



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102015026049-0 A2

(22) Data do Depósito: 14/10/2015

(43) Data da Publicação: 25/04/2017



* B R 1 0 2 0 1 5 0 2 6 0 4 9 A

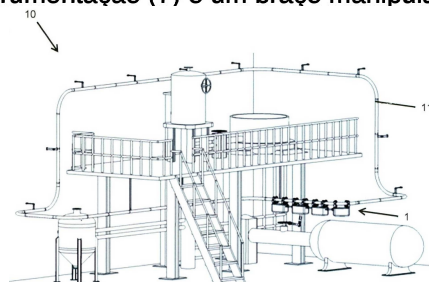
(54) **Título:** EQUIPAMENTO ROBÓTICO DE INSPEÇÃO

(51) **Int. Cl.:** B25J 17/02

(73) **Titular(es):** PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, STATOIL BRASIL ÓLEO E GÁS LTDA.

(72) **Inventor(es):** RAMON ROMANKEVICIUS COSTA; GUSTAVO MEDEIROS FREITAS; PAL JOHAN FROM; GUILHERME PIRES SALES DE CARVALHO; MAURICIO GALASSI; ANDERS RØYRØY; PETER WILHELMUS JACQUES DERKS

(57) **Resumo:** A presente invenção refere-se a um equipamento robótico de inspeção (10) que compreende pelo menos um par de módulos robóticos (1) conectados entre si por meio de uma junta articulada (9) e dotados de pelo menos um dispositivo de deslocamento (2) acoplado a um trilho (11); o dispositivo de deslocamento (2) compreendendo pelo menos um par de suportes pivotados (3); pelo menos um dos módulos robóticos (1) compreendendo um pelo menos um dentro um sistema de instrumentação (7) e um braço manipulador (8).



utilizado para espaços onde o equipamento possa se movimentar em local plano ou com pouca inclinação.

[008]. Outra solução encontrada no estado da técnica é descrita pelo documento brasileiro PI0406006-7, que descreve um dispositivo robótico utilizado em ambientes confinados circundantes e que se move pela porção interna do ambiente. O dispositivo compreende um sistema de aquisição de dados para monitoramento da atividade a ser desenvolvida e um sistema de transmissão de dados de forma a enviar comandos remotamente ao dispositivo. Este dispositivo tem como acessórios sistemas de estanqueidade, localização e controle de operação. O documento descreve ainda que este dispositivo foi desenvolvido para a reparação interna de dutos.

[009]. No entanto, esta solução apresenta como inconveniente o fato de ser somente empregado na porção interna de dutos, inviabilizando o monitoramento e a inspeção de outros tipos de equipamentos externos.

[0010]. Portanto, não existe no estado da técnica um equipamento robótico de inspeção que diminua o tempo de inspeção e/ou manutenção de um objeto, que facilite a inspeção e/ou manutenção de um objeto localizado em um local de difícil acesso ou local confinado e que reduza o risco à saúde e, conseqüentemente, aumente a segurança do operador.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

[0011]. Assim, é um objetivo da presente invenção proporcionar um equipamento robótico de inspeção que diminua o tempo de inspeção e/ou manutenção de um objeto.

[0012]. É outro dos objetivos da presente invenção proporcionar um equipamento robótico de inspeção que facilite a inspeção e/ou manutenção de um objeto localizado em um local de difícil acesso ou local confinado.

[0013]. É ainda um dos objetivos da presente invenção proporcionar um equipamento robótico de inspeção que reduz o risco à saúde, aumentando

a segurança do operador.

SUMÁRIO

[0014]. A presente invenção atinge esses e outros objetivos por meio de um equipamento robótico de inspeção que tem como vantagem o fato de aumentar a produtividade e a eficiência do processo de inspeção e manutenção de equipamentos, diminui o tempo de parada de equipamentos posicionados em locais confinados ou de difícil acesso e reduz os riscos à saúde do operador.

[0015]. O dispositivo robótico de inspeção compreende pelo menos um par de módulos robóticos conectados entre si por meio de uma junta articulada e dotados de pelo menos um dispositivo de deslocamento acoplado a um trilho; o dispositivo de deslocamento compreendendo pelo menos um dispositivo de deslocamento pivotante e pelo menos um dos módulos robóticos compreendendo um pelo menos um dentre um sistema de instrumentação e um braço manipulador.

Breve Descrição dos Desenhos

[0016]. A presente invenção será descrita a seguir com mais detalhes, com referências aos desenhos anexos, nos quais:

[0017]. A **Figura 1** é uma vista em perspectiva do equipamento robótico de inspeção de acordo com a concretização preferencial da presente invenção, o equipamento sendo esquematicamente mostrado instalado em um espaço de operação.

[0018]. A **Figura 2** é uma vista em detalhe do equipamento robótico de inspeção de acordo com a concretização preferencial da presente invenção, o equipamento sendo mostrado instalado no trilho de movimentação.

[0019]. A **Figura 3** é uma vista em perspectiva do módulo robótico de acordo com a concretização preferencial da presente invenção.

[0020]. A **Figura 4** é uma vista em perspectiva do suporte pivotável de acordo com a concretização preferencial da presente invenção.

