



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0924943-5 B1



(22) Data do Depósito: 03/04/2009

(45) Data de Concessão: 24/09/2020

(54) Título: DISPOSITIVO DE COMPENSAÇÃO DE MOVIMENTO, CONJUNTO, E, MÉTODO PARA COMPENSAR A ESTRUTURA DE SUPORTE EM UMA EMBARCAÇÃO PARA MOVIMENTO DE ÁGUA LOCAL

(51) Int.Cl.: B63B 23/18; B66C 13/04; B66F 7/20.

(73) Titular(es): BARGE MASTER IP B.V..

(72) Inventor(es): PIETER MARTIJN KOPPERT.

(86) Pedido PCT: PCT NL2009000082 de 03/04/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/114359 de 07/10/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/09/2011

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE COMPENSAÇÃO DE MOVIMENTO, CONJUNTO, MÉTODO PARA COMPENSAR A ESTRUTURA DE SUPORTE EM UMA EMBARCAÇÃO PARA MOVIMENTO DE ÁGUA LOCAL, E, SISTEMA DE CONTROLE. A invenção refere-se a um dispositivo de compensação de movimento (1) para compensar uma estrutura de suporte localizada em uma embarcação para movimento de água local. O dispositivo compreende uma estrutura de suporte (2); um sistema de atuador (4, 5, 6) adaptado para transladar e estrutura de suporte (2) ao longo de um eixo z, e rotacionar a estrutura de suporte ao longo de um eixo x e um eixo y; caracterizado pelo fato de que o eixo x, eixo y e o eixo z definem um jogo imaginário de eixos ortogonais, o eixo z estendendo-se verticalmente; um sistema de sensor (8) para sensorar movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e o movimento rotacional de eixo y da embarcação; um sistema de controle (9) gerando sinais de controle para acionar o sistema de atuador em resposta a ditos sinais de sensor. O sistema de atuador compreende pelo menos três unidades de cilindro-pistão, cada uma tendo um eixo longitudinal (14), cujos eixos longitudinais são mutuamente paralelos em uma posição de repouso. Cada unidade de cilindro-pistão tem um (...).

DISPOSITIVO DE COMPENSAÇÃO DE MOVIMENTO, CONJUNTO, E, MÉTODO PARA COMPENSAR A ESTRUTURA DE SUPORTE EM UMA EMBARCAÇÃO PARA MOVIMENTO DE ÁGUA LOCAL

[0001] A presente invenção refere-se em geral a um dispositivo de compensação de movimento para compensar uma estrutura de suporte - que poderia comportar, por exemplo, um dispositivo de transferência de carga, como um guindaste ou pórtico - localizado em uma embarcação, para movimento de água local.

[0002] Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um dispositivo de compensação de movimento para compensar a estrutura de suporte localizada em uma embarcação para movimento de água local caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende:

- uma estrutura de suporte para sustentar o guindaste;
- um sistema de atuador adaptado para transladar a estrutura de suporte ao longo de um eixo z, e rotacionar a estrutura de suporte ao longo de um eixo x e um eixo y, em que o eixo x, eixo y e eixo z definem um jogo imaginário de eixos ortogonais, o eixo z estendendo-se verticalmente;
- um sistema de sensor para sensorar movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação, e gerar sinais de sensor representando ditos movimentos sensorados da embarcação;
- um sistema de controle gerando sinais de controle para acionar o sistema de atuador em resposta a ditos sinais de sensor, de tal modo que a posição da estrutura de suporte é compensada por ditos movimentos sensorados da embarcação.

[0003] A invenção refere-se adicionalmente a um conjunto compreendendo este tipo de dispositivo de compensação de movimento de acordo com a invenção, e a um guindaste, cujo conjunto poderia ainda compreender também uma embarcação.

[0004] A invenção refere-se ainda a um conjunto compreendendo este tipo de dispositivo de compensação de movimento de acordo com a invenção, e uma embarcação, cujo conjunto preferencialmente compreende também um guindaste. Formulando de outro modo, a presente invenção, portanto, também se refere a uma embarcação provida com um dispositivo de compensação de movimento de acordo com a invenção, esta embarcação é provida preferencialmente também com um guindaste.

[0005] Ao transferir cargas de uma embarcação para outra embarcação ou para alguma outra construção, que poderia ser móvel ou imóvel em relação ao solo, ocorrem problemas devido a movimento da água sobre a qual a embarcação flutua. O movimento da água submete o dispositivo de transferência de carga, e, conseqüentemente, a carga a ser transferida, a movimentos similares. No caso de a carga ser sustentada por um cabo de içamento, o movimento da água também irá provocar um movimento oscilante da carga. Ocorrem problemas similares quando uma embarcação está recebendo uma carga, como um helicóptero aterrissando na embarcação, um contêiner ou outra carga. O movimento da água faz a embarcação se mover, o que, por sua vez, provoca movimento similar do local na embarcação que vai receber a carga.

[0006] Mesmo quando as condições meteorológicas estão muito calmas, os problemas mencionados acima devido a movimento de água local estão presentes. Em relação a isto, é importante observar que embora evidentemente a água seja posta em movimento fortemente pelo vento, os efeitos do vento podem durar por semanas na água, e exercerem influência sobre a água a grande distância do local de incidência do vento. Mesmo a água poderia aparentar muito calma, mas ainda estar em movimento devido a presença de vento de semanas atrás e/ou mais distante. O efeito disto, por exemplo, em operações de construção marítima é que é preciso esperar que a água fique praticamente sem movimento, em caso, por exemplo, de um

guindaste com cabo de içamento para ser usado com segurança.

[0007] Com relação aos movimentos aos quais uma embarcação na água é submetida, é importante observar que uma embarcação é de fato submetida a 6 graus de liberdade de movimento, três de movimento translacional e 3 de movimentos rotacionais. Usando uma abordagem matemática baseada em um sistema de coordenada cartesiana tendo um jogo imaginário de três eixos ortogonais - um eixo x, eixo y e eixo z - estes 6 movimentos podem ser chamados de movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y, movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x, movimento rotacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z. É importante observar que, a partir de um ponto de vista matemático, existem também outras maneiras equivalentes de definir os 6 graus de movimento em um espaço, por exemplo, os 3 eixos usados não poderiam ser ortogonais uns em relação aos outros, ou um chamado sistema de coordenada esférica poderia ser usado. É apenas uma questão de cálculo matemático transferir uma definição de 6 graus de liberdade de movimento para outra definição de 6 graus de liberdade de movimento. Usando o chamado sistema de coordenada cartesiana e definindo o eixo z como se estendendo verticalmente, o eixo x como se estendendo em direção longitudinal de uma embarcação, e o eixo y como se estendendo em direção transversal de uma embarcação,

o movimento translacional de eixo x é na prática chamado de avanço

o movimento translacional de eixo y é na prática chamado desvio

o movimento translacional de eixo z é na prática chamado afundamento

o movimento rotacional de eixo x é na prática chamado jogo

o movimento rotacional de eixo y é na prática chamado

arfagem

o movimento rotacional de eixo z é na prática chamado guinada

[0008] O documento GB 2.163.402 divulga uma disposição para transferência de artigos em mar aberto entre duas embarcações, cuja disposição usa um pórtico - tendo dois braços conectados articuladamente - montado com uma extremidade do pórtico em uma embarcação e comportando na outra extremidade livre do pórtico um dispositivo de sustentação na forma de uma plataforma de carga. O dispositivo de sustentação é de espaço estabilizado, ele carrega uma disposição de sensoreamento de estabilização que sensoreia todos os três movimentos rotacionais e todos os três movimentos translacionais do dispositivo de sustentação de carga em espaço e provê sinais, de modo que o pórtico pode ser controlado por macacos e meios de controle associados para compensação de todos os três movimentos rotacionais e todos os três movimentos translacionais. Esta disposição é de construção complexa e incapaz de compensar movimentos de água local em caso de a carga ser sustentada por um cabo de içamento. Igualmente, o controle para compensação de 6 graus de liberdade de movimento é complexo. Ademais, levando em consideração que a plataforma de carga provida com os sensores é devido a ser sustentada por um braço articulado (o pórtico) a uma grande distância da embarcação, os movimentos rotacionais da embarcação são primeiro aumentados em magnitude pelo comprimento de braço e posteriormente compensados, o que torna o controle mais difícil.

