



Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0822331-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0822331-9

(22) Data do Depósito: 23/06/2008

(43) Data da Publicação do Pedido: 13/08/2009

(51) Classificação Internacional: B67D 9/00; B67D 9/02.

(30) Prioridade Unionista: FR 0850820 de 08/02/2008.

(54) Título: DISPOSITIVO COM CONTROLE DIRETO, EM PARTICULAR CONTROLE PROPORCIONAL E/OU RETILÍNEO, PARA O CARREGAMENTO DE FLUIDOS E/OU SISTEMA DE DESCARGA.

(73) Titular: FMC TECHNOLOGIES SA, -. Endereço: Route des Clérimois, F-89100 Sens, FRANÇA(FR)

(72) Inventor: NICOLAS SYLARD.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 02/01/2019, observadas as condições legais

Expedida em: 02/01/2019

Assinado digitalmente por:
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para:
**"DISPOSITIVO COM CONTROLE DIRETO, EM PARTICULAR CONTROLE
PROPORCIONAL E / OU RETILÍNEO, PARA O CARREGAMENTO DE FLUIDOS
E / OU SISTEMA DE DESCARGA"**.

5 A presente invenção relaciona-se, de modo geral, com sistemas de carga e / ou descarga de fluidos para navios, comumente referidos como sistemas de carga marinhos. Estes sistemas são usados para transferir um produto líquido ou gasoso entre um navio e um cais ou entre dois navios.

10 Mais particularmente, a presente invenção refere aos dispositivos para controle de movimentos e posicionamento da carga e / ou sistemas de descarga.

Geralmente, os sistemas de carregamento marinhos têm uma extremidade de linha de transferência de fluidos que é fixado
15 a uma base e conectado a um tanque de líquido a ser transferido, e uma extremidade de linha oposto, que é móvel e fornecido com um acoplamento adaptado para conexão com um duto de destino, em si conectado a um tanque de fluido.

Duas famílias de sistemas de carregamento de líquidos
20 para navios são conhecidas, que se distinguem pela sua estrutura: sistemas de transferência por tubos rígidos e sistemas para a transferência por tubos flexíveis.

Na família de sistemas para a transferência por tubos rígidos, os sistemas de braço de carregamento e sistemas pantógraficos podem ser distinguidos.

O braço de carregamento é um arranjo tubulação articulada, tendo uma base, ligada ao tanque de fluido, na qual está montado um primeiro tubo, designado tubulação interna, através de uma porção de tubo com uma dobra de 90 graus, permitindo a rotação de uma de suas extremidades em torno de um eixo vertical, e a outra extremidade em torno de um eixo horizontal. Na extremidade oposta do tubo interior, um segundo tubo, designado tubo exterior, é rotativamente montado sobre um eixo horizontal. Um acoplamento está montado na extremidade do tubo externo.

Cada uma das três rotações é controlada por um motor hidráulico ou tomada com um controle on / off. O operador tem uma interface de comando que lhe permite controle de cada um dos movimentos de forma independente.

Os sistemas de pantógrafo, como os braços de carregamento, têm uma base conectada a um tanque. Um guindaste é rotativamente montado sobre a base. A grua tem um boom carregando um tubo para o fluido. No final do boom está montado um pantógrafo composto de tubos articulados para o

fluido, e permitindo um acoplamento a ser movido, que é montado na extremidade livre do pantógrafo. A inclinação do pantógrafo é controlada por uma rotação no final do boom. O movimento do pantógrafo é controlado por motores hidráulicos e uma tomada para a rotação da base.

Por último, os sistemas de tubulação flexível geralmente têm uma linha em que é transmitida ao produto líquido e um sistema mecânico que permite que a linha seja manobrada. Existem vários tipos de sistemas de manobra, mas em todos os casos, eles incluem a manipulação de um guindaste ou estrutura que suporta o acoplamento para conectar a tubulação flexível.

Na prática, na maioria dos sistemas, o acoplamento é livremente articulado em sua extremidade em relação a três rotações, de modo a ser capaz de ser manipulado manualmente e com precisão por um operador quando o acoplamento está presente no duto alvo, para a conexão.

Estas duas famílias de dispositivos de carregamento têm diferenças estruturais, mas os seus sistemas de controle são projetados de acordo com o mesmo princípio geral de funcionamento. Note-se que, em todos os casos, o acoplamento tem pelo menos três graus de liberdade em relação à base que

suporta a extremidade fixa do duto, e que os movimentos em cada um desses graus de liberdade são independentemente controlados por atuadores.

Cada atuador é controlado separadamente por um controle independente do tipo de liga / desliga. O operador pode atuar de forma independente em cada um dos controles para controlar um membro em particular do sistema de carregamento. A ação combinada com o grupo de atuadores permite o acoplamento seja posicionado em um ponto desejado no espaço.