[0021]. A **Figura 5** é uma vista em perspectiva do suporte pivotável de acordo com a concretização preferencial da presente invenção.

[0022]. A **Figura 6** é uma vista em perspectiva do trilho de acordo com a concretização preferencial da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0023]. A Figura 1 ilustra uma concretização preferencial equipamento robótico de inspeção 10 da presente invenção.

[0024]. Para um melhor entendimento da invenção, a descrição detalhada do equipamento robótico de inspeção será realizada com o mesmo sendo empregado em uma plataforma de petróleo. Entretanto, cabe salientar que o equipamento robótico de inspeção pode ser empregado em qualquer local que necessite de inspeção de equipamentos posicionados em locais confinados ou de difícil acesso.

[0025]. Como pode ser visto nas figuras 1 e 2, o equipamento robótico de inspeção 10 compreende um trilho 11 e pelo menos dois módulos robóticos 1 acoplados entre si por meio de uma junta articulada 9.

[0026]. O trilho 11 compreende uma série de componentes tubulares retos e curvos, que são encaixados entre si, formando um percurso pelo qual os módulos robóticos 1 se movimentam, como pode ser melhor visto nas figuras 1 e 6.

[0027]. Cumpre notar que os trilhos 11 devem ser instalados em áreas de interesse, na qual os equipamentos a serem inspecionados estão localizados. Assim, preferencialmente, os trilhos 11 são instalados em um trajeto próximo às áreas e equipamentos que necessitam de manutenção constante.

[0028]. As juntas articuladas 9 são utilizadas com o objetivo de evitar com que os módulos robóticos 1 rotacionem em torno do trilho 11 e são dotadas de um série de discos fixados à cabos de aço com molas em suas extremidades.

[0029]. Os cabos de aço e as molas proporcionam uma flexibilidade

quando o módulo robótico 1 realiza movimentos curvos e os discos proporcionam uma rigidez ao conjunto, limitando a deformação da junta articulada 9.

[0030]. Como se pode notar nas figuras 3, 4 e 5, os módulos robóticos 1 são conectados entre si por meio de uma junta articulada 9 e são dotados de pelo menos um meio de deslocamento 2.

[0031]. O meio de deslocamento 2 compreende pelo menos um dispositivo pivotante 3, que têm como objetivo realizar a movimentação do módulo robóticos 1. Na concretização preferida da invenção mostrada na figura 1, o meio de deslocamento 2 de cada módulo robótico 1 compreende dois dispositivos de deslocamento pivotantes 3.

[0032]. Preferencialmente, o dispositivo de deslocamento pivotante 3 compreende um primeiro suporte pivotável 3a acoplado a porção superior do módulo robótico 1 e um segundo suporte pivotável 3b acoplado ao primeiro suporte pivotável 3a.

[0033]. O acoplamento entre o primeiro e o segundo suporte pivotável 3a, 3b é ortogonal ao acoplamento do primeiro suporte pivotável 3a à porção superior do equipamento robótico de inspeção 10, desta maneira, o módulo robótico 1 pode se movimentar sobre o eixo vertical e horizontal.

[0034]. A figura 4 é uma vista ampliada de uma concretização preferida do segundo suporte pivotável 3b. Conforme pode ser visto nessa figura, o segundo suporte pivotável 3b compreende pelo menos duas rodas 4, 4' posicionadas diametralmente opostas em sua porção superior.

[0035]. Preferencialmente, o segundo suporte pivotável 3b compreende quatro rodas 4, 4', 4'', 4''', sendo que duas rodas 4, 4' estão localizadas diametralmente opostas em sua porção superior e as outras duas rodas 4'', 4''' estão localizadas diametralmente opostas na porção inferior, com mostrado na figura 4.

[0036]. Essa concretização preferencial do segundo suporte pivotável 3b tem como vantagem evitar a rotação do módulo robótico 1, visto que há

um atrito das rodas 4, 4', 4'', 4''' com a porção externa dos trilho 11, além do fato de que as rodas 4, 4', 4'', 4''' são acopladas de maneira justa a superfície do trilho 11, o que evita folgas entre esse elementos.

[0037]. Como pode ser melhor visualizado nas figuras 3 e 5, na concretização preferida da presente invenção, pelo menos um dos dispositivos de deslocamento pivotantes 3 compreende um motor para acionamento da movimentação do módulo 1. Assim, no dispositivo 3 motorizado, as rodas 4, 4' superiores do suporte pivotável 3b são acopladas, cada uma, a um motor elétrico 5, 5' por meio de um sistema de engrenagens 6 (vide figura 5).

[0038]. Assim, nessa concretização preferencial, o meio de deslocamento 2 de cada módulo robótico 1 compreende um dispositivo de deslocamento pivotante 3 onde o segundo suporte pivotável está conectado ao motor 5 e um dispositivo de deslocamento 3 sem motor 5 (vide figura 3).

[0039]. O sistema de engrenagens 6 compreende uma engrenagem planetária acoplada ao motor elétrico 5, 5', uma primeira engrenagem de dentes retos acoplada a engrenagem planetária e conectada a uma segunda engrenagem de dentes retos, uma terceira engrenagem de dentes retos conectada a segunda engrenagem de dentes retos e acoplada uma primeira engrenagem cônica e uma segunda engrenagem cônica conectada a primeira engrenagem cônica e acoplada a roda 4, 4'.

