



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

(21) **PI0805535-1 A2**



* B R P I 0 8 0 5 5 3 5 A 2 *

(22) Data de Depósito: 30/12/2008
(43) Data da Publicação: 08/09/2010
(RPI 2070)

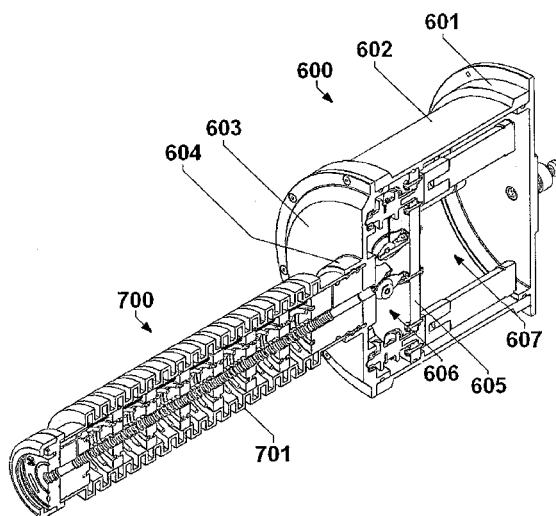
(51) *Int.Cl.:*
F16L 55/28

(54) Título: **EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAL DE DIFÍCIL ACESSO**

(73) Titular(es): Daniel Almeida Camerini, Felipe dos Santos Scofano, Rodrigo Carvalho Ferreira

(72) Inventor(es): Daniel Almeida Camerini, Felipe dos Santos Scofano, Rodrigo Carvalho Ferreira

(57) **Resumo:** EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO É relatado na presente invenção, um equipamento para ser utilizado no interior de tubulações com ou sem fluido, que estejam pressurizadas ou não, com diferentes diâmetros ou que apresentem bifurcações ou barreiras, mas não limitado a estes cenários apenas. Basicamente o equipamento compreende um módulo veículo (V) e um módulo manipulador robótico (MR) integralmente acoplados. O módulo veículo (V) é autopropelido, ligado e controlado de uma central de controle (CO) à distância, por meio de um cabo umbilical (502). O módulo manipulador robótico (MR) encontra-se ligado e posicionado à frente do módulo veículo (V), também recebe os comandos de posicionamento e de funções a partir da central de controle (CO) à distância e, em sua extremidade, apresenta possibilidades de conexão de ferramentas e dispositivos de inspeção diferentes.





EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção encontra seu campo de aplicação dentre os
5 equipamentos destinados a realizar inspeções ou intervenções pelo
interior de espaços considerados de difícil acesso, como por exemplo,
interior de dutos, tubulações, galerias, no interior dos quais pode ter a
presença de fluido ou não, assim como podem ser pressurizados ou não.
Adicionalmente, dentre as características destes espaços, eles podem
10 apresentar diferentes diâmetros internos, geometrias, bifurcações ou
barreiras.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Tubulações em geral são usadas no transporte de líquidos ou
gases.

15 Um transporte de líquidos e gases pelo interior de tubulações pode
ser efetuado de forma pressurizada ou não, dependendo da aplicação e da
natureza do fluido que é transportado em seu interior. Em termos de
líquidos, a natureza vai desde água potável até água servida, ou produtos
químicos liquefeitos.

20 Os líquidos e gases podem estar misturados entre si e,
adicionalmente, conterem partículas sólidas misturadas.

Em um caso particular que envolve parques industriais, todas as
indústrias, sem exceção, utilizam tubulações e é essencial que os
operadores conheçam, o mais que puderem, as condições estruturais
25 dessas tubulações.

Uma das formas de verificação das condições internas de uma
tubulação é promover a passagem de um equipamento pelo interior desta
tubulação. O propósito dessa passagem pode ser uma limpeza interna em
manutenção de rotina ou uma inspeção da estrutura da parede desta
30 tubulação.

O equipamento referido acima é conhecido na técnica pelo termo "pig", que será utilizado daqui por diante. Os pigs normalmente são lançados pelo interior de uma tubulação aproveitando a pressão do próprio escoamento no interior da tubulação. Quanto ao tipo, este equipamento é classificado em dois grupos principais: pig com copos e o pig espuma.

No primeiro grupo, os pigs utilizam um corpo com copos que têm o diâmetro da tubulação e utilizam a pressão do próprio escoamento para que se efetue o deslocamento ao longo da tubulação. A função principal é promover uma espécie de raspagem de materiais que se depositam ao longo do tempo pelas paredes internas, acumulam e começam a restringir a vazão do escoamento. Este tipo de pig pode carregar, eventualmente, uma instrumentação para inspeção do interior da tubulação por meios não visuais.

Os pigs, tanto o de copos quanto o de espuma, tornam-se problemáticos a partir do momento que, uma vez lançados, eles se encontram à mercê do escoamento no interior da tubulação, ou seja, durante a operação de desobstrução ou inspeção, os equipamentos não apresentam qualquer possibilidade de controle.

Mesmo que seja experimentada uma tentativa de controle, por exemplo, pela restrição da vazão de fluido, esta pode acarretar uma parada do pig no meio do trajeto. Por outro lado, uma velocidade muito alta, pode acarretar que um determinado trecho não tenha uma detecção apurada de falhas por não ter a precisão necessária para uma interpretação segura.

A mudança de diâmetros ao longo da tubulação também é limitadora na eficiência de operação de um pig. Pode acarretar na sua parada tanto por perda de pressão de fluido do escoamento no caso de um diâmetro menor para um maior, quanto no engaste no caso de um diâmetro maior para um diâmetro menor.

Os pigs exigem algumas condições de utilização no interior de uma

tubulação e, dentre várias, podem ser apontadas: não ter algum equipamento que seja intrusivo na tubulação ao longo do trajeto do pig, a tubulação ser isenta de bifurcações, a tubulação ser isenta de mudanças bruscas de diâmetro, a tubulação apresentar um raio mínimo em curvaturas e de ser obrigatória a existência de equipamentos lançadores e 5 recebedores, etc.

Os pigs são equipamentos muito utilizados, funcionam, porém são adequados a situações onde seu controle de comportamento não é fundamental, tornando sua aplicabilidade bem específica.

10 No entanto existem outras situações onde espaços de difícil acesso podem ocorrer, como por exemplo, dutos de água potável e manilhamento para águas servidas, sejam provenientes de indústrias, ou de águas pluviais ou esgoto sanitário, galerias estreitas de cavernas, corredores de sítios arqueológicos, condutores de ar e, nestes casos, há a necessidade 15 de um veículo que apresente uma flexibilidade de deslocamento e controle não só para este deslocamento, como para realizar uma operação de interesse no local.

TÉCNICA RELACIONADA

Uma outra classe de equipamentos é utilizada para a inspeção de 20 espaços de difícil acesso, mas ainda se referindo ao interior das tubulações.

Esses equipamentos normalmente são veículos que se deslocam, na maioria das vezes, por meio da ação de cabos de tração. Podem ser providos de rodas ou não. Também podem ser movidos por meio de 25 motores embarcados.

Um exemplo deste tipo de equipamento pode ser encontrado no documento US 4,607,925 (Adek Corporation), aqui inserido como referência, pode ser observado um trem formado por, pelo menos dois módulos interligados, sendo um deles, necessariamente, uma câmera. 30 Esses módulos são tracionados por um cabo pelo interior da tubulação

enquanto a câmera fotografa falhas e outros problemas existentes para uma análise posterior mais detalhada.

O documento US 4,677,472 (Insituform Group Limited), aqui inserido como referência, também apresenta um equipamento que também é puxado por um cabo, o qual é responsável, também, pela condução de energia e de dados captados. Na extremidade deste cabo encontra-se uma câmera de televisão. O equipamento é dotado de um sistema de roldanas que prende o cabo trator e que, a cada comando, pode mudar a direção da câmera, com a finalidade de visualizar uma área de bifurcação lateral e, visualmente, inspecionar as condições dessa área.

O documento US 4,938,167 (Kubota Ltd. e outros), descreve um veículo auto-propelido que se desloca pelo interior de uma tubulação para execução de serviços, como por exemplo, a aplicação de uma camada de revestimento no interior dessa tubulação por meio de uma cabeça giratória.

O que foi possível observar, tanto nos exemplos acima, quanto em outros do gênero espalhados na técnica, é a falta de flexibilidade que esses equipamentos apresenta, seja em termos da diversificação dos serviços que podem ser executados, seja em termos de limitação pelo tipo de ambiente de serviço, assim como as condições de deslocamento nesses ambientes.

A técnica se ressentia de um equipamento que possa ser deslocado com facilidade, que tenha capacidade de poder ser ajustado para o serviço a ser executado, ou seja, que tenha a capacidade de portar vários tipos de ferramentas, manipuladores e eletrônica adequada.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Refere-se a presente invenção a um equipamento controlado de uma central de controle à distância para a realização de inspeções e intervenções no interior de espaços de difícil acesso.

O equipamento pode ser utilizado no interior de tubulações com ou

sem fluido, que estejam pressurizadas ou não, com diferentes diâmetros ou que apresentem bifurcações ou barreiras, mas não limitado a estes cenários apenas. O equipamento objeto da presente invenção também pode ser utilizado em outros cenários de difícil acesso e geometria diversa
5 à tubular como dutos condutores de ar, galerias estreitas em cavernas, corredores de sítios arqueológicos, etc.

Não estão excluídas aplicações para a presente invenção em cenários semi-abertos ou mesmo abertos, como por exemplo, operações de procura e resgate entre escombros, de desmoronamentos de
10 edificações, operações de manuseio de materiais perigosos, desarmamento de bombas, operações de segurança como vigilância e assistência a policiais, etc.

As operações exemplarmente citadas acima e outras só se restringem às limitações físicas (dimensões) do próprio equipamento e
15 algumas especificações de projeto que podem tornar sua utilização inadequada, como por exemplo, pressão máxima do ambiente de trabalho, condições de temperatura, alguns tipos de terreno, entre poucas.

