamiento, en particular parte de una prenda de vestir o un objeto que puede fijarse de manera autoportante al cuerpo del operador de la máquina, en particular en forma del llamado módulo electrónico portátil. En particular, se puede utilizar un guante equipado con sensores adecuados para el ajuste preciso de la posición del accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción. Un guante de este tipo puede estar provisto, por ejemplo, de al menos un sensor de aceleración y/o de dirección, que puede detectar, por ejemplo, movimientos ondulantes de la mano hacia arriba o hacia abajo para dirigir el gancho de carga de una grúa hacia arriba o hacia abajo en el sentido del control de gestos. Alternativa o adicionalmente, un guante de este tipo también puede comprender un sensor piezoeléctrico que reacciona a la presión, por ejemplo de tal manera que cuando se presiona con una superficie exterior del guante, el gancho de carga se aleja y cuando se aplica presión a la superficie interior de mano del guante, el gancho de carga se arrastra en la dirección opuesta.

Como se ha explicado anteriormente con respecto a la variante de la tableta, la dirección de una orden de presión o movimiento del guante se puede registrar o determinar a este respecto, por ejemplo, colocando el guante en una ubicación predeterminada del elemento constructivo, por ejemplo, un lado frontal de la pared terminada que debe trasladarse, cuya orientación conoce el dispositivo de control de la máquina de construcción, o detecta mediante un sistema de sensores adecuado, por ejemplo, mediante una cámara que mira hacia abajo desde la pluma de la grúa. Si el dispositivo de control conoce la orientación del elemento constructivo o del accesorio de elevación de carga sobre el que se coloca el guante, el dispositivo de control también conoce la orientación del guante.

Como alternativa o adicionalmente también sería posible detectar la orientación del guante mediante un sistema sensor adecuado, por ejemplo, mediante sensores giroscópicos y/o elementos de brújula y/o sensores de inclinación y/o módulos GPS, etc., para asociar determinadas señales de presión de los sensores integrados en el guante en determinadas direcciones de movimiento al movimiento de ajuste que se ha de generar.

Un guante de este tipo también puede comprender varios sensores, por ejemplo, sensores de presión, a los que están asociados diferentes sentidos de movimiento y/o funciones de control, de modo que, por ejemplo, presionando el sensor colocado en un dedo índice, se pueda generar un movimiento de desplazamiento diferente que presionando un sensor de la palma de la mano.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el módulo de control de desplazamiento mencionado puede comunicarse de forma inalámbrica con el dispositivo de control de la máquina de construcción para el posicionamiento preciso de la carga elevada en cada caso, pudiendo estar prevista, por ejemplo, una transmisión por radio de las señales de control. Alternativamente, las señales de control también pueden transmitirse a través de un cable de señales, por ejemplo, a través del cable izador al que está fijado el gancho de carga de una grúa.

Para poder desplazar el elemento constructivo elevado en el accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción de forma suave y sin perturbaciones de forma semiautomática o totalmente automática a la posición de montaje deseada, en un perfeccionamiento ventajoso de la invención puede estar previsto un control de oscilación y/o amortiguación de vibraciones para amortiguar movimientos de oscilación o de vibración no deseados del elemento constructivo elevado y, en el mejor de los casos, eliminarlos por completo. Si la máquina de construcción es, por

ejemplo, una grúa, el control de la oscilación puede impedir una oscilación involuntaria del accesorio de elevación de carga y del elemento constructivo fijado en este con respecto a la pluma de la grúa. Este tipo de dispositivos de control de oscilación se conocen en diferentes diseños de grúas, por ejemplo, al controlar los accionamientos de mecanismo giratorio, mecanismo basculante y carro en función de determinadas señales de sensor, por ejemplo señales de inclinación y/o de giroscopio. Por ejemplo, los documentos DE 20 2008 018 260 U1 o DE 10 2009 032 270 A1 muestran sistemas de control de oscilación de carga conocidos en grúas, cuyo objeto se toma como referencia expresamente, es decir, en lo que respecta a la configuración del equipo de control de oscilación.

Para posibilitar la elevación automatizada de una carga en el accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción, en particular en el gancho de carga de una grúa, el accesorio de elevación de carga puede estar configurado de una manera especial, en particular puede presentar un equipo de acoplamiento y/o equipo de enclavamiento autónomo y/o que puede accionarse con energía externa. Como alternativa o adicionalmente a un equipo de acoplamiento de este tipo, el accesorio de elevación de carga y/o una pieza de alojamiento fijada en el elemento constructivo que va a levantarse pueden presentar medios de centrado para centrar el accesorio de elevación de carga con respecto a la parte complementaria fijada en el elemento constructivo, por ejemplo, en forma de una entalladura de alojamiento cónica y una parte complementaria coniforme que coopera con ella.

Alternativa o adicionalmente, la elevación automática de la carga también puede respaldarse o realizarse mediante un tope accesible, lo que facilita el acercamiento y la búsqueda de la posición de acoplamiento o de elevación.

En particular, el accesorio de carga puede comprender al menos un elemento de enganche que permite que diversas cargas se enganchen y se suelten con un elemento de acoplamiento asociado, sujeto a la carga o integrado en la carga. Ventajosamente, dicho elemento de enganche se puede sujetar y/o soltar automáticamente mediante la máquina de construcción o el dispositivo de control de la grúa. Ventajosamente, el elemento de enganche también se puede sujetar y soltar manualmente.

Una intervención en el control de la máquina de construcción a través de su conexión con el ordenador de control de la obra puede comprender también la adaptación de una limitación del área de trabajo allí implementada a los datos de obra de construcción del modelo de datos de obra de construcción, pudiendo realizarse ventajosamente una adaptación dinámica en el tiempo de tal manera que la limitación del área de trabajo se pueda adaptar a los progresos de la construcción resultantes o se pueda cambiar paulatinamente.

Como alternativa o adicionalmente a esta adaptación automática de la limitación de área de trabajo está prevista una monitorización de progreso de construcción, en la que se registra el estado real de la obra de construcción y/o su entorno mediante un equipo de detección adecuado, como por ejemplo una cámara y/o un escáner y se compara con información digital del modelo de datos de obra de construcción. Para detectar el estado real pueden detectarse y/o medirse contornos de obra de construcción con una cámara, y/o leerse elementos constructivos presentes por medio de un escáner de código de barras y/o detectarse por medio de un lector RFID, y/o determinarse datos de posición de elementos constructivos y/o contornos de obra de construcción por medio de un determinador de ubicación, por ejemplo, en forma de un módulo de medición de GPS o de radar.

Mediante la comparación de los datos reales detectados con los datos BIM relevantes correspondientes puede tener lugar una determinación de en qué fase de construcción se encuentra actualmente la obra de construcción. Mediante esta determinación de la fase de construcción actual mediante un módulo de determinación de fases de construcción correspondiente pueden introducirse a continuación distintas medidas de apoyo y/o automatizadas. De acuerdo con la invención, en un dispositivo de visualización de la máquina de construcción se muestra qué etapas de trabajo deben ejecutarse a continuación y/o dónde debe colocarse según el uso previsto un elemento constructivo suministrado en la estación de entrega. A este respecto, tomando como base la información importada del modelo de datos de obra de construcción en una unidad de visualización en la cabina del conductor de la máquina de construcción se genera una representación virtual de obra de construcción en su estado respectivo, en la que se muestra el elemento constructivo que va a desplazarse o a llevarse actualmente y su posición de modo que, por ejemplo, el gruísta pueda ver qué izado debe realizarse y hacia dónde debe llevarse un elemento constructivo que va a levantarse en el gancho.