[0040]. Os motores elétricos 5, 5' são acionados por meio de *drivers* de potência dedicados. Os *drivers* de potência têm como objetivo controlar a posição, a velocidade e o torque de cada motor individualmente.

[0041]. O primeiro e o segundo suporte pivotável 31a, 31b são, preferencialmente, *gimbals*. No entanto, outros tipos de suportes podem ser utilizados, desde que, os objetivos sejam alcançados.

[0042]. Na concretização preferida, cada um dos módulos robóticos 1 compreende um sistema ou funcionalidade para a realização das

“EQUIPAMENTO ROBÓTICO DE INSPEÇÃO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001]. A presente invenção refere-se a um equipamento robótico de inspeção.

[002]. Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um equipamento robótico de inspeção utilizado para inspecionar, monitorar e realizar manutenção em locais confinados ou de difícil acesso.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[003]. Plataformas de petróleo necessitam passar periodicamente por inspeções e manutenções, que são realizadas, em sua grande maioria, por operadores embarcados.

[004]. Entretanto, alguns locais onde se deve inspecionar ou realizar a manutenção são de difícil acesso e/ou são nocivos ao operador, uma vez que tais locais apresentam riscos de explosões e incêndio, além de existir a presença de gases tóxicos.

[005]. Adicionalmente, a maioria dos equipamentos a serem inspecionados está distante do piso, o que exige a instalação de andaimes, aumentando assim, o tempo para a manutenção e o risco de acidentes.

[006]. Uma solução encontrada no estado da técnica para tal inconveniente é descrito pelo documento coreano KR486029, que descreve um método para controlar um robô móvel utilizado para realizar reparos precisos em um espaço confinado. O robô é controlado por meio de sinais modulados, que são transmitidos por meio da sobreposição dos sinais modulados sobre a fonte de alimentação do robô. Quando um sinal é enviado, o robô separa-o da fonte de alimentação, decodifica e exibe em um display ou realiza o comando enviado.

[007]. Entretanto, esta solução possui o inconveniente de que não pode ser empregado em locais onde o equipamento a ser monitorado e reparado está a uma certa distancia do solo, visto que o equipamento é

atividades de inspeção e/ou manutenção.

[0043]. Assim, conforme melhor mostrado na figura 2, um módulo robótico 1 pode compreender um sistema de instrumentação 7 e um outro módulo robótico 1 pode compreender um braço mecânico 8.

[0044]. O braço mecânico 8 tem como objetivo ser utilizado para inspecionar e coletar amostras dos objetos inspecionados.

[0045]. Já o sistema de instrumentação 7 é utilizado para adquirir dados do ambiente a ser inspecionado por meio de sensores. O número e o tipo dos sensores a serem empregados variam de acordo com o tipo de equipamento e/ou local que será inspecionado.

[0046]. Os sensores podem ser, por exemplo, uma câmera fixa, pan-tilt-zoom (PTZ), térmica, panorâmica ou estereoscópica, uma sonda para detecção de hidrocarbonetos e gases inflamáveis, um sensor para ruído acústico ou um sensor de vibração.

[0047]. Os dados coletados pelos sensores são analisados por um sistema de algoritmos de processamento de sinais, capaz de detectar irregularidades ao longo do ambiente inspecionado.

[0048]. As irregularidades que podem ser detectadas são, por exemplo, intrusos, objetos abandonados, fumaça, fogo, vazamento de líquido e gás ou mau funcionamento de máquinas.

[0049]. Além disso, os motores elétricos 5, 5', o sistema de instrumentação 7 e o braço mecânico 8 são manipulados por meio de um sistema de controle.

[0050]. O equipamento robótico de inspeção 10 necessita de uma alimentação elétrica para que todos os seus componentes possam ser utilizados. Para tal, o equipamento 10 faz uso de um sistema de alimentação.

[0051]. Tal sistema pode utilizar baterias que são alocadas no interior do módulo robótico 1 ou por um meio convencional, que consiste em uma fonte de energia remota conectada através de cabos.

[0052]. Adicionalmente, o equipamento robótico de inspeção 10 é dotado de um sistema de comunicação que compreende cabos e equipamentos wireless e que tem como objetivo realizar a troca de dados entre os módulos 1 e entre os módulos 1 e uma base de comando.

[0053]. Alcança-se assim um equipamento robótico de inspeção que diminui o tempo de inspeção e de manutenção de um objeto inspecionado.

[0054]. Alcança-se ainda um equipamento robótico de inspeção que facilita a inspeção e a manutenção de um objeto localizado em um local de difícil acesso ou local confinado, além de reduzir o risco à saúde do operador, visto que não é necessário que o mesmo fique em um lugar inóspito.

[0055]. Tendo sido descrito um exemplo de uma concretização preferida da presente invenção, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras variações possíveis do conceito inventivo descrito, sendo limitadas tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Equipamento robótico de inspeção (10) caracterizado pelo fato de que compreende:

- pelo menos um par de módulos robóticos (1) conectados entre si por meio de uma junta articulada (9);

- o módulo robótico (1) sendo dotado de pelo menos um dispositivo de deslocamento (2) acoplado a um trilho (11);

- o dispositivo de deslocamento (2) compreendendo um dispositivo de deslocamento pivotante (3);

- pelo menos um dos módulos robóticos (1) compreendendo um pelo menos um dentre um sistema de instrumentação (7) e um braço manipulador (8).