Basicamente o equipamento compreende um módulo veículo e um módulo manipulador robótico integralmente acoplados.

20 O módulo veículo é autopropelido, ligado e controlado de uma central de controle à distância, por meio de um cabo umbilical onde, este último, é o responsável pelo transporte da potência requerida para que o veículo funcione e pelo transporte de dados enviados ao veículo sob forma de comandos e dados recebidos, tanto das ferramentas que efetuam
25 coleta de dados quanto da eletrônica embarcada, sob forma de parâmetros.

O módulo manipulador robótico encontra-se ligado e posicionado à frente do módulo veículo, também recebe os comandos de posicionamento e de funções a partir da central de controle à distância e, em sua
30 extremidade, apresenta uma interface de conexão que abre várias

possibilidades de utilização de ferramentas e dispositivos de inspeção diferentes como serras, garras, câmeras, sensores, etc.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

5 A Figura 1 é uma representação de uma possível concretização da presente invenção inserida no interior de uma tubulação (em corte).

A Figura 2 é uma representação em corte longitudinal da concretização da Figura 1 mostrando em detalhes o sistema de tração do módulo veículo e o sistema de tensionamento.

10 A Figura 3 é uma representação em corte longitudinal da concretização da Figura 1, mostrando os componentes para movimentação do flange frontal, do módulo eletrônico de controle e, em outros detalhes o sistema de tração do módulo veículo.

A Figura 4 é uma representação da forma de movimentação do flange frontal por efeito dos componentes mostrados na Figura 3.

15 A Figura 5 é uma representação em perspectiva e em corte longitudinal do módulo manipulador robótico.

A Figura 6 é uma representação sólida em vista lateral do módulo manipulador robótico da Figura 5.

20 A Figura 7 é uma representação da estrutura central do módulo manipulador robótico.

A Figura 8 é uma representação do espaçador de base do módulo manipulador robótico.

A Figura 9 é uma representação do espaçador de extremidade do módulo manipulador robótico.

25 A Figura 10 é uma representação do espaçador interno do módulo manipulador robótico.

A Figura 11 é uma representação de uma segunda possível concretização da presente invenção inserida no interior de uma tubulação (em corte).

30 As Figuras 12A e 12B mostram representações variantes para o

sistema de tração do módulo veículo.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

5 A descrição detalhada do equipamento para inspeção e intervenção em locais de difícil acesso, objeto da presente invenção, será feita de acordo com a identificação dos componentes que os formam, com base nas Figuras acima descritas.

10 O equipamento objeto da presente invenção apresenta capacidade para ser adaptado e executar, dentre muitas outras funções, as seguintes soluções de serviço em um único tipo de cenário de aplicação exemplar, no caso, uma tubulação:

- Instalação: Verificação de especificações de uma tubulação para determinar a aptidão desta para realizar um transporte de fluido adequadamente. Utilização de sensor e ferramenta para medir inclinação, desobstrução da linha, excentricidade, juntas defeituosas ou outros

15 defeitos de construção;

- Manutenção (Inspeção e limpeza): Verificação de áreas onde sedimentos podem ser removidos, lugares parcialmente obstruídos, comprometidos, verificação de não-conformidades por meio de câmeras e sensores, processamento de dados para análises futuras;

20 - Reabilitação: Busca e localização de áreas obstruídas e defeituosas com posterior intervenção para a correção de defeitos sem necessidade de substituição da linha; e,

- Apoio: reboque de equipamentos e ferramentas para o interior ou exterior das tubulações.

25 Diante das várias possibilidades de serviço que foram enumeradas acima e, antes de iniciar a descrição detalhada, deve ser esclarecido que, doravante, será adotado a mero título de exemplo de aplicação do equipamento objeto da presente invenção, um equipamento adaptado para realizar inspeção do interior de uma tubulação por meio de um

30 sensor.

Diversos são os componentes que tem uma mesma função independente da localização ou ligação a outros componentes e, por isso, receberão referências iguais e genéricas, a menos que desempenhe uma função muito específica, quando então receberá uma denominação complementar e referência diferente:

5 - ao componente nomeado de “motor elétrico” terá como referência única, motor elétrico (ME);

- o componente nomeado de “módulo de monitoração” terá como referência única, módulo de monitoração (MM);

10 - o componente nomeado de “corrente” terá como referência única, corrente (C);

- o componente nomeado de “coroa dentada” terá como referência única, coroa dentada (CD);

15 - os componentes nomeados genericamente de “roda”, independente de sua função, terá como referência única, roda (R);

- o componente nomeado “caixa de redução” terá como referência única, caixa de redução (CR);

- o componente nomeado “módulo de eletrônica” terá como referência única, módulo de eletrônica (E).

20 - o componente nomeado “central de controle” terá como referência única, central de controle (CO);

- “tubulação” será nomeada genericamente como tubulação (T).

O equipamento objeto da presente invenção pode ser dividido em dois módulos funcionais que estão integralmente acoplados para, solidariamente, executarem um determinado serviço. Um primeiro módulo é denominado veículo (V) e um segundo módulo é denominado manipulador robótico (MR), ligado à parte frontal do veículo. A Figura 1 mostra em uma representação em perspectiva, um aspecto para uma concretização possível do equipamento da presente invenção no interior de uma tubulação para a execução de uma atividade.

25

30

O primeiro módulo, o veículo (V), pode ser mais bem observado em relação a alguns de seus componentes, com o auxílio ainda da Figura 1 e com o auxílio da Figura 2 e, basicamente, compreende:

- 5 - um chassi (100) que por sua vez compreende uma estrutura superior (101) e uma estrutura inferior (102), para facilitar a montagem e desmontagem dos vários componentes que formam este veículo (V) e que ficam alojados internamente ao espaço das duas estruturas (101, 102) quando estiverem entrefechadas;
- 10 - um sistema de tração (200), que pode ser observado em detalhes, agora com o auxílio da Figura 2, ligado à estrutura inferior (102) do chassi, compreende um motor elétrico de tração (201) acoplado a um módulo de monitoração (MM), uma caixa de transmissão (202) ligada ao eixo do motor elétrico de tração (201), distribui o torque recebido a um primeiro eixo (203), que por sua vez é ligado às rodas (R) frontais do veículo (V);
15 observando agora a Figura 3, ainda neste primeiro eixo (203), encontra-se uma primeira coroa dentada (CD), na qual é encaixada uma corrente (C) que transmite torque do primeiro eixo (203) para uma segunda coroa dentada (CD) que está ligada a um segundo eixo (204) e, a este último, se ligam as rodas (R) traseiras do veículo (V);
- 20 - um sistema de tensionamento (300), em perspectiva na Figura 1 e, em seus componentes na Figura 2, ligado à estrutura superior (101) do chassi (100), compreende um braço (301), com posicionamento longitudinal em relação ao veículo (V), ligado por uma de suas extremidades à estrutura superior (101) do chassi (100) por meios que possibilitam seu movimento
25 para cima e para baixo como um mancal (3011); possui próximo à sua outra extremidade, pelo menos duas rodas (R) fixas em um balancim (302), na região próxima à metade deste braço (301), liga-se uma extremidade de, pelo menos um dispositivo amortecedor (303), que pode ser, por exemplo, um cilindro hidráulico (na representação, dois cilindros
30 hidráulicos encontram-se representados), o qual se liga por sua outra

extremidade a um apoio deslizante (304) que se desloca por efeito de um fuso (305) sem fim, fuso (305) que recebe torque por meio de uma caixa de engrenagens (306) de um motor elétrico (ME) acoplado a um módulo de monitoração (MM);

- 5 - um flange frontal (400), referenciado na Figura 1 e em seus componentes na Figura 3, em formato de uma placa, serve para conexão entre o veículo (V) e o manipulador robótico (MR) e para proporcionar um posicionamento relativo entre estes últimos, subindo ou descendo quando desejado (ilustrado na Figura 4), onde a conexão entre o flange frontal (400) e o
- 10 veículo (V) é feita por meio de quatro barras laterais (401) móveis instaladas na estrutura inferior (102) do veículo (V), que por sua vez recebem torque transmitido por correntes (C) de uma caixa de redução (CR), ligada ao eixo de um motor elétrico (ME) acoplado a um módulo de monitoração (MM), onde o flange frontal (400), adicionalmente, possui uma
- 15 câmera de televisão (402) convencional e holofotes (403);
- um módulo eletrônico de controle (500), ilustrado na Figura 3, fixado na estrutura inferior (102) do veículo (V), é destinado a receber e distribuir todos os sinais referentes à potência para todos os motores elétricos (ME, 201) do veículo (V) e de comando das funções deste veículo (V) e de
- 20 enviar sinais referentes a dados recolhidos, conecta-se a uma central de controle (CO) à distância por meios que podem ser escolhidos entre: uma conexão do tipo conector submarino (501), localizada na parte traseira do veículo (V) com cabo umbilical (502) e, sinais de rádio frequência e ser equipado com bateria embarcada (esta última opção não mostrada em
- 25 qualquer Figura).