[0009] O documento US 5.947.740 divulga um simulador que possibilita a um operador reproduzir ou representar em condições de teste fenômenos prováveis de ocorrer. Este simulador compreende uma plataforma sustentada por seis unidades hidráulicas mais uma. As extremidades inferiores das seis unidades hidráulicas são fixas em pares de dois, em um padrão

triangular ao mundo fixo, e as extremidades superiores são fixas em diferentes pares de dois a uma plataforma de simulação, também em um padrão triangular. Em posição de repouso, todas as seis unidades hidráulicas estendem-se obliquamente em relação a vertical - nenhuma das unidades hidráulicas sendo paralelas entre si na posição de repouso. Estas seis unidades hidráulicas são ativamente controladas para moverem a plataforma com fins de simulação. A outra unidade hidráulica é uma vertical, que sustenta essencialmente a carga da plataforma e é passiva, ou seja, não controlada. A vantagem desta unidade hidráulica central passiva é que as outras seis unidades hidráulicas ficam apenas para controle de movimentos da plataforma, e não precisam suportar a carga da plataforma. As forças a serem exercidas para controle do movimento desta plataforma são, portanto, reduzidas. Embora o documento não pareça dizer isto, este simulador é do tipo que é usado para simuladores de voo, para treinamento de pilotos de aeronave. É conhecido que o simulador do documento US 5.947.740 também é usado para compensar uma plataforma de transferência de passageiro em uma embarcação para movimento da água, de modo que os passageiros possam caminhar facilmente para outra embarcação ou para uma construção com posição fixa, sem movimento do passadiço. A diferença entre simulador e aplicação de compensador de movimento sendo essencialmente no controle. Na aplicação de compensador, o controle é baseado em medições de sensores de movimento para compensar os 6 graus de liberdade de movimento da plataforma pelo movimento medido. Este compensador e seu sistema de controle são relativamente complexos e conseqüentemente também dispendiosos.

[00010] O documento WO2007/120039 é considerado o documento do estado da técnica mais próximo da presente invenção e descreve um dispositivo de compensação de movimento com seis cilindros hidráulicos que alcançam compensação em seis graus de liberdade.

[00011] A presente invenção tem como seu objeto prover dispositivo de compensação de movimento para compensar uma estrutura de suporte localizada em uma embarcação para movimento de água local, que é de construção e controle relativamente simples.

[00012] De acordo com a invenção este objeto é atingido provendo um dispositivo de compensação de movimento para compensar uma estrutura de suporte localizada em uma embarcação para movimento de água local, em que o dispositivo compreende:

- uma dita estrutura de suporte;
- um sistema de atuador adaptado para transladar a estrutura de suporte ao longo de um eixo z, e rotacionar a estrutura de suporte em torno de um eixo x e um eixo y, em que o eixo x, eixo y e eixo z definem um jogo imaginário de eixos ortogonais, o eixo z estendendo-se verticalmente;

- um sistema de sensor para sensorear movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação, e gerar sinais de sensor representando ditos movimentos sensoreados da embarcação;

- um sistema de controle gerando sinais de controle para acionar o sistema de atuador em resposta a ditos sinais de sensor, de tal modo que a posição da estrutura de suporte é compensada por ditos movimentos sensoreados da embarcação;

caracterizado pelo fato de que o sistema de atuador compreende pelo menos três unidades de cilindro-pistão, cada uma tendo um eixo longitudinal vertical;

em que cada unidade de cilindro-pistão tem um suporte superior para suportar a estrutura de suporte em dita unidade de cilindro-pistão, e uma estrutura inferior para suportar dita unidade de cilindro-pistão em uma base; em que

- o suporte superior permite movimento rotacional da

respectiva unidade de cilindro-pistão em relação à estrutura de suporte em torno do eixo x, bem como do eixo y; e/ou

- a estrutura inferior permite movimento rotacional da respectiva unidade de cilindro-pistão em relação à base em torno do eixo x, bem como do eixo y; e

em que o dispositivo compreende ainda um sistema de limitação mecânica restringindo movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z da estrutura de suporte com relação à base.

[00013] De acordo com a invenção o sistema de atuador compreende pelo menos três unidades de cilindro-pistão, preferencialmente unidades de cilindro-pistão hidráulicas, que são dispostas essencialmente em paralelo, especialmente, essencialmente na vertical (ou seja, na direção de eixo z). Em uso, estas unidades de cilindro-pistão podem ser estendidas ou retraídas simultaneamente para ajuste da altura vertical - em direção de eixo z - da estrutura de suporte em relação à embarcação. Durante uso, quando uma embarcação está essencialmente estacionária em seu local este é o movimento de embarcação dominante a ser compensado para quando a embarcação sobe e desce com o - com frequência relativamente lento e longo - movimento de onda da água. O jogo lateral menos dominante da embarcação e arfagem à ré/frontal da embarcação são compensados ajustando as unidades de cilindro-pistão diferentemente umas em relação as outras. Embora seja possível que as unidades de cilindro-pistão sejam fixas umas em relação às outras no sentido de que durante uso, suas posições relativas permanecem inalteradas - , por exemplo, em caso de que elas estejam mutuamente perfeitamente paralelas, elas sempre se estenderão mutuamente paralelas - , na prática é mais prático permiti-lhes alguma liberdade de movimento rotacional em torno do eixo x ou eixo y, ou seja, durante uso, o eixo longitudinal de ditas unidades de cilindro-pistão experimenta algum movimento relativo umas às outras. Aqui um eixo

longitudinal vertical - de uma dita unidade de cilindro-pistão - é compreendido compreendendo desvios do eixo longitudinal em relação a vertical de menos que 15° , preferencialmente no máximo 10° , mais preferencialmente no máximo 5° . Em posição de repouso - definida como uma posição em que a estrutura de suporte e base são paralelas entre si -. as ditas unidades de pistão-cilindro, entretanto, preferencialmente serão mutuamente paralelas. A fim de impedir compressão do dispositivo devido ao dispositivo estar sobredeterminado, a estrutura superior e/ou inferior de cada unidade de cilindro-pistão é/são dispostas para permitir movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y. O sistema de limitação restringe movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z da estrutura de suporte com relação à base a movimentos necessários para permitir movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da estrutura de suporte com relação à base por dito sistema de atuador. As vantagens do dispositivo de acordo com a invenção são que o controle para movimentos compensatórios é menos complicado - as unidades de pistão-cilindro ficarão essencialmente paralelas, o que simplifica o controle -; que as três unidades de pistão-cilindro são suficientes, embora facilmente mais unidades de pistão-cilindro essencialmente paralelas, em posição de repouso, também possam ser usadas, caso isto possa ser prático por qualquer razão que seja, sem que o controle se torne muito complicado; e que relativamente pouco espaço é necessário para permitir movimentos compensatórios da estrutura de suporte, porque as unidades de pistão-cilindro ficam essencialmente paralelas durante uso (com um sistema como no documento US 5.947.740, todo espaço abaixo da plataforma precisa ficar livre de obstáculos a fim de permitir que as unidades de pistão-cilindro se movam entre diferentes posições oblíquas).

[00014] O conceito que permeia esta invenção é que em muitos casos, basta compensar apenas o movimento translacional de eixo z, movimento

rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação. Os outros três graus de liberdade de movimento da embarcação (ou seja, o movimento rotacional de eixo z, o movimento translacional de eixo x e o movimento translacional de eixo y) não precisam ser compensados, porque eles são em muitas circunstâncias desprezíveis. Podem existir diferentes razões para que estes outros três graus de liberdade de movimento sejam desprezíveis. Quando a estrutura de suporte é, por exemplo, uma plataforma de aterrissagem para um helicóptero ou uma plataforma receptora para uma carga, estes outros graus de liberdade de movimento poderiam não exercer no geral qualquer função. Quando, por exemplo, a embarcação é ancorada e/ou mantida em posição por um controle de posicionamento dinâmico, estes outros graus de liberdade de movimento já foram levados em consideração.

[00015] A fim de ajudar a plataforma de suporte a reassumir sua posição de repouso, é vantajoso que o sistema de limitação seja resiliente, ou seja, que compreenda algumas propriedades resilientes. A fim de impedir oscilação devido às forças de recuo exercidas pelo sistema de limitação resiliente, é vantajoso de acordo com a invenção quando o sistema de limitação resiliente é um sistema de limitação resiliente amortecido.