Al conectar la máquina de construcción o un modelo de datos de la máquina correspondiente a la máquina de construcción, que contiene información digital sobre diferentes modelos de máquina de construcción al modelo de datos de obra de construcción o al BIM, se pueden tener en cuenta las características de las máquinas de construcción disponibles ya durante la planificación y se debe tener en cuenta la selección de una máquina de construcción adecuada, por ejemplo, una grúa con la clase de carga adecuada. El modelo de datos de máquina mencionado puede proporcionarse a este respecto en forma de un módulo de software o de una aplicación, que tiene una interfaz para la comunicación con el modelo de datos de obra de construcción y puede descargarse, por ejemplo, de un servidor o de una tienda de software o almacenarse en un soporte de datos.

Ventajosamente, mediante el modelo de datos de máquina se puede seleccionar automáticamente una máquina de construcción adecuada para erigir y/o procesar la obra de construcción respectiva basándose en información digital del modelo de datos de obra de construcción y del modelo de datos de máquina, en donde para ello puede realizarse una identificación y lectura automáticas de información relevante desde el modelo de datos de obra de construcción

basándose en criterios que se especifican por el modelo de datos de la máquina y se refieren a datos de máquina en los que se diferencian los distintos modelos de máquinas de construcción entre sí. A continuación se selecciona automáticamente la máquina de construcción adecuada comparando automáticamente la información leída del modelo de datos de obra de construcción con los datos de máquina de diferentes máquinas de construcción del modelo de datos de máquina.

Los módulos que implementan las funciones mencionadas se pueden integrar en el modelo de datos de la máquina, en particular en forma de herramientas de software, pero en caso necesario también se pueden implementar en el modelo de datos de obra de construcción. En la integración en el modelo de datos de máquina conectable, toda la funcionalidad para la selección automática de la máquina de construcción adecuada puede proporcionarse por la herramienta de software descargable y/o importable que implementa el modelo de datos de máquina, y en este sentido se puede trabajar con un BIM o modelo de datos de obra de construcción, que para ello únicamente necesita una interfaz correspondiente a través de la cual se pueda conectar la herramienta de software adicional.

La información relevante del modelo de datos de obra de construcción, necesaria para la selección de la máquina de construcción y que se identifica y lee mediante un módulo de identificación y/o lectura, puede comprender diversas características de obra de construcción, como la altura de obra de construcción, el peso del elemento constructivo más pesado que debe desplazarse, la superficie y/o la extensión en sección transversal de la obra de construcción en alzado y/o la separación máxima entre una estación de entrega de elementos constructivos depositada en el BIM y un lugar de destino de elementos constructivos en el que debe instalarse el elemento constructivo respectivo. Estas características de obra de construcción identificadas y leídas se pueden comparar luego mediante un módulo de comparación con información relevante del modelo de datos de la máquina, pudiendo comprender la información de máquina relevante en particular la siguiente información: altura de izado de máquina, carga máxima de la máquina y/o alcance de la máquina. Si debe seleccionarse, por ejemplo una grúa adecuada para la obra de construcción, puede elegirse una grúa cuya altura de izado sea suficiente para la altura de la obra de construcción, cuya capacidad de carga sea suficiente para el peso del elemento constructivo más pesado que debe desplazarse y cuyo alcance sea suficiente para la extensión en sección transversal de la obra de construcción en alzado y/o la separación máxima entre la estación de entrega de elementos constructivos y la ubicación de destino de elementos constructivos. Si el modelo de datos de la máquina contiene varias grúas que cumplen los criterios mencionados, se puede elegir la grúa más pequeña que cumpla los requisitos mencionados y que, por así decirlo, tenga el menor excedente en términos de potencia de grúa.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la conexión del modelo de datos de la máquina con el modelo de datos de obra de construcción también se puede utilizar para determinar y/o comprobar automáticamente el emplazamiento de la máquina de construcción, en particular la posición de la grúa en relación con la obra de construcción que va a erigirse o procesarse. Si está seleccionada una máquina de construcción, lo que puede tener lugar del modo mencionado anteriormente de manera automatizada mediante el módulo de selección descrito o alternativamente también de manera manual por el propio planificador, un módulo de determinación de posición puede determinar automáticamente un emplazamiento adecuado para la máquina de construcción basándose en datos de máquina relevantes que se leen del modelo de máquina de construcción y que pueden comprender por ejemplo el alcance y/o la altura de izado y/o el área de trabajo y/o de colisión de la máquina de construcción, y basándose en datos de obra de construcción relevantes que se leen del modelo de datos de obra de construcción y que pueden comprender, por ejemplo acotamientos y/o contornos de obra de construcción y/o datos topográficos de obra de construcción y/o rutas de acceso y/o estaciones de entrega de material. Alternativa o adicionalmente, el módulo de determinación de emplazamiento o de posición mencionado puede comprobar una posición de las máquinas de construcción establecida posiblemente de manera manual por el planificador mediante los criterios mencionados, en particular en cuanto a, si, con el emplazamiento determinado, el alcance o la ubicación de trabajo de la máquina de construcción para los trabajos que deben ejecutarse por la máquina de construcción es suficiente y/o si se producen colisiones del área de trabajo de la máquina de construcción con contornos de obra de construcción y/u otras circunstancias topográficas de la obra de construcción como por ejemplo árboles o edificios adyacentes, para liberar dado el caso el emplazamiento de la máquina de construcción o proponer un emplazamiento alternativo.

Una vez determinado y/o comprobado con éxito el emplazamiento de la máquina, el módulo de determinación del emplazamiento mencionado en relación con el emplazamiento puede actualizar el BIM o el modelo de datos de obra de construcción correspondientemente.

En un perfeccionamiento de la invención, el módulo de determinación del emplazamiento también puede limitar automáticamente el área de trabajo de la máquina de construcción seleccionada en cada caso basándose en la comprobación de colisiones antes mencionada y actualizar el modelo de datos de obra de construcción según las limitaciones de área de trabajo establecidas. Como se explicará, el dispositivo de control de máquina de construcción se puede adaptar o parametrizar de manera correspondiente con respecto a una función de limitación del área de trabajo.

La invención se explica en más detalle a continuación por medio de un ejemplo de realización preferente y correspondientes dibujos. En los dibujos, muestran:

figura 1: una representación esquemática de una máquina de construcción en forma de grúa, cuyo control está conectado a un ordenador de control de la obra que tiene acceso a un modelo de datos de obra de construcción y maniobra de manera automatizada una carga desde un camión de entrega hasta una posición de montaje en el edificio que va a erigirse,

figura 2: una representación estructural esquemática de la conexión del control de la grúa de la figura 1 con el modelo de datos de obra de construcción a través del ordenador de control de la obra mencionado, así como la conexión de un modelo de datos de máquina que contiene características de la grúa, al modelo de datos de obra de construcción para apoyar la planificación de la construcción,

figura 3: una representación esquemática en perspectiva de un accesorio de elevación de la grúa de la figura 1 para la elevación de un elemento constructivo mediante un acoplamiento, mostrándose la pieza de acoplamiento del lado del gancho de carga y la pieza de acoplamiento del lado del elemento constructivo en una posición de aproximación aún no acoplada, y

figura 4: una representación esquemática de un módulo electrónico de control fino en forma de un módulo electrónico portátil diseñado como un guante para dirigir con precisión los movimientos del gancho de carga de la grúa de la figura 1 presionando manualmente el elemento constructivo que va a desplazarse.