O segundo módulo, o manipulador robótico (MR), pode ser visto a partir de agora com o auxílio da Figura 5 em uma vista em perspectiva, da Figura 6 em vista lateral e compreende:

- um vaso de controle (600), observado com o auxílio da Figura 5, liga-se
- 30 fixamente ao flange frontal (400) do veículo (V), (ligação que não será

mostrada em qualquer das Figuras a seguir a título de simplificação), por meio de uma tampa traseira (601) fixada em uma extremidade de um habitáculo (602) de parede substancialmente cilíndrica o qual, por sua outra extremidade, possui fixada uma tampa frontal (603) que apresenta

5 uma interface de encaixe (604); com o auxílio conjunto das Figuras 5 e 6, observa-se que, internamente, o vaso de controle (600) possui um flange interno (605) que divide o interior do habitáculo (602) em um compartimento dianteiro (606) e um compartimento traseiro (607); em uma

10 face do flange interno (605), arbitrada aqui como face traseira (608) do flange interno (605) fixam-se, pelo menos, três caixas de redução (CR), ligadas ao eixo de três motores elétricos (ME) acoplados a três módulos de monitoração (MM) que ocupam o interior do compartimento traseiro (607) em conjunto com módulos de eletrônica (E) e, na outra face arbitrada aqui como face frontal (609) do flange interno (605), encontram-se fixadas,

15 pelo menos, três polias (610) com meios de engate para cabos de aço (611), cada polia (610) encaixada em cada eixo de cada caixa de redução (CR) de cada motor elétrico (ME) e, ainda nesta face frontal (609), também estão fixadas três roldanas (612) para direcionamento dos cabos de aço (611), onde este conjunto de polias (610) e roldanas (612) ocupam o

20 interior do compartimento dianteiro (606); e,

- um braço robótico (700), que pode ser visto ainda na Figura 6, apresenta ao longo de seu comprimento uma capa (701) (referenciada na Figura 5) de material resiliente, que protege em seu interior: um espaçador de base (702), o qual é fixado externamente à tampa frontal (603) do vaso de

25 controle (600); uma estrutura central (703) com capacidade de flexão, por exemplo, como uma mola, tem atuação de sustentação como se fôsse uma coluna vertebral, é ligada por uma de suas extremidades ao espaçador de base (702) e, na outra extremidade, é ligada a um espaçador de extremidade (704); entre o espaçador de base (702) e o

30 espaçador de extremidade (704), monta-se uma pluralidade de

espaçadores internos (705) intercalados com uma pluralidade de molas internas (706), levemente comprimidas, responsáveis por aplicar tensão a cada um dos espaçadores internos (705) e mantê-los, junto com a estrutura central (703), em uma direção reta.

5 A estrutura central (703) pode ser vista em mais detalhes na Figura 7 e pode ser observado que ela apresenta um formato de mola, pelo interior da qual, passam os cabos eletrônicos e de controle de ferramentas, que tem uma função análoga a uma coluna vertebral, podendo ser, mas não somente, formada por diferentes passos de
10 helicóides que podem ser classificados como um primeiro passo (7031) e um segundo passo (7032), que se intercalam ao longo do comprimento da estrutura central (703) e que terminam em um primeiro prolongamento ortogonal (7033) ao eixo longitudinal e um segundo prolongamento ortogonal (7034) ao eixo longitudinal alinhado ao primeiro prolongamento
15 ortogonal (7033) de modo que fiquem paralelos.

O espaçador de base (702), mostrado em mais detalhes na Figura 8, é uma peça cilíndrica que tem um furo central (7021) que serve para inserção da estrutura central (703) e para a passagem de cabos de eletrônica; tem, pelo menos, três furos eqüidistantes (7022) ao furo central
20 (7021) e próximos à periferia, distribuídos em forma de triângulo equilátero neste caso, que serve, cada um para a passagem de um cabo de aço (611); na região de fixação com a interface de encaixe (604) de fixação à tampa dianteira (601), apresenta ranhuras perimetrais (7023) externas onde são encaixados anéis de vedação ("o'ring") (não mostrados); na face
25 frontal (7024) apresenta um rebaixo (7025) que serve para inserção de uma extremidade de uma mola interna (706); tem, adicionalmente, um rasgo radial (7026) até seu eixo de geratriz para encaixe e fixação do primeiro prolongamento ortogonal (7033) de uma das extremidades da estrutura central (703) por meios de fixação que são inseridos em dois
30 alojamentos tangenciais (7027) e ortogonais a este rasgo radial (7026).

Os meios de fixação são parafusos.

O espaçador de extremidade (704), mostrado em mais detalhes na Figura 9, é uma peça cilíndrica, tem um furo central (7041) que serve para inserção da estrutura central (703), para a passagem de cabos de eletrônica, para cabos de acionamento de ferramentas e tem, pelo menos, três furos equidistantes (7042) ao furo central e próximo à periferia, distribuídos em forma de triângulo equilátero neste caso que serve, cada um, para a passagem de um cabo de aço (611); na região de encaixe com a interface de uma ferramenta, apresenta ranhuras perimetrais (7043) externas onde são encaixados anéis de vedação ("o'ring") (não mostrados); na face frontal (7044) apresenta um rebaixo (7045) que serve para inserção de uma extremidade de uma mola interna (706); tem, adicionalmente, um rasgo radial (7046) até seu eixo de geratriz para encaixe e fixação do segundo prolongamento ortogonal (7034) da outra extremidade da estrutura central (703) por um meio de fixação que é inserido em um alojamento tangencial (7047) e ortogonal a este rasgo radial (7046). Na parte frontal do espaçador da extremidade (704) é fixada uma conexão universal (não mostrada) responsável por permitir o acoplamento das ferramentas e sensores no braço.

Os meios de fixação citados anteriormente são parafusos.

O espaçador interno (705), mostrado em mais detalhes na Figura 10, é uma peça cilíndrica, mais delgada que os espaçadores de base (702) e de extremidade (704), atuam como as vértebras da coluna vertebral, tem um furo central (7051) que serve para a inserção da estrutura central (703) e tem, pelo menos, três furos equidistantes (7052) ao furo central (7051), próximo à periferia, distribuídos em forma de triângulo equilátero neste caso que serve, cada um, para a passagem de um cabo de aço (611); em ambas as faces circulares (7053), encontram-se rebaixos (7054) que servem para inserção em cada um, de uma extremidade de uma mola interna (706) e tem, adicionalmente, um rasgo radial (7055) até seu eixo

de geratriz para permitir a passagem do primeiro prolongamento ortogonal (7033) da estrutura central (703).

5 A mola interna (706), referenciada na Figura 6, é uma mola convencional de resistência moderada e passo de helicóide não muito curto, tem um diâmetro interno adequado para ser inserido nos rebaixos (7054, 7045 e 7025) tanto do espaçador interno (705), quanto no espaçador de extremidade (704) quanto do espaçador de base (702).

10 A altura de operação do equipamento da presente invenção pode ser ajustada em casos nos quais as paredes ou o diâmetro do espaço pelo qual ele está trafegando é grande, limitando a utilização do braço robótico que fica distanciado de uma parte mais alta, por causa de uma pequena altura entre o veículo (V) e o chão por onde ele trafega, fato que leva a uma segunda concretização possível para a presente invenção.

15 Nesta segunda concretização, que pode ser observada em detalhes com o auxílio da Figura 11, o ajuste de altura é manual, caracterizado pela retirada das rodas (R) convencionais do veículo (V) tanto do primeiro eixo (203) quanto do segundo eixo (204), com substituição destas rodas (R) por coroas dentadas (CD) e inclui a fixação no exterior do fundo da estrutura inferior (102) de uma estrutura elevadora (EV) que, por sua vez,
20 compreende: um mancal dianteiro (800) com um novo eixo dianteiro (801) provido de coroas dentadas (CD) e rodas (R) e de um mancal traseiro (802) com um novo eixo traseiro (803) provido também de coroas dentadas (CD) e rodas (R), mancais (800, 802) que são interligados por uma barra horizontal (804), e ligam-se à estrutura inferior (102) por pilares
25 (805) os quais podem ter várias medidas de acordo com o posicionamento ou centralização que se queira dar ao equipamento e, adicionalmente, a transmissão de torque entre o primeiro eixo (203) e o novo eixo dianteiro (801), assim como do segundo eixo (204) para o novo eixo traseiro (803) é feita por meio de correntes (C).

30 A partir de um sinal enviado pelo operador, o módulo eletrônico

(500) retransmite o comando ao motor elétrico de tração (201), que fornece o torque comandado às rodas (R) frontais por meio da caixa de transmissão (202), o torque é repassado às rodas (R) traseiras por meio da corrente (C) encaixada nas coroas dentadas (CD) do primeiro eixo (203) e do segundo eixo (204); tanto a velocidade quanto o sentido do deslocamento impresso pela rotação do motor elétrico de tração (201) são controláveis, de modo que a maior ou menor rotação do motor elétrico de tração (201) é responsável por maior ou menor velocidade do equipamento.

10 Uma terceira concretização relacionada com a forma de tração do equipamento, mostrada esquematicamente nas Figuras 12A e 12B, que pode ser aplicada tanto à primeira concretização quanto à segunda concretização, modifica a possibilidade de deslocamento do equipamento e compreende a adição de um segundo motor elétrico de tração (901) e de
15 uma segunda caixa de transmissão (902) (Figura 12A) de modo que o motor elétrico de tração (201) já existente fique responsável pelo acionamento e movimentação das rodas (R) de um lado do equipamento, enquanto o segundo motor de tração (901) adicional fique responsável pelo acionamento e movimentação das rodas (R) do lado oposto, o que
20 possibilita uma movimentação das rodas (R) de modo lateralmente independente, abre a possibilidade do uso de esteiras (903) (Figura 12B) em lugar de rodas (R), conhecidas comumente como lagartas e vastamente utilizadas em tanques e escavadeiras e, adicionalmente, imprime ao equipamento capacidade de manobra para execução de
25 trajetórias curvas, assim como rotacionar em torno de seu próprio eixo.

O braço (301) do sistema de tensionamento (300) tem a função de fazer com que as rodas (R) do equipamento tenham mais atrito com a parede da tubulação (T) ou solo em ambiente fechado, de modo a aumentar a capacidade de reboque de cargas elevadas e, até mesmo, de
30 suportar seu próprio peso em trechos inclinados ou mesmo verticais.

Quando o fuso (305) é acionado, sua rotação provoca o deslocamento do apoio deslizante (304), conseqüentemente, aproxima ou afasta este último da traseira do equipamento e desta forma, levanta ou abaixa o braço (301) e pressiona as rodas (R) do balancim (302) contra a parte superior da tubulação (T) ou do teto por onde o equipamento se desloca.

