

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 294**

51 Int. Cl.:

B67D 9/02

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2008** **E 08872266 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2013** **EP 2257493**

54 Título: **Brazo de carga con control directo, en particular control proporcional**

30 Prioridad:

08.02.2008 FR 0850820

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

30.12.2013

73 Titular/es:

FMC TECHNOLOGIES S.A. (100.0%)
Route des Clérimois
89100 Sens, FR

72 Inventor/es:

SYLARD, NICOLAS

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 436 294 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

Brazo de carga con control directo, en particular control proporcional.

5 La presente invención se refiere, en general, a sistemas para cargar y/o descargar fluidos para barcos, denominados comúnmente como sistemas de carga marinos. Estos sistemas se utilizan para transferir un producto líquido o gaseoso entre un barco y un muelle o entre dos barcos. Un sistema de carga de este tipo se da a conocer en el documento FR 2 384 194.

10 Más particularmente, la presente invención se refiere a los dispositivos para controlar el movimiento y posicionamiento de tales sistemas de carga y/o descarga.

Generalmente, los sistemas de carga marinos presentan un extremo de línea de transferencia de fluido que está fijado a una base y conectado a un depósito de fluido que va a transferirse, y un extremo de línea opuesto que es móvil y está provisto de un acoplamiento adaptado para conectarse a un conducto objetivo, conectado a su vez a un depósito de fluido.

Se conocen dos familias de sistemas de carga de fluidos para barcos, que se distinguen por su estructura: sistemas de transferencia mediante tuberías rígidas y sistemas de transferencia mediante tuberías flexibles.

20 En la familia de sistemas de transferencia mediante tuberías rígidas, puede distinguirse entre sistemas de brazo de carga y sistemas de pantógrafo.

El brazo de carga es una disposición de tubos articulados, que presenta una base, conectada a un depósito de fluido, en la que está montada una primera tubería, designada como tubería interna, a través de una parte de tubo con un acodamiento de 90° que permite la rotación de uno de sus extremos alrededor de un eje vertical, y el otro extremo alrededor de un eje horizontal. En el extremo opuesto de la tubería interna, una segunda tubería, designada como tubería externa, está montada en rotación alrededor de un eje horizontal. Un acoplamiento está montado en el extremo de la tubería externa.

30 Cada una de las tres rotaciones se controla mediante un cilindro elevador o motor hidráulico con un control de encendido/apagado. El operario dispone de una interfaz de órdenes que le permite controlar cada uno de los movimientos independientemente. El documento US 6 382 269 da a conocer un robot para repostaje de un coche. El brazo con la boca de llenado se guía automáticamente a lo largo de tres coordenadas con el fin de bloquear la boca sobre la abertura de combustible del coche.

Los sistemas de pantógrafo, al igual que los brazos de carga, presentan una base conectada a un depósito. Una grúa está montada de manera rotatoria sobre esa base. La grúa presenta una pluma que lleva una tubería para el fluido. En el extremo de la pluma está montado un pantógrafo constituido por tuberías articuladas para el fluido, y que permite mover el acoplamiento que está montado en el extremo libre del pantógrafo. La inclinación del pantógrafo se controla mediante una rotación en el extremo de la pluma. El movimiento del pantógrafo se controla mediante motores hidráulicos y mediante un cilindro elevador para la rotación sobre la base.

45 Por último, los sistemas de tuberías flexibles generalmente presentan una línea en la que se transporta el producto fluido y un sistema mecánico que permite maniobrar con la línea. Hay varios tipos de sistemas de maniobra, pero en todos los casos incluyen una grúa o estructura de manipulación que soporta el acoplamiento para su conexión a las tuberías flexibles.

En la práctica, en la mayoría de los sistemas, el acoplamiento está articulado libremente en su extremo con respecto a tres rotaciones, para poder manipularse manualmente y con precisión por un operario cuando el acoplamiento se presenta ante el conducto objetivo, para la conexión.

Estas dos familias de dispositivos de carga presentan diferencias estructurales, pero sus sistemas de control están diseñados según el mismo principio de funcionamiento general. Se observa que, en todos los casos, el acoplamiento presenta al menos tres grados de libertad con respecto a la base que soporta el extremo fijo del conducto, y que los movimientos en cada uno de estos grados de libertad se controlan independientemente por actuadores.

60 Cada actuador se controla por separado mediante un control independiente de tipo encendido/apagado. El operario puede actuar independientemente sobre cada uno de los controles para controlar un elemento particular del sistema de carga. La acción combinada sobre el grupo de actuadores permite posicionar el acoplamiento en un punto deseado en el espacio.