Em geral, os atuadores hidráulicos usados são, por exemplo, um motor hidráulico ou tomada, mas o uso de atuadores elétricos também é conhecido, por exemplo, motores elétricos, ou atuadores pneumáticos. Em todos os casos, os atuadores que equipam sistemas de carregamento marinhos são controlados por controle on / off, com uma velocidade constante de movimento, e em certos casos, com a possibilidade de duas velocidades de movimento à vontade.

Na prática, estes dispositivos de controle são delicados para implementar, em que o operador deve conhecer a cinemática do sistema de carregamento marinhos perfeitamente e, simultaneamente, combinam o movimento de cada um dos atuadores de forma independente, de modo a obter, somando-se

todos os movimentos, um movimento combinado do acoplamento correspondente ao movimento que ele deseja dar a ele. Como os movimentos são gerados por atuadores com controle on / off a uma velocidade fixa, é difícil ou mesmo impossível para o operador para movimento de acoplamento que seja retilíneo e / ou a uma velocidade constante. De modo mais geral, é difícil para o operador entender precisamente o movimento do acoplamento, o que aumenta os riscos de o acoplamento bater, contra obstáculos ou contra o duto alvo. Isso pode danificar os selos do acoplamento.

Com base nestas observações, a invenção visa facilitar o funcionamento do controle de movimento do acoplamento para o operador, tornando-o mais intuitivo, de modo a torná-lo possível alcançar a conexão do acoplamento em condições desfavoráveis do mar, e mais geralmente para facilitar a conexão e torná-la mais rápida em todos os casos, reduzindo o risco de bater no acoplamento, o que pode causar danos, em particular aos selos.

Para o efeito, a invenção proporciona um dispositivo de controle para o movimento e o posicionamento de um acoplamento para um sistema de carregamento marítimo, o referido sistema de carregamento marítimo, compreendendo pelo

menos uma linha de transferência de fluido tendo uma extremidade de linha fixa a uma base, e uma extremidade de linha móvel equipada com um acoplamento adaptado para conexão a um duto de destino, o sistema ainda tendo uma pluralidade de conexões mecânicas de tal forma que o acoplamento tem pelo menos três graus de liberdade em relação à base, o dispositivo sendo caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos três atuadores de controle proporcional, cada um proporcionalmente para controlar o movimento do sistema em um grau de liberdade, um sensor de posição do sistema que rastreia cada grau de liberdade, uma interface de entrada do operador para introduzir comandos para mover o acoplamento, e uma calculadora para calcular a posição instantânea do acoplamento das informações fornecidas pelos sensores, e para o cálculo, a partir de entradas de comando de movimento da interface de entrada, de instruções de controle simultâneo para dar a cada um dos atuadores de tal forma que seu resultado de movimentos combinados em um movimento do acoplamento correspondente ao comando de movimentos proporcionado pela operador na interface de entrada.

Vantajosamente, este dispositivo permite ao operador controlar o movimento do acoplamento de forma intuitiva, sem

ter que compensar seu movimento, agindo em vários controles ao mesmo tempo. Em outras palavras, o dispositivo de acordo com a invenção possibilita que o usuário controle o movimento do acoplamento diretamente, sem ter que se preocupar com a

5 cinemática do sistema de carregamento. Com o dispositivo de acordo com a invenção, o operador está dispensado de ter de combinar os movimentos da cinemática, agindo em vários controles ao mesmo tempo, uma vez que estas operações são realizadas pela calculadora. O operador pode, assim,

10 controlar diretamente o movimento do acoplamento, podendo, assim, em particular, atingir movimento de acoplamento que é retilíneo, e / ou a uma velocidade constante.

Vantajosamente, a invenção se adapta a qualquer tipo de sistema de carregamento marítimo, para os sistemas de

15 transferência por tubos rígidos, bem como para os sistemas de transferência por tubos flexíveis.

De acordo com uma característica vantajosa da invenção, a interface de entrada de comando tem pelo menos um controle proporcional de tal forma que agindo no referido controle

20 proporcional com magnitude maior ou menor dá pelo menos uma instrução de controle proporcional que é, respectivamente, de magnitude maior ou menor para pelo menos um dos atuadores,

resultando em um movimento de acoplamento, com uma velocidade de movimento que é, respectivamente, maior ou menor.

Vantajosamente, cada um dos controles é do tipo proporcional, o que significa na prática que a amplitude de movimento em um controle resulta em uma velocidade maior ou menor nos atuadores.