2. Equipamento robótico de inspeção (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de deslocamento (2) compreende dois dispositivos de deslocamento pivotantes (3).

3. Equipamento robótico de inspeção (10) de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que cada um dos dispositivos de deslocamento pivotantes (3) compreende um primeiro suporte pivotável (3a) acoplado a porção superior do módulo robótico (1) e um segundo suporte pivotável (3b) acoplado ao primeiro suporte pivotável (3a), o acoplamento sendo ortogonal ao acoplamento do primeiro suporte pivotável (31) à porção superior do equipamento robótico de inspeção (10).

4. Equipamento robótico de inspeção (10) de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de o segundo suporte pivotável (3b) de pelo menos um dos dispositivos de deslocamento pivotantes (3) ser dotado de pelo menos duas rodas (4, 4') posicionadas diametralmente opostas; a roda (4, 4') sendo acoplado a um motor elétrico (5, 5'); as rodas (4, 4') sendo apoiadas sobre o trilho (11) e configuradas para movimentar o módulo robótico (1, 1').

5. Equipamento robótico de inspeção (10) de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de o acoplamento entre as rodas (4, 4') e o motor elétrico (5, 5') ser realizado por meio de um sistema de engrenagens (6).
6. Equipamento robótico de inspeção (10) de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de o sistema de engrenagens (6) compreender uma engrenagem planetária acoplada ao motor elétrico (5, 5'), uma primeira engrenagem de dentes retos acoplada à engrenagem planetária e conectada a uma segunda engrenagem de dentes retos, uma terceira engrenagem de dentes retos conectada à segunda engrenagem de dentes retos e acoplada a uma primeira engrenagem cônica e uma segunda engrenagem cônica conectada à primeira engrenagem cônica e acoplada à roda (4, 4').
7. Equipamento robótico de inspeção (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que um dos módulos robóticos (1) possui um sistema de instrumentação (7) e outro dos módulos robóticos (1) possui um braço manipulador (8).