En general, los actuadores utilizados son hidráulicos, por ejemplo un motor hidráulico o un cilindro elevador, pero también se conoce la utilización de actuadores eléctricos, por ejemplo motores eléctricos, o actuadores neumáticos. En todos los casos, los actuadores que equipan los sistemas de carga marinos se controlan mediante control de

encendido/apagado, con una velocidad de movimiento constante, y en determinados casos, con la posibilidad de establecer dos velocidades de movimiento a voluntad.

En la práctica, estos dispositivos de control son delicados de implementar, porque el operario debe conocer la cinemática del sistema de carga marino a la perfección y combinar simultáneamente el movimiento de cada uno de los actuadores independientemente para obtener, al sumar todos los movimientos, un movimiento combinado del acoplamiento correspondiente al movimiento que desea proporcionarle. Dado que los movimientos se generan mediante actuadores con un control de encendido/apagado a una velocidad fija, es difícil o incluso imposible que el operario genere un movimiento del acoplamiento que sea rectilíneo y/o de velocidad constante. Más generalmente, es difícil que el operario domine con precisión el movimiento del acoplamiento, lo que aumenta los riesgos de que el acoplamiento choque contra obstáculos o contra el conducto objetivo. Esto puede dañar las juntas del acoplamiento.

Basándose en estas observaciones, la invención pretende facilitar la operación de controlar el movimiento del acoplamiento para el operario haciendo que sea más intuitiva, de modo que resulte posible conseguir la conexión del acoplamiento en condiciones marítimas desfavorables, y más generalmente facilitar la conexión y hacerla más rápida en todos los casos, al tiempo que se reduce el riesgo de golpear el acoplamiento, lo que en particular puede dañar las juntas.

Con este fin la invención proporciona un dispositivo de control para el movimiento y posicionamiento de un acoplamiento para un sistema de carga marino, comprendiendo dicho sistema de carga marino al menos una línea de transferencia de fluido que presenta un extremo de línea fijado a una base y un extremo de línea móvil provisto de un acoplamiento adaptado para su conexión a un conducto objetivo, presentando además el sistema una pluralidad de conexiones mecánicas de manera que el acoplamiento presenta al menos tres grados de libertad con respecto a la base, estando el dispositivo caracterizado porque comprende al menos tres actuadores de control proporcional cada uno para controlar proporcionalmente el movimiento del sistema en un grado de libertad, un sensor de posición del sistema que hace un seguimiento de cada grado de libertad, una interfaz de entrada de operario para introducir órdenes para mover el acoplamiento y un calculador para calcular la posición instantánea del acoplamiento a partir de la información proporcionada por los sensores y para calcular, a partir de las entradas de órdenes de movimiento de la interfaz de entrada, instrucciones de control simultáneas para proporcionarlas a cada uno de los actuadores de manera que sus movimientos combinados den como resultado un movimiento del acoplamiento correspondiente a la orden de movimiento proporcionada por el operario en la interfaz de entrada.

Ventajosamente, este dispositivo permite al operario controlar el movimiento del acoplamiento de manera intuitiva, sin tener que compensar su movimiento actuando sobre varios controles simultáneamente. En otras palabras, el dispositivo según la invención hace posible que el usuario controle el movimiento del acoplamiento directamente, sin tener que preocuparse acerca de la cinemática del sistema de carga. Con el dispositivo según la invención, el operario queda liberado de tener que combinar los movimientos de la cinemática actuando sobre varios controles al mismo tiempo, puesto que estas operaciones las lleva a cabo el calculador. El operario puede por tanto controlar directamente el movimiento del acoplamiento, y puede conseguir por tanto en particular un movimiento del acoplamiento que sea rectilíneo, y/o de velocidad constante.

Ventajosamente, la invención se adapta a cualquier tipo de sistema de carga marino, a los sistemas de transferencia mediante tuberías rígidas así como a los sistemas de transferencia mediante tuberías flexibles.

Según una característica ventajosa de la invención, la interfaz de entrada de órdenes presenta al menos un control proporcional de manera que al actuar sobre dicho control proporcional con mayor o menor magnitud se proporciona al menos una instrucción de control proporcional que es respectivamente de mayor o menor magnitud para al menos uno de los actuadores, lo que da como resultado un movimiento del acoplamiento a una velocidad de movimiento que es respectivamente mayor o menor.

Ventajosamente, cada uno de los controles es de tipo proporcional, lo que en la práctica significa que la amplitud de movimiento en un control da como resultado una velocidad mayor o menor en los actuadores.

