



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 102017027507-8 B1

(22) Data do Depósito: 19/12/2017

(45) Data de Concessão: 09/01/2024

(54) Título: SISTEMA DE BOMBEAMENTO PERISTÁLTICO ADAPTÁVEL A MANGUEIRAS DE DIMENSÕES VARIADAS, E MÉTODO DE FIXAÇÃO DE MANGUEIRAS PERISTÁLTICAS AO REFERIDO SISTEMA DE BOMBEAMENTO

(51) Int.Cl.: F04B 43/12; F04B 43/08.

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP; UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE.

(72) Inventor(es): MOACIR FONTEQUE JÚNIOR; WU FENG CHUNG; HUEI DIANA LEE; CLAUDIO SADDY RODRIGUES COY; NARCO AFONSO RAVAZZOLI MACIEJEWSKI; JOÃO JOSÉ FAGUNDES; MARIA DE LOURDES SETSUKO AYRIZONO; NEWTON SPOLAÔR; WEBER SHOITY RESENDE TAKAKI.

(57) Resumo: SISTEMA DE BOMBEAMENTO PERISTÁLTICO ADAPTÁVEL A MANGUEIRAS DE DIMENSÕES VARIADAS, E MÉTODO DE FIXAÇÃO DE MANGUEIRAS PERISTÁLTICAS AO REFERIDO SISTEMA DE BOMBEAMENTO A presente invenção se insere no campo técnico das bombas de deslocamento positivo e refere-se, mais especificamente, a um sistema de bombeamento tipo peristáltico rotativo capaz de transferir líquidos por escoamento e que tem por finalidade bombear uma vasta variedade de líquidos - como fluidos biológicos, alimentícios e soluções químicas. A invenção foi desenvolvida para permitir a utilização de mangueiras peristálticas de diâmetros diversos e, também, para permitir a regulagem da intensidade de oclusão da dita mangueira pelos roletes, evitando a ocorrência de retorno do fluido no ponto de acoplamento do rolete à mangueira, além de reduzir os desgastes e esforços motrizes aplicados ao processo de bombeamento.

**SISTEMA DE BOMBEAMENTO PERISTÁLTICO ADAPTÁVEL A MANGUEIRAS
DE DIMENSÕES VARIADAS, E MÉTODO DE FIXAÇÃO DE MANGUEIRAS
PERISTÁLTICAS AO REFERIDO SISTEMA DE BOMBEAMENTO**

Campo da invenção:

[001] A presente invenção se insere no campo técnico das bombas de deslocamento positivo e refere-se, mais especificamente, a um sistema de bombeamento tipo peristáltico rotativo capaz de transferir líquidos por escoamento e que tem por finalidade bombear uma vasta variedade de líquidos - como fluidos biológicos, alimentícios e soluções químicas. A invenção foi desenvolvida para permitir a utilização de mangueiras peristálticas de diâmetros diversos de forma mais versátil e prática que aquela conseguida como uso dos sistemas atualmente conhecidos e, também, para permitir a regulagem da intensidade de oclusão da dita mangueira pelos roletes, evitando a ocorrência de retorno do fluido no ponto de acoplamento do rolete à mangueira, além de reduzir os desgastes e esforços motrizes aplicados ao processo de bombeamento. Já o dito método visa enfatizar a praticidade e a velocidade de instalação da mangueira, dispensando o uso de elementos de acoplamento como conectores, presilhas e abraçadeiras, além de prescindir de alguns conhecimentos específicos pelo usuário, por não exigir que sejam realizadas medidas e cortes das mangueiras para a sua fixação.

Fundamentos da invenção e estado da técnica:

[002] Conforme é de conhecimento da técnica, mecanismos de bombeamento peristáltico rotativos são máquinas geratrizes habilitadas para deslocar fluidos por escoamento. Classificadas como bombas de deslocamento positivo, são

capazes de impelir uma quantidade definida de líquidos com elevado fator de precisão, o que permite lhes atribuir controles volumétricos. O princípio de funcionamento das bombas peristálticas consiste na sua capacidade de empurrar o líquido contido na mangueira peristáltica por meio de roletes fixados no rotor da bomba. O rotor, posto a girar em qualquer um dos sentidos, faz rolar os roletes sobre a mangueira peristáltica a qual é comprimida contra a parede interna do bloco. O deslocamento dos roletes provoca uma pressão positiva no volume de líquido contido logo após ao ponto de compressão, fazendo com que o líquido seja expelido pela bomba. De modo oposto, o volume do líquido contido anterior ao ponto de compressão da mangueira sofre uma pressão negativa, o que promove a sucção contínua do fluido pela bomba. A operação ideal de uma bomba peristáltica ocorre quando a posição radial dos roletes é corretamente ajustada, levando-se em consideração as dimensões e características da mangueira instalada assim como o tipo de fluido a ser bombeado. Por exemplo, para a transferência de volumes precisos de fluido, o rolete deverá comprimir a mangueira até que a sua parede interna se colabe totalmente, de modo que o fluido não passe através dessa faixa transversal de selamento. Posições radiais dos roletes superiores ao ponto ideal promovem esforços desnecessários ao sistema motriz e à mangueira, o que poderá reduzir drasticamente a vida útil do equipamento. No caso do posicionamento dos roletes anterior ao ponto ideal, ocorre a redução da eficiência volumétrica da bomba por permitir a passagem de líquido do volume de maior para o de menor pressão. Essa condição prejudica o aspecto de precisão do mecanismo, porém, no caso

de transferência de alguns fluidos biológicos - como o sangue, por exemplo - pode ser benéfica por propiciar a manutenção da integridade das moléculas do sangue, como as hemácias por exemplo. Assim, um mecanismo de ajuste da posição radial dos roletes torna-se necessário em situações as quais exigem o condicionamento do equipamento a cenários distintos de operação em adequação ao tipo da mangueira e do fluido a ser transferido.