O braço robótico (700), como já foi mencionado anteriormente, pode ter sua altura ajustada, adicionalmente, por meio do deslocamento para cima ou para baixo do flange frontal (400), por ação das barras laterais (401) que estão ligadas ao motor elétrico (ME), de modo que, quando o motor elétrico (ME) é acionado, as barras laterais (401) se movimentam para cima ou para baixo junto com o flange frontal (400) e aproximam a extremidade do braço robótico (700) e, conseqüentemente, a ferramenta que está adaptada nele, mais próxima à parede ou ao objeto que precisa ser inspecionado.

Ainda em relação ao braço robótico (700), os cabos de aço (611) são responsáveis pela movimentação da sua parte flexível e, por meio do controle combinado do comprimento de cada cabo de aço (611), permite a movimentação do braço robótico (700) ao longo de todo o espaço passível de ser alcançado.

O controle do comprimento de cada cabo de aço (611) é feito a partir do acionamento de um motor elétrico (ME) ligado à polia (610) na qual o cabo de aço (611) é firmemente conectado e, a partir do enrolamento deste último à polia (611), o braço robótico (700) se curva e, volta a ficar reto por efeito do desenrolamento do cabo de aço (611) e pela tensão causada pelas molas internas (706).

O braço robótico (700) pode ser composto por várias seções, que serão chamadas daqui por diante de elos, as quais são capazes de movimentar-se de forma independente.

Desta forma, um primeiro elo seria ser composto como já descrito

mais acima. Um segundo elo daria continuidade ao primeiro elo da seguinte forma: se o primeiro elo se movimenta com três cabos de aço (611), estes são fixados em um dos espaçadores internos (705) em vez de um espaçador de extremidade (704), que será chamado de final de elo, sem referência. Este final de elo, assim como os outros espaçadores internos (705) do primeiro elo, agora possuem o dobro de furos equidistantes (7052). Desta forma, três cabos de aço (611) passam pelo final de elo para que sirvam de movimentação para o segundo elo e assim por diante. Esta concretização não é mostrada em seus detalhes em qualquer figura por estar compreendida dentro do escopo da presente invenção.

O equipamento da presente invenção, suficientemente descrito acima tanto em seus componentes como em suas funções, apresenta como vantagens e funcionalidades operacionais em relação a seus módulos:

- módulo veículo (V):
 - autonomia para percorrer grandes distâncias;
 - força de tração capaz de rebocar ferramentas e acessórios de peso elevado;
 - mobilidade em ambientes fechados inclinados ou mesmo vertical;
 - operação em ambientes parcial ou totalmente inundados ou pressurizados;
 - para tubulações, possibilidade de adaptação para diversos diâmetros;
 - utilização de energia limpa e de baixo consumo;
 - controle de tração de movimentação com possibilidade de ser em conjunto, com rodas dependentes e movimentação somente para frente ou para trás, ou independente, com rodas ou esteiras independentes, passível de realizar curvas ou giro;
- módulo braço robótico:

- flexível ao longo de todo seu comprimento;
 - construtividade modularizada;
 - utilização de energia limpa e de baixo consumo;
 - facilidade de manutenção;
- 5
- a interação sem prejuízo ao ambiente, permite operar com segurança na interagir com seres humanos;
 - pode apresentar vários graus de liberdade de movimentação dependendo do número de cabos e de motores;
 - acoplamento de várias ferramentas por meio de interface de
- 10
- conexão universal na extremidade;
 - sensibilidade para implementar a utilização de software de controle com realidade virtual.
 - possibilidade de o braço robótico poder ser composto por vários elos, cada qual com movimentação independente.
- 15
- possibilidade de cada elo poder ser construído com comprimentos e diâmetros diferentes.

Embora a presente invenção tenha sido descrita em sua forma de realização preferida, o conceito principal que norteia a presente invenção que é um equipamento destinado a realizar inspeções ou intervenções pelo interior de espaços considerados de difícil acesso, se mantém preservado quanto ao seu caráter inovador, onde aqueles usualmente versados na técnica poderão vislumbrar e praticar variações, modificações, alterações, adaptações e equivalentes, cabíveis e compatíveis ao meio de trabalho em questão, sem, contudo se afastar da abrangência do espírito e escopo da presente invenção, que estão representados pelas reivindicações que se seguem.

20

25

REIVINDICAÇÕES

1 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, caracterizado por compreender:

- um módulo veículo (V) que por sua vez compreende:

- 5 - um chassi (100) que por sua vez compreende uma estrutura superior (101) e uma estrutura inferior (102), para facilitar a montagem e desmontagem dos vários componentes que formam este veículo (V) e que ficam alojados internamente ao espaço das duas estruturas (101, 102) quando estiverem entrefechadas;
- 10 - um sistema de tração (200) ligado à estrutura inferior (102) do chassi, compreende um motor elétrico de tração (201) acoplado a um módulo de monitoração (MM), uma caixa de transmissão (202) ligada ao eixo do motor elétrico de tração (201), distribui o torque recebido a um primeiro eixo (203), que por sua vez é ligado às rodas
- 15 (R) frontais do veículo (V); ainda neste primeiro eixo (203), encontra-se uma primeira coroa dentada (CD), na qual é encaixada uma corrente (C) que transmite torque do primeiro eixo (203) para uma segunda coroa dentada (CD) que está ligada a um segundo eixo (204) e, a este último, se ligam as rodas (R) traseiras do veículo (V);
- 20 - um sistema de tensionamento (300), ligado à estrutura superior (101) do chassi (100), compreende um braço (301), com posicionamento longitudinal em relação ao veículo (V), ligado por uma de suas extremidades à estrutura superior (101) do chassi
- 25 (100) por meios que possibilitam seu movimento para cima e para baixo como um mancal (3011); possui próximo à sua outra extremidade, pelo menos duas rodas (R) fixas em um balancim (302), na região próxima à metade deste braço (301), liga-se uma extremidade de, pelo menos um dispositivo amortecedor (303), o qual se liga por sua outra extremidade a um apoio deslizante (304)
- 30 que se desloca por efeito de um fuso (305) sem fim, fuso (305) que

recebe torque por meio de uma caixa de engrenagens (306) de um motor elétrico (ME) acoplado a um módulo de monitoração (MM);

5 - um flange frontal (400) em formato de uma placa, serve para conexão entre o veículo (V) e o manipulador robótico (MR) e para proporcionar um posicionamento relativo entre estes últimos, subindo ou descendo quando desejado, onde a conexão entre o flange frontal (400) e o veículo (V) é feita por meio de quatro barras laterais (401) móveis instaladas na estrutura inferior (102) do veículo (V), que por sua vez recebem torque transmitido por correntes (C)

10 de uma caixa de redução (CR), ligada ao eixo de um motor elétrico (ME) acoplado a um módulo de monitoração (MM), onde o flange frontal (400), adicionalmente, possui uma câmera de televisão (402) convencional e holofotes (403);

15 - um módulo eletrônico de controle (500) fixado na estrutura inferior (102) do veículo (V), é destinado a receber e distribuir todos os sinais referentes à potência para todos os motores elétricos (ME, 201) do veículo (V) e de comando das funções deste veículo (V) e de enviar sinais referentes a dados recolhidos, conecta-se a uma central de controle (CO) à distância por meios que podem ser

20 escolhidos entre: uma conexão do tipo conector submarino (501), localizada na parte traseira do veículo (V) com cabo umbilical (502) e, sinais de rádio frequência e ser equipado com bateria embarcada;

e,

- um módulo manipulador robótico (MR) que por sua vez compreende:

25 - um vaso de controle (600), o qual liga-se fixamente ao flange frontal (400) do veículo (V) por meio de uma tampa traseira (601); fixada em uma extremidade de um habitáculo (602) de parede substancialmente cilíndrica o qual, por sua outra extremidade, possui fixada uma tampa frontal (603) que apresenta uma interface

30 de encaixe (604); internamente, o vaso de controle (600) possui um

flange interno (605) que divide o interior do habitáculo (602) em um compartimento dianteiro (606) e um compartimento traseiro (607); em uma face do flange interno (605), a face traseira (608) do flange interno (605), fixam-se, pelo menos, três caixas de redução (CR), ligadas ao eixo de três motores elétricos (ME) acoplados a três módulos de monitoração (MM) que ocupam o interior do compartimento traseiro (607) em conjunto com módulos de eletrônica (E) e, na outra face, a face frontal (609) do flange interno (605), encontram-se fixadas, pelo menos, três polias (610) com meios de engate para cabos de aço (611), cada polia (610) encaixada em cada eixo de cada caixa de redução (CR) de cada motor elétrico (ME) e, ainda nesta face frontal (609), também estão fixadas três roldanas (612) para direcionamento dos cabos de aço (611);

- um braço robótico (700) apresenta ao longo de seu comprimento uma capa (701) de material resiliente, que protege em seu interior: um espaçador de base (702), o qual é fixado externamente à tampa frontal (603) do vaso de controle (600); uma estrutura central (703) com capacidade de flexão, tem atuação de sustentação como se fosse uma coluna vertebral, é ligada por uma de suas extremidades ao espaçador de base (702) e, na outra extremidade, é ligada a um espaçador de extremidade (704); entre o espaçador de base (702) e o espaçador de extremidade (704), monta-se uma pluralidade de espaçadores internos (705) intercalados com uma pluralidade de molas internas (706), levemente comprimidas, responsáveis por aplicar tensão a cada um dos espaçadores internos (705) e mantê-los, junto com a estrutura central (703), em uma direção reta.

2 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o braço (301) do sistema de tensionamento (300) ter a função de fazer

com que as rodas (R) do equipamento tenham mais atrito com a parede da tubulação (T) ou solo em ambiente fechado e isto ser feito quando o fuso (305) é acionado e sua rotação provoca o deslocamento do apoio deslizante (304), conseqüentemente, aproxima ou afasta este último da traseira do equipamento e desta forma, levanta ou abaixa o braço (301) e pressiona as rodas (R) do balancim (302) contra a parte superior da tubulação (T) ou do teto por onde o equipamento se desloca.