Según características ventajosas, que pueden combinarse:

- al menos uno de los sensores de posición del sistema es un sensor angular;
- al menos uno de los actuadores de control proporcional es un actuador hidráulico que coopera con una válvula de control proporcional;
- al menos uno de los actuadores de control proporcional es un motor eléctrico de control proporcional.
- la comunicación entre la interfaz de entrada de órdenes y el calculador es inalámbrica, estando la interfaz de entrada conectada a un transmisor que presenta comunicación inalámbrica con un receptor conectado al calculador;

- la interfaz de entrada de órdenes presenta al menos un elemento de manipulación, diseñado para suministrar órdenes de movimiento al acoplamiento en al menos dos de los tres grados de libertad;
- varios sistema de carga marinos están conectados al calculador, y está previsto un selector en la interfaz de órdenes para controlar selectivamente uno de los sistemas de carga conectados al calculador.

Según otro aspecto, la invención proporciona un autómatas para un dispositivo según se ha descrito anteriormente, que comprende entradas para recibir una señal de posición emitida por un sensor de posición del sistema en cada grado de libertad y para recibir una señal de control desde una interfaz de entrada de operario para introducir órdenes para mover el acoplamiento, y está configurado para calcular, basándose en las entradas, instrucciones de control simultáneas para proporcionarlas a cada uno de los actuadores de manera que sus movimientos combinados den como resultado un movimiento del acoplamiento correspondiente a la orden de movimiento proporcionada por el operario a la interfaz de entrada, y dicho autómatas comprende salidas a las que están conectados los actuadores, y cada autómatas aplica a las salidas las instrucciones de control calculadas destinadas a los actuadores.

Según otro aspecto, la invención proporciona un procedimiento de cálculo para un autómatas según se ha descrito anteriormente, que comprende las siguientes etapas de cálculo:

- basándose en la información proporcionada por los sensores de posición, calcular las coordenadas espaciales de la posición del acoplamiento con respecto a un punto de origen definido de antemano,
- basándose en las entradas de órdenes por el operario realizadas en la interfaz de órdenes, calcular las velocidades de movimiento en los al menos tres grados de libertad del sistema de carga,
- basándose en las coordenadas espaciales de la posición del acoplamiento y en las velocidades deseadas, calcular instrucciones de salida para aplicarlas a cada uno de los actuadores para controlar el movimiento del sistema de carga según las entradas de órdenes realizadas en la interfaz de órdenes.

La explicación de la invención continuará ahora con la descripción detallada de una realización, proporcionada a continuación a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un brazo de carga equipado con un dispositivo de control según la invención,
- la figura 2 es un diagrama sinóptico de funcionamiento del funcionamiento de un dispositivo según la invención, en particular según la figura 1,
- la figura 3 es un diagrama funcional para representar el principio de funcionamiento del dispositivo de control según la figura 2.

La figura 1 es una representación muy esquemática de un brazo 2 de carga equipado con un dispositivo 1 de control según la invención. La representación del brazo de carga está muy simplificada aquí, y ha de recordarse a este respecto que el dispositivo de control según la invención puede adaptarse a cualquier tipo de sistema de carga marino, en particular a los sistemas de carga descritos anteriormente.

El brazo de carga de la figura 1 presenta una base 21 conectada a un depósito de fluido que está ubicado por debajo de la superficie 22 sobre la que está fijada la base, y que puede ser, por ejemplo, un muelle o la cubierta de un barco. En el punto más alto de la base hay, articulado en rotación, un tubo acodado 23, en el que está articulado a su vez un primer tubo denominado como tubo interno 24 que está articulado en su extremo opuesto con un segundo tubo denominado como tubo externo 25. El extremo del tubo externo lleva un acoplamiento 26 adaptado para conectarse a un conducto objetivo (no mostrado), por ejemplo en un barco. De una manera conocida *per se*, el acoplamiento presenta tres grados de libertad en rotación con respecto al extremo del tubo externo. Estas tres rotaciones son libres, de manera que un operario puede ajustar libremente el ángulo del acoplamiento durante la fase final de aproximación para la conexión del acoplamiento a la tubería objetivo.

Generalmente, este tipo de brazo de carga se conoce *per se*, y no se describirá en más detalle en la presente memoria. Además ha de indicarse que el dispositivo de control según la invención se adapta a todos los sistemas de carga marinos, y que la adaptación del dispositivo de control según la invención a cualquier otro tipo de sistema de carga, en particular a uno de los sistemas descritos anteriormente, entra dentro de la capacidad del experto en la materia.