[00016] A fim de dispor a estrutura superior e/ou inferior de cada unidade de cilindro-pistão de modo a permitir movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y, é vantajoso de acordo com a invenção que o suporte superior respectivamente inferior compreenda um do grupo de: junta de cardan, mancal esférico ou articulação de esfera. Uma junta de cardan tem duas articulações mutuamente transversais, ambas transversais ao eixo longitudinal da junta, cujas articulações provêm a liberdade para movimento rotacional de eixo x e eixo y. Esta liberdade de movimento rotacional de eixo x e eixo y pode ser atingida com uma articulação de esfera ou um mancal esférico. Em geral, o grau de liberdade atingível com um mancal esférico é menor que com uma articulação de esfera. Mas, levando em

consideração que o grau de liberdade requerido é, em muitas aplicações, relativamente pequeno, um mancal esférico é, em muitas aplicações, satisfatório.

[00017] De acordo com uma outra modalidade, o sistema de limitação compreende:

- pelo menos uma coluna fixa em dita base e se estendendo na direção do eixo z; e

- para cada coluna, pelo menos três rodas de guiamento que são giratórias suspensas à estrutura de suporte para rotacionar em torno de um eixo giratório perpendicular ao eixo z, ditas pelo menos três rodas de guiamento sendo dispostas distribuídas em torno de dita coluna para se deslocarem ao longo do comprimento de dita coluna, em que uma mola pré-tensiona cada roda de guiamento para girar contra dita coluna.

[00018] A coluna serve como guia para guiar movimento da estrutura de suporte em direção de eixo z. Quando a estrutura de suporte se move em direção de eixo z, as rodas de guiamento se deslocarão ao longo da coluna. A fim de permitir que a estrutura de suporte se mova em relação à coluna em uma direção transversal ao eixo z, as rodas de guiamento são suspensas à estrutura de suporte de maneira giratória. As molas provêm uma força de recuo que tende a restaurar a posição de repouso. Embora uma dita coluna pudesse ser suficiente, com esta modalidade, para orientação suave é vantajoso ter uma dita coluna para cada unidade de cilindro-pistão. A fim de proteger as unidades de cilindro-pistão contra dano proveniente do entorno, é vantajoso, com esta modalidade, de acordo com a invenção, que cada dita unidade de cilindro-pistão se estenda através de dita coluna. A fim de obter boa orientação, por um lado, e bom recuo para a posição de repouso, por outro lado, é vantajoso, com esta modalidade, de acordo com a invenção, que ditas quatro rodas de guiamento sejam dispostas em torno de cada dita coluna, estas rodas de guiamento são interespaçadas a 90° em torno da coluna. Para

ação de amortecimento, é vantajoso, de acordo com a invenção, que as molas sejam providas com um amortecedor para amortecimento da ação da mola.

[00019] De acordo com outra modalidade, é vantajoso, de acordo com a invenção, que o sistema de limitação compreenda pelo menos três barras, cada barra sendo afixada à base por uma extremidade, e à estrutura de suporte pela outra extremidade. Estas barras funcionam na direção longitudinal das mesmas como elementos de puxar-e-empurrar essencialmente rígidos. As extremidades destas barras poderiam ser articuladamente afixadas à estrutura de suporte e à base, por exemplo, por meio de uma junta de cardan. Em caso de a afixação das extremidades das barras ser compelida contra rotação de eixo z, as extremidades de uma barra ficam móveis umas em relação às outras mediante deflexão.

[00020] Para fins de distribuição de carga e uma fácil instalação do dispositivo de acordo com a invenção em uma embarcação, é vantajoso, de acordo com a invenção, que a base compreenda um segmento de base separado para cada unidade de cilindro-pistão. Um segmento de base separado para cada unidade de cilindro-pistão provê distribuição suficiente de carga, bem como possibilita um deslocamento fácil e sem oscilação do dispositivo em um convés irregular ou em outra superfície da embarcação.

[00021] Para um fácil transporte do dispositivo de acordo com a invenção, por exemplo, transporte pelo mar, estrada ou ferrovia, é vantajoso que cada segmento de base separado tenha dimensões externas correspondentes às dimensões externas de um contêiner marítimo padrão, preferencialmente um contêiner de 20, 30 ou 40 pés (6,1; 9,1 ou 12,2 m).

[00022] Para um fácil transporte do dispositivo de acordo com a invenção, é adicionalmente vantajoso que cada unidade de cilindro-pistão seja articuladamente montada, ou na estrutura de suporte ou na base, para armazenar a unidade de cilindro-pistão com sua direção longitudinal estendendo-se transversal, preferencialmente perpendicular, ao eixo z. Isto

permite uma posição de armazenagem compacta. De acordo com a invenção, é adicionalmente vantajoso que:

- cada unidade de cilindro-pistão tenha um curso máximo na faixa de 1 a 3.5 metros, preferencialmente na faixa de 1 a 2 metros; e/ou
- visualizada transversal ao eixo z, a maior distância entre duas de ditas unidades de cilindro-pistão de ditas pelo menos três unidades de cilindro-pistão é de no máximo 40 metros, preferencialmente de no máximo 30 metros.

[00023] Um dispositivo com este curso máximo para as unidades de cilindro-pistão e/ou esta maior distância entre duas de ditas unidades de cilindro-pistão, é, por um lado, relativamente compacto e, por outro lado, adequado para uso na maioria das aplicações próximas à costa e/ou aplicações em condições meteorológicas calmas.

[00024] De acordo com um outro aspecto, a invenção refere-se a um conjunto compreendendo: um dispositivo de acordo com a invenção; e um guindaste. O guindaste pode compreender um cabo de içamento ou uma pinça que é articulada a um braço de guindaste. É adicionalmente vantajoso que este conjunto compreenda uma embarcação.

[00025] De acordo com outro aspecto adicional, a invenção refere-se a um conjunto compreendendo: um dispositivo de acordo com a invenção; e uma embarcação.

[00026] De acordo com a invenção, é adicionalmente vantajoso que a embarcação seja provida com um sistema de ancoragem disposto para impedir a embarcação de movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z; e/ou quando a embarcação é provida com um sistema de posicionamento dinâmico disposto para impedir a embarcação de movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z.

[00027] De acordo ainda com outro aspecto, a invenção refere-se a um

método para compensar uma estrutura de suporte localizada em uma embarcação para movimento de água local, em que a estrutura de suporte é suportada por um sistema de atuador compreendendo pelo menos três unidades de cilindro-pistão, cada uma tendo um eixo longitudinal vertical; em que movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação são medidos; e em que as unidades de cilindro-pistão são controladas por sinais de controle gerados em resposta às medições de dito movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação.

[00028] De acordo com este método, é vantajoso que um sistema de limitação resiliente gerando forças de reação logo após perturbação de dita posição de repouso contraponha-se a perturbações de dita posição de repouso. De acordo ainda com outro aspecto adicional, a invenção refere-se a um sistema de controle para realizar o método de acordo com a invenção, cujo sistema de controle compreende um sistema de atuador adaptado para transladar uma estrutura de suporte ao longo de um eixo z, e rotacionar a estrutura de suporte ao longo de um eixo x e um eixo y, em que o eixo x, eixo y e eixo z definem um jogo imaginário de eixos ortogonais, o eixo z estendendo-se verticalmente; um sistema de sensor para sensorear movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y de uma embarcação, e gerar sinais de sensor representando ditos movimentos sensoreados da embarcação; e em que o sistema de controle é disposto para gerar sinais de controle para acionar o sistema de atuador em resposta a ditos sinais de sensor, de tal modo que a posição da estrutura de suporte é compensada por ditos movimentos sensoreados da embarcação.

[00029] A presente invenção será explicada adicionalmente com referência aos desenhos anexos, em que:

[00030] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma primeira

modalidade de um dispositivo de acordo com a invenção.

[00031] A Figura 2 é uma vista lateral do dispositivo da Figura 1, disposto em uma embarcação e sustentando um guindaste.

[00032] A Figura 3 é uma vista em perspectiva de uma unidade de base do dispositivo da Figura 1.

[00033] A Figura 4 é uma vista lateral de uma segunda modalidade de um dispositivo de acordo com a invenção.

[00034] A Figura 5 é uma vista de topo do dispositivo da Figura 4, disposto em uma embarcação e sustentando um guindaste.

[00035] A Figura 6 é um detalhe de uma unidade de atuador do dispositivo de acordo com Figuras 4 e 5.