[003] A maioria das bombas peristálticas conhecidas são projetadas para operar com um único modelo de mangueira, pré-estabelecida com características dimensionais padronizadas para cada equipamento, pois tais mecanismos apresentam os roletes fixados no rotor com posição radial invariável. Já o conceito de mecanismos com recurso de ajuste radial dos roletes permite o uso de mangueiras com diâmetros internos e externos distintos, visto que a função de acoplamento dos roletes à mangueira é determinada pela intensidade de constrição da mesma. No caso de uso de mangueiras distintas, o bloco do compartimento da bomba também deverá possuir meios eficazes que permitam a fixação de tais diversidades de mangueiras, sendo desejável que sua realização ocorra com, no mínimo, a mesma praticidade e eficiência imposta ao mecanismo de ajuste dos roletes.

[004] Equipamentos de bombeamento peristáltico com recursos para ajuste da posição radial dos roletes já são conhecidos pela literatura técnica, conforme citados em alguns documentos de patente referenciados neste documento. O que diferencia tais dispositivos são os métodos de distensão e seus acionamentos mecânicos, cada qual propondo diferentes níveis de eficácia e praticidade de uso. O

documento US3,737,257 apresenta um método representado pelos roletes fixados diretamente nos suportes de apoio presentes no rotor, e cujos eixos no entorno dos mesmos que rotacionam os roletes possuem o corpo excêntrico com rotação livre nos pontos de sua fixação. O ajuste da posição radial dos roletes é estabelecido pela rotação manual do eixo de fixação dos mesmos, por meio de uma haste externa tipo alavanca rotativa, cuja excentricidade do eixo faz com que os roletes se aproximem ou se afastem do centro do eixo de rotação e, respectivamente, do centro do rotor. O travamento de tal eixo é feito pela rotação individual de um botão externo, o qual faz girar um parafuso que traciona longitudinalmente o eixo contra a parede de apoio. O inventor apresenta também um método para fixação da mangueira peristáltica no bloco da bomba por meio de uma fenda com abertura variável realizada pelo deslocamento horizontal uma janela deslizante posicionada em cada via de acesso. A pressão de fixação da mangueira é determinada unicamente pela pressão da mola a qual movimenta a janela deslizante e a faz estrangular a mangueira. No entanto, tal método de acoplamento dos roletes à mangueira peristáltica não apresenta mecanismo inter-relacionado e sincronizado para o ajuste simultâneo da posição radial dos roletes, o que pode vir a impor dificuldades em tal procedimento por exigir ao usuário realizar o ajuste individual da posição de cada rolete a cada troca de mangueira ou alteração dos parâmetros da bomba. Na descrição da patente, seu autor apresentou um método de fixação da mangueira peristáltica nas entradas do bloco que, segundo ele, permitiria implementar mangueiras de diâmetros diferentes, porém não são apresentados elementos técnicos

detalhados que garantam a satisfatória fixação da mangueira durante o período de funcionamento do equipamento.

[005] No caso do invento apresentado pela patente US5,110,270 é descrito outro método para fixação das mangueiras e atuação radial dos roletes para fins de oclusão da mangueira peristáltica. A fixação dos roletes é feita por meio de um par de grampos em formato de V, cujo grampo que faz apoio no rotor do mecanismo é apoiado em uma mola a qual distende seu eixo no sentido da mangueira peristáltica pressionando-a quando o outro grampo, fixado na tampa articulável que dá acesso ao rotor e mangueira, faz pressão contra a mangueira no fechamento de tal tampa. Tal método de posicionamento radial dos roletes apresenta um mecanismo dotado de molas acopladas a elementos distensores articuláveis, os quais tendem a projetar, constantemente, os roletes radialmente para fora de modo que, quando se faz presente uma mangueira peristáltica, os roletes se retraem por imposição de contato com mangueira, e a força resistiva imposta pela mola faz comprimirem a mangueira pelos roletes. O método é apresentado pelo autor como uma solução capaz de reduzir o desgaste do mecanismo peristáltico assim com a emissão de ruído, visto que em sua invenção um rolete é capaz de comandar, de modo espelhado, a posição dos demais roletes.

[006] Quanto ao método de fixação da mangueira peristáltica no bloco da bomba, o elemento de contato e resistência contém características técnicas semelhantes ao método apresentado pela patente US3,737,257. A fixação da mangueira também ocorre por meio de uma fenda com formato tipo V com dimensões variáveis cuja pressão de contato entre fenda e mangueira é imposta por meio de uma mola acoplada a

uma das fendas. É questionável a eficácia de tal método para os diversos cenários de uso para o qual o inventor propõe, figurados por mangueiras de dimensões seccionais e materiais distintos, de modo que, para cada qual, existe um apelo distinto de forças de retenção frente às forças de tração geradas no acoplamento dos roletes à mangueira durante a operação da bomba.