En el dispositivo según la invención según se representa esquemáticamente en la figura 1, están previstos unos actuadores 27, 28, 29 en cada una de las tres articulaciones del brazo de carga (simbolizados mediante las flechas dobles A, B, C). Más específicamente, está previsto un primer actuador 27 entre el punto más alto de la base 21 y el tubo acodado 23, para hacer pivotar este último horizontalmente con respecto a la base, está previsto un segundo actuador 28 entre el extremo del tubo acodado 23 y el tubo interno 24 para hacer pivotar el tubo interno

verticalmente, y está previsto un tercer actuador 29 entre el tubo interno 24 y el tubo externo 25 para hacer que este último pivote verticalmente.

5 Los tres actuadores 27, 28, 29 son cilindros elevadores hidráulicos representados en la presente memoria de manera muy esquemática en la figura 1. En una variante no ilustrada, uno o más de los cilindros elevadores hidráulicos se sustituyen por motores hidráulicos. Según otra variante no ilustrada, los actuadores son motores eléctricos o neumáticos.

10 Están previstos unos sensores angulares 30, 31, 32 en las articulaciones entre cada elemento del brazo de carga. Está previsto un sensor angular 30 entre la base 21 y el tubo acodado 23, está previsto un sensor angular 31 entre el tubo acodado 23 y el tubo interno 24 y está previsto un sensor angular 32 entre el tubo interno 24 y el tubo externo 25. Los sensores angulares están dispuestos ventajosamente en los propios actuadores, tal como puede observarse en la figura 2.

15 Según una variante ventajosa no representada, los sensores angulares 31 y 32 se sustituyen por sensores de péndulo dispuestos respectivamente en los brazos interno y externo, para proporcionar su ángulo de inclinación con respecto a la vertical dada por el péndulo.

20 Cada uno de los sensores está conectado al mismo calculador de control 41 que de hecho es un autómata dispuesto en una cabina 40 de control eléctrico.

Está prevista una unidad 42 de potencia hidráulica para suministrar a los actuadores la energía hidráulica necesaria para su funcionamiento. Ésta se controla por el autómata.

25 La figura 2 es un diagrama de bloques que proporciona el principio de funcionamiento general de un dispositivo según la invención, y más particularmente del dispositivo según se representa en la figura 1.

30 Tal como puede observarse en el diagrama de bloques, el brazo de carga está equipado con actuadores 27, 28, 29, controlados por válvulas de control proporcional. La unidad 42 de potencia hidráulica proporciona a los actuadores la energía hidráulica necesaria para su funcionamiento, a través de dichas válvulas de control proporcional. Está prevista una caja de conexiones (BJ) 51 para reunir todas las señales de control destinadas a las válvulas.

35 El brazo de actuador está equipado además con sensores angulares 30, 31, 32 conectados respectivamente a una caja de conexiones (BJ) 52 para reunir las señales emitidas por los sensores angulares.

La cabina de control eléctrico dispone de una cubierta 43 resistente a las explosiones, que hace posible proteger el contenido de la cabina frente a posibles explosiones accidentales que puedan producirse en las inmediaciones, por ejemplo durante la transferencia de hidrocarburos mediante el sistema de carga.

40 El autómata además controla un relé de potencia para controlar el arranque y la parada de la unidad de potencia hidráulica. La unidad de potencia hidráulica comprende una bomba (no representada) adaptada para bombear un fluido hidráulico para activar los cilindros elevadores o motores hidráulicos.

45 Una interfaz de entrada de usuario 60 permite controlar el sistema de carga. En la realización ilustrada, esta interfaz es una unidad de control remoto provista de un transmisor 61 para comunicarse con un receptor 62 conectado al autómata en la cabina de control eléctrico. El transmisor y el receptor se comunican mediante ondas de radio. Como variante, el transmisor y el receptor se comunican mediante ondas ópticas, por ejemplo ondas infrarrojas.

50 Según una variante no ilustrada, la interfaz de entrada está conectada mediante un cable con el autómata para comunicarse con el mismo.

55 En la unidad de control remoto que puede observarse en la figura 2, el operario dispone de un control para mover el brazo de carga a lo largo del eje "x" y de un control para moverlo a lo largo del eje "y", ejes que pueden observarse en la figura 1. Los controles para el movimiento a lo largo de los ejes "x" e "y" están combinados en el mismo elemento de manipulación en forma de una palanca de control 63. Una palanca de control 64 separada permite mover el brazo a lo largo del eje "z". Cada una de las palancas de control es de tipo proporcional, lo que en la práctica significa que la amplitud del movimiento de una palanca de control da como resultado una apertura más amplia o más estrecha de las válvulas de control proporcional y, por consiguiente, una mayor o menor velocidad en los actuadores.