De acordo com características vantajosas, que podem ser combinadas:

- pelo menos um dos sensores de posição do sistema é um sensor de ângulo;

- pelo menos um dos atuadores de controle proporcional é um atuador hidráulico cooperando com uma válvula de controle proporcional;

- pelo menos um dos atuadores de controle proporcional é um controle de motor elétrico proporcional.

- a comunicação entre a interface de entrada de comando e a calculadora é sem fio, a interface de entrada sendo ligada a um transmissor que possui comunicação sem fio com um receptor ligado à calculadora;

- a interface de entrada de comando tem pelo menos um membro de manipulação, projetado de modo a fornecer comandos

de movimento para o acoplamento em pelo menos dois dos três graus de liberdade;

- vários sistemas de carregamento marinhos são ligado à calculadora e um seletor é fornecido na interface de comando para controlar seletivamente um dos sistemas de carregamento ligado à calculadora.

De acordo com outro aspecto, a invenção fornece um autômato para um dispositivo como descrito acima, que inclui entradas para receber uma saída de sinal de posição por um sensor de posição do sistema em cada grau de liberdade e para a recepção de um sinal de controle a partir de uma interface de entrada do operador para introduzir comandos para mover o acoplamento, e está configurado para calcular, com base nas entradas, instruções de controle simultâneo para dar a cada um dos atuadores de tal forma que seus movimentos combinados resultam em um movimento do acoplamento correspondente ao comando de movimento fornecido pelo operador para a interface de entrada, e o referido autômato é composto por saídas às quais estão ligados os atuadores, e cada um autômato aplica as instruções de controle calculadas destinados ao atuadores para as saídas. \

De acordo com outro aspecto, a invenção fornece um método para calcular um autômato, como descrito acima, compreendendo as seguintes etapas de cálculo:

5 - com base nas informações fornecidas pelos sensores de posição, calcular as coordenadas espaciais da posição de acoplamento entre um ponto de origem definido com antecedência,

10 - com base nas entradas de comando pelo operador feitas na interface de comando, o cálculo da velocidade de movimento em pelo menos três graus de liberdade do sistema de carregamento,

15 - com base nas coordenadas espaciais da posição do acoplamento e das velocidades desejadas, calcular instruções de saída para aplicar a cada um dos atuadores para controlar o movimento do sistema de carregamento de acordo com as entradas de comando feitas na interface de comando.

A explicação da invenção vai agora ser continuada com a descrição detalhada de uma concretização, a seguir a título de exemplo não-limitante, com referência aos desenhos anexos.

20 Nos desenhos:

- Figura 1 é uma vista em perspectiva diagramática de um braço de carregamento equipado com um dispositivo de controle de acordo com a invenção.

5 - Figura 2 é um diagrama de funcionamento sinóptico da operação de um dispositivo de acordo com a invenção, em particular, de acordo com a Figura 1.

- Figura 3 é um diagrama de função para representar o princípio de funcionamento do dispositivo de controle de acordo com a Figura 2.

10 A Figura 1 é uma representação muito esquemática de um braço de carregamento 2 equipado com um dispositivo de controle de um acordo com a invenção. A representação do braço de carregamento aqui é muito simplificada, e há que recordar a este respeito que o dispositivo de controle de
15 acordo com a invenção pode ser adaptado a qualquer tipo de sistema de carregamento marinho, em particular para os sistemas de carregamento descritos acima.

O braço de carregamento da Figura 1 tem uma base 21 conectada a um tanque de fluido que está localizado abaixo da
20 superfície 22, na qual a base é fixa, e que pode por exemplo ser um cais ou convés de um navio. No ápice da base, está giratoriamente articulado um tubo dobrado 23, o qual é

articulado, por sua vez, a um primeiro tubo chamado de tubo interno 24, que é articulado em sua extremidade oposta a um segundo tubo, chamado de tubo externo 25. A extremidade do tubo externo carrega um acoplamento 26 adaptado para ser

5 conectado a um duto de destino (não mostrado), por exemplo, em um navio. De uma maneira conhecida per se, o acoplamento tem três graus de liberdade em rotação em relação à extremidade do tubo externo. Estas três rotações são livres, de tal forma que um operador pode livremente ajustar o ângulo

10 do acoplamento durante a fase final de aproximação para a conexão do acoplamento ao tubo de alvo.

Geralmente, este tipo de braço de carregamento é conhecido per se, e não será descrito em mais detalhes aqui. Além disso, será notado que o dispositivo de controle de

15 acordo com a invenção se adapta a todos os sistemas de carregamento marítimo, e que a adaptação do dispositivo de controle de acordo com a invenção a qualquer outro tipo de sistema de carregamento, em especial a um dos sistemas descritos acima, está dentro da capacidade da pessoa hábil na

20 técnica.