[007] Com relação ao método de distensão radial dos roletes apresentado pelo inventor, a força de oclusão é determinada unicamente pela constante elástica da mola padronizada para o uso nos diversos cenários funcionais do equipamento. A insuficiência percebida pelo método torna-se evidente não somente quando é considerado o uso de mangueiras com dimensões diametraais distintas, mas também mangueiras fabricadas com materiais distintos, cuja rigidez elástica da mesma exigirá maior ou menor força radial dos roletes para a satisfatória oclusão da mangueira.

[008] Outro ponto que vale discutir refere-se ao mecanismo descrito, que permite o posicionamento livre e dinâmico entre os roletes - o que faz com que todos os roletes ocupem a mesma posição radial coordenado apenas pelo rolete que se encontra em contato com a mangueira. Conforme explicado pelo inventor, esse método diminui o ruído e os desgastes mecânicos impostos pelos movimentos de distensão e retração radial dos roletes nos instantes de desacoplamento e acoplamento com a mangueira peristáltica, respectivamente. Porém, o fato de um único rolete determinar a posição radial dos demais roletes pode atuar negativamente nos casos de mecanismos cuja parede de contato da mangueira com o bloco descreva um arco com abertura superior a noventa graus, o

que exige que dois ou mais roletes atuem simultaneamente em oclusão à mangueira peristáltica. Nesse cenário, irregularidades de contato superficiais que venham a surgir no acoplamento de um dos roletes com a mangueira poderão interferir, instantânea ou continuamente, nas características de acoplamento de outro rolete em contato com a mangueira.

[009] A patente US5,549,458 descreve detalhadamente um mecanismo de posicionamento radial dos roletes. Tal mecanismo é dotado de um rotor contendo os roletes e seus dispositivos articuladores radiais, além de um eixo de acoplamento e um sistema de acionamento composto por motor e engrenagens. O mecanismo disponibiliza ao usuário um botão seletor com três posições. A posição de conexão mantém o rotor acoplado ao eixo motriz e os roletes distendidos fazendo a oclusão da mangueira peristáltica. Na segunda posição, o rotor mantém-se acoplado ao eixo de rotação, porém os roletes se contraem e deixam de tocar a mangueira peristáltica - essa posição permite realizar a troca da mangueira peristáltica. E, por fim, na terceira posição, os roletes mantêm-se retraídos e o rotor se desacopla do eixo de rotação, permitindo assim a remoção do rotor do bloco da bomba. O inventor detalha um sistema cujo acoplamento do rotor, assim como o deslocamento radial dos roletes, ocorre por um mecanismo acionado pelo eixo de acoplamento a partir do comando operado pelo botão seletor. O referido invento permite realizar rápidas trocas de mangueira e do rotor da bomba peristáltica, porém não define um mecanismo para ajuste do melhor posicionamento radial dos roletes tampouco a adaptabilidade de seu uso com mangueiras peristálticas com

dimensões e materiais distintos. O inventor também não descreve tecnicamente métodos para a fixação de mangueiras no bloco da bomba.

[010] A patente US5,586,872 descreve um mecanismo para a transferência de fluidos líquidos, mais especificamente fluidos biológicos como o sangue, por exemplo. Tal mecanismo não descreve o método de fixação para a mangueira peristáltica, porém apresenta uma solução para o ajuste da posição radial de acoplamento dos roletes à mangueira. Segundo a descrição do invento, são fixados dois roletes por suporte articulável de sustentação. A justificativa para o uso dos roletes duplos refere-se às precauções para se evitar a destruição de células contidas no material biológico. O autor apresenta um mecanismo de ajuste com base na articulação simultânea de ambos os suportes de roletes. O ajuste dos suportes é feito pelo apoio e escorregamento do mesmo em uma estrutura cujo desenho superficial é excêntrico ao eixo de rotação. Tal estrutura, quando disposta a girar manualmente, faz com que os suportes de fixação dos roletes se distendam ou retraiam variando, desse modo, o nível de compressão da mangueira. Segundo o autor, o mecanismo de variação da posição radial dos roletes não é indicado para realizar a oclusão total da mangueira peristáltica, mas sim variar a intensidade de compressão da mesma pelos roletes. Em aspectos gerais, o invento permite a posição radial dos roletes, porém em posições discretas definidas por demarcações de travamento da estrutura de ajuste dos suportes. O inventor não apresenta método de fixação da mangueira, seja para um ou múltiplos modelos com características dimensionais distintas, tampouco apresenta

método de fixação do rotor do mecanismo peristáltico.

[011] A patente US6,019,582 descreve um modelo de bomba peristáltica rotativa cujos elementos de oclusão da mangueira são formados por espécies de sapatas com superfície convexa. Tais sapatas, por não possuírem mecanismos de rotação, exigem lubrificação constante de sua superfície para promover o deslizamento obre a mangueira. O invento apresenta um mecanismo que permite ajustar a posição radial das sapatas. Basicamente, os suportes de sustentação das sapatas formam uma estrutura tipo C com articulação elástica dada as características mecânicas construtivas. No ponto de maior flexibilidade é posicionado uma espécie de elemento trapezoidal com a lateral menor voltada para baixo. No centro do elemento é feito um furo pelo qual passa um parafuso que se prende a um anel coaxial ao eixo motriz. A rotação do parafuso de sustentação faz deslocar o elemento trapezoidal para cima e para baixo, expandindo e retraindo, respectivamente, as hastes do suporte de sustentação das sapatas e, conseqüentemente, posicionando as sapatas mais próximas ou distantes do eixo central. De acordo com o invento, o mecanismo de ajuste proporciona o posicionamento contínuo e balanceado das sapatas, porém não é citado pelo autor sua adequação para o uso em mangueiras de características dimensionais distintas. O invento também não apresenta métodos para fixação de mangueiras de tamanhos distintos no bloco do cabeçote.