60 En una variante no ilustrada, los controles para el movimiento a lo largo de los ejes "x" y "z" están agrupados en la misma palanca de control. Una palanca de control separada permite mover el brazo a lo largo del eje "y". Ha de indicarse que otras combinaciones de agrupación de los controles entran dentro de la capacidad del experto en la materia.

65

En otra variante no ilustrada, los controles para el movimiento a lo largo de los ejes "x", "y" y "z" están agrupados en el mismo elemento de manipulación.

5 En una variante no ilustrada, varios brazos se controlan mediante el mismo autómatas. Un selector previsto en la unidad de control remoto permite controlar una pluralidad de brazos de carga, vinculados al mismo autómatas, utilizando el mismo principio y con las mismas palancas de control.

10 La figura 3 presenta, en un diagrama funcional, el principio de funcionamiento del dispositivo de control según la invención, en particular según las figuras 1 y 2.

Las tres señales emitidas por los sensores angulares 30, 31, 32 dispuestos en cada una de las tres articulaciones del brazo de carga se envían al autómatas. Basándose en los datos angulares, el autómatas calcula las coordenadas espaciales (según los ejes x, y y z) de la posición del acoplamiento con respecto a un punto de origen definido de antemano.

15 En paralelo, el autómatas calcula, basándose en las entradas de órdenes del operario realizadas en la interfaz de órdenes (unidad de control remoto) las velocidades V_x , V_y y V_z deseadas a lo largo de los ejes x, y y z.

20 Basándose en las coordenadas espaciales de la posición del acoplamiento y en las velocidades deseadas, el autómatas calcula los futuros ángulos necesarios en las tres articulaciones para obtener el movimiento deseado por el usuario.

25 El autómatas calcula entonces el movimiento que debe aplicarse a cada uno de los actuadores 27, 28, 29 para obtener el ángulo ya calculado, después calcula las instrucciones de salida para aplicarlas a cada uno de los actuadores para controlar el movimiento del brazo de carga según las entradas de órdenes por el operario.

De hecho, el autómatas calcula las coordenadas espaciales del acoplamiento 26 en cualquier momento y calcula los futuros ángulos necesarios tan pronto como el usuario actúa sobre la interfaz 60 de entrada de órdenes.

30 En una variante no ilustrada, de una manera conocida *per se*, el dispositivo de control según la invención presenta un cuarto actuador que permite enganchar o desenganchar el acoplamiento.

35 Son posibles numerosas otras variantes según las circunstancias y, a este respecto, ha de indicarse que la invención sólo se limita por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) de control para el movimiento y posicionamiento de un acoplamiento (26) para un sistema de carga marino, comprendiendo dicho sistema de carga marino al menos una línea de transferencia de fluido que presenta un extremo de línea fijado a una base (21) y un extremo de línea móvil provisto de un acoplamiento (26) adaptado para su conexión a un conducto objetivo, presentando además el sistema una pluralidad de conexiones mecánicas, de manera que el acoplamiento presente al menos tres grados de libertad con respecto a la base, estando el dispositivo caracterizado porque comprende al menos tres actuadores de control proporcional (27, 28, 29) cada uno para controlar proporcionalmente el movimiento del sistema en un grado de libertad (A, B, C), un sensor de posición (30, 31, 32) del sistema que hace un seguimiento de cada grado de libertad, una interfaz de entrada de operario para introducir órdenes para mover el acoplamiento y un calculador (41) para calcular la posición instantánea del acoplamiento a partir de la información proporcionada por los sensores y para calcular, a partir de las entradas de órdenes de movimiento de la interfaz de entrada (60), instrucciones de control simultáneas para proporcionalizarlas a cada uno de los actuadores, de manera que sus movimientos combinados den como resultado un movimiento del acoplamiento correspondiente a la orden de movimiento proporcionada por el operario en la interfaz de entrada.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la interfaz de entrada de órdenes (60) presenta al menos un control proporcional (63, 64), de manera que al actuar sobre dicho control proporcional con una mayor o menor magnitud se proporcione al menos una instrucción de control proporcional que sea respectivamente de mayor o menor magnitud para al menos uno de entre los actuadores (27, 28, 29), lo que da como resultado un movimiento del acoplamiento a una velocidad de movimiento que es respectivamente mayor o menor.

3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos uno de los sensores de posición (30, 31, 32) del sistema es un sensor angular.

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos uno de los actuadores de control proporcional (27, 28, 29) es un actuador hidráulico que coopera con una válvula de control proporcional.

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos uno de los actuadores de control proporcional (27, 28, 29) es un motor eléctrico de control proporcional.