[00036] As Figuras 1-3 mostram um dispositivo 1 de acordo com uma primeira modalidade da invenção. O dispositivo compreende uma estrutura de suporte 2, que é, neste caso, triangular, mas poderia ter qualquer formato. O dispositivo 1 compreende ainda três unidades de cilindro-pistão hidráulicas 4, 5, 6 - entretanto, quatro, cinco ou mais unidades de cilindro-pistão também são concebíveis -, que juntas formam o sistema de atuador. A fim de controlar as unidades de cilindro-pistão um sistema de controle 9 é provido, que é conectado por meio de linhas de controle 11, 12, 13 a cada unidade de cilindro-pistão. Este sistema de controle 9 gera sinais de controle acionando o sistema de atuador em resposta a sinais de sensor 10 que chegam de um sistema de sensor 8. O sistema de sensor 8 é disposto para sensores movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y de uma embarcação.

Como mostrado na Figura 2, o dispositivo 1 é provido em uma embarcação 3 e sustenta um guindaste 25 com cabo de içamento 26. Em vez de sustentar um guindaste ou pórtico, a estrutura de suporte também poderia ser uma plataforma de aterrissagem para um helicóptero ou poderia ser usada para sustentar outra carga.

[00037] Referindo-se a Figura 3, cada unidade de cilindro-pistão 4, 5, 6 tem um suporte superior 15 sustentando uma estrutura de suporte e uma estrutura inferior 16 suportada em uma base 17. O suporte superior 15 é na forma de uma articulação de esfera 21 que suporta uma superfície de mancal voltada para baixo na estrutura de suporte 2. A estrutura inferior 16 é uma junta de cardan 22 com dois eixos de articulação ortogonal 23 e 24. A junta de cardan 22 permite que a unidade de cilindro-pistão rotacione em torno da articulação 24 (eixo x) e articulação 23 (eixo y) em relação à base 17. A articulação de esfera 21 permite que a unidade de cilindro-pistão rotacione em relação à estrutura de suporte 2 em torno do eixo x, indicado pela seta 28, e o eixo y, indicado pela 27.

[00038] Como indicado pela seta 29, as unidades de cilindro-pistão 4, 5, 6 podem mover-se ao longo do eixo longitudinal 14 das mesmas. Quando uma unidade de cilindro-pistão é estendida ou retraída mais que uma ou ambas as outras, as articulações de esfera 21 e as juntas de cardan 16 permitem que as unidades de cilindro-pistão 4, 5, 6 fiquem ligeiramente oblíquas em relação ao eixo z. O ângulo α entre o eixo longitudinal 14 e eixo z pode variar em uma faixa de $[0^\circ, 10^\circ]$, mas uma faixa de $[0^\circ, 5^\circ]$ é em geral suficiente.

[00039] A fim de impedir a estrutura de suporte de se afastar devido à liberdade de movimentos rotacionais das unidades de cilindro-pistão 4, 5, 6, é provido um sistema de limitação que restringe movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z da estrutura de suporte 2 com relação à base a movimentos necessários para permitirem movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da estrutura de suporte 2 com relação à base 17 por dito sistema de atuador. Na modalidade das Figuras 1-3, o sistema de limitação compreende três barras 18, 19 e 20 preferencialmente de aço. Cada barra 18, 19, 20 é articulada em uma extremidade 30 em relação à base

e na outra extremidade 31 em relação à estrutura de suporte 2. Em direção longitudinal estas barras funcionam como elementos de puxar-e-empurrar essencialmente rígidos. Quando uma barra 18, 19, 20 é submetida a uma carga de curvatura transversal em direção x e/ou de y, ela irá gerar, devido às propriedades resilientes da barra, uma força de reação (resiliente) na direção da seta dupla F. A combinação de forças de reação de todas as três barras 18, 19 e 20 contrapõe-se a qualquer perturbação das unidades de cilindro-pistão da posição de repouso das mesmas, que é a posição em que a estrutura de suporte e a base são mutuamente paralelas, que nesta modalidade corresponde aos eixos longitudinais 14 de todas as três unidades de cilindro-pistão sendo mutuamente paralelas. Observa-se, entretanto, que - embora não preferidas - as unidades de cilindro-pistão poderiam em uma posição de repouso estender-se em um ângulo de digamos 5 a 10 graus em relação ao eixo z (= vertical). De acordo com a invenção isto é ainda para ser compreendido como as unidades de cilindro-pistão estendendo-se verticalmente.

[00040] Como pode ser visto na Figura 3, os segmentos de base 35 têm as dimensões de um contêiner marítimo, neste caso um de 40 pés (12,2 m).

[00041] A fim de transportar um segmento de base facilmente e de maneira compacta, as unidades de cilindro-pistão 4, 5, 6 podem ser rotacionados a 90° em torno do eixo 23, como indicado pela seta 32. O lado inferior 4 da unidade de cilindro-pistão pode passar através da abertura 33 a fim de ir para uma posição horizontal dentro do segmento de base de 'contêiner marítimo' 35.

[00042] As Figuras 4-6 mostram uma segunda modalidade do dispositivo 51 de acordo com a invenção. Os números de referência usados nas Figuras 4-6 correspondem àqueles usados nas Figuras 1-3, mas aumentados com 50. As diferenças entre as duas modalidades são essencialmente a suspensão das unidades de cilindro-pistão e o sistema de limitação. Igualmente, o número de unidades de cilindro-pistão é diferente,

mas neste respeitante é importante observar que a segunda modalidade também pode apresentar-se com três ou mais de quatro unidades de cilindro-pistão, e que a primeira modalidade pode bem ser igualmente com quatro ou mais unidades de cilindro-pistão. Também com relação à modalidade das Figuras 4-6, é observável, que - embora em uma posição de repouso unidades de cilindro-pistão mutuamente paralelas serem preferidas - as unidades de cilindro-pistão em uma posição de repouso poderiam estender-se em um ângulo de digamos 5 a 10 graus em relação ao eixo z (= vertical). De acordo com a invenção isto é ainda para ser compreendido como as unidades de cilindro-pistão estendendo-se verticalmente.

[00043] Nas Figuras 4-6, o no. de referência 51 indica o dispositivo da invenção em geral; no. de referência 52 a estrutura de suporte; no. de referência 53 indica a embarcação; números de referência 54, 55, 56, 57 indicam unidades de cilindro-pistão, no. de referência 58 indica o sistema de sensor; no. de referência 59 indica o sistema de controle; no. de referência 60 indica uma linha de sinal para transferência de sinais de sensor para a unidade de controle; nos. de referência 61 e 62 indicam linhas de controle para transferência de ações de controle do sistema de controle para as unidades de cilindro-pistão; no. de referência 64 indica o eixo longitudinal de cada unidade de cilindro-pistão; no. de referência 65 indica o suporte superior de cada unidade de cilindro-pistão; no. de referência 66 indica a estrutura inferior de cada unidade de cilindro-pistão; no. de referência 67 indica a base; no. de referência 75 indica um guindaste; no. de referência 76 indica um cabo de içamento; e no. de referência 85 indica um segmento de base.

[00044] Na modalidade das Figuras 4-6, o suporte superior 65 e estrutura inferior 66 de cada unidade de cilindro-pistão são suspensos por meio de um mancal esférico 71, 72 à estrutura de suporte 52 e base 67, respectivamente. O eixo rotacional principal 92 - Figura 4 - deste mancal esférico estende-se nesta modalidade essencialmente transversal ao eixo

longitudinal 64 da unidade de cilindro-pistão. É importante, entretanto, observar que o eixo rotacional principal deste tipo de mancal esférico pode estender-se muito bem na mesma direção de dito eixo longitudinal 64, em cujo caso dito eixo rotacional principal irá preferencialmente coincidir com dito eixo longitudinal da unidade de cilindro-pistão.

[00045] As unidades de cilindro-pistão 54, 55, 56, 57 podem mover-se ao longo de seus eixos longitudinais 64. Quando uma unidade de cilindro-pistão é estendida ou retraída mais que uma ou mais que as outras, os mancais esféricos 71 e 72 permitem que as unidades de cilindro-pistão 4, 5, 6 sejam ligeiramente oblíquas com relação ao eixo z. O ângulo α entre o eixo longitudinal 64 e eixo z pode variar facilmente em uma faixa de $[0^\circ, 10^\circ]$, mas uma faixa de $[0^\circ, 5^\circ]$ é em geral suficiente.