[012] A patente de número US6,036,459 apresenta um mecanismo de bombeamento peristáltico rotativo e um método inovador de posicionamento radial dos roletes para o ajuste da intensidade de oclusão da mangueira peristáltica. Nele,

basicamente, cada rolete é fixado em um eixo de um êmbolo o qual é acoplado ao interior de uma câmara cilíndrica por uma de suas aberturas. As câmaras são interligadas por meio de um tubo o qual é conectado a uma fonte de energia pneumática (cita gás) cuja pressão é regulada por algum dispositivo, por exemplo, o controle do torque do motor da bomba de gás. Com o aumento da pressão do gás presente na câmara, o volume do ar ali presente tende-se a expandir o que ocasiona a expulsão do embolo para fora da câmara comprimindo, assim, o rolete contra a mangueira em maior ou menor intensidade. Pelo fato das câmaras serem interligadas a uma mesma fonte de gás, a pressão interna é estabelecida a mesma e, conseqüentemente, as forças de compressão dos roletes contra a mangueira tornam-se iguais. Assim, o método permite o ajuste contínuo e balanceado do nível de oclusão da mangueira pelos roletes. Porém, esse fato ocorre enquanto ambos os roletes estão em contato com a mangueira sendo que, oscilações bruscas de pressão no interior da câmara poderão ocorrer nos instantes de acoplamento e desacoplamento dos roletes, o que poderá causar, respectivamente, esforços demasiados e redução do nível de oclusão da mangueira peristáltica. O autor não cita seu método ser adaptável a mangueiras de dimensões distintas tampouco apresenta método para fixação da mangueira no bloco do cabeçote da bomba.

[013] Outros documentos também revelam mecanismos de bombeamento peristáltico com controle de oclusão / ajuste de posição radial dos roletes como, por exemplo, US2016327034, US5657000 e RU2254877; porém nenhum deles proporciona a precisão desejada e, ademais, nenhum descreve um método eficiente e prático para fixação de mangueiras de diferentes

diâmetros no bloco do cabeçote do equipamento de bombeamento peristáltico.

[014] Nota-se, portanto, que o atual estado da técnica carece de sistemas de bombeamento peristáltico que comportem a utilização de diversos tipos e dimensões de mangueiras e que, além disso, tenham meios de fixação das ditas mangueiras que sejam de utilização simples, prática e eficiente.

Objetivos e vantagens da invenção:

[001] Em função do exposto acima, a presente invenção visa, basicamente, solucionar o problema técnico de os equipamentos de bombeamento peristáltico atuais operarem com mangueiras de diâmetros pré-determinados, demandando assim a aquisição/emprego de equipamentos distintos conforme as características das mangueiras necessárias.

[002] Outro problema que a presente invenção visa resolver refere-se à atual dificuldade de regular a intensidade da oclusão da mangueira pelos roletes das bombas peristálticas do atual estado da técnica.

[003] Em função disso, é um dos objetivos da presente invenção revelar um sistema de bombeamento peristáltico que seja facilmente adaptável à utilização de mangueiras de dimensões variadas, tornando seu uso mais versátil e eficaz.

[004] É, portanto, um dos objetivos da presente invenção revelar um sistema de bombeamento peristáltico que permita o ajuste da posição radial dos roletes fixados no rotor do dispositivo para possibilitar a configuração da mangueira a ser utilizada, independentemente de seu diâmetro.

[005] Assim, é outro dentre os objetivos da presente invenção revelar um sistema no qual seja possível regular a intensidade da oclusão da mangueira peristáltica pelos

roletes de modo a possibilitar a transferência de líquidos diversos, tais como materiais biológicos como o sangue, por exemplo.

[006] É, também, um dos objetivos da presente invenção revelar um sistema de bombeamento peristáltico que possa operar com líquidos com elevada precisão volumétrica sem que haja risco de retorno do fluido no ponto de acoplamento do rolete à mangueira.

[007] Outro objetivo da presente invenção é revelar um método de fixação de mangueiras peristálticas ao referido sistema de bombeamento que enfatiza a praticidade e a velocidade de instalação da mangueira, dispensando o uso de elementos de acoplamento como conectores, presilhas e abraçadeiras, além de prescindir de alguns conhecimentos específicos pelo usuário, por não exigir que sejam realizadas medidas e cortes das mangueiras para a sua fixação.

Sumário da invenção:

[008] Os objetivos acima mencionados são alcançados através do sistema de bombeamento peristáltico adaptável a mangueiras peristálticas (12) de dimensões variadas, que basicamente compreende:

- pelo menos um bloco de cabeçote (3) provido de ao menos um habitáculo (8) com o qual coopera a dita mangueira peristáltica (12), sendo que o dito habitáculo (8) se interliga, via canais (320), a cavidades de entrada (4) e saída (5) da mangueira peristáltica;
- pelo menos um sistema rotor (14) cooperante com o habitáculo (8) do bloco de cabeçote (3), sendo que o dito sistema rotor (14) coopera com ao menos um eixo principal de rotação (15) cooperante com ao menos um

sistema motriz que compreende um motor (36), uma caixa de redução 35, um controlador (37) de potência de acionamento com compensação, e um sensor codificado de posicionamento do eixo (34);

- ao menos um rolete (9) simultaneamente cooperante com o sistema rotor (14) e com a mangueira peristáltica (12);