Como se muestra en la figura 1, una grúa 200, que está conectada con un modelo de datos de obra de construcción 300 de un modo que se explicará más tarde, puede estar configurada como una grúa giratoria de torre, cuya torre 202 lleva un brazo 203 en el que está montado de forma desplazable un carro 204. La pluma 203 se puede girar alrededor de un eje vertical junto con la torre 202 o sin la torre 202 - dependiendo de la configuración de la grúa como grúa con dispositivo giratorio superior o inferior - para lo cual está previsto un accionamiento de mecanismo de giro de una manera conocida *per se*. La pluma 203 también podría estar configurada para abatirse hacia arriba y hacia abajo alrededor de un eje transversal horizontal, pudiendo estar previsto un accionamiento de basculación adecuado, por ejemplo, en combinación con el refuerzo de pluma. El carro 204 mencionado puede desplazarse por medio de un torno de carro u otro accionamiento de carro también de manera conocida *per se*.

Sin embargo, en lugar de la grúa 200 mostrada también se podría utilizar otra grúa, por ejemplo, en forma de una grúa de pluma telescópica, o una máquina de construcción de otro tipo, como por ejemplo una excavadora, y podría conectarse al BIM o al modelo de datos de obra de construcción 300.

Como muestra la figura 2, la grúa 200 ya se puede tener en cuenta en la fase de planificación. Para ello, al modelo de datos de obra de construcción 300 se puede conectar de la manera mencionada un modelo de máquina de construcción 500, que puede contener información digital sobre diferentes máquinas de construcción, en particular sobre diferentes grúas, incluida la grúa 200 de la figura 1. El modelo de máquina de construcción 500 mencionado se puede proporcionar en forma de una herramienta o módulo de software descargable que presenta una interfaz que permite que el modelo de máquina de construcción 500 se conecte al modelo de datos de obra de construcción 300 para que los dos puedan comunicarse entre sí e intercambiar datos.

Con ayuda de la conexión al modelo de datos de máquina 500 mencionado anteriormente se puede simplificar el proceso de planificación. En particular, la selección de la grúa, el posicionamiento de la grúa con respecto a la obra de construcción que va a crearse y las áreas de trabajo de la grúa 200 se pueden realizar o determinar de la manera que se ha explicado con más detalle al principio. Para ello se pueden integrar módulos de software y/o hardware adecuados en el modelo de máquina de construcción 500 y/o en el modelo de datos de obra de construcción 300, en particular un módulo de selección de máquina 520, un módulo de determinación de emplazamiento 530, un módulo de determinación de colisiones 700. y un módulo de configuración del área de trabajo 710.

Como muestra la figura 2, la propia grúa 200 también está conectada con el modelo de datos de obra de construcción 300, concretamente a través de un ordenador de control de obra 910, que tiene acceso al modelo de datos de obra de construcción mencionado. Para proporcionar el BIM o el modelo de datos de obra de construcción 300 en la obra, el ordenador de control de la obra 910, que puede estar ubicado en la obra o en el área de la obra de construcción que va a erigirse, se puede conectar en línea a un servidor en el que se proporciona el BIM o el modelo de datos de obra de construcción 300. Ventajosamente, también se puede almacenar una copia local del BIM o del modelo de datos de obra de construcción 300 en el ordenador de control de la obra, que se puede sincronizar cíclica o continuamente con la versión original del modelo de datos de obra de construcción 300. Como resultado, se pueden reducir largas rutas de datos y desfases de tiempo y se puede realizar una interacción sin o con poco desfase de tiempo entre el modelo de datos de obra de construcción 300 y la grúa 200, ya que el dispositivo de control de grúa 205 puede acceder al ordenador de control de obra 910 y a la copia local del modelo de datos de obra de construcción 300 allí, sin que sea necesaria la transmisión remota de datos a un servidor BIM central remoto con posibles limitaciones de ancho de banda. Por supuesto, esto último también sería posible.

Si la grúa 200 o su dispositivo de control 205 escriben datos en el modelo de datos de obra de construcción 300, estos se pueden almacenar primero temporalmente en el ordenador de control de obra 910, en donde después mediante sincronización del ordenador de control de obra 910 con un servidor central y/ o unidades de ordenador y servidor de

otras partes implicadas, como, por ejemplo, una oficina de planificación o una empresa de alquiler de máquinas, las versiones del modelo de datos de obra de construcción 300 se pueden actualizar en consecuencia.

Al conectar la grúa 200 al ordenador de control de la obra 910 o al modelo de datos de obra de construcción 300 proporcionado por este, se pueden adaptar o parametrizar diferentes funciones de la grúa o funciones de control generales de la máquina de construcción correspondiente dependiendo de los datos digitales del modelo de datos de obra de construcción 300. Para este propósito, la información digital correspondiente del modelo de datos de obra de construcción 300 se puede proporcionar a la grúa 200 usando el equipo de comunicación de datos 900 mostrado en la figura 2. El equipo de comunicación de datos 900 mencionado conecta en particular el ordenador de obra 910 con el dispositivo de control 205 de la grúa 200.

Un módulo de configuración de control 920, que puede implementarse en el dispositivo de control 205 de la grúa 200, pero también puede estar previsto en el ordenador de obra 910, está destinado a adaptar de manera correspondiente las funciones de control mencionadas del dispositivo de control 205 de la grúa 200. En particular, este módulo de configuración de control 920 puede adaptar la función de limitación del área de trabajo de la grúa 200, que se puede implementar en su dispositivo de control 205, a diferentes fases de construcción y paredes de obra de construcción y obstáculos crecientes en correspondencia usando datos digitales del modelo de datos de obra de construcción 300.

Independientemente de tal ajuste de la limitación del área de trabajo, la conexión de la grúa al ordenador de control de control de construcción 910 y al modelo de datos de obra de construcción 300 proporcionado por él también se pueden usar para implementar la monitorización de fases de construcción automatizada. Para ello, por un lado se puede determinar el estado real de la obra de construcción mediante un equipo de detección 800 adecuado, pudiendo estar configurado en principio el equipo de detección 800 mencionado de otra manera. Por ejemplo, el equipo de detección 800 puede comprender al menos una cámara y/o un sensor de imágenes adecuado, por ejemplo, en forma de una cámara 220 montada en la grúa 200. Un equipo de procesamiento de imágenes dispuesto detrás de las imágenes generadas puede detectar características específicas, por ejemplo altura de obra de construcción, superficie en planta edificada, contornos o similares, que caracterizan el progreso de la construcción. Como alternativa o adicionalmente a tales cámaras o sensores que proporcionan imágenes también pueden estar previstos otros medios de detección como por ejemplo un escáner o un lector RFID para detectar si ya se instalaron o no elementos constructivos determinados en la obra de construcción. Un escáner o lector RFID de este tipo puede estar fijado, por ejemplo, en el gancho de grúa 208, o usarse también en forma de un aparato móvil, por medio del cual pueden escanearse de manera manual elementos constructivos instalados.

El estado real de la obra de construcción detectado por el equipo de detección 800 se compara luego con la información digital del modelo de datos de obra de construcción 300 mediante un módulo de determinación de fase de construcción 810, que se puede implementar, por ejemplo, en el ordenador de la obra 910, para determinar la fase de construcción respectiva a partir de la comparación.

Según la fase de construcción determinada, la grúa puede realizar 200 funciones diferentes. Por ejemplo, ya es útil que la fase de construcción alcanzada en cada caso se visualice en un dispositivo de visualización en la grúa 200, ya sea en la cabina del operador de la grúa 206 o en el puesto de control 2 del equipo de control remoto.