[00046] A fim de impedir a estrutura de suporte 52 de se afastar devido à liberdade de movimentos rotacionais das unidades de cilindro-pistão 54, 55, 56, 57, é provido um sistema de limitação, que é nesta modalidade um sistema resiliente compreendendo pelo menos uma -nesta modalidade quatro - coluna 91 fixa à base 67 e estendendo-se na direção de eixo z, bem como para cada coluna pelo menos três rodas de guiamento 86.

[00047] As rodas de guiamento 86 são dispostas espaçadas em torno da coluna com intervalos de 120° em caso de três rodas 86, e intervalos de 90° em caso de quatro rodas. Cada roda 86 é carregada por um membro triangular que gira em torno do pivô 89 com relação à estrutura de suporte 52. Uma mola 87 pré-tensiona cada roda 86 contra a coluna 91. Dentro de cada mola 87 um amortecedor (92) poderia ser provido. Em caso de uma das unidades de cilindro-pistão assumir uma posição ligeiramente oblíqua ($\alpha \neq 0^\circ$), uma ou mais das molas 87 são comprimidas e se desenvolverão em reação a uma força de reação resiliente contrapondo-se ao desvio angular a partir da posição de repouso ($\alpha = 0^\circ$). Quando uma unidade de cilindro-pistão é estendida ou retraída, as rodas 86 deslocar-se-ão ao longo da coluna 91. Nesta segunda

modalidade é provida uma coluna em torno de cada unidade de cilindro-pistão.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de compensação de movimento (1; 51) para compensar uma estrutura de suporte (2; 52) em uma embarcação (3; 53) para movimento de água (1; 51) compreendendo:

- uma dita estrutura de suporte (2; 52);
- um sistema de atuador (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) adaptado para transladar a estrutura de suporte (2; 52) ao longo de um eixo z, e rotacionar a estrutura de suporte (2; 52) ao longo de um eixo x e um eixo y, em que o eixo x, eixo y e eixo z definem um jogo imaginário de eixos ortogonais, o eixo z estendendo-se verticalmente;

- um sistema de sensor (8; 58) para sensorear movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação, e gerar sinais de sensor (10; 60) representando ditos movimentos sensoreados da embarcação (3; 53);

- um sistema de controle (9; 59) gerando sinais de controle (11, 12, 13; 61, 62, 63) para acionar o sistema de atuador em resposta a ditos sinais de sensor (10, 60), de tal modo que a posição da estrutura de suporte (2; 52) seja compensada por ditos movimentos sensoreados da embarcação (3; 53);

caracterizado pelo fato de que o sistema de atuador compreende pelo menos três unidades de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57), cada uma tendo um eixo longitudinal vertical (14; 64); em que cada unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) tem um suporte superior (15; 65) para suportar a estrutura de suporte (2; 52) em dita unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57), e uma estrutura inferior (16; 66) para suportar dita unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) em uma base (17; 67); em que

- o suporte superior (15; 65) permite movimento rotacional da respectiva unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) em relação à

estrutura de suporte (2; 52) em torno do eixo x, bem como do eixo y;

e/ou

- a estrutura inferior (16; 66) permite movimento rotacional da respectiva unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) em relação à base (17; 67) em torno do eixo x, bem como do eixo y; e em que o dispositivo (1 ; 51) compreende ainda um sistema de limitação mecânica (18; 19; 20; 86, 87, 91; 92) restringindo movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z da estrutura de suporte (2; 52) com relação à base.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de limitação (18; 19; 20; 86, 87, 91 ;92) é um sistema de limitação resiliente, em que a perturbação de uma posição de repouso - definida como uma posição na qual a estrutura de suporte e a estrutura de base são paralelas uma a outra – gera forças de reação resilientes que contrapõem a perturbação.

3. Dispositivo (1; 51) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o sistema de limitação (18; 19; 20; 86, 87, 91; 92) é amortecido.

4. Dispositivo (1; 51) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o suporte superior (15; 65) compreende um do grupo de: junta de cardan, mancal esférico (71) ou articulação de esfera (21).

5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a estrutura inferior (16; 66) compreende um do grupo de: junta de cardan (22), mancal esférico (72) ou articulação de esfera.

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o sistema de limitação compreende:

- pelo menos uma coluna (91) fixa em dita base e estendendo-se na direção do eixo z;
- para cada coluna (91) pelo menos três rodas de guiamento (86) que são giratórias suspensas à estrutura de suporte (52) para rotacionar em torno de um eixo giratório (89) perpendicular ao eixo z, ditas pelo menos três rodas de guiamento (86) são dispostas distribuídas em torno de dita coluna (91) para se deslocarem ao longo do comprimento de dita coluna, em que uma mola (87) pré-tensiona cada roda de guiamento (86) para ser giratória contra dita coluna (91).

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma dita coluna (91) com pelo menos três de ditas rodas de guiamento (86) para cada unidade de cilindro-pistão (54, 55, 56, 57).

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que dita unidade de cilindro-pistão (54, 55, 56, 57) estende-se através de dita coluna (91).

9. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado pelo fato de que quatro de ditas rodas de guiamento (86) são dispostas em torno de cada dita coluna (91), cujas rodas de guiamento (86) são interespaçadas a 90° em torno da coluna (91).

10. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 9, caracterizado pelo fato de que as molas (87) são providas com um amortecedor (92) para amortecer a ação da mola.

11. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o sistema de limitação compreende pelo menos três barras (18, 19, 20), cada barra sendo articulada com uma extremidade (30) à base e com a outra extremidade (31) à estrutura de suporte (2).

12. Dispositivo de acordo com a reivindicação 11,

caracterizado pelo fato de que ditas barras (18, 19, 20) se estendem horizontalmente, e que pelo menos duas ditas barras são arranjadas ortogonalmente uma com relação à outra.

13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que as ditas barras (18, 19, 20) funcionam em sua direção longitudinal como elementos de puxar-e-empurrar essencialmente rígidos.

14. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 13, caracterizado pelo fato de que as extremidades de ditas barras (18, 19, 20) são anexadas articuladamente à estrutura de suporte e à base por meio de uma junta de cardan.

15. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 14, caracterizado pelo fato de que, por outro lado, a anexação das extremidades de ditas barras (18, 19, 20) é limitada contra a rotação do eixo Z, e, por outro lado, as extremidades de uma dita barra são móveis uma com relação a outra por deflexão.

16. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 15, caracterizado pelo fato de que as ditas barras (18, 19, 20) são feitas de aço.

17. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a base compreende um segmento de base separado (35; 85) para cada unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57).

18. Dispositivo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que cada segmento de base separado (35; 85) tem dimensões externas correspondentes às dimensões externas de um contêiner marítimo padrão, preferencialmente um contêiner de 20, 30 ou 40 pés (6,1; 9,1 ou 12,2 m).

19. Dispositivo de acordo com qualquer uma das

reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que cada unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) é articuladamente montada ou na estrutura de suporte ou na base (17; 67) para armazenar a unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) com sua direção longitudinal (14; 64) estendendo-se transversal, preferencialmente perpendicular, ao eixo z.

20. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que cada unidade de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) tem um curso máximo na faixa de 1 a 3,5 metros, preferencialmente na faixa de 1 a 2 metros.

21. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que, visto transversal ao eixo z, a maior distância entre ditas duas unidades de cilindro-pistão (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57) de ditas pelo menos três unidades de cilindro-pistão é de no máximo 40 metros, preferencialmente de no máximo 30 metros.

22. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as pelo menos três unidades de cilindro-pistão são unidades de cilindro-pistão hidráulicas (4, 5, 6; 54, 55, 56, 57).

23. Conjunto, caracterizado pelo fato de compreender:

- um dispositivo (1; 51) como definido em uma das reivindicações precedentes; e
- um guindaste (25; 75).

24. Conjunto de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que o guindaste (25; 75) compreende um cabo de içamento (26; 76).

25. Conjunto de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que o guindaste compreende a pinça que é articuladamente montada em um braço de guindaste.

26. Conjunto de acordo com qualquer uma das reivindicações

23 a 25, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma embarcação (3; 53).

27. Conjunto, caracterizado pelo fato de compreender:

- um dispositivo (1; 51) como definido em uma das reivindicações precedentes 1 a 22; e
- uma embarcação (3; 53).

28. Conjunto de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a estrutura de suporte (2; 52) é uma plataforma de aterrissagem para um helicóptero, preferencialmente provida com uma indicação de aterrissagem.