- pelo menos um suporte (10) no qual fica fixado o rolete (9) e o qual coopera com o sistema rotor (14);

- ao menos uma cruzeta (11) cooperante com o rolete (9) e com o suporte (10) ao qual é presa por meio de eixos (19) providos de botões rotativos (25), sendo que cada cruzeta (11) compreende quatro sapatas de apoio (26) solidárias a eixos de sustentação (31), e ao menos um disco seletor (27);

- pelo menos uma bucha (16) cooperante com o suporte (10) e com o rolete (9) para promover o ajuste da posição radial do dito rolete (9), a dita bucha (16) sendo posicionada no entorno do eixo principal (15) de rotação da bomba (36);

- pelo menos uma ferramenta manual (41) de ajuste cooperante com o sistema rotor (14) e com a bucha (16);

e

- pelo menos dois conectores de acoplamento (6) que cooperam, simultaneamente, com cavidades de entrada (4) e saída (5) do bloco de cabeçote (3) e com a mangueira peristáltica (12), sendo que cada conector de acoplamento (6) compreende uma estrutura cilíndrica (67) no interior da qual são posicionadas aletas (63) cooperantes com uma placa circular (57) e com pinos-guia (59), sendo que os ditos pinos-guia (59) cooperam, ainda,

com a estrutura cilíndrica (67) e com orifícios dispostos nas paredes (310) do bloco de cabeçote (3).

[009] Preferencialmente cada suporte (10) de rolete (9) coopera com o sistema rotor (14) por meio de um eixo de fixação (20) o qual, por sua vez, coopera com um elemento resiliente (24) instalado em disposição concêntrica ao dito eixo de fixação (20). Ademais cada rolete (9) é fixado ao suporte (10) por meio de um eixo (23) e por meio de um dispositivo (22), sendo que o dispositivo (22) compreende um rolamento selado de esferas.

[010] Também segundo uma concretização preferencial da presente invenção, o disco seletor (27) cooperante com a cruzeta (11) compreende quatro rebaixos côncavos (32) dispostos a 90° uns dos outros e alinhados com os eixos de sustentação (31) das sapatas de apoio (26), sendo que a superfície lateral (33) do disco seletor (27) é alinhada a pelo menos um dispositivo contendo uma esfera (28), a qual está presa a um elemento resiliente (30) instalado em um compartimento de abrigo (29) de modo que, mediante o giro do disco seletor (27), a esfera (28) se acopla a um rebaixo côncavo (32) para efetuar o travamento da posição operacional da sapata (26) da cruzeta (11). Saliente-se que cada sapata (26) é fixada a um eixo (31) com comprimento distinto, e ao menos uma das sapatas (26) de cada cruzeta (11) se apoia na lateral da bucha (16).

[011] A dita bucha (16) compreende um corpo cilíndrico flexível com geometria abaulada e convexa nas proximidades da sua meia altura, sendo que as extremidades superior e inferior da bucha (16) são fixadas a anéis metálicos (38, 39) os quais contêm roscas internas de sentido invertido uma

da outra e as quais cooperam com eixo principal (15), o qual compreende pelo menos dois segmentos de rosca (40, 47) externa e invertida uma da outra, e a dita bucha (16) preferencialmente será fabricada em borracha ou material similar.

[012] O anel metálico superior (38) que coopera com a bucha (16) compreende, em sua superfície externa, três pinos salientes cooperantes com a ferramenta manual (41) de ajuste.

[013] A ferramenta manual (41) de ajuste da posição radial dos roletes (9) compreende um formato cilíndrico e possui um disco cilíndrico (43) de maior diâmetro para o apoio da mão e dos dedos do usuário, e dois lados de acoplamento (44, 45), sendo que um dos lados de acoplamento (45) promove o ajuste da posição radial dos roletes (9), sendo que a cavidade interna do lado de acoplamento (45) possui parede lisa e a superfície da extremidade possui três orifícios retangulares (50) que cooperam com os pinos salientes do anel metálico superior (38) da bucha (16) quando da rotação manual da ferramenta manual (41).

[014] Preferencialmente os sentidos das roscas (40, 47) do eixo principal (15) fazem os anéis (38, 39) avançarem em sentidos opostos, de modo que dependendo do sentido de rotação os anéis (38, 39) se aproximam ou se distanciam. A aproximação dos anéis (38, 39) promove a compressão da bucha (16) e o aumento de seu diâmetro nas regiões cooperantes com as sapatas 26 das cruzetas (11), conseqüentemente promovendo o deslocamento das cruzetas (11) e dos suportes (10) dos roletes (9) em direção de aumento de oclusão dos roletes (9) sobre a mangueira peristáltica (12). Analogamente o distanciamento dos anéis (38, 39) promove o alongamento da

bucha (16) e a redução de seu diâmetro nas regiões cooperantes com as sapatas 26 das cruzetas (11), conseqüentemente promovendo o deslocamento das cruzetas (11) e dos suportes (10) dos roletes (9) em direção à redução de oclusão dos roletes (9) sobre a mangueira peristáltica (12).

[015] Uma das vantagens da invenção é permitir que o conector de acoplamento (6) para fixação de mangueiras peristálticas coopere com mangueiras peristálticas de diâmetros distintos.

[016] Ademais, a placa circular (57) do conector de acoplamento (6) coopera com a parede (310) das cavidades de entrada (4) e saída (5) do bloco do cabeçote (3) e permite à estrutura cilíndrica (67) ser encaixada à mesma por meio de uma cavidade (70). A estrutura cilíndrica (67) compreende saliências aderentes (56) sobre a sua superfície lateral externa.