Sin embargo, con ayuda de un módulo de configuración de control 920, que se puede implementar en el ordenador de obra 910, pero en particular también en el dispositivo de control 205 de la grúa 200, también se pueden adaptar otras funciones de control en la grúa 200. Por ejemplo, en el aparato de visualización mencionado, en la grúa o en su dispositivo de control remoto se puede visualizar una representación virtual de la siguiente tarea que debe ejecutar la máquina de construcción, de tal manera que, por ejemplo, en la representación virtual de la obra de construcción se muestra el siguiente elemento constructivo que va a instalarse en cada caso y se intercala su posición de montaje en la obra de construcción. Como alternativa o adicionalmente también se puede intercalar en la representación un recorrido de desplazamiento.

De manera aún más ventajosa, también se pueden ejecutar elevaciones automatizadas mediante la grúa 200, en particular basándose en la monitorización de fase de construcción mencionada anteriormente y la determinación asociada de la siguiente etapa de trabajo.

Si, por ejemplo, un elemento constructivo se entrega en la obra por medio de un camión 1000, lo que puede verse, por ejemplo, mediante la entrada correspondiente del modelo de datos de obra de construcción 300 o su planificación temporal, el ordenador de control de obra 910 puede informar al dispositivo de control 205 de la grúa 200, en particular también sobre la posición de descarga en la que el camión 1000 se detiene según lo previsto para descargar el elemento constructivo. La figura 1 muestra para ello las coordenadas X1, Y1 y Z1, que indican la posición del elemento constructivo en el lugar de descarga del camión 1000. Adicionalmente, el ángulo $\phi 1$ mostrado en la figura 1 determina la orientación angular del elemento constructivo con respecto a la obra de construcción que va a erigirse, lo que puede especificarse fácilmente, por ejemplo, si el camión tiene que adoptar una posición de descarga predeterminada, que el BIM 300 lo conoce, y el elemento constructivo en el camión 1000 está montado en una determinada orientación. Como alternativa o adicionalmente puede estar previsto un equipo de detección adecuado, por ejemplo, en forma de una cámara 220, que está fijada, por ejemplo, en la pluma 203 de la grúa 200 y puede mirar hacia abajo para poder

determinar por tanto la orientación del elemento constructivo mediante una unidad de evaluación de imágenes.

Si el ordenador de control de la obra 910 informa al dispositivo de control 205 de la grúa 200 sobre la entrega, el dispositivo de control 205 puede desplazar la grúa 200 de modo que su gancho de carga se mueva hacia el camión 1000 y al elemento constructivo situado en él.

Ventajosamente, el gancho de carga de la grúa 200 puede disponer de medios de acoplamiento automático, por ejemplo de tal manera que el gancho de carga se desplace contra un tope en el que un sistema de elevación de carga en el elemento constructivo se acopla con el gancho de carga, como se explicará más adelante en detalle. Alternativa o adicionalmente, el ajuste fino del gancho de carga con respecto al elemento constructivo que va a recibirse también se puede realizar de la manera ya explicada con más detalle al principio mediante un módulo de control de desplazamiento 990 situado en el gancho de carga, que puede accionar una posición en el camión 1000 o en su área de carga que es responsable del proceso de acoplamiento, cuando el gancho de carga de la grúa 200 se ha aproximado automáticamente a la posición X1, Y1, Z1, ϕ 1.

A este respecto, los medios de detección en el gancho de carga también pueden comprobar si el elemento constructivo situado en el camión es realmente el elemento constructivo que se va a instalar, por ejemplo leyendo un identificador RFID, un código de barras o algo similar, como ya se explicó con más detalle al principio.

Para ello puede estar previsto un equipo de detección 830, mediante el cual se puede detectar un elemento constructivo situado en la zona de recepción o de trabajo de la grúa 200, en particular si se trata del elemento constructivo que debe instalarse en la siguiente etapa de trabajo. Dicho dispositivo de detección 830 mencionado puede comprender, por ejemplo, un escáner de código de barras o un lector RFID, que puede estar fijado al gancho de la grúa. Sin embargo, se entiende que también se pueden utilizar otros medios de detección para identificar el elemento constructivo que va a levantarse.

Si se determina de esta manera que el elemento constructivo que va a instalarse en la siguiente etapa de trabajo está elevado en el gancho de grúa 208, dicho módulo de configuración de control 920 puede hacer que el dispositivo de control de grúa 205 realice un izado automatizado para trasladar el elemento constructivo al lugar de instalación según lo previsto basándose en la información digital del modelo de datos de obra de construcción 300, en particular a la posición de instalación X2, Y2, Z2 con la orientación angular allí requerida ϕ 2. Para ello, la grúa 200 se puede girar y su carro se puede desplazar y girar asimismo.

La figura 3 muestra un ejemplo de un accesorio de elevación de carga 1100 de la grúa 200, que permite acoplar la carga automáticamente. Por ejemplo, el accesorio de elevación de carga 1100 puede estar diseñado en forma de un acoplamiento en arrastre de forma, que puede agarrar en arrastre de forma un elemento de agarre 1101 configurado en correspondencia con este en el elemento constructivo, por ejemplo, un cabezal de agarre en forma de seta. Como muestra la figura 3, a los elementos de acoplamiento, por ejemplo, en forma de correderas 1104, se les pueden asignar actuadores para el accionamiento, en particular para la apertura y/o el cierre, pudiendo accionarse los actuadores 1105 mencionados mediante energía externa, por ejemplo desde el control de la grúa. pero por otro lado ventajosamente también se puede accionar manualmente.

Para un posicionamiento preciso, el accesorio de elevación de carga 1100 mencionado puede presentar un sistema sensor 1119, mediante el cual se pueden detectar elementos de marcado 1112 fijados en el elemento constructivo. Los medios de detección 1119 mencionados, junto con las marcas 1112 en el elemento constructivo, pueden lograr un acercamiento preciso y totalmente automatizado a la posición de acoplamiento o a la posición de elevación de carga.

Sin embargo, como alternativa o adicionalmente el módulo de control de desplazamiento 990 también se puede utilizar en el gancho o en el accesorio de elevación de carga 1100 de la manera ya explicada al principio para desplazar el accesorio de elevación de carga 1100 exactamente a la posición y orientación deseadas. La figura 3 indica algunos elementos de mando 1116, 1118 y 1121, mediante los cuales los movimientos del gancho o del accesorio de elevación de carga se pueden ajustar con precisión de la manera ya explicada al principio. Los elementos de mando 1116, 1118 y 1121 mencionados pueden ser, por ejemplo, pulsadores, correderas o botones giratorios, cuyos ejes de movimiento especifican los correspondientes movimientos de ajuste del gancho de grúa y sus direcciones. Como se muestra en la figura 3, el módulo de control de desplazamiento 990 puede presentar una unidad de transmisión y/o recepción 991 para comunicarse con el dispositivo de control 205 de la grúa.

Como se muestra en la figura 4, dicho módulo de control de desplazamiento 990 también puede comprender elementos de mando que están integrados en los guantes de un operador de máquina. Por ejemplo, tales guantes 992 pueden comprender sensores 993 y 994 sensibles a la presión y/o a la dirección que pueden integrarse en las puntas o yemas de los dedos y en la palma del guante respectivo 992.

Si los guantes 992 tocan superficies del elemento constructivo que se va a desplazarse y/o superficies del accesorio de elevación de carga 1100, los sensores 993 y 994 antes mencionados se pueden usar para detectar en qué dirección empujan, tiran o giran los guantes 992 sobre el elemento constructivo o accesorio de elevación de carga para luego

para ejecutar los correspondientes movimientos de desplazamiento a través del dispositivo de control 205 de la grúa. Dado el caso, se pueden fijar partes de superficie que interactúan con los guantes 992 en el accesorio de elevación de carga 1100 y/o al elemento constructivo que va a desplazarse, lo que permite detectar mejor la dirección de la presión y/o la dirección del movimiento junto con los sensores 992 y 993 y 994. Como alternativa o adicionalmente, también se puede fijar una marca de posición en el elemento constructivo que va a desplazarse, que especifica la posición de contacto o agarre del guantes 992, de modo que el dispositivo de control sepa - a partir de la orientación del elemento constructivo - en qué dirección trabajan los guantes 992 y sus sensores 993 y 994.