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la comunicación entre la interfaz de entrada de órdenes (60) y el calculador (41) es inalámbrica, estando la interfaz de entrada conectada a un transmisor (61) que presenta comunicación inalámbrica con un receptor (62) conectado al calculador (41).

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la interfaz de entrada de órdenes (60) presenta al menos un elemento de manipulación (63), diseñado para suministrar órdenes de movimiento al acoplamiento en al menos dos de los tres grados de libertad.

8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque están conectados varios sistemas de carga marinos al calculador, y porque está previsto un selector en la interfaz de órdenes para controlar selectivamente uno de los sistemas de carga conectados al calculador.

9. Autómata (41) para un dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende unas entradas para recibir una señal de posición emitida por un sensor de posición (30, 31, 32) del sistema en cada grado de libertad y para recibir una señal de control desde una interfaz de entrada de operario (60) para introducir órdenes para mover el acoplamiento, y porque está configurado para calcular, basándose en las entradas, instrucciones de control simultáneas para proporcionalizarlas a cada uno de los actuadores (27, 28, 29), de manera que sus movimientos combinados den como resultado un movimiento del acoplamiento correspondiente a la orden de movimiento proporcionada por el operario a la interfaz de entrada, y porque dicho autómata comprende unas salidas a las que están conectados los actuadores, y porque cada autómata aplica a las salidas las instrucciones de control calculadas destinadas a los actuadores.

10. Procedimiento de cálculo para un autómata según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende las siguientes etapas de cálculo:

- basándose en la información proporcionada por los sensores de posición (30, 31, 32), calcular las coordenadas espaciales de la posición del acoplamiento (26) con respecto a un punto de origen definido de antemano,
- basándose en las entradas de órdenes por el operario realizadas en la interfaz de órdenes (60), calcular las velocidades de movimiento en dichos al menos tres grados de libertad del sistema de carga,
- basándose en las coordenadas espaciales de la posición del acoplamiento y en las velocidades deseadas,

calcular las instrucciones de salida para aplicarlas a cada uno de los actuadores para controlar el movimiento del sistema de carga según las entradas de órdenes realizadas en la interfaz de órdenes.