[017] Já as aletas (63) se articulam no entorno de um eixo (64), sendo que cada aleta compreende ao menos um elemento de fixação da mangueira peristáltica (12) em forma de dente de serra (65), e ao menos um anteparo (69) disposto em posição perpendicular aos dentes de serra (65) para apoiar a mangueira peristáltica (12) em um ponto limite de avanço. Diversas aletas (63) são dispostas no interior da estrutura cilíndrica (67) de modo que sua atuação conjunta promove o aprisionamento da mangueira peristáltica (12), sendo que cada aleta (63) é fixada e se articula no entorno do eixo (64) inserido em uma bucha metálica (68), sendo que a extremidade superior de cada bucha (68) faz contato com uma outra bucha (71), instalada livre no entorno do eixo (64), sendo que o dito eixo (64) é bloqueado ao movimento

longitudinal contra a estrutura cilíndrica (67) por meio de um anel ou trava de pressão (72) fixada ao eixo (64) e que se apoia na extremidade externa da bucha (68).

[018] Preferencialmente tais aletas (63) realizam, no interior da estrutura cilíndrica (67), movimentos rotacionais sincronizados e idênticos, definidos por ranhuras guias (58) presentes na superfície frontal da placa circular (57), sendo que tais ranhuras (58) apresentam o mesmo formato e disposição radial, e cada ranhura (58) permite que um pino guia (59), instalado em uma das faces de cada aleta (63), deslize pelo curso de cada ranhura (58) durante a rotação da estrutura cilíndrica (67). Complementarmente a interposição do contato de todas as aletas (63) resulta na formação de uma cavidade (C) de formato circular, posicionada no centro da estrutura cilíndrica (67) e da placa circular (57), sendo que o movimento simultâneo das aletas (63), realizado pela rotação da estrutura cilíndrica (67), resulta no aumento ou na redução do diâmetro aparente da cavidade de abertura (C), fazendo a correta adaptação do conector de acoplamento (6) para mangueiras peristálticas (12) de diâmetros distintos.

[019] O sistema também compreende ao menos um dispositivo de bloqueio da estrutura cilíndrica (67), compreendendo pelo menos uma esfera (62) acoplada a um elemento resiliente (61) comprimido em um habitáculo (60), de modo que a esfera (62) esteja com sua área superficial parcialmente exposta e cooperante com as saliências superficiais (56) da placa circular (57) de modo que a força do elemento resiliente (61) seja suficiente para travar o conector (6) contra uma movimentação involuntária.

[020] Compreende, ainda, pelo menos um sensor codificado (74) de posição acoplado a uma estrutura de engrenagens tipo pinhão (75) e cremalheira (73), sendo tal estrutura de engrenagens fixada na borda circular da estrutura cilíndrica (67) o qual é livre a girar, sendo que a extensão da cremalheira (73) é limitada ao arco de rotação da estrutura cilíndrica (67) definida pela abertura das ranhuras guias (58) presentes na superfície frontal da placa circular (57). O dito sensor codificado (74) de posição informa ao sistema de controle e regulação (37) o ângulo de posicionamento da estrutura cilíndrica (67), de modo que o sistema de controle e regulação (37) identifique a mangueira peristáltica (12) instalada no bloco do cabeçote (3) por um método de aproximação da posição angular registrada pelo sensor codificado (74) com a posição angular efetiva de uma lista de mangueiras (12) compatíveis com o mecanismo da bomba peristáltica fazendo, assim, o correto ajuste do mecanismo de regulação e controle (37).

[021] Os objetivos da presente invenção também são atingidos por meio de um método de fixação de mangueiras peristálticas a um sistema de bombeamento peristáltico adaptável a mangueiras de dimensões variadas, caracterizado pelo fato de empregar um sistema de bombeamento peristáltico conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 24 e compreender as seguintes etapas:

(101) iniciar ou energizar o sistema;

(102) realizar o processo de calibração do posicionamento do cilindro rotativo (67) do conector (6);

(103) por meio de um sinalizador, solicitar ao usuário

que realize a abertura total do conector (6) por meio da rotação do cilindro rotativo (67) no sentido de abertura até o seu travamento;

(104) verificar se a chave de fim de curso do cilindro rotativo (67) foi acionada para indicar que o conector (6) se encontra totalmente aberto;

(105) caso seja identificado que o cilindro rotativo (67) não está totalmente aberto retorna-se à etapa (103); caso tal condição seja satisfeita prossegue-se para a etapa seguinte;

(106) efetuar a gravação da posição angular do sensor codificado (74) em condição de abertura máxima do conector (6) da mangueira (12);

(107) efetuar a leitura da posição angular do sensor codificado (74);

(108) verificar se a posição do sensor codificado (74) sofreu variação em relação ao valor gravado na etapa (106); caso não tenha havido alteração, retorna-se novamente à etapa (107); caso contrário prosseguir para a etapa seguinte;

(109) efetuar nova leitura de posição do sensor codificado (74);

(110) verificar se a posição do sensor codificado (74) sofreu variação em relação ao valor lido na etapa (109); caso tenha havido alteração, retorna-se novamente à etapa (109) para realização de nova leitura posicional; caso não tenha havido alteração do sensor (74), prosseguir para a etapa seguinte;

(111) aguardar um intervalo de tempo pré-definido, para certificar que o usuário completou o acoplamento da

mangueira peristáltica (12);