En particular, a los distintos sensores 993 y 994 del guante 992 también se les pueden asignar distintas funciones. La figura 4 muestra, por ejemplo, que al sensor de palma 992 del guante derecho se le puede asignar la función "desplazamiento horizontal de derecha a izquierda", mientras que al sensor de palma 992 del guante izquierdo se le puede asignar la función "desplazamiento vertical". Para poder controlar un desplazamiento perpendicular al plano de contacto -es decir, perpendicularmente al plano de dibujo de la figura 4-, por ejemplo, el sensor de dedo 994 del guante izquierdo puede señalar un movimiento hacia el operador y un sensor de dedo 994 del guante derecho puede señalar un desplazamiento de alejamiento. Por supuesto, son posibles otras asociaciones de los sensores.

Como sugiere la figura 2, también se pueden implementar otras funciones de reconocimiento FA utilizando aparatos de escaneo o dispositivos de detección adecuados, por ejemplo, reconocimiento de personas, en particular en cuanto a si hay personas en el recorrido previsto de desplazamiento de carga de una elevación automatizada.

REIVINDICACIONES

1. Máquina de construcción, en particular grúa (200) o excavadora, con un dispositivo de control de máquina de construcción (205) para controlar las unidades de trabajo de la máquina de construcción, con un equipo de comunicación de datos (900), que se puede conectar con un ordenador de control de la obra (910) para recibir y procesar información digital de un modelo de datos de obra de construcción (300), al que tiene acceso el ordenador de control de la obra (910), y un módulo de configuración de control (920) para influir en al menos una función de control del equipo de control de máquina de construcción (205) dependiendo de la información digital recibida del modelo de datos de obra de construcción (300), en donde está previsto al menos un equipo de detección (800) para detectar un estado real de la obra de construcción, en particular la presencia de ciertas partes de obra de construcción, en donde está previsto un módulo de determinación de fase de construcción (810) para comparar el estado real detectado de la obra de construcción con información digital del modelo de datos de obra de construcción (300) y determinar la fase de construcción dependiendo de la comparación, en donde el equipo de comunicación de datos (900) está configurado para proporcionar información digital determinada del modelo de datos de obra de construcción (300) al dispositivo de control de máquina de construcción (205) dependiendo de la fase de construcción determinada, **caracterizada por que** el módulo de configuración de control (920) está configurado para, dependiendo de la información digital determinada del modelo de datos de obra de construcción (300), que se proporciona a la máquina de construcción dependiendo del progreso de construcción determinado, en un dispositivo de visualización (820; 211) que está dispuesto en la máquina de construcción o una estación de control para controlar en remoto la máquina de construcción, visualizar una representación virtual de la obra de construcción de acuerdo con el estado real determinado y una representación virtual de la siguiente tarea de trabajo que debe ejecutar la máquina de construcción, así como para visualizar una representación virtual del siguiente elemento de construcción que va a procesarse en la representación virtual de la obra de construcción dependiendo del estado real determinado de la obra de construcción e intercalar su posición de montaje en la obra de construcción.
2. Máquina de construcción según la reivindicación anterior, en donde está previsto un módulo de localización de elemento constructivo (950) para localizar un elemento constructivo que va a levantarse mediante la máquina de construcción en la obra basándose en información digital del modelo de datos de obra de construcción (300) del ordenador de control de la obra (910), en donde el dispositivo de control de la máquina de construcción (205) presenta un módulo de acercamiento para acercar de manera automatizada el elemento constructivo ubicado de esta manera basándose en las coordenadas de posición del elemento constructivo proporcionadas por el ordenador de control de la obra (910).
3. Máquina de construcción según una de las reivindicaciones anteriores, en donde está previsto un equipo de detección (830), que comprende en particular una cámara (210) y/o un sensor de imágenes y/o un escáner de códigos de barras y/o un lector RFID, para detectar y/o identificar un elemento constructivo situado en el área de elevación y/o trabajo de la máquina de construcción, en donde el equipo de comunicación de datos (900) está configurado para proporcionar información digital con respecto al procesamiento del elemento constructivo detectado del dispositivo de control de la máquina de construcción (205) dependiendo del elemento constructivo detectado y/o identificado desde el modelo de datos de obra de construcción (300), en donde el módulo de configuración de control (920) está configurado para ejecutar automáticamente una etapa de procesamiento relacionada con el elemento constructivo detectado basándose en la información digital proporcionada por el modelo de datos de obra de construcción (300), en donde la información digital del modelo de datos de obra de construcción (300) comprende datos de posición que indican el lugar de destino del elemento constructivo y/o datos de recorrido de desplazamiento que indican el recorrido de desplazamiento del elemento constructivo, en donde el módulo de configuración de control (920) está configurado para levantar y/o desplazar automáticamente la máquina de construcción dependiendo de los datos de posición y/o datos de recorrido de desplazamiento mencionados.
4. Máquina de construcción según una de las reivindicaciones anteriores, en donde un accesorio de elevación de carga para elevar un elemento constructivo presenta una pieza de acoplamiento automática y/o que puede accionarse por energía externa, que puede liberarse y/o cerrarse automáticamente por el dispositivo de control de máquina de construcción (205).
5. Máquina de construcción según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de control de máquina de construcción (205) está configurado para desplazar automáticamente una carga elevada desde un punto de elevación de carga (X_1, Y_1, Z_1, ϕ_1) a un punto de instalación o de colocación (X_2, Y_2, Z_2, ϕ_2) basándose en datos de posición del ordenador de control de obra (910), en donde los datos de posición mencionados comprenden preferentemente coordenadas de posición (X, Y, Z) en un sistema de coordenadas tridimensional y una coordenada angular (ϕ) que indica la orientación del elemento constructivo alrededor de un eje de giro vertical, en donde está previsto un dispositivo giratorio para girar el accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción alrededor de un eje de giro vertical, en particular un carro giratorio y/o un accesorio de elevación de carga giratorio, en donde el dispositivo de control de máquina de construcción (205) está configurado para accionar el dispositivo giratorio basándose en información digital del ordenador de control de obra (910).
6. Máquina de construcción según una de las reivindicaciones anteriores, en donde está previsto un módulo de control

de desplazamiento (990) que puede posicionarse en el accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción y/o en un elemento constructivo que va a desplazarse, elevado en ella y presenta al menos un elemento de mando (1116, 1118, 1121), cuyo eje de accionamiento coincide con un eje de desplazamiento de la máquina de construcción.

5 7. Máquina de construcción según la reivindicación anterior, en donde el módulo de control de desplazamiento (990) está integrado en una prenda de vestir que va a llevarse según el uso previsto en el cuerpo de un operador de máquina que se puede poner en una extremidad sujetándose por sí misma, en donde al menos un elemento de mando (993, 994) del módulo de control de desplazamiento (990) está integrado en un guante (992), con el que el operador de la máquina agarra el accesorio de elevación de carga de la máquina de construcción según el uso previsto y/o un
10 elemento constructivo elevado en él que va a desplazarse y el módulo de control de desplazamiento (990) está configurado para la comunicación inalámbrica con el dispositivo de control de máquina de construcción (205).