29. Conjunto de acordo com qualquer uma das reivindicações 26 a 28, caracterizado pelo fato de que a embarcação (3; 53) é provida com um sistema de ancoragem disposto para impedir a embarcação de movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z.

30. Conjunto de acordo com qualquer uma das reivindicações 26 a 29, caracterizado pelo fato de que a embarcação (3; 53) é provida com um sistema de posicionamento dinâmico disposto para impedir a embarcação de movimento translacional de eixo x, movimento translacional de eixo y e movimento rotacional de eixo z.

31. Método para compensar a estrutura de suporte em uma embarcação para movimento de água local, caracterizado pelo fato de que a estrutura de suporte é suportada por um sistema de atuador compreendendo pelo menos três unidades de cilindro-pistão, cada uma tendo um eixo longitudinal vertical; em que movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da embarcação são medidos; em que as unidades de cilindro-pistão são controladas por sinais de controle gerados em resposta às medições de dito movimento translacional de eixo z, movimento rotacional de eixo x e movimento rotacional de eixo y da

embarcação,

em que o sistema de limitação (18, 19, 20; 86, 87, 91, 92) limita movimento translacional do eixo X, movimento translacional do eixo Y e movimento translacional do eixo Z da estrutura de suporte (2; 52) com relação à embarcação (3; 53) a movimentos necessários para permitir o movimento rotacional do eixo Z, movimento rotacional do eixo X e movimento rotacional do eixo Y da estrutura de suporte (2; 52) com relação à embarcação (3; 53) pelo dito sistema atuador.

32. Método de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que o sistema de limitação é um sistema de limitação resiliente gerando forças de reação resilientes na perturbação de uma posição de repouso, cujas forças de reação contrapõem-se a perturbações de dita posição de repouso, em que dita posição de repouso é definida na qual a estrutura de suporte e a estrutura de base são paralelas uma a outra.

33. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 31 a 32, caracterizado pelo fato de que o sistema de limitação compreende pelo menos três barras (18, 19, 20), cada barra sendo articulada à base com uma extremidade (30) e à estrutura de suporte (2) com a outra extremidade (31).

34. Método de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que ditas barras se estendem horizontalmente, e que pelo menos as ditas duas barras (18, 19, 20) são arranjadas ortogonalmente uma com relação a outra.

35. Método de acordo com a reivindicação 33 ou 34, caracterizado pelo fato de que as ditas barras (18, 19, 20) funcionam em sua direção longitudinal como elementos de puxar-e-empurrar essencialmente rígidos.

36. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 31 a 35, caracterizado pelo fato de que a estrutura de suporte carrega um

guindaste (25; 75).

37. Método de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o guindaste (25; 75) compreende um cabo de içamento (26; 76) ou uma pinça montada articuladamente a um braço de guindaste.