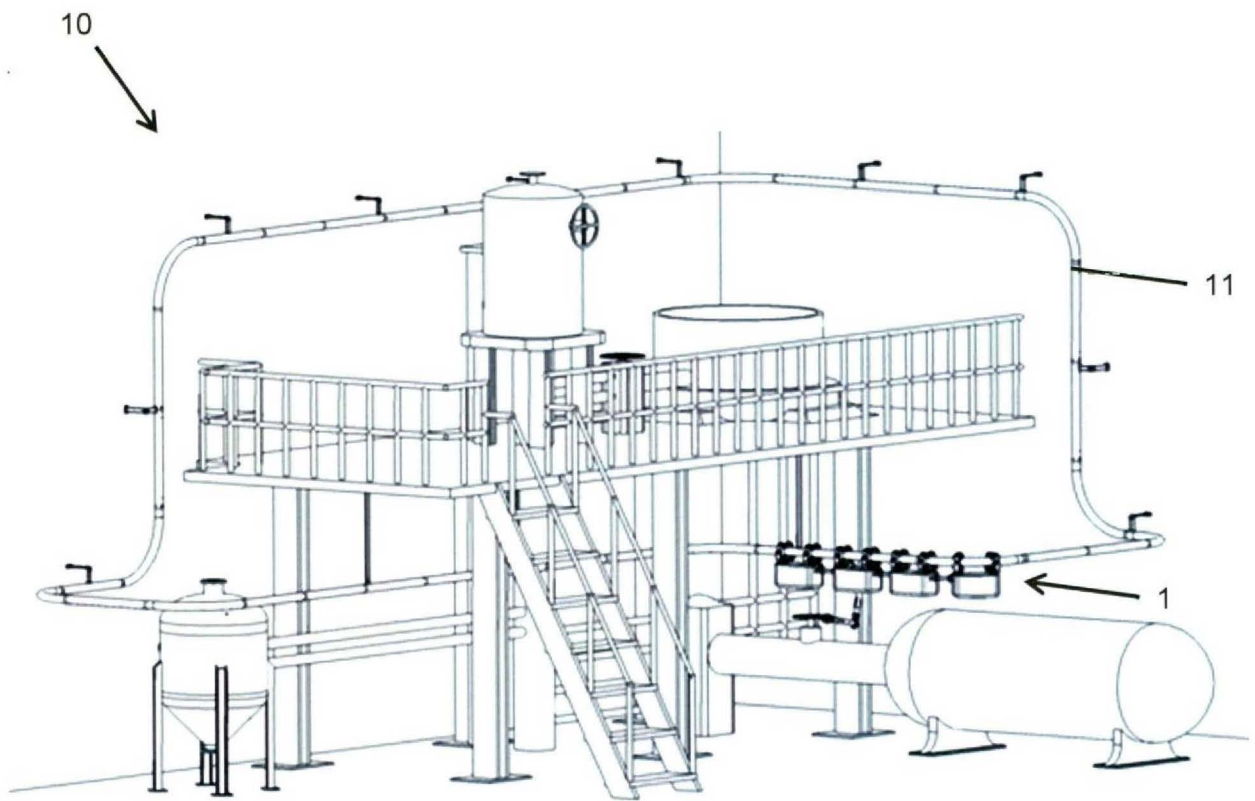


Figura 1

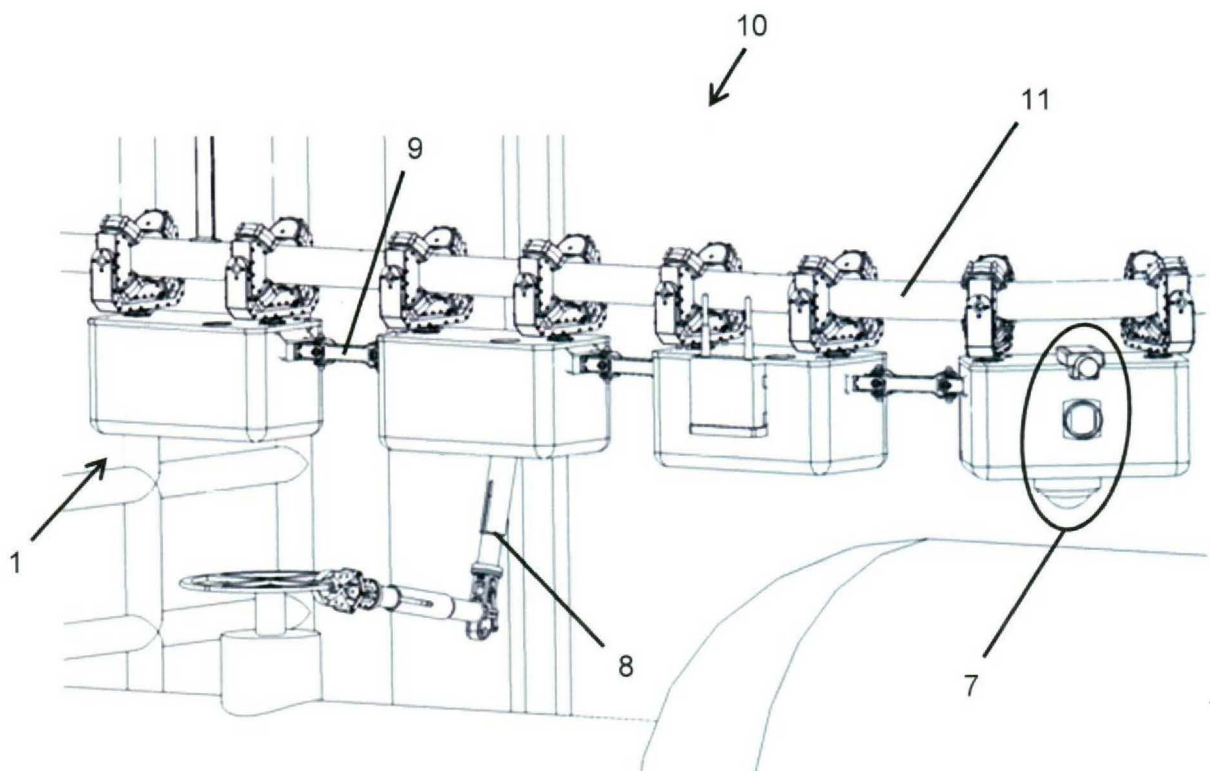


Figura 2

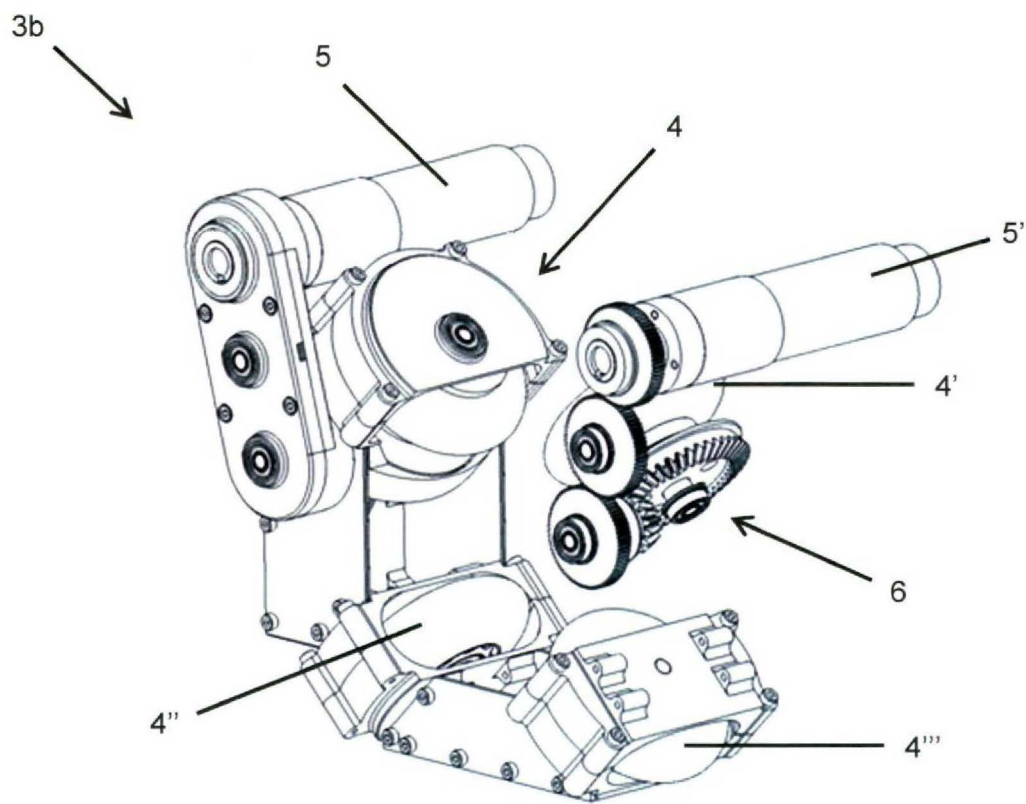


Figura 5

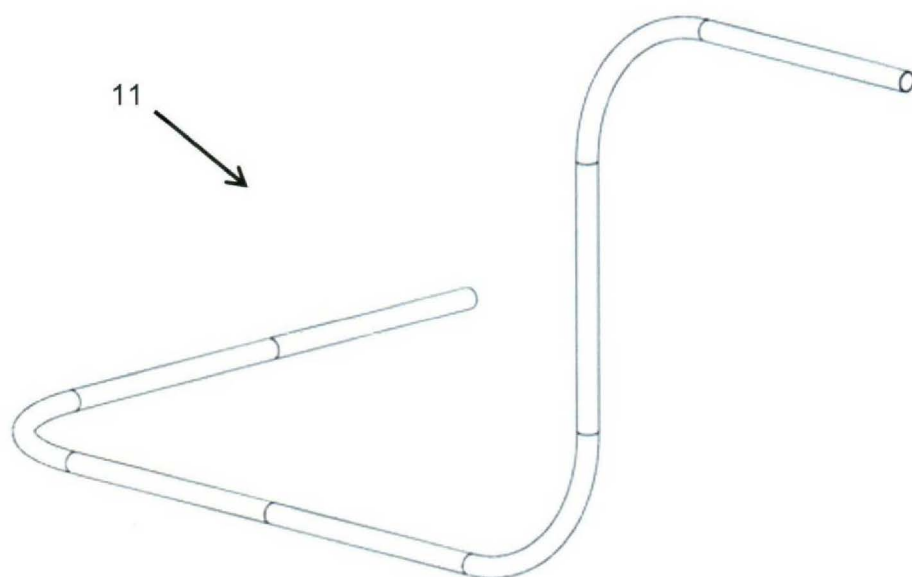


Figura 6

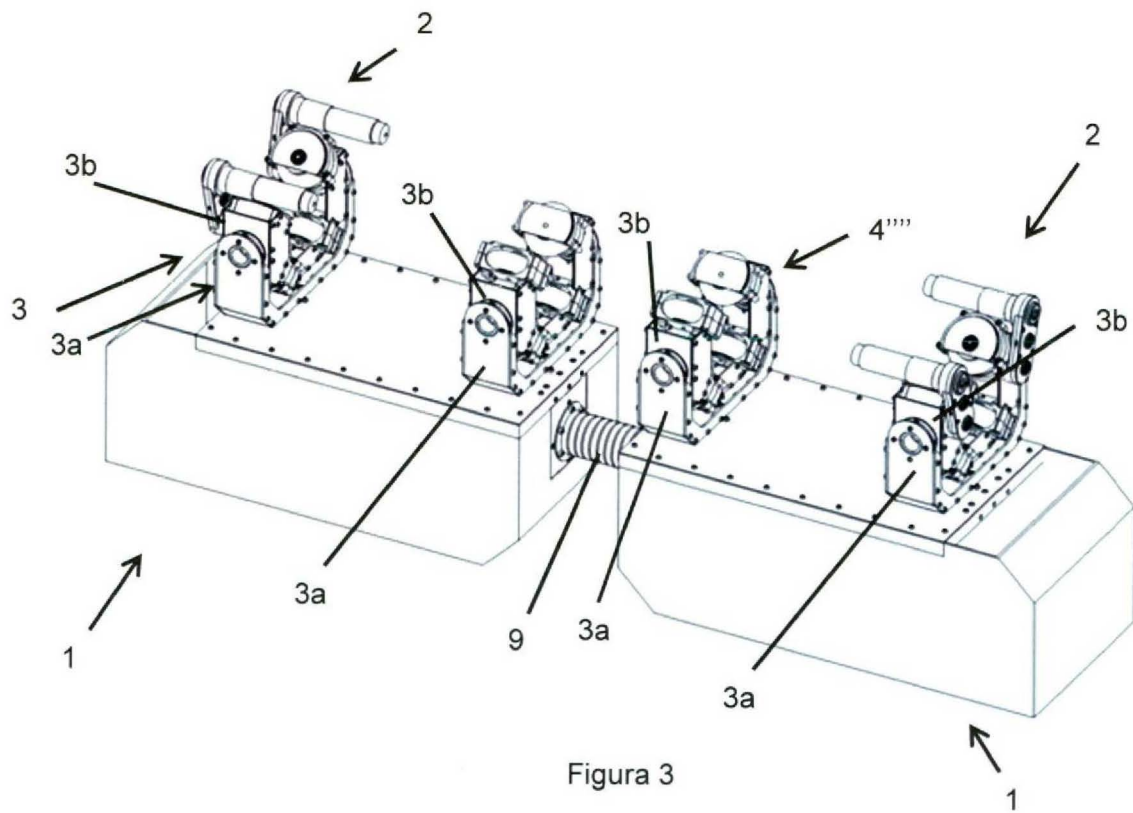


Figura 3

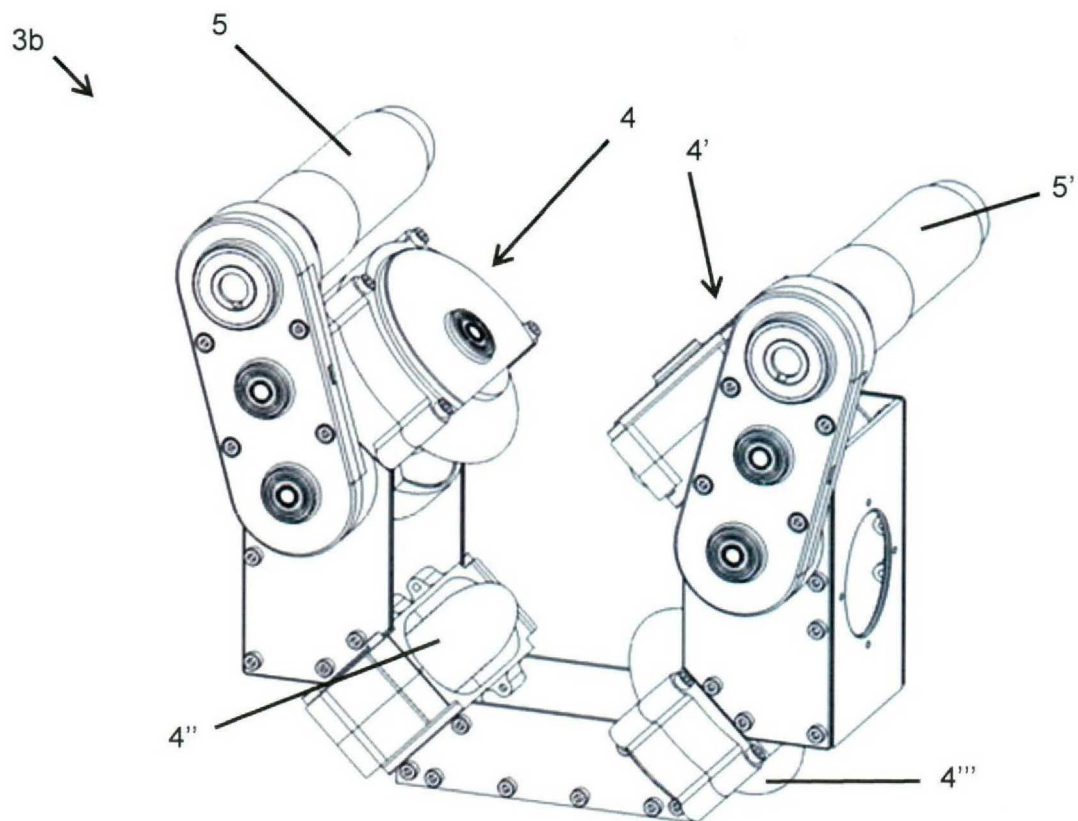


Figura 4

RESUMO**“EQUIPAMENTO ROBÓTICO DE INSPEÇÃO”**

A presente invenção refere-se a um equipamento robótico de inspeção (10) que compreende pelo menos um par de módulos robóticos (1) conectados entre si por meio de uma junta articulada (9) e dotados de pelo menos um dispositivo de deslocamento (2) acoplado a um trilho (11); o dispositivo de deslocamento (2) compreendendo pelo menos um par de suportes pivotados (3); pelo menos um dos módulos robóticos (1) compreendendo um pelo menos um dentre um sistema de instrumentação (7) e um braço manipulador (8).