8. Máquina de construcción según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el módulo de configuración de control (920) está configurado para modificar una función de limitación de área de trabajo tenida en cuenta por el
15 dispositivo de control de máquina de construcción (205) en función de la información digital desde el modelo de datos de obra de construcción (300) y actualizar automáticamente la función de limitación de área de trabajo en función de los progresos de construcción en la obra de construcción que va a erigirse y/o procesarse teniendo en cuenta información digital del modelo de datos de obra de construcción y/o adaptarla automáticamente de forma cíclica o continua, en donde un módulo de determinación de colisión (700) está previsto para comparar los datos de máquina
20 de la máquina de construcción que caracterizan su emplazamiento y/o el área de trabajo con datos de obra de construcción del modelo de datos de obra de construcción (300), que caracterizan contornos de obra de construcción y/o contornos de entorno de obra de construcción topográficos y el módulo de configuración de control (920) está configurado para adaptar la función de limitación del área de trabajo tomando como base la comparación mencionada.

25 9. Procedimiento para controlar una máquina de construcción de acuerdo con la reivindicación 1, en particular una grúa (200), utilizando un modelo de datos de obra de construcción (300) que contiene información digital sobre una obra de construcción que va a erigirse y/o procesarse, con las siguientes etapas:

- proporcionar información digital desde el modelo de datos de obra de construcción (300) a una máquina de
30 construcción, en particular una grúa (200),
- influir al menos en una función de control de un equipo de control de máquina de construcción (205) dependiendo de la información digital proporcionada del modelo de datos de obra de construcción (300), en donde por medio de al menos un equipo de detección (800) se detecta un estado real de obra de construcción y la presencia de determinadas partes de obra de construcción, en donde un módulo de determinación de progreso de construcción (810) compara el estado real detectado de la obra de construcción con información digital del modelo de datos de
35 obra de construcción (300) y, dependiendo de la comparación se proporciona determinada información digital del modelo de datos de obra de construcción (300) al dispositivo de control de máquina de construcción (205),
caracterizado por que
en función de la información digital determinada del modelo de datos de obra de construcción (300), que se
40 proporciona a la máquina de construcción en función del progreso de construcción determinado, en un dispositivo de visualización (820; 211) que está dispuesto en la máquina de construcción o en una estación de control (2) para controlar en remoto la máquina de construcción, se representa una representación virtual de la obra de construcción de acuerdo con el estado real determinado y una representación virtual de la siguiente tarea de trabajo que debe ejecutar la máquina de construcción, en donde en función del estado real determinado de la obra de
45 construcción y de la información digital del modelo de datos de obra de construcción (300) en la representación virtual de la obra de construcción se visualiza una representación virtual del siguiente elemento constructivo que va a procesarse y se intercala su posición de montaje en la obra de construcción.

10. Procedimiento según la reivindicación anterior, en donde un elemento constructivo situado en la zona de elevación y/o de trabajo de la máquina de construcción se detecta automáticamente mediante un equipo de detección (830), en
50 donde en función del elemento constructivo detectado desde el modelo de datos de obra de construcción (300) se proporciona información digital relativa al procesamiento del elemento constructivo detectado, y en donde el dispositivo de control de máquina de construcción (205) ejecuta automáticamente una etapa de procesamiento relacionada con el elemento constructivo detectado basándose en la información digital proporcionada por el modelo de datos de obra
55 de construcción (300).

11. Procedimiento según la reivindicación anterior, en donde la información digital proporciona desde el modelo de datos de obra de construcción (300), datos de posición que indican el lugar de destino del elemento constructivo y/o
60 datos de recorrido de desplazamiento que indican el recorrido de desplazamiento del elemento constructivo, y desde el dispositivo de control de máquina de construcción (205) el elemento constructivo se levanta y/o se desplaza automáticamente dependiendo de los datos de posición y/o de los datos de recorrido de desplazamiento mencionados.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se ejecutan las siguientes etapas:

65 - seleccionar automáticamente una máquina de construcción (200) adecuada para erigir y/o procesar la obra de construcción (400) basándose en el modelo de datos de obra de construcción (300), en donde se ejecutan las

siguientes etapas para la selección automática:

- proporcionar un modelo de datos de máquina (500) que contiene información digital sobre distintos modelos de máquinas de construcción,

- identificar automáticamente información relevante del modelo de datos de obra de construcción (300) basándose en criterios especificados por el modelo de datos de máquina (500) y se refieren a datos de máquina en los que se diferencian los distintos modelos de máquinas de construcción,

- comparar automáticamente la información identificada del modelo de datos de obra de construcción (300) con los datos de máquina de distintas máquinas de construcción del modelo de datos de máquina (500), y

- seleccionar automáticamente la máquina de construcción adecuada basándose en la comparación mencionada, en donde en la etapa antes mencionada de identificar información relevante desde el modelo de datos de obra de construcción (300) se lee al menos una de la siguiente información:

altura de obra de construcción, peso del elemento constructivo más pesado que va a trasladarse, área y/o extensión de sección transversal de la obra de construcción en alzado, y distancia máxima entre una estación de entrega de elementos constructivo y un lugar de destino de elemento constructivo, y

en donde en la comparación antes mencionada, la al menos una información leída desde el modelo de datos de obra de construcción (300) se compara con datos de máquina del modelo de datos de máquina (500), que contienen al menos una de la siguiente información: altura de elevación de la máquina, el peso máximo de izado y el alcance de la máquina.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se ejecutan las siguientes etapas:

- determinar una posición de montaje y/o comprobar una posición de emplazamiento determinada de una/de la máquina de construcción seleccionada con respecto a la obra de construcción que va a erigirse y/o procesarse usando información digital del modelo de datos de obra de construcción (300), en donde se ejecutan las siguientes etapas al determinar y/o comprobar la posición de trabajo:

- identificar automáticamente información relevante del modelo de datos de obra de construcción (300) e información relevante del modelo de datos de máquina (500), en donde la información del modelo de datos de obra de construcción (300) comprende al menos dimensiones de obra de construcción y la información del modelo de datos de máquina (500) comprende al menos el área de trabajo de la máquina de construcción seleccionada, y

comparar automáticamente el área de trabajo de la máquina de construcción con los contornos de obra de construcción para comprobar un alcance suficiente y/o posibles colisiones, en donde el área de trabajo de la máquina de construcción seleccionada se limita automáticamente basándose en la verificación de colisiones antes mencionada y el modelo de datos de obra de construcción (300) se actualiza mediante las limitaciones de área de trabajo establecidas, en donde una función de limitación de área de trabajo tenida en cuenta por el dispositivo de control de máquina de construcción (205) se modifica mediante un módulo de configuración de limitación de área de trabajo (710) en función de la información digital del modelo de datos de obra de construcción (300), en donde la función de limitación de área de trabajo se adapta actualiza automáticamente en función de progresos de construcción en la obra de construcción que va a erigirse y/o procesarse teniendo en cuenta la información digital del modelo de datos de obra de construcción, en donde desde un módulo de determinación de colisión (700) se comparan datos de máquina de la máquina de construcción que caracterizan su emplazamiento y/o área de trabajo con datos de obra de construcción del modelo de datos de obra de construcción (300) que caracterizan contornos de obra de construcción y/o contornos de entorno de obra de construcción topográficos, en donde basándose en la comparación mencionada la función de limitación de área de trabajo se adapta mediante el módulo de configuración de limitación de área de trabajo (710).