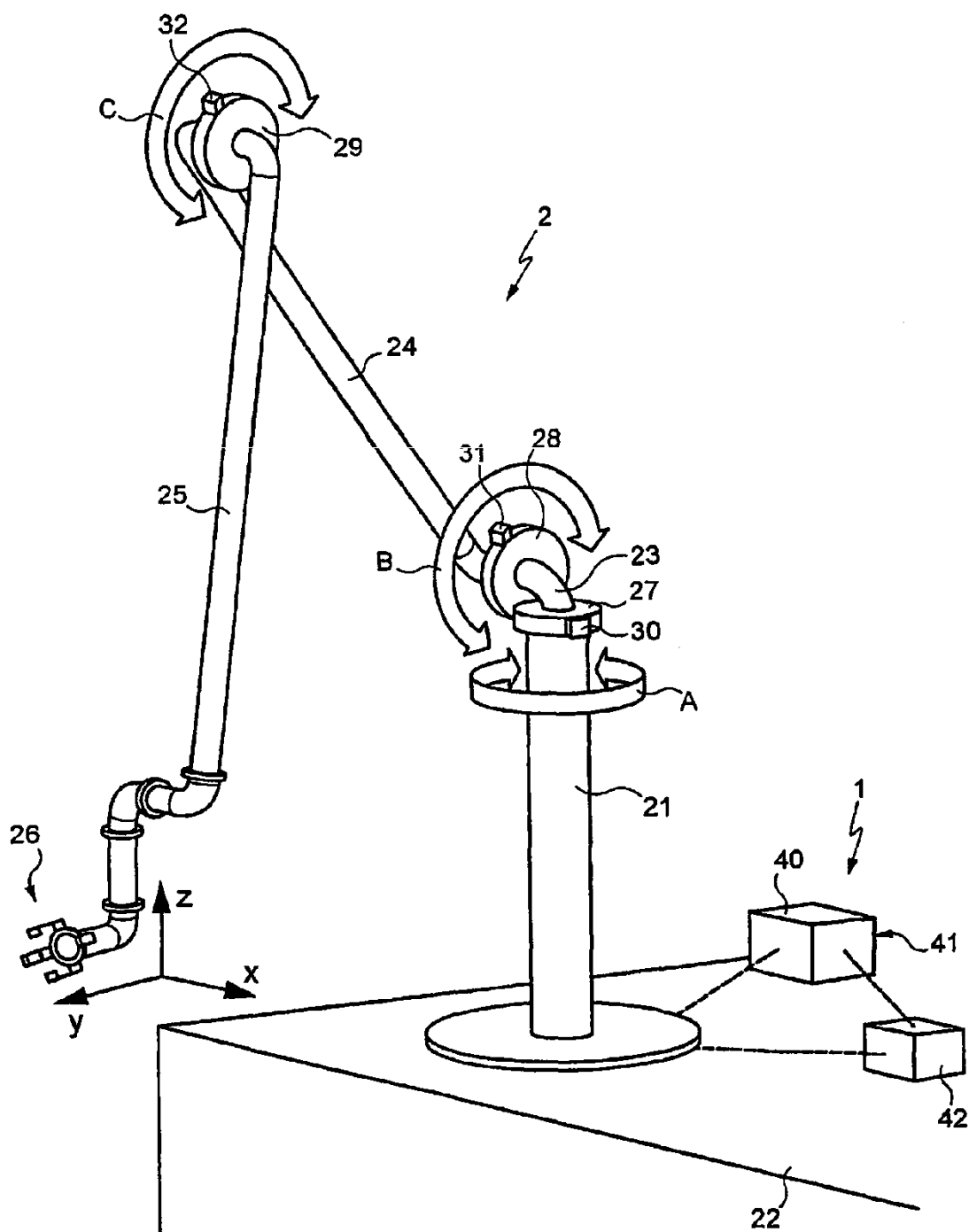


Fig. 1

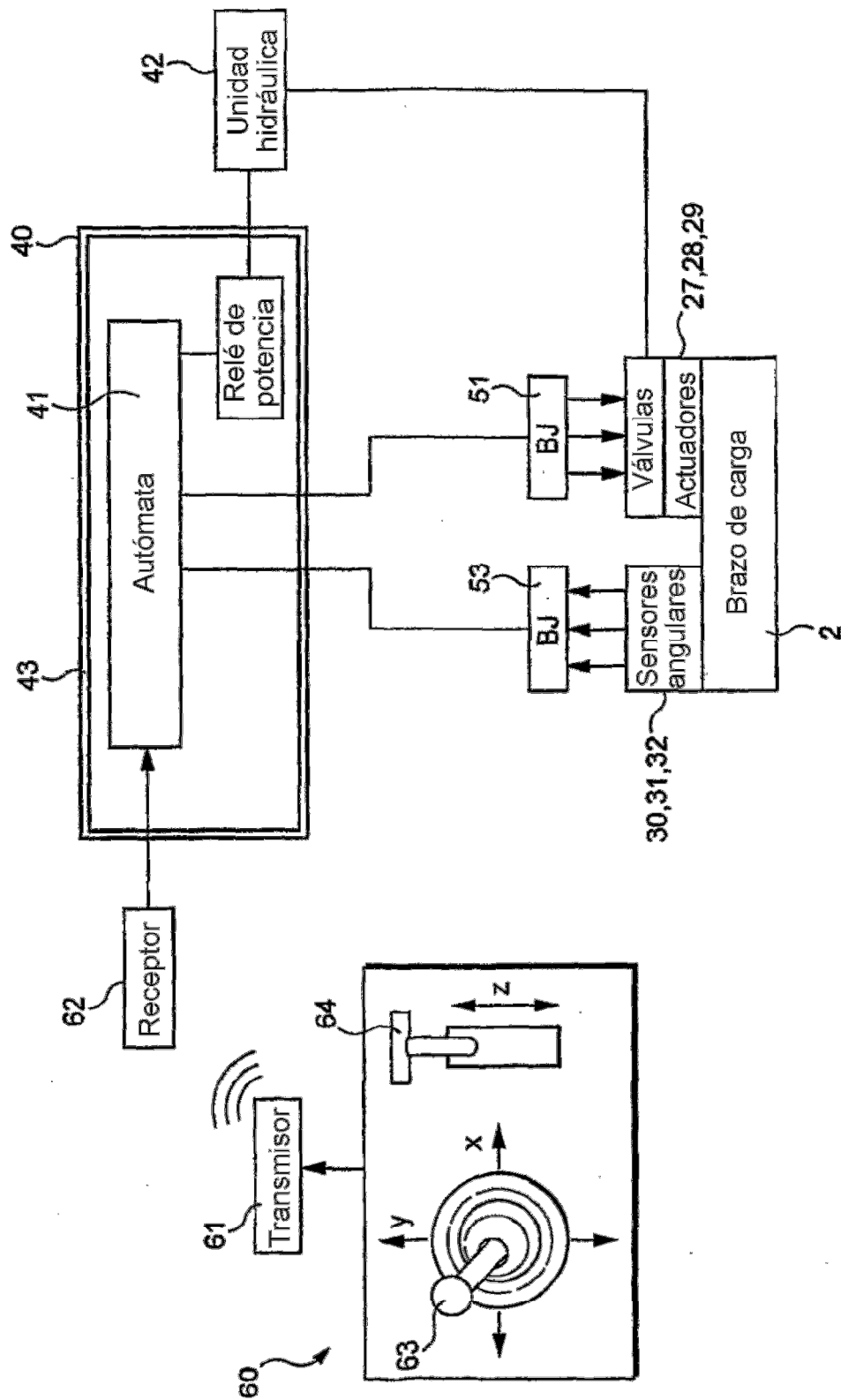