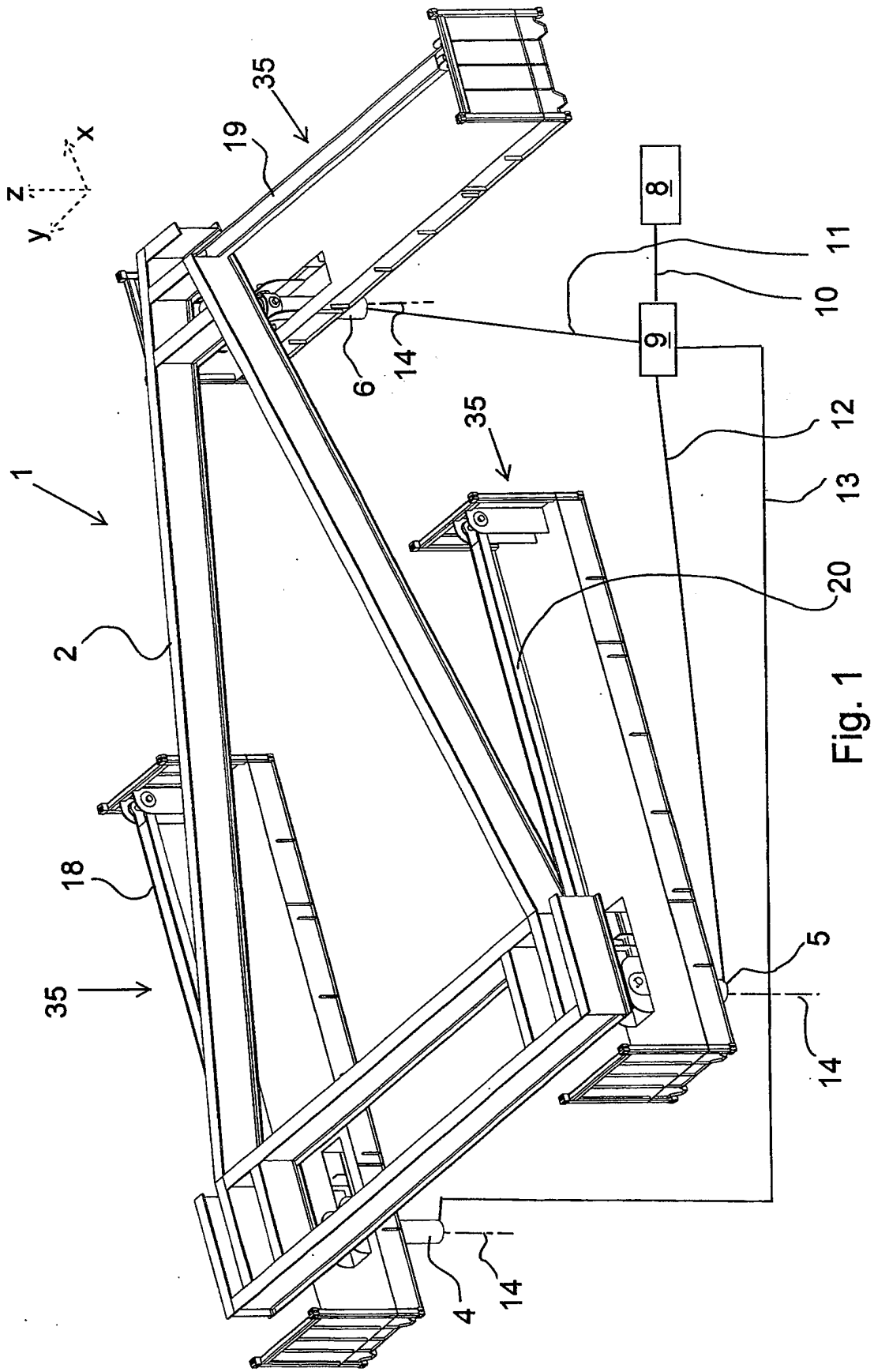


Fig. 1

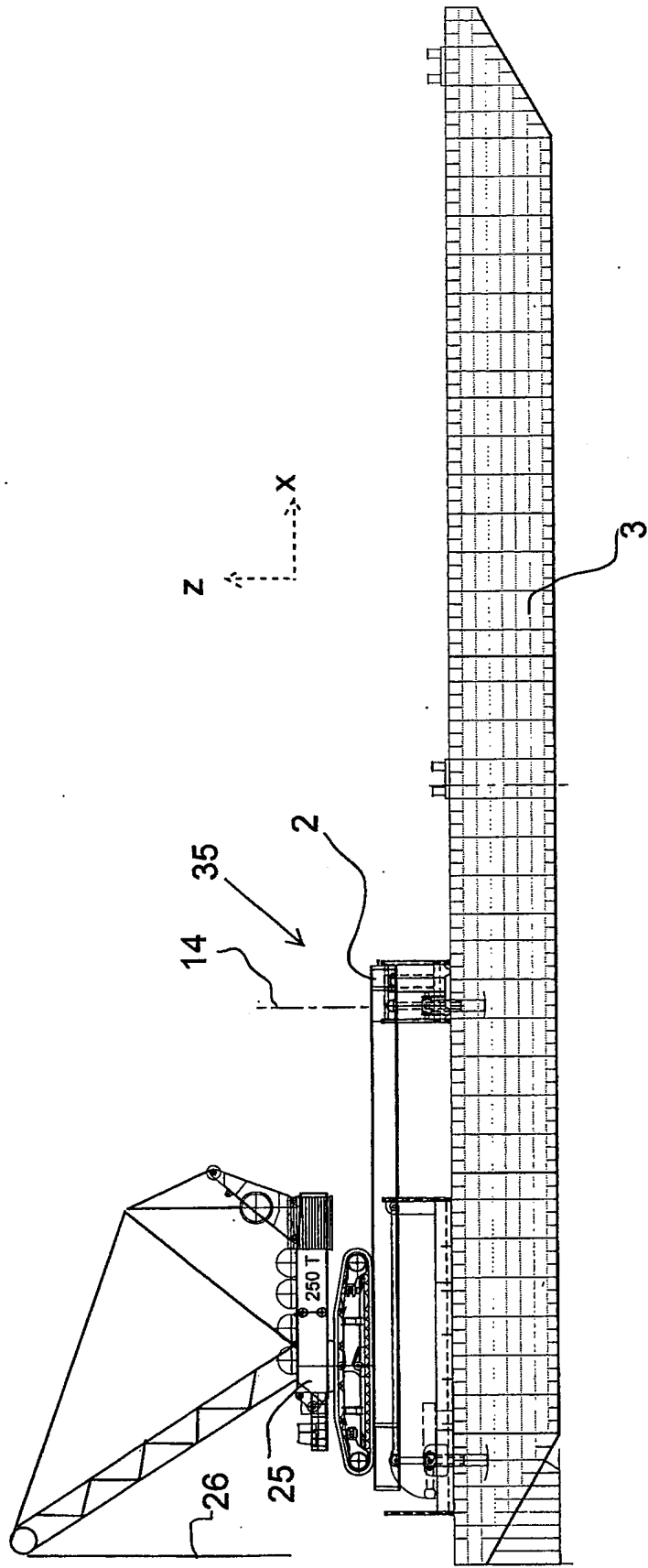


Fig. 2

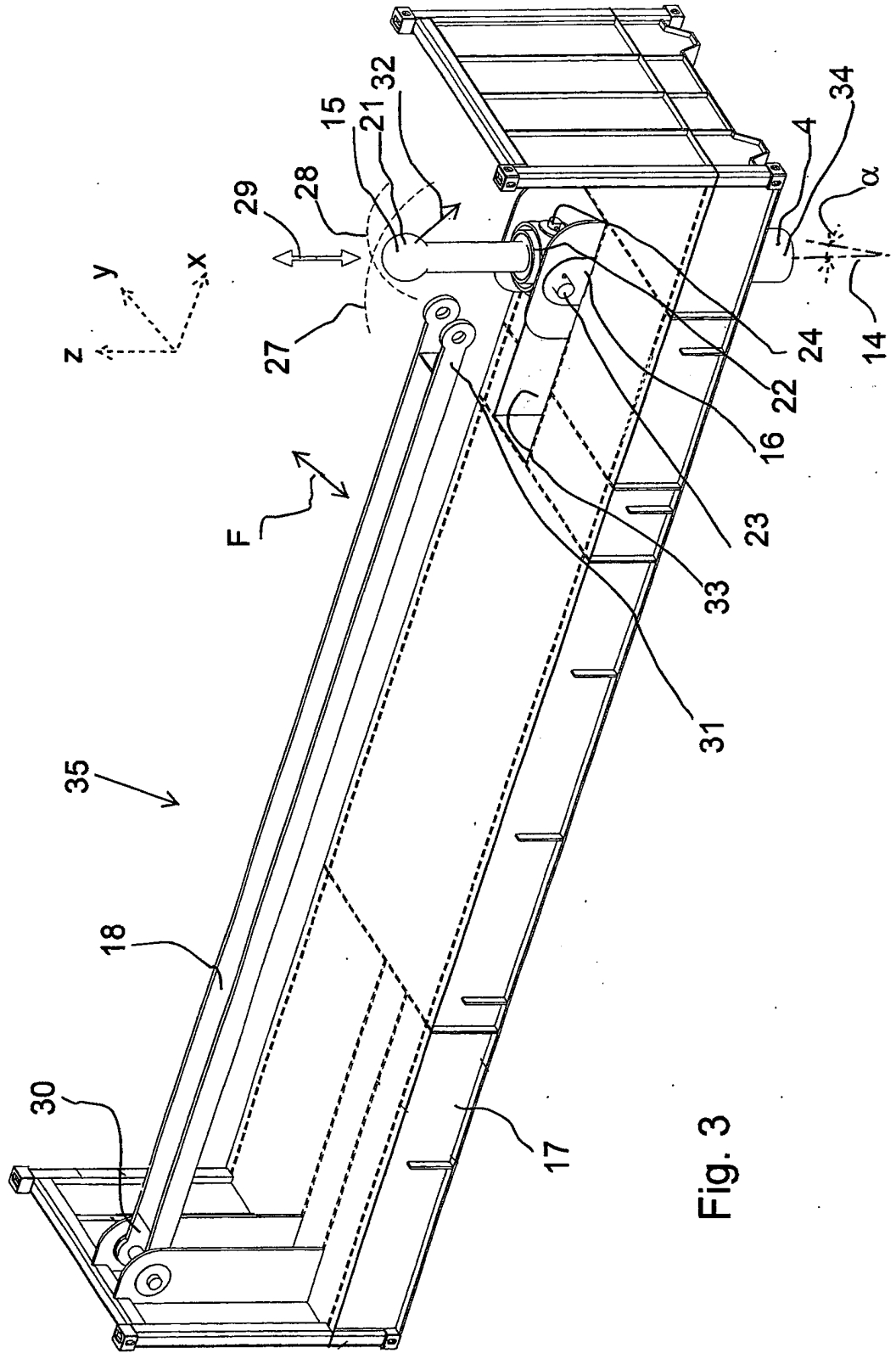


Fig. 3