(112) efetuar nova leitura de posição do sensor codificado (74);

(113) verificar se a posição do sensor codificado (74) sofreu variação em relação ao valor lido na etapa (109); caso tenha havido alteração, retorna-se novamente à etapa (109) para realização de nova leitura posicional; caso não tenha havido alteração do sensor (74), prosseguir para a etapa seguinte;

(114) comparar a posição do sensor codificado (74) com uma tabela de posições pré-fixadas para diversos diâmetros de mangueira peristáltica (12);

(115) verificar se a posição do sensor codificado (74) é igual ou próxima a algum valor tabelado de mangueira peristáltica (12); caso tal condição não seja satisfeita, seguir para etapa (116); caso a condição seja satisfeita seguir para a etapa (117);

(116) exibir no sinalizador que se trata de modelo de mangueira peristáltica (12) incompatível com o sistema, conseqüentemente retornar à etapa (107) para a realização de nova leitura da posição do sensor codificado (74);

(117) estabelecer o modelo de mangueira peristáltica (12) utilizado e avaliar a condição de fechamento do cilindro rotativo (67);

(118) verificar se ocorreu o correto fechamento da mangueira peristáltica (12) por meio da conferência se a posição angular do cilindro rotativo (67) se encontra entre os limites mínimos e máximos estabelecidos como travamento seguro da mangueira peristáltica (12); caso

essa condição não seja satisfeita, ir para a etapa (119), caso a condição seja satisfeita, prosseguir para a etapa (120);

(119) exibir no sinalizador para o usuário efetuar o correto fechamento do conector (6) da mangueira peristáltica, e em seguida retornar à etapa (114);

(120) estabelecer os parâmetros volumétricos da bomba peristáltica com base nas dimensões da mangueira (12) instalada;

(121) exibir a interface de configuração pelo usuário e processo de operação da bomba, tais como volume, vazão e temperatura de bombeamento do fluido;

(122) identificação de encerramento da operação e remoção da mangueira peristáltica (12) e, findo o processo, retornar para a etapa (107).

[022] Preferencialmente o sinalizador é um display ou visor, e o referido intervalo pré-definido de tempo é de 4 a 6 segundos.

Breve descrição das figuras:

[001] Para obter total e completa visualização do objeto desta invenção, são apresentadas figuras às quais se faz referência, conforme se segue.

[002] A Figura 1 mostra uma vista em perspectiva do sistema de bombeamento peristáltico adaptável a mangueiras de dimensões variadas de acordo com uma concretização preferencial da invenção;

[003] A Figura 2 mostra o sistema de bombeamento da figura 1 em perspectiva explodida, ou seja, com suas partes constituintes tomadas em separado;

[004] A Figura 3 mostra o sistema de bombeamento da

figura 1 em vista superior / planificada;

[005] A Figura 4 mostra uma vista em perspectiva explodida do conector de mangueira peristáltica do sistema de bombeamento da presente invenção;

[006] A Figura 5 mostra uma representação simplificada do conceito hidráulico e estrutural do sistema de bombeamento peristáltico de acordo com uma concretização preferencial da invenção;

[007] A Figura 6 mostra uma representação esquemática dos dispositivos de acionamento, controle e regulação do sistema de bombeamento representado nas Figuras 1 a 3;

[008] A Figura 7 mostra uma ilustração completa, em vista superior, do rotor do sistema de bombeamento das Figuras 1 a 3;

[009] A Figura 8 mostra uma vista parcial em perspectiva dos mecanismos de suporte e fixação dos roletes do sistema de bombeamento da invenção;

[010] A Figura 9 mostra uma vista isolada do dispositivo de seleção da posição das cruzetas do sistema em questão;

[011] A Figura 10 mostra uma vista em corte lateral do acoplamento da ferramenta manual de ajuste da posição radial dos roletes do sistema de bombeamento da presente invenção;

[012] A Figura 11 mostra uma vista em corte lateral do acoplamento da ferramenta manual de ajuste na fixação do rotor no eixo do motor;

[013] As Figuras 12.1 e 12.2 mostram, respectivamente, as vistas superior e inferior da dita ferramenta manual de ajuste;

[014] A Figura 13 mostra uma ilustração dos mecanismos do conector de acoplamento da mangueira peristáltica;

[015] A Figura 14 mostra um detalhe ampliado que permite observar o acoplamento do sensor de posição ao mecanismo do conector de acoplamento da mangueira;

[016] A Figura 15 mostra uma vista em corte lateral dos mecanismos do conector da mangueira peristáltica da presente invenção;

[017] A Figura 16 mostra uma vista em detalhe ampliado de um dos elementos da aleta de fixação da mangueira peristáltica;

[018] As Figuras 17.1 e 17.2 mostram duas formas de operação do conector de fixação da mangueira peristáltica;

[019] A Figura 18 mostra uma vista em perspectiva revelando a simulação de distribuição das forças no conector da mangueira peristáltica;

[020] A Figura 19 mostra uma simulação de deslocamento conector da mangueira peristáltica da presente invenção;

[021] A Figura 20 mostra uma simulação do processo de compressão do componente bucha de borracha do sistema da presente invenção;

[022] A Figura 21 mostra uma representação ilustrativa do suporte dos roletes por meio de uma alavanca com um ponto de articulação ao canto, e

[023] A Figura 22 mostra um fluxograma de representação do algoritmo para identificação automática de mangueiras peristálticas a ser empregado pelo conector do sistema de bombeamento da presente invenção.