Fig. 2

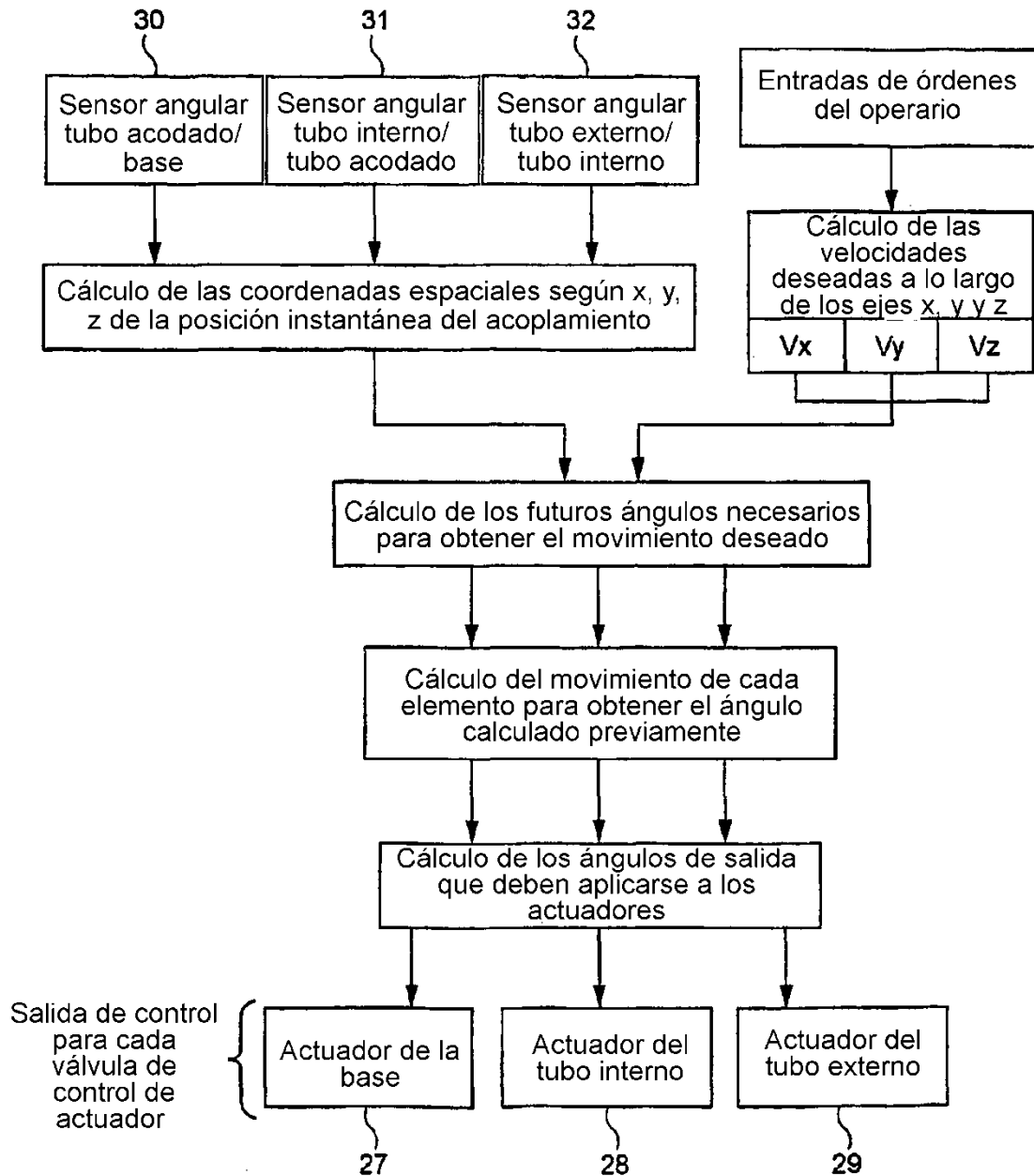


Fig. 3