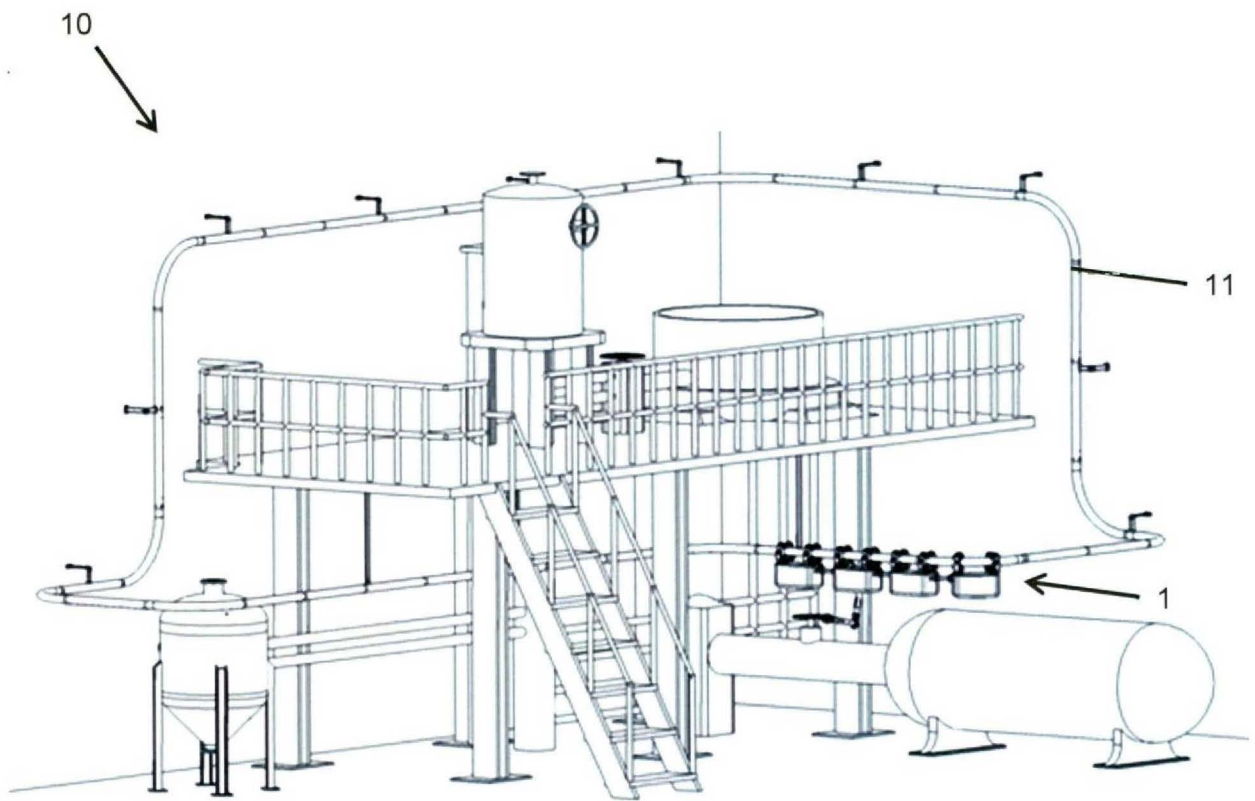


Figura 1

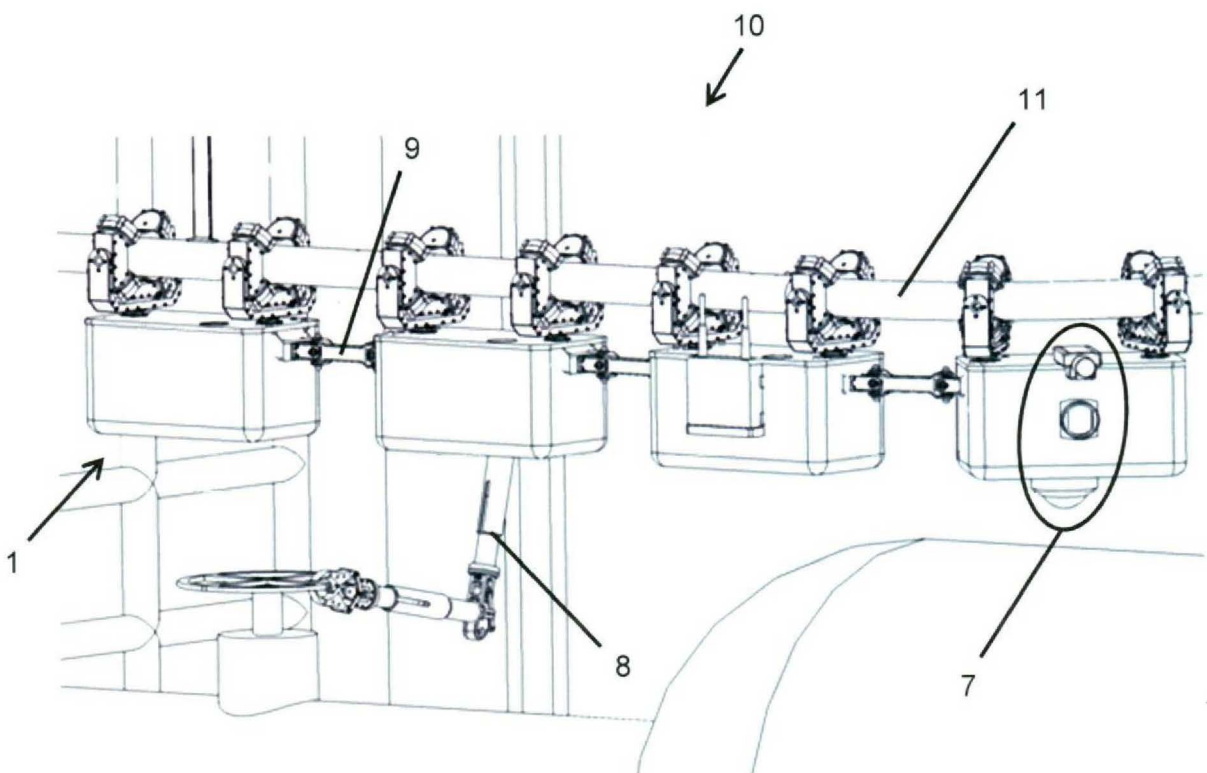


Figura 2