14. Ordenador de control de obra, en donde están previstos los siguientes componentes:

- un equipo de comunicación de datos (900) para proporcionar información digital desde el modelo de datos de obra de construcción (300) a una máquina de construcción de acuerdo con la reivindicación 1, en particular una grúa (200),

- un módulo de configuración de control (920) para influir en al menos una función de control de un equipo de control de máquina de construcción (205) dependiendo de la información digital del modelo de datos de obra de construcción (300) proporcionada,

caracterizado por que

el módulo de configuración de control (920) está configurado para, en función de la información digital determinada desde el modelo de datos de obra de construcción (300), que se proporciona a la máquina de construcción en función del progreso de construcción determinado, visualizar en un dispositivo de visualización (820; 211) que está dispuesto en la máquina de construcción o una estación de control para controlar en remoto la máquina de

- 5 construcción, una representación virtual de la obra de construcción de acuerdo con el estado real determinado y una representación virtual de la siguiente tarea de trabajo que va a ejecutar la máquina de construcción, así como para visualizar una representación virtual del siguiente elemento constructivo que va a procesarse en la representación virtual de la obra de construcción en función del estado real determinado de la obra de construcción e intercalar su posición de montaje en la obra de construcción.

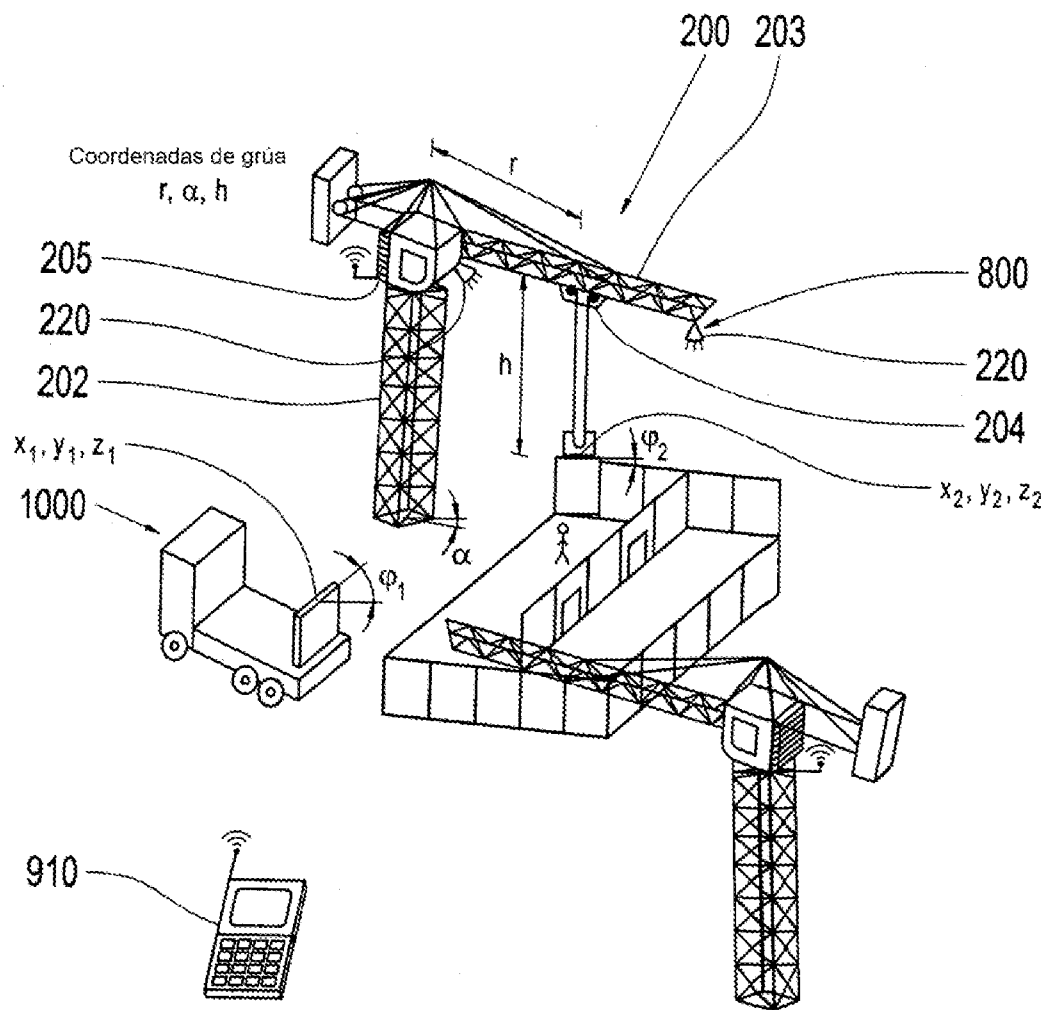


Fig. 1

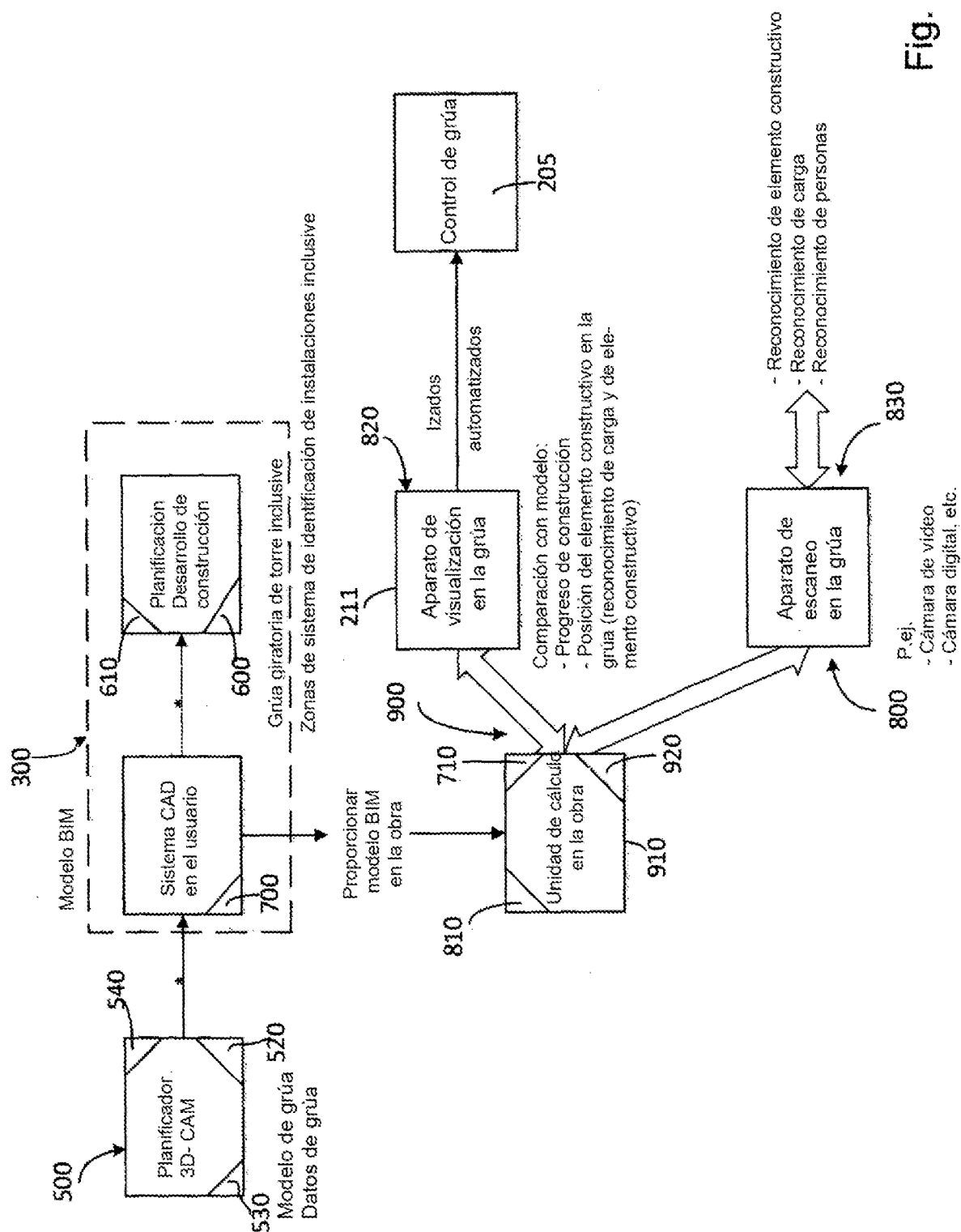


Fig. 2

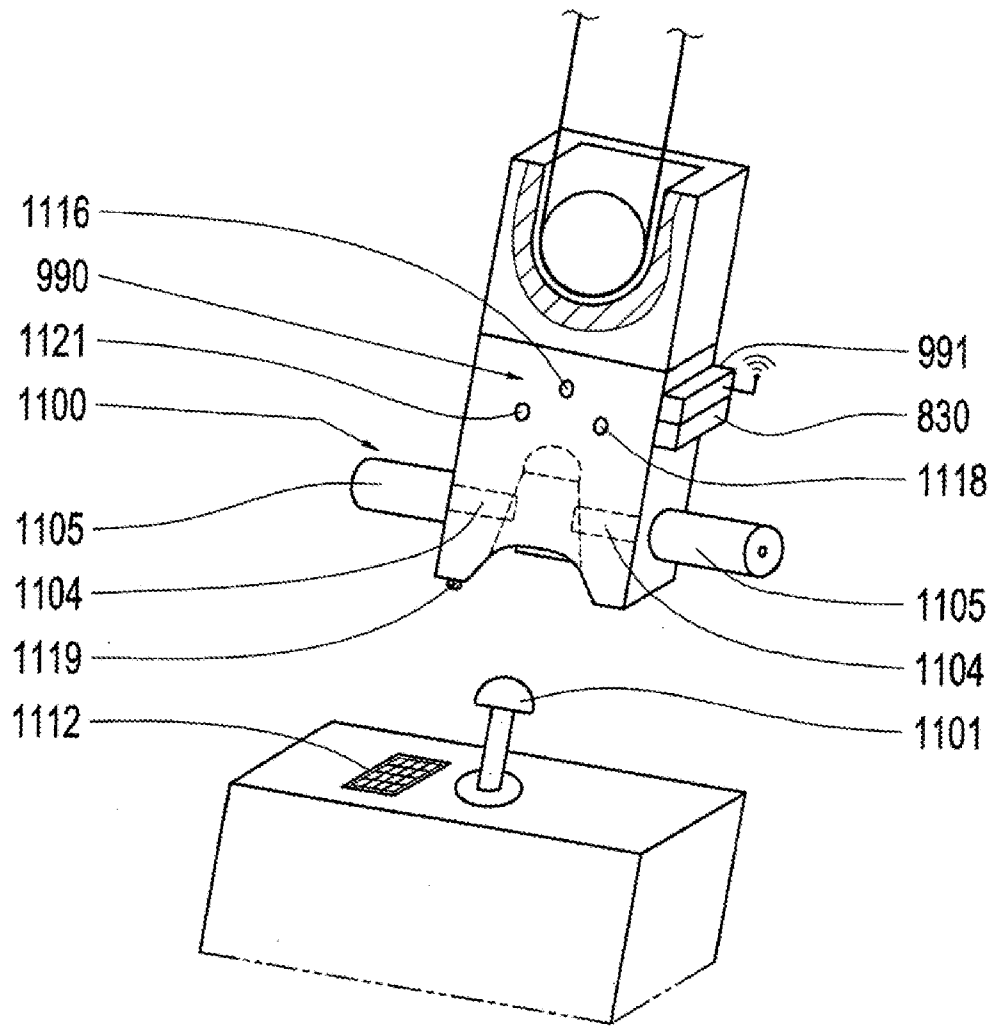


Fig. 3

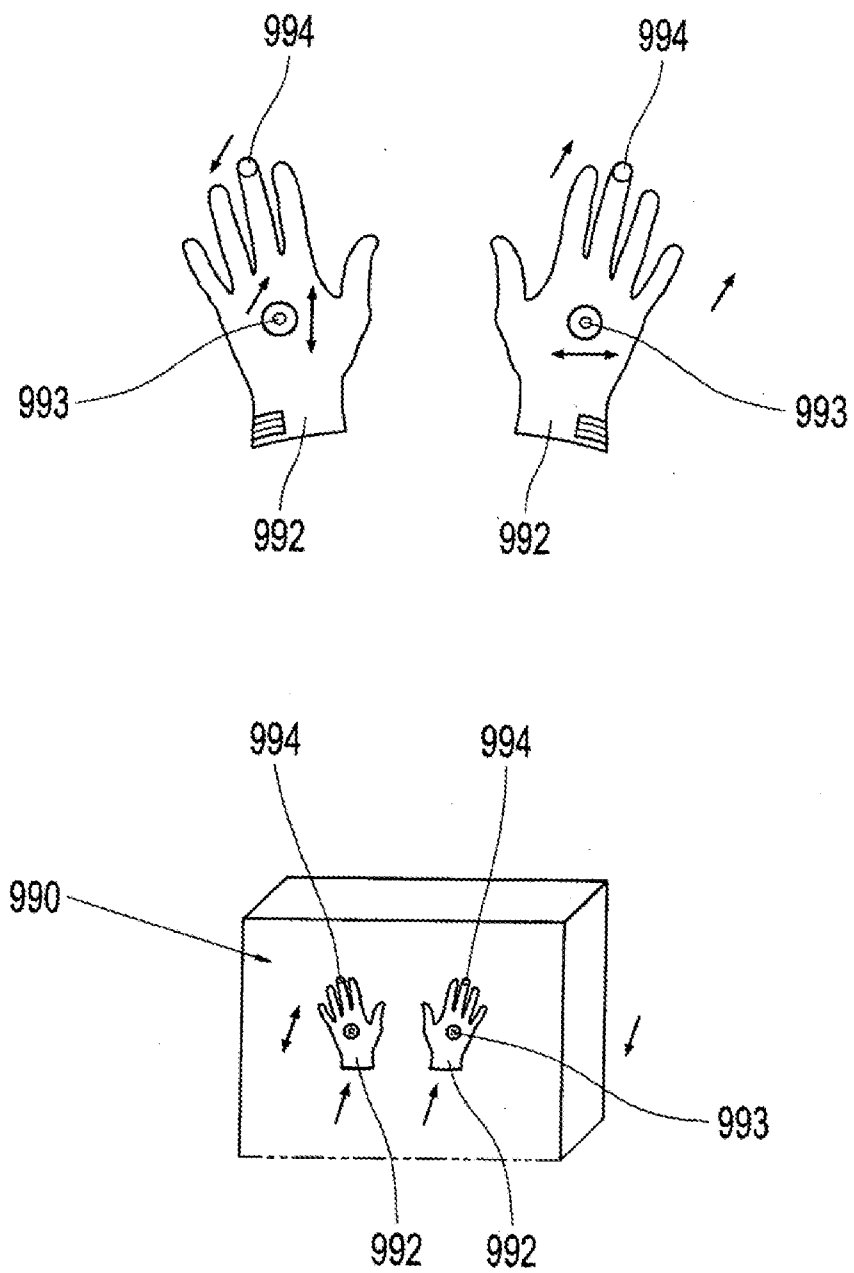


Fig. 4