3 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o sistema de tração (200) compreender a adição de um segundo motor elétrico de tração (901) e de uma segunda caixa de transmissão (902) de modo que o motor elétrico de tração (201) já existente fique responsável pelo acionamento e movimentação das rodas (R) de um lado do equipamento, enquanto o segundo motor de tração (901) adicional fique responsável pelo acionamento e movimentação das rodas (R) do lado oposto, o que possibilita uma movimentação das rodas (R) de modo lateralmente independente, abrir a possibilidade do uso de esteiras (903), e permitir capacidade de manobra para execução de trajetórias curvas, assim como rotacionar em torno de seu próprio eixo.

4 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a altura de operação do equipamento poder ser ajustada manualmente e compreender a retirada das rodas (R) convencionais do veículo (V) tanto do primeiro eixo (203) quanto do segundo eixo (204), com substituição destas rodas (R) por coroas dentadas (CD) e incluir a fixação no exterior do fundo da estrutura inferior (102) de uma estrutura elevadora (EV) que, por sua vez, compreende: um mancal dianteiro (800) com um novo eixo dianteiro (801) provido de coroas dentadas (CD) e rodas (R) e de um mancal traseiro (802) com um novo eixo traseiro (803) provido também de coroas dentadas (CD) e rodas (R), mancais (800, 802) que são

interligados por uma barra horizontal (804), e ligam-se à estrutura inferior (102) por pilares (805) os quais podem ter várias medidas de acordo com o posicionamento ou centralização que se queira dar ao equipamento e, a transmissão de torque entre o primeiro eixo (203) e o novo eixo dianteiro (801), assim como do segundo eixo (204) para o novo eixo traseiro (803) ser feita por meio de correntes (C).

5 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a estrutura central (703) apresentar um formato de mola, pelo interior da qual, passam os cabos eletrônicos e de controle de ferramentas; tem uma função análoga a uma coluna vertebral, ser formada por diferentes passos de helicóides que podem ser classificados como um primeiro passo (7031) e um segundo passo (7032), que se intercalam ao longo do comprimento da estrutura central (703) e que terminam em um primeiro prolongamento ortogonal (7033) ao eixo longitudinal e um segundo prolongamento ortogonal (7034) ao eixo longitudinal alinhado ao primeiro prolongamento ortogonal (7033) de modo que fiquem paralelos.

6 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o espaçador de base (702) ser uma peça cilíndrica que tem um furo central (7021) que serve para inserção da estrutura central (703) e para a passagem de cabos de eletrônica; ter três furos eqüidistantes (7022) ao furo central (7021) e próximos à periferia, distribuídos em forma de triângulo eqüilátero que serve, cada um para a passagem de um cabo de aço (611); na região de fixação com a interface de encaixe (604) de fixação à tampa dianteira (601) apresentar ranhuras perimetrais (7023) externas onde são encaixados anéis de vedação; na face frontal (7024) apresentar um rebaixo (7025) que serve para inserção de uma extremidade de uma mola interna (706); ter um rasgo radial (7026) um rasgo radial (7026) até seu eixo de geratriz para encaixe e fixação do

primeiro prolongamento ortogonal (7033) de uma das extremidades da estrutura central (703) por meios de fixação inseridos em dois alojamentos tangenciais (7027) e ortogonais a este rasgo radial (7026).

7 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS

5 **DE DIFÍCIL ACESSO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o espaçador de extremidade (704) ter um furo central (7041) que serve para inserção da estrutura central (703), para a passagem de cabos de eletrônica, para cabos de acionamento de ferramentas; ter três furos equidistantes (7042) ao furo central e próximo à periferia, distribuídos em
10 forma de triângulo equilátero que serve, cada um, para a passagem de um cabo de aço (611); na região de encaixe com a interface de uma ferramenta, apresentar ranhuras perimetrais (7043) externas onde são encaixados anéis de vedação; na face frontal (7044) apresentar um rebaixo (7045) que serve para inserção de uma extremidade de uma mola
15 interna (706); ter um rasgo radial (7046) um rasgo radial (7026) até seu eixo de geratriz para encaixe e fixação do segundo prolongamento ortogonal (7034) da outra extremidade da estrutura central (703) por um meio de fixação que é inserido em um alojamento tangencial (7047) e ortogonal a este rasgo radial (7046) e, na parte frontal do espaçador de
20 extremidade (704) ser fixada uma conexão universal responsável por permitir o acoplamento das ferramentas e sensores.

8 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

25 por o espaçador interno (705) ser uma peça cilíndrica, mais delgada que os espaçadores de base (702) e de extremidade (704), atuar como as vértebras da coluna vertebral, ter um furo central (7051) que serve para a inserção da estrutura central (703); ter três furos equidistantes (7052) ao furo central (7051), próximo à periferia, distribuídos em forma de triângulo equilátero que serve, cada um, para a passagem de um cabo de aço
30 (611); em ambas as faces circulares (7053), encontrarem-se rebaixos

(7054) que servem para inserção em cada um, de uma extremidade de uma mola interna (706) e ter um rasgo radial (7026) um rasgo radial (7026) até seu eixo de geratriz para permitir a passagem do primeiro prolongamento ortogonal (7033) da estrutura central (703).

5 **9 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a mola interna (706) ser uma mola convencional de resistência moderada e passo de helicóide não muito curto, ter um diâmetro interno adequado para ser inserido nos rebaixos (7054, 7045 e 7025) tanto no
10 espaçador interno (705), quanto no espaçador de extremidade (704) quanto no espaçador de base (702).

10 - EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o braço robótico (700), ter sua altura ajustada, adicionalmente, por
15 meio do deslocamento para cima ou para baixo do flange frontal (400), por ação das barras laterais (401) que estão ligadas ao motor elétrico (ME), de modo que, quando o motor elétrico (ME) é acionado, as barras laterais (401) se movimentam para cima ou para baixo junto com o flange frontal (400) e aproximam a extremidade do braço robótico (700) e, a ferramenta
20 que está adaptada nele, mais próxima à parede ou ao objeto que precisa ser inspecionado; o controle combinado dos cabos de aço (611) permitir a movimentação do braço robótico (700) ao longo de todo o espaço passível de ser alcançado e, o braço robótico (700) se curvar e, volta a ficar reto por efeito do desenrolamento do cabo de aço (611) e pela tensão causada
25 pelas molas internas (706) e, o controle do comprimento de cada cabo de aço (611) ser feito a partir do acionamento de um motor elétrico (ME) ligado à polia (610) na qual o cabo de aço (611) é firmemente conectado e, a partir do enrolamento deste último à polia (611).