No dispositivo de acordo com a invenção como representado esquematicamente na figura 1, atuadores 27, 28,

29 são fornecidos em cada uma das três articulações do braço de carregamento (simbolizado pelas setas duplas A, B, C). Mais especificamente, um primeiro atuador 27 é fornecido entre o ápice da base 21 e o tubo dobrado 23, para pivotear o último horizontalmente em relação à base, um segundo atuador 28 é fornecido entre a extremidade do tubo dobrado 23 e o tubo interno 24, de modo a girar o tubo interno verticalmente, e um terceiro atuador 29 é fornecido entre o tubo interno 24 e o tubo externo 25 para fazer último girar verticalmente.

Os três atuadores 27, 28, 29 são macacos hidráulicos aqui representado esquematicamente muito na Figura 1. Em uma variante não ilustrada, um ou mais dos macacos hidráulicos são substituídos por motores hidráulicos. De acordo com uma outra variante não ilustrada, os atuadores são motores elétricos ou pneumáticos.

Os sensores de ângulo de 30, 31, 32 são fornecidos nas articulações entre cada membro do braço de carregamento. Um sensor de ângulo 30 é fornecido entre a base 21 e o tubo dobrado 23, um sensor de ângulo 31 é fornecido entre o tubo dobrado 23 e o tubo interno 24 e um sensor de ângulo 32 é fornecido entre o tubo interno 24 e o tubo externo 25. Os

sensores de ângulo são vantajosamente dispostos nos atuadores si, como pode ser visto na Figura 2.

De acordo com uma variante vantajosa não representada, os sensores de ângulo 31 e 32 são substituídos por sensores de pêndulo, respectivamente dispostos nos braços internos e externos, para dar o seu ângulo de inclinação em relação à vertical dada pelo pêndulo.

Cada um dos sensores é ligado à mesma calculadora de controle 41 que na verdade é um autômato disposto em um armário de controle elétrico 40.

Uma unidade de potência hidráulica 42 é fornecida para fornecer aos atuadores a energia hidráulica necessária para a sua operação. Ela é controlada pelo autômato.

A Figura 2 é um diagrama de blocos que dá o princípio de funcionamento geral de um dispositivo de acordo com a invenção, e mais particularmente do dispositivo como representado na Figura 1.

Como pode ser visto no diagrama de blocos, o braço de carregamento é equipado com atuadores 27, 28, 29, controlados por válvulas de controle proporcional. A unidade de potência hidráulica 42 fornece aos atuadores a energia hidráulica necessária para seu funcionamento, através das referidas

válvulas de controle proporcionais. A caixa de junção (BJ) 51 é fornecida para reunir todos os sinais de controle destinados para as válvulas.

O braço atuador é ainda equipado com sensores de ângulo 5 30, 31, 32, respectivamente conectado a uma caixa de junção (BJ) 52, de modo a reunir os sinais de saída pelos sensores de ângulo.

O armário de controle elétrico possui um envelope resistente à explosão 43, que torna possível para proteger o 10 conteúdo do gabinete de possíveis explosões acidentais que podem ocorrer nas proximidades, por exemplo, durante a transferência de hidrocarbonetos através do sistema de carregamento.

O autômato, além disso, controla um relé de potência 15 para controlar a partida e a parada da unidade de potência hidráulica. A unidade de potência hidráulica compreende uma bomba (não representada) adaptada para bombear um fluido hidráulico para acionar os motores hidráulicos ou macacos.

A interface de entrada do usuário 60 permite que o 20 sistema de carregamento seja controlado. Na modalidade ilustrada, esta interface é uma unidade de controle remoto fornecida com um transmissor 61 para se comunicar com um

receptor 62 conectado ao autômato no quadro de comando elétrico. O transmissor e o receptor comunicam-se por ondas de rádio. Como uma variante, o transmissor e o receptor se comunicam por ondas de óptica, por exemplo, ondas de infravermelho.

De acordo com uma variante não ilustrada, a interface de entrada é conectada por um cabo ao autômato para se comunicar com ele.

Na unidade de controle remoto que pode ser observada na Figura 2, o operador tem um controle para mover o braço de carregamento ao longo do eixo "x", e um controle para movê-lo ao longo do eixo "y", os eixos podem ser vistos na Figura 1.

Os controles de movimento ao longo dos eixos "x" e "y" são combinados no mesmo membro de manipulação na forma de uma alavanca de controle 63. A alavanca de controle 64 permite que o braço para seja movido ao longo do eixo "z". Cada uma das alavancas de controle é do tipo proporcional, o que significa na prática que a amplitude do movimento de uma alavanca de controle resulta na abertura mais ampla ou mais estreita do controle de válvulas proporcionais e, conseqüentemente, em uma velocidade maior ou menor nos atuadores.