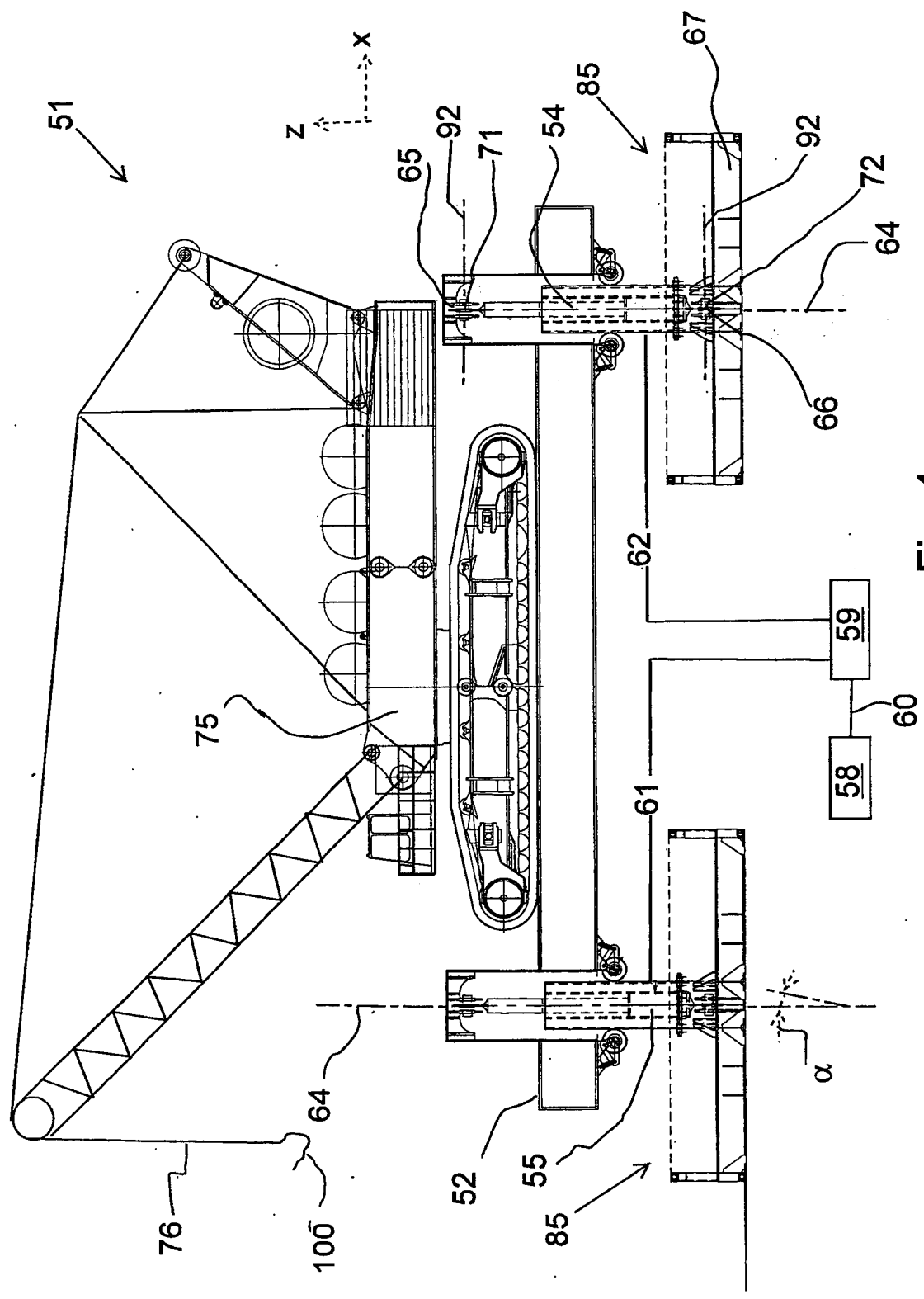


Fig. 4

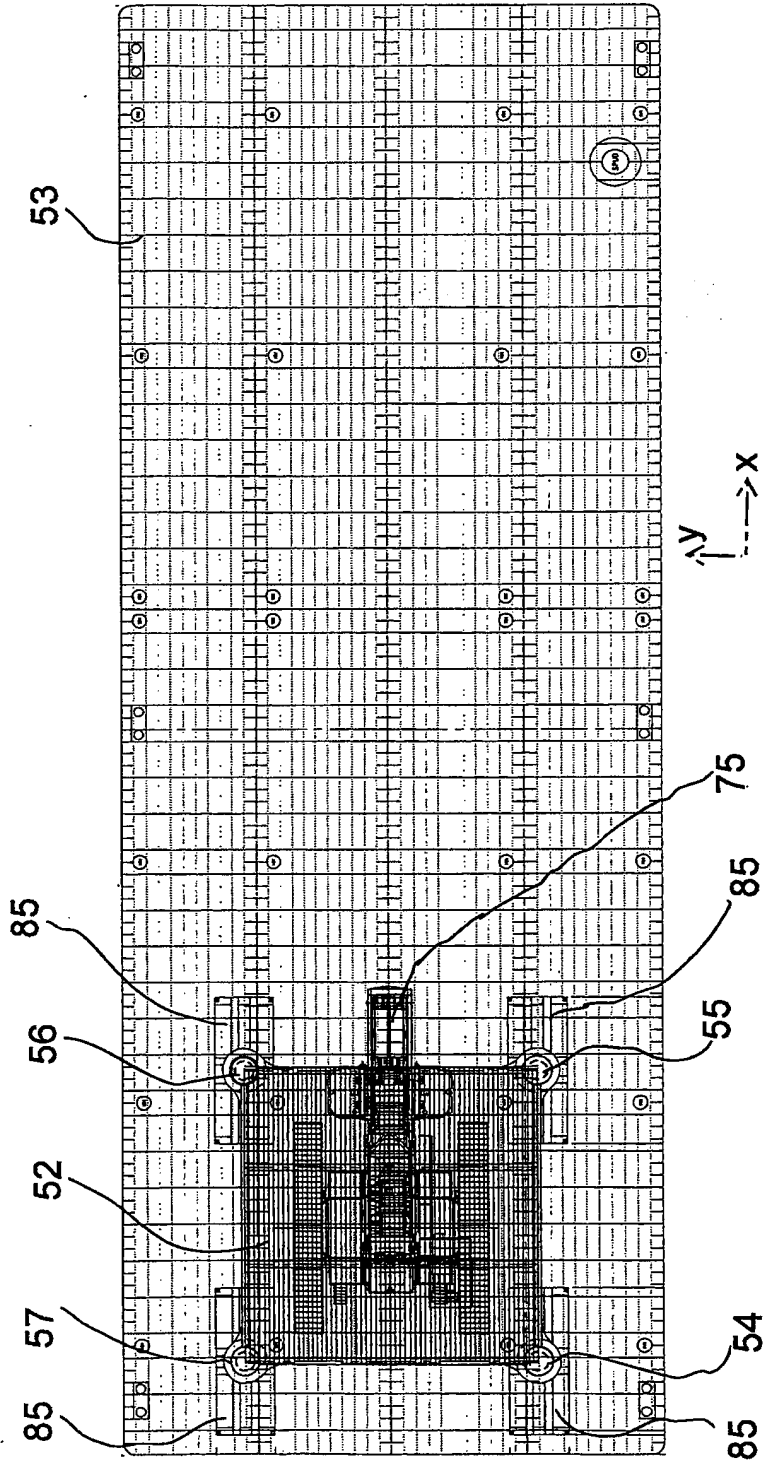


Fig. 5

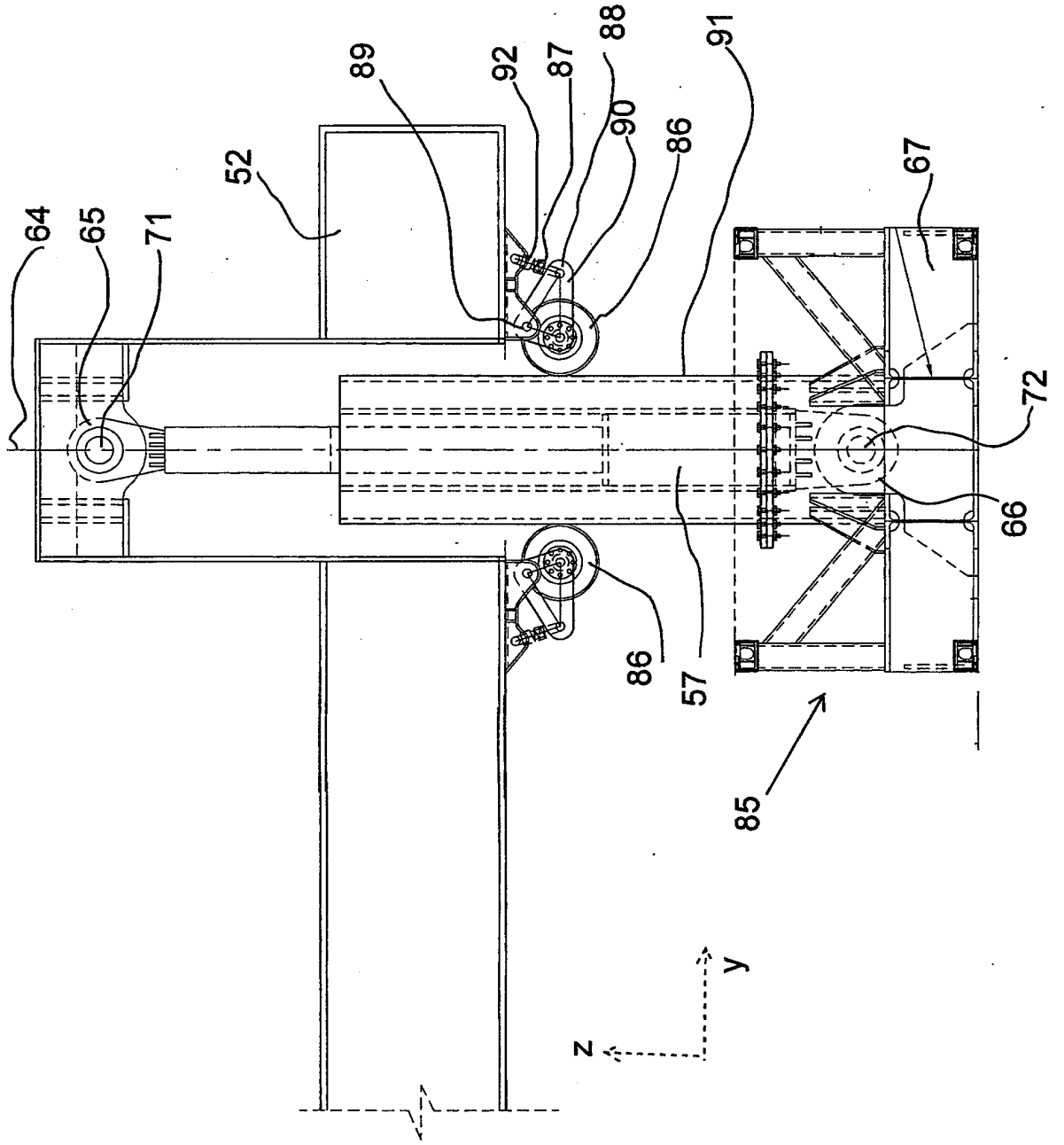


Fig. 6