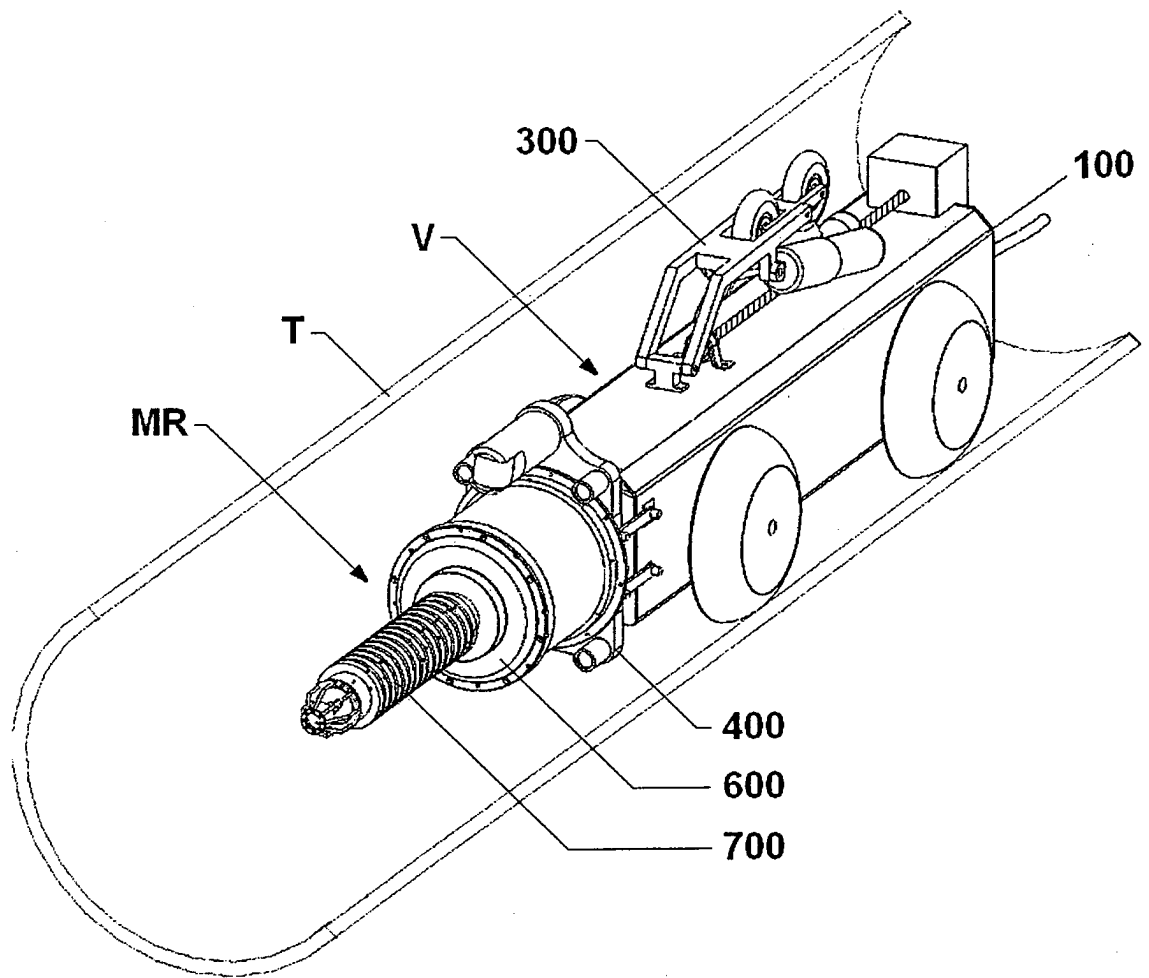


FIG. 1

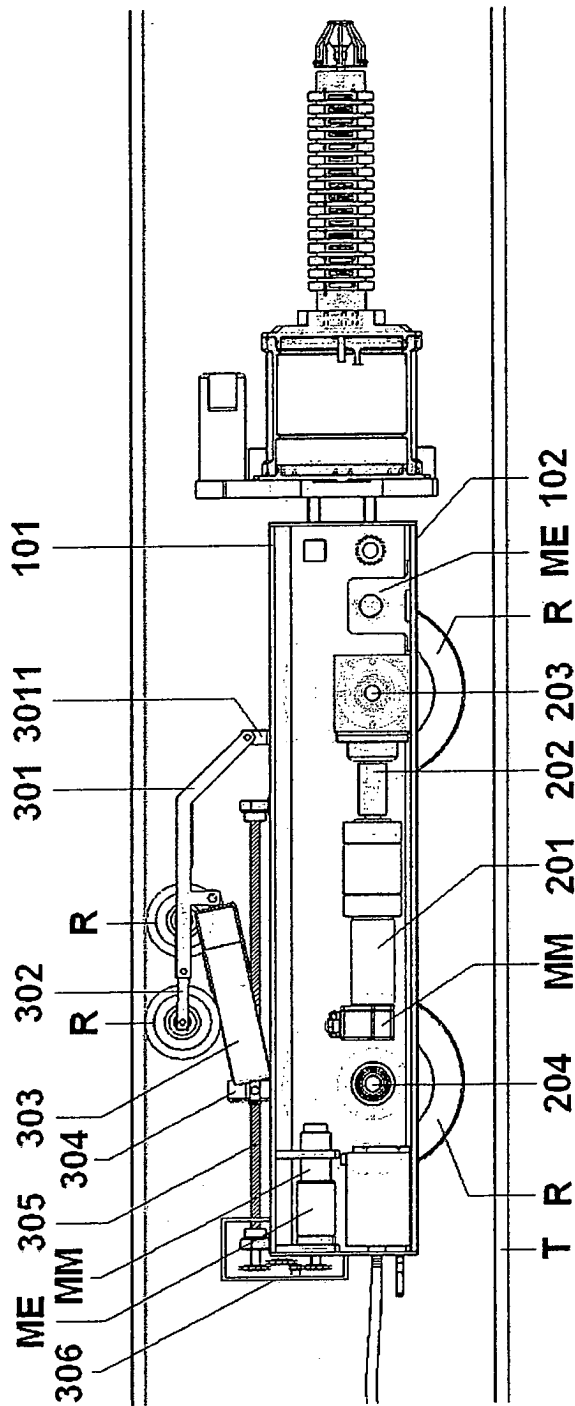


FIG. 2

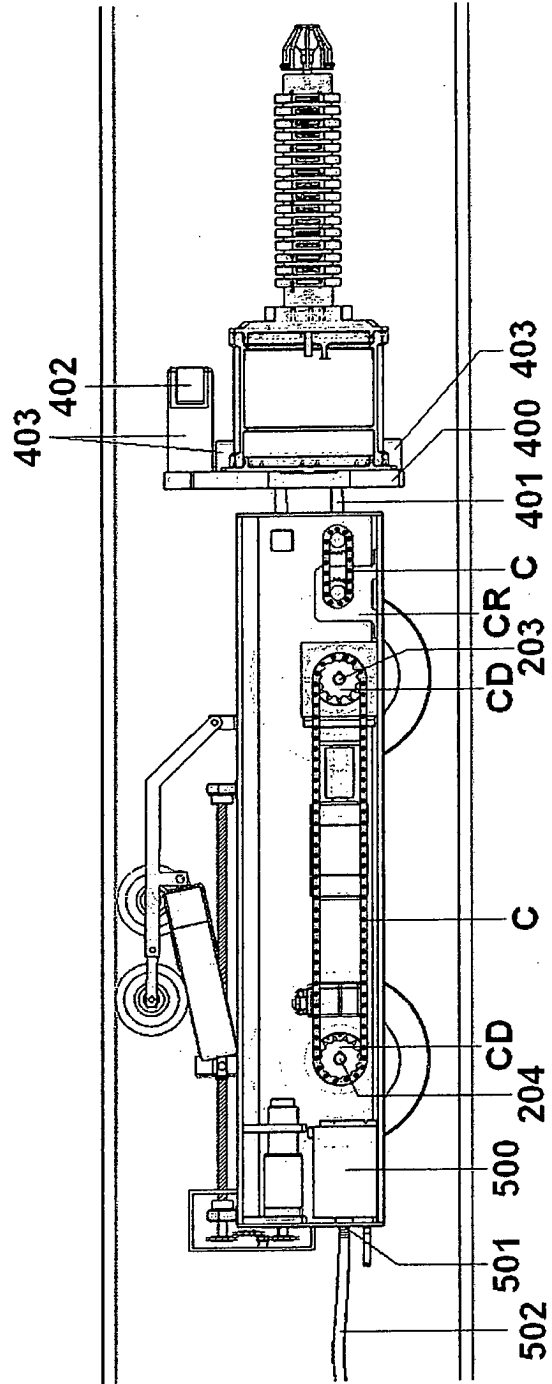


FIG. 3

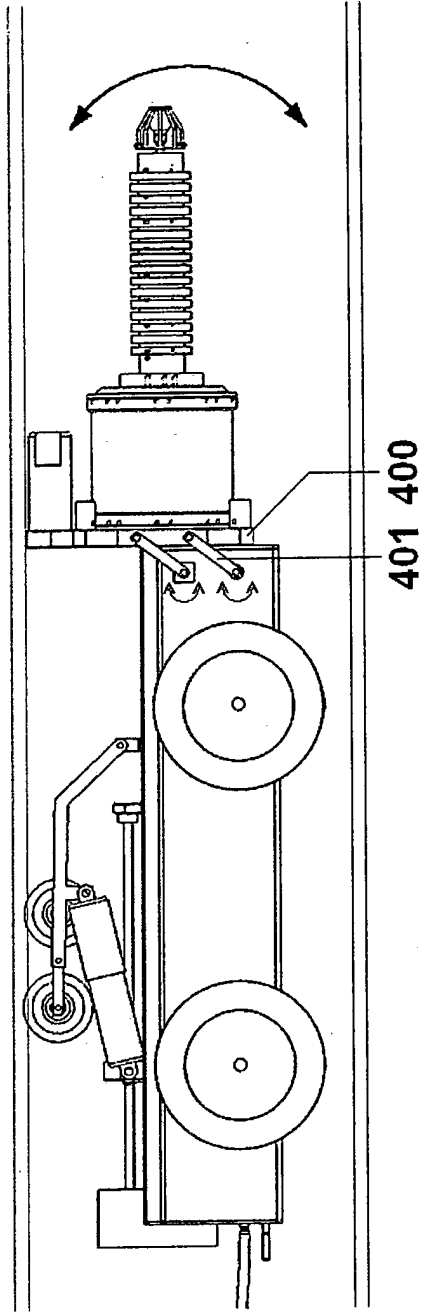


FIG. 4

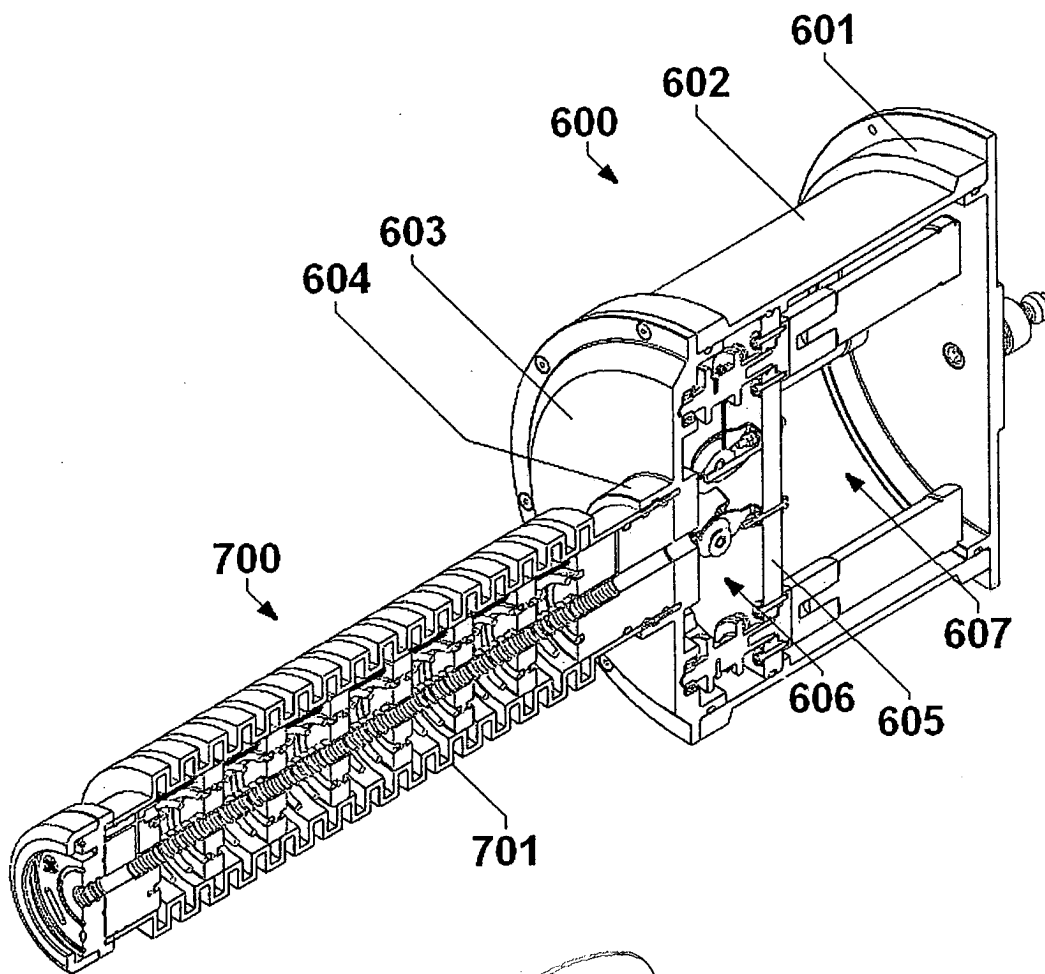


FIG. 5

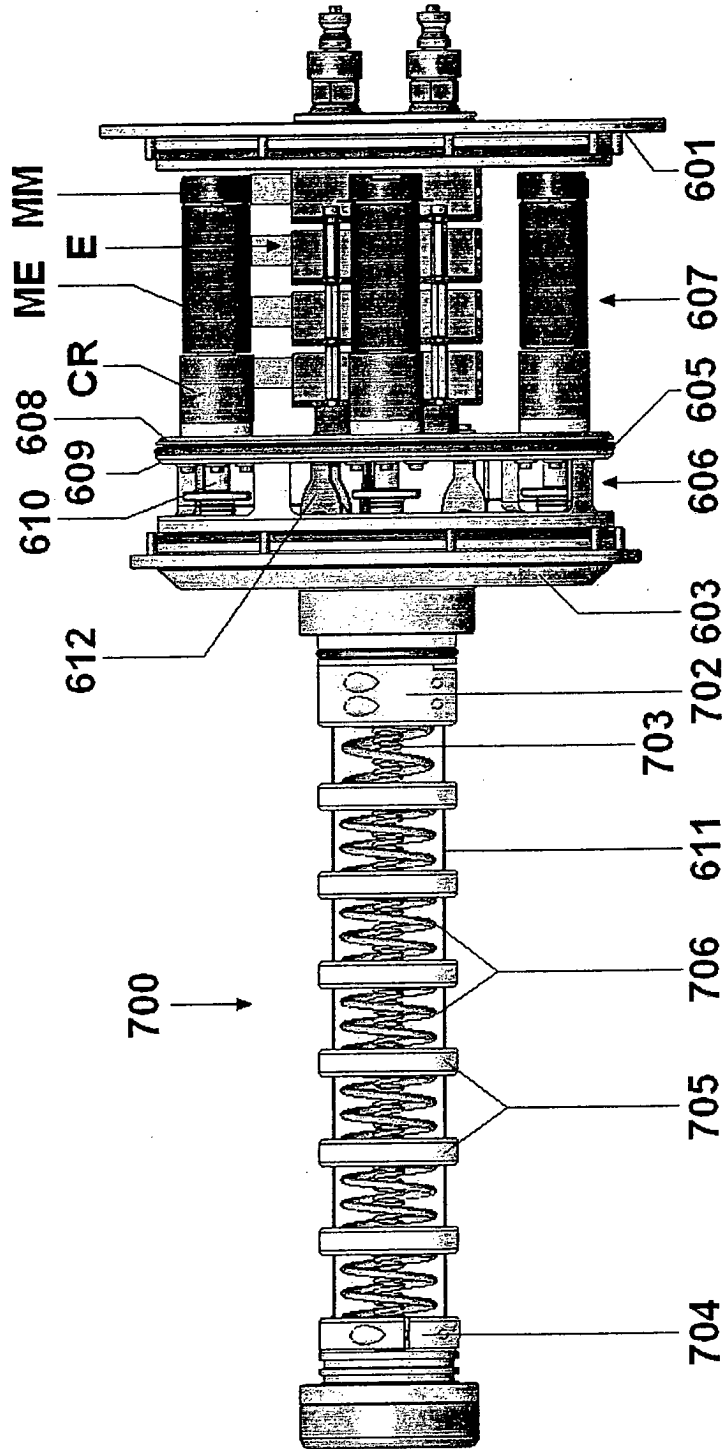


FIG. 6

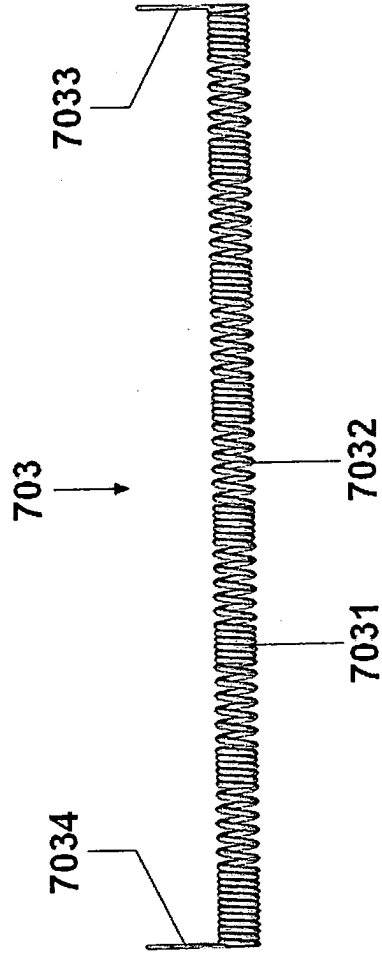


FIG. 7

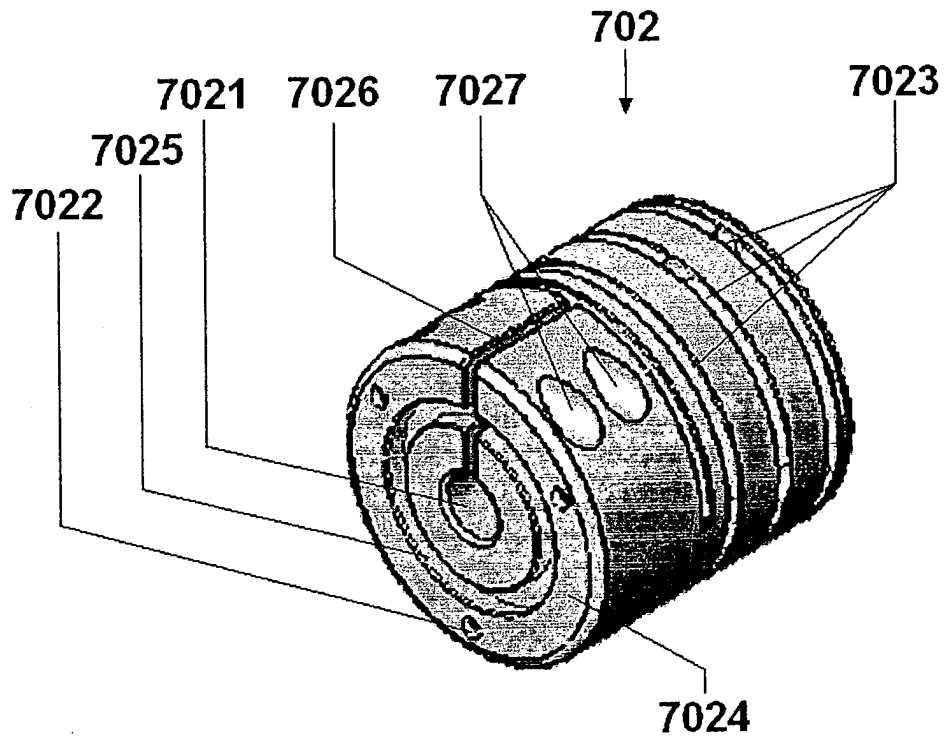


FIG. 8

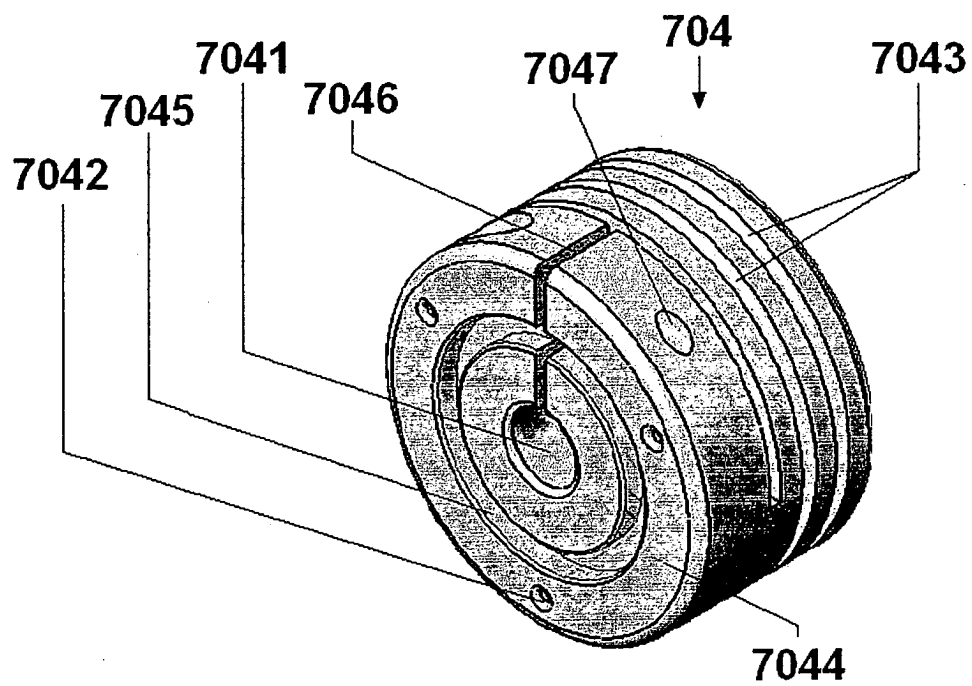


FIG. 9

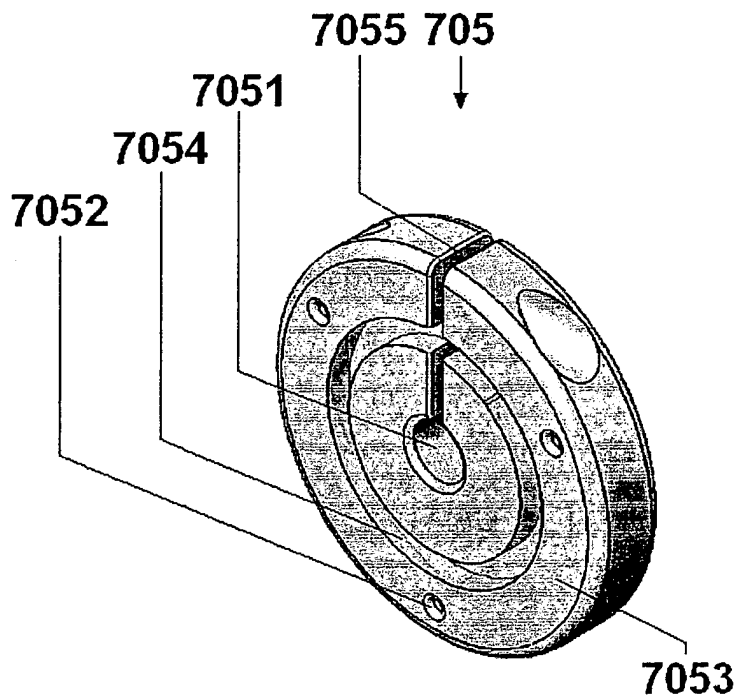


FIG. 10

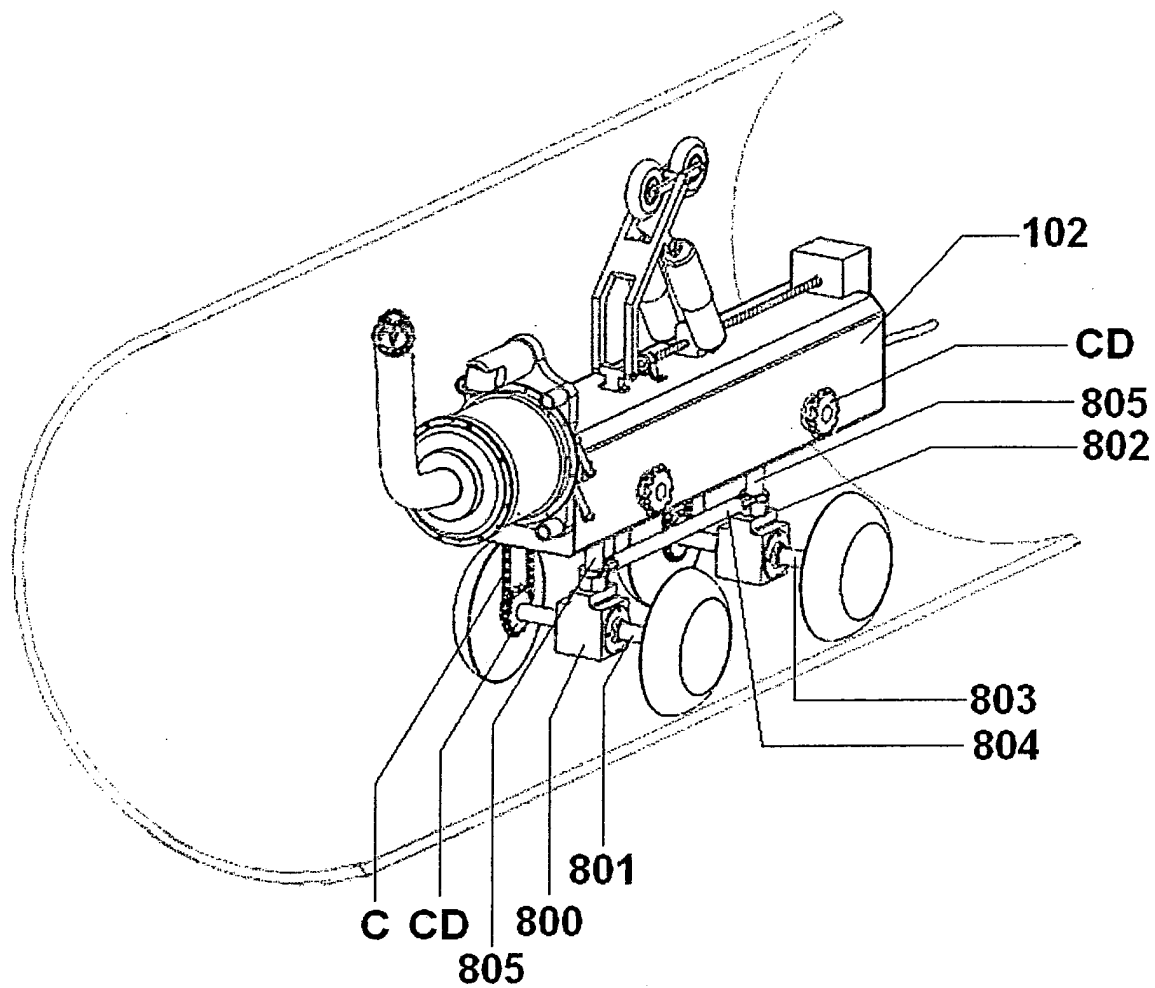