Em uma variante não ilustrada, os controles de movimento ao longo dos eixos "x" e "z" são agrupados na mesma alavanca de comando. A alavanca de controle separada permite que o braço seja movido ao longo do eixo "y". Deve ser notado que 5 outras combinações para agrupar os controles estão dentro da capacidade da pessoa hábil na técnica.

Em outra variante não ilustrada, os controles de movimento ao longo dos eixos "x", "y" e "z" são agrupados no mesmo membro manipulação.

10 Em uma variante não ilustrada, vários braços são controlados pelo mesmo autômato. Um seletor fornecido na unidade de controle remoto permite que uma pluralidade de braços de carregamentos, ligados ao mesmo autômato, sejam controlados usando o mesmo princípio e com as mesmas 15 alavancas de controle.

A Figura 3 apresenta, em um diagrama funcional, o princípio de funcionamento do dispositivo de controle de acordo com a invenção, em particular, de acordo com as Figuras 1 e 2.

20 As três saídas de sinal pelos sensores ângulo 30, 31, 32 dispostas em cada uma das três articulações do braço de carregamento são enviados para o autômato. Com base dos dados

angulares, o autômato calcula as coordenadas espaciais (De acordo com os eixos x , y e z) da posição do acoplamento em relação a um ponto de origem previamente definido. Em paralelo, o autômato calcula, com base em entradas do
5 operador de comando feita na interface de comando (controle remoto), as e velocidades V_x , V_y , V_z desejadas ao longo dos eixos x , y e z .

Com base nas coordenadas espaciais da posição de acoplamento e as velocidades desejadas, o autômato calcula os
10 ângulos futuros necessários nas três articulações para obter o movimento desejado pelo usuário.

O autômato, então, calcula o movimento para aplicar a cada um dos atuadores 27, 28, 29 para obter o ângulo já calculado, em seguida, ele calcula as instruções de saída
15 para aplicar a cada um dos atuadores para controlar o movimento do braço de carregamento, de acordo com as entradas de comando pelo operador.

Na verdade, o autômato calcula as coordenadas espaciais do acoplamento 26 a qualquer momento e calcula os ângulos
20 futuros necessários assim que a interface de entrada de comando 60 é acionada pelo usuário.

Em uma variante não ilustrada, de uma maneira conhecida per se, o dispositivo de controle de acordo com a invenção tem um quarto atuador permitindo que o acoplamento seja preso ou não amortecida.

5 Numerosas outras variantes são possíveis de acordo com as circunstâncias, e, neste contexto, deve ser notado que que a invenção não se limita aos exemplos descritos e mostrados.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de controle (1) para a movimentação e o posicionamento de um acoplamento (26) para um sistema de carregamento marítimo, o referido sistema de carregamento marítimo, compreendendo pelo menos uma linha de transferência de fluidos tendo uma extremidade de linha fixa a uma base (21), e uma extremidade de linha que pode ser movida fornecida com um acoplamento (26) adaptado para conexão a um duto de destino, o sistema ainda mais tendo uma pluralidade de conexões mecânicas de tal forma que o acoplamento tem pelo menos três graus de liberdade em relação à base, o dispositivo sendo **caracterizado pelo** fato de que compreende pelo menos três atuadores de controle proporcionais (27, 28, 29), cada um, para proporcionalmente controlar o movimento do sistema, em um grau de liberdade (A, B, C), um sensor de posição (30, 31, 32) do sistema de rastreamento para cada grau de liberdade, uma interface de entrada de operador para a entrada de comandos para mover o acoplamento, e uma calculadora (41) para calcular a posição instantânea de acoplamento a partir das informações fornecidas pelos sensores, e para o cálculo, a partir das entradas de comando de movimento da interface de entrada (60), de instruções de controle simultâneas para dar a cada um dos atuadores, tal que seus movimentos combinados

resultem em um movimento de acoplamento correspondente ao comando de movimento fornecido pelo operador na interface de entrada.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1,
5 **caracterizado pelo** fato de que a interface de entrada de comando (60) tem pelo menos um controle proporcional (63, 64) de tal forma que atue sobre o referido controle proporcional, com maior ou menor magnitude, dá pela menos uma instrução de controle que é proporcional,
10 respectivamente, de magnitude maior ou menor, para pelo menos, um dos atuadores (27, 28, 29), resultando em um movimento de acoplamento em uma velocidade de movimento que é, respectivamente, maior ou menor.

3. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das
15 reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que pelo menos um dos sensores de posição (30, 31, 32) do sistema é um sensor de ângulo.

4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das
20 reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que pelo menos um dos atuadores de controle proporcional (27, 28, 29) é um atuador hidráulico cooperando com uma válvula de controle proporcional.

5. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que

pelo menos um dos atuadores de controle proporcional (27, 28, 29) é um motor elétrico de controle proporcional.

6. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a
5 comunicação entre a interface de entrada de comando (60), a calculadora (41) é sem fio, a interface de entrada sendo ligada a um transmissor (61), com comunicação sem fio com um receptor (62) ligado à calculadora (41).

7. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das
10 reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que a interface de entrada de comando (60) tem pelo menos um membro de manipulação (63), projetado de modo a fornecer comandos de movimento para o acoplamento em pelo menos dois de três graus de liberdade.

15 8. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo** fato de que vários sistemas de carregamento marítimo estão ligados à calculadora, e em que um seletor é fornecido na interface de comando para controlar seletivamente um dos sistemas de
20 carregamento ligado à calculadora.

9. Autômato (41) para um dispositivo (1) definido em qualquer uma das reivindicações anteriores **caracterizado pelo** fato de que compreende entradas para receber um sinal de posição liberado por um sensor de posição (30, 31, 32)

do sistema em cada grau de liberdade e para a recepção de um sinal de controle a partir de uma interface de entrada de operador (60) para entrada de comandos para mover o acoplamento, e na medida em que está configurado para
5 calcular, com base nas entradas, instruções de controle simultâneas para dar a cada um dos atuadores (27, 28, 29) de tal forma que seus movimentos combinados resultam em um movimento de acoplamento correspondente ao comando de movimento fornecido pelo operador para a interface de
10 entrada, e em que o referido autômato compreende saídas às quais estão ligados a atuadores, e em que cada autômato aplica as instruções destinadas de controle calculado aos atuadores para as saídas.

10. Método de cálculo para um autômato definido na reivindicação 9 **caracterizado pelo** fato de que compreende
15 as seguintes etapas de cálculo:

- com base nas informações fornecidas pelos sensores de posição (30, 31, 32), calcular as coordenadas espaciais da posição do acoplamento (26) em relação a um ponto de
20 origem previamente definido;

- com base nas entradas de comando do operador feitas na interface de comando (60), calcular a velocidade de movimento em pelo menos três graus de liberdade do sistema de carregamento;

- com base nas coordenadas espaciais da posição do acoplamento e da velocidade desejada, calcular instruções de saída para aplicar a cada um dos atuadores para controlar o movimento do sistema de carregamento de acordo com as entradas de comando feitas na interface de comando.