FIG. 11

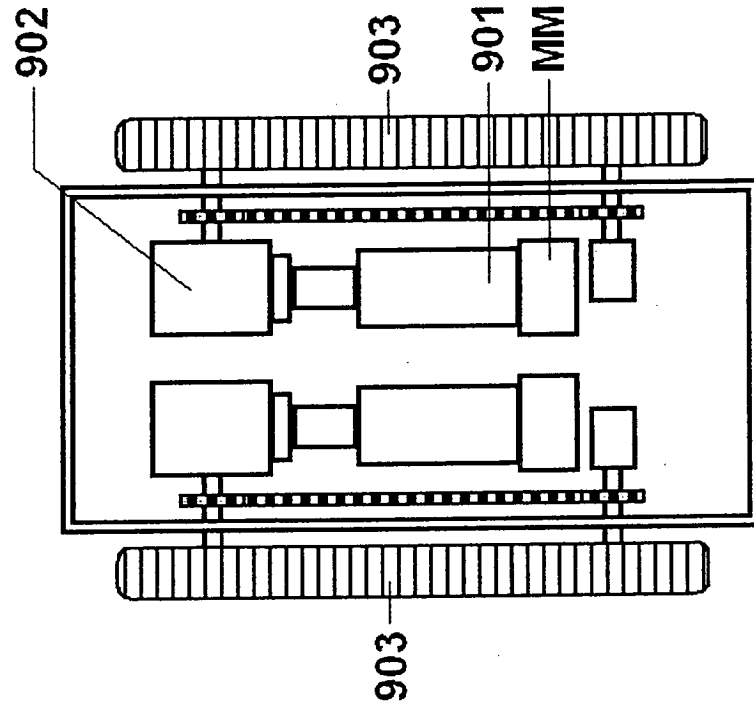


FIG. 12B

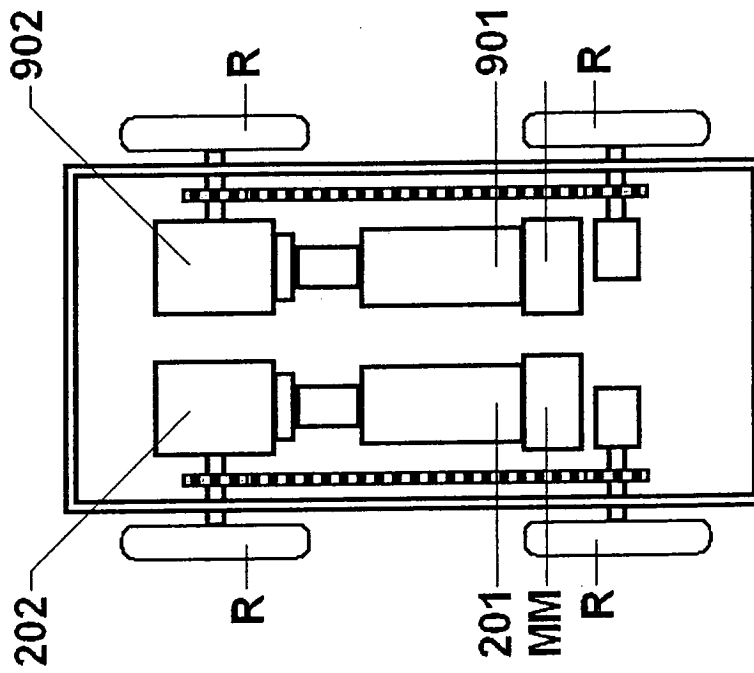


FIG. 12A

RESUMO

**EQUIPAMENTO PARA INSPEÇÃO E INTERVENÇÃO EM LOCAIS DE
DIFÍCIL ACESSO**

É relatado na da presente invenção, um equipamento para ser
5 utilizado no interior de tubulações com ou sem fluido, que estejam
pressurizadas ou não, com diferentes diâmetros ou que apresentem
bifurcações ou barreiras, mas não limitado a estes cenários apenas.

Basicamente o equipamento compreende um módulo veículo (V) e
um módulo manipulador robótico (MR) integralmente acoplados.

10 O módulo veículo (V) é autopropelido, ligado e controlado de uma
central de controle (CO) à distância, por meio de um cabo umbilical (502).

O módulo manipulador robótico (MR) encontra-se ligado e
posicionado à frente do módulo veículo (V), também recebe os comandos
de posicionamento e de funções a partir da central de controle (CO) à
15 distância e, em sua extremidade, apresenta possibilidades de conexão de
ferramentas e dispositivos de inspeção diferentes.