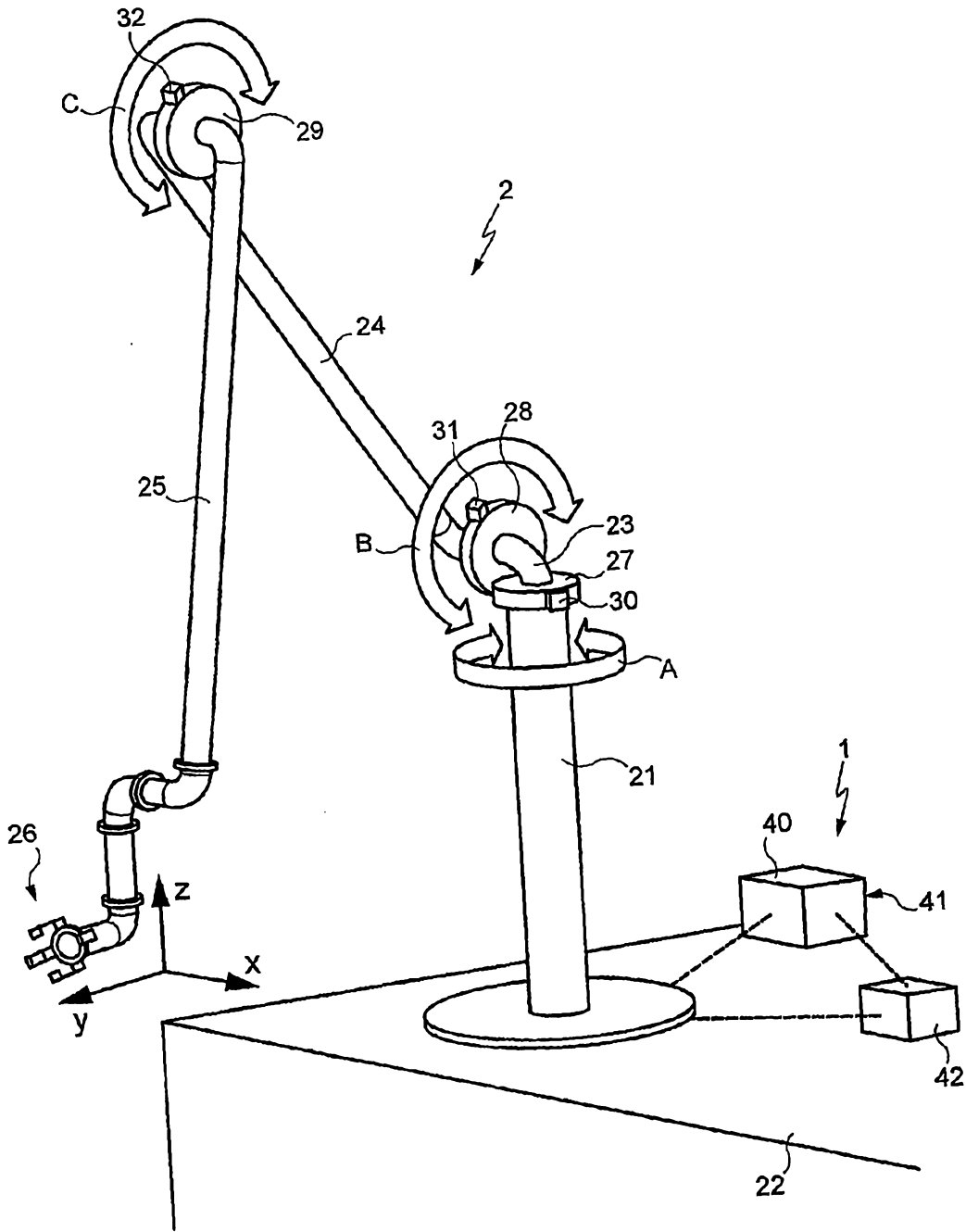


FIGURA 1

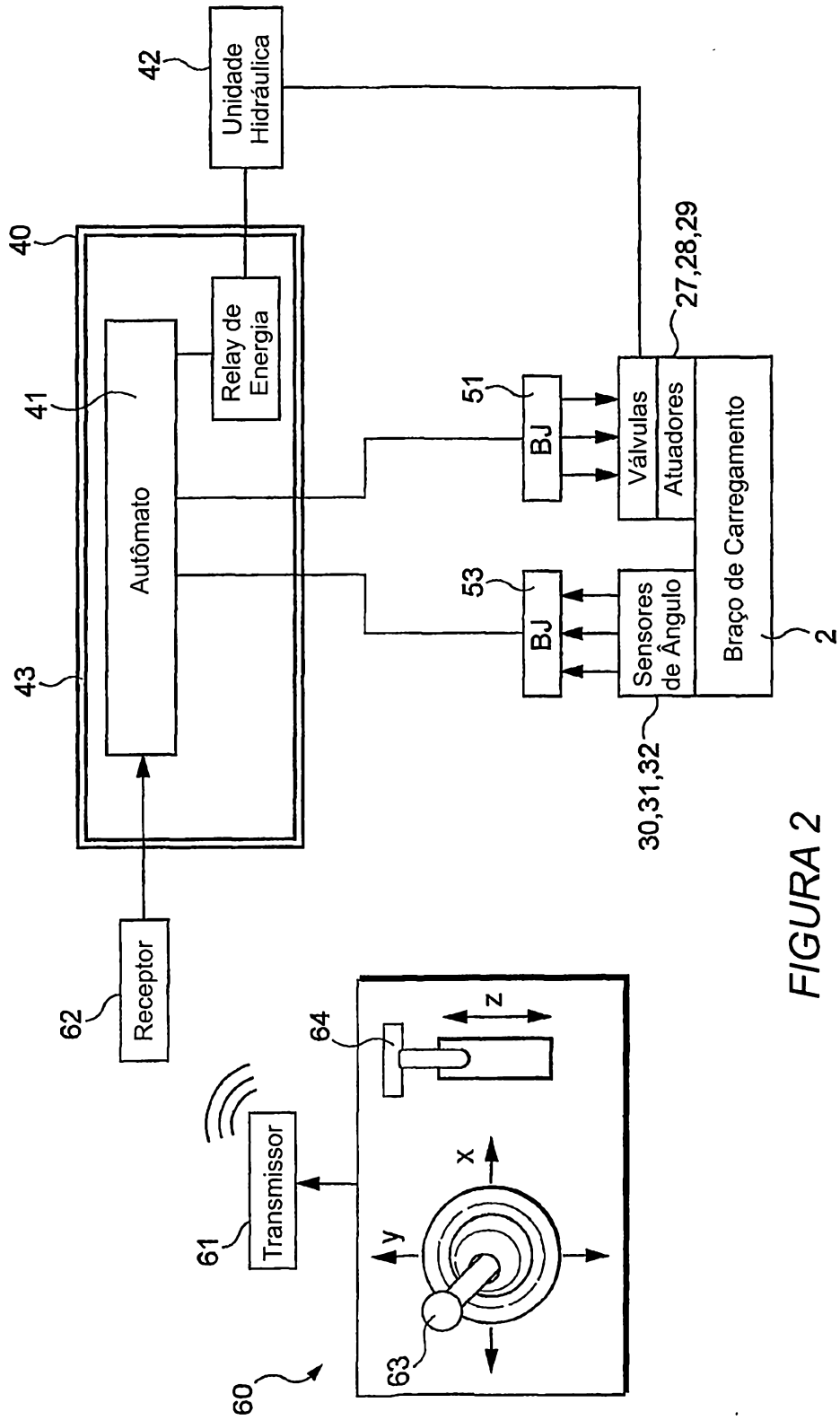


FIGURA 2

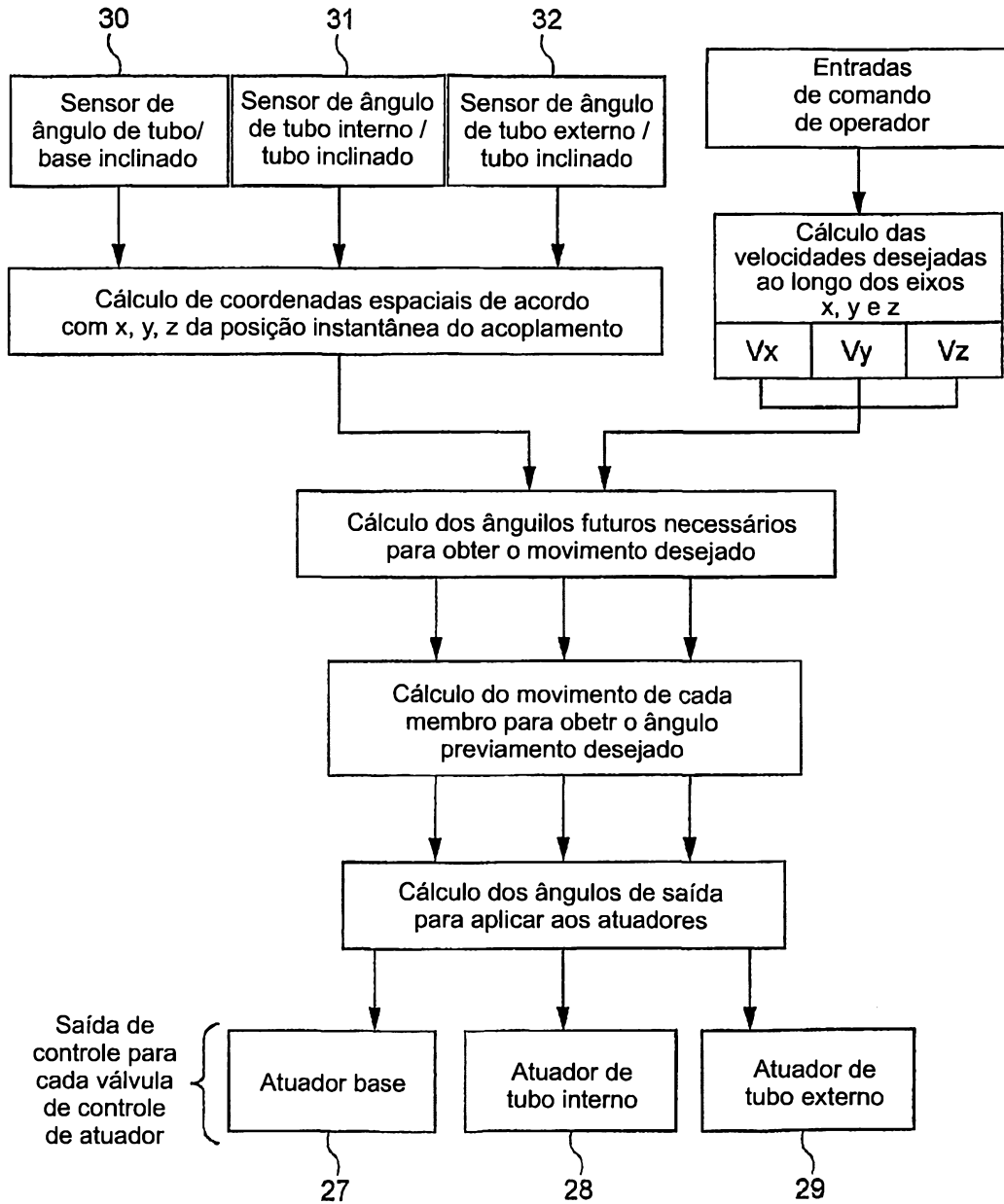


FIGURA 3