[024]

Descrição detalhada da invenção:

[025] O objeto da presente invenção passará a ser mais detalhadamente descrito e explicado com base nos desenhos

apensos, que possuem caráter meramente exemplificativo e não limitativo, posto que adaptações e modificações podem ser feitas sem que, com isso, se fuja do escopo da proteção reivindicada.

[026] Conforme pode ser melhor observado através das Figuras 1 a 3 anexas, o sistema de bombeamento peristáltico 1 adaptável a mangueiras peristálticas 12 de dimensões variadas da presente invenção é basicamente composto por um bloco de cabeçote 3, um sistema rotor 14 e roletes 9. No intervalo entre o bloco do cabeçote 3 e o rotor 14 é inserida a mangueira peristáltica 12, a qual é fixada nos conectores de acoplamento 6 que conduzem a mangueira 12 para as extremidades de entrada 4 e saída 5 de fluido do bloco do cabeçote 3. O dito bloco de cabeçote contém, ainda, um habitáculo 8 para acondicionamento do sistema rotor 14, o qual se interliga, por meio de canais 320, a cavidades de entrada (4) e saída (5) com as quais cooperam os conectores de acoplamento 6.

[027] O rotor 14 compreende, basicamente, um conjunto capaz de girar livremente no eixo principal de rotação 15, o qual é acoplado a um sistema motriz que, conforme pode ser visto na Figura 6 anexa, é dotado de um sistema contendo motor 36, caixa de redução 35, controlador 37 de potência de acionamento com compensação, e encoder ou sensor codificado de posicionamento do eixo 34 para o registro do movimento do eixo de rotação, e que servirá para a contabilização da vazão e do volume de líquido dispendido pela bomba peristáltica pelo dito controlador 37.

[028] A presente invenção apresenta diversas vantagens funcionais, além de mecanismos inéditos que permitem, de

modo prático, preciso e seguro, realizar a remoção e instalação do rotor 14, a instalação e remoção de mangueiras peristálticas 12 fabricadas com dimensões e materiais distintos, a configuração da posição radial de trabalho dos roletes 9 para tipos distintos de mangueira 12, e o ajuste contínuo e preciso (ajuste fino) da posição radial dos roletes 9 para se obter a melhor intensidade de oclusão da mangueira peristáltica 12.

[029] O rotor 14 do invento em questão contém um conjunto de três roletes 9, podendo variar em maior ou menor quantidade dependendo do diâmetro interno do habitáculo 8 do bloco do cabeçote 3 sem que, com isso, se fuja do escopo de proteção aqui reivindicado. Tais roletes 9 estão fixados em suportes 10 os quais projetam os respectivos roletes 9 radialmente para exercerem a função de oclusão 13 da mangueira peristáltica 12. Os suportes 10 são fixados no rotor 14 por meio de um eixo de fixação 20 que permite ao suporte 10 girar livremente ao ser manuseado pelo usuário. Porém, uma tendência de rotação no sentido horário, conforme a disposição dos elementos do atual invento, é imposta por uma mola 24 instalada junto ao eixo em disposição concêntrica ao mesmo. O rolete 9 está fixado no suporte 10 pelo eixo 23 e por meio de um dispositivo 22, na concretização preferencial aqui apresentada sendo representado por um rolamento selado de esferas, o qual facilite a rotação do rolete 9 no eixo de fixação 23.

[030] Na outra extremidade do suporte 10 dos roletes 9 encontra-se um dispositivo inédito apresentado no presente invento, constituído por uma cruzeta 11 contendo quatro posições segundo a sua representação. A cruzeta 11 é composta

por quatro sapatas de apoio 26 com dimensões idênticas, cada qual fixada em um eixo de sustentação 31 com comprimentos distintos, identificados por enumeração impressa 18 e disposição de 90° uma das outras. A cruzeta 11 está fixada no eixo 19, o qual está preso ao suporte 10 dos roletes 9 e, no mesmo, faz livre giro pelos mancais de apoio ao suporte 10 localizados na extremidade do eixo 19, e que permite a cruzeta 11 girar livremente. Conforme pode ser observado na Figura 8, a cruzeta 11 pode ser rotacionada manualmente em seu eixo de fixação 19 por meio do botão rotativo 25 que é conectado diretamente a tal eixo 19. Apesar da livre rotação da cruzeta 11 em ambos os sentidos, o invento apresenta um dispositivo capaz de definir o posicionamento operacional da cruzeta 11 em quatro posições definidas, sensível ao usuário por leves travamentos do eixo 19 ao assumir cada posicionamento. Esse recurso é implementado por um disco seletor 27 (vide Figuras 7 a 9) preso ao eixo 19, o qual contém quatro rebaiços côncavos 32 dispostos a 90° uns dos outros e alinhados com os eixos de sustentação 31 das sapatas de apoio 26. A superfície lateral 33 do disco seletor 27 é alinhada a um dispositivo contendo uma esfera 28, a qual está presa a uma mola 30 parcialmente contraída, instalada em um compartimento de abrigo 29 da mola 30 e da esfera 28. A rotação do eixo 19 por meio do botão rotativo 25 faz girar o disco seletor 27, e a esfera 28 passa a deslizar-se sobre a superfície lateral 33 do disco seletor 27 até entrar no próximo rebaixo côncavo 32. Ao se acoplar ao dito rebaixo 32, a força de reação da mola 30 imprime resistência à saída da esfera 28 do mesmo, o que faz surgir a força de travamento da posição operacional da respectiva sapata 26 da cruzeta

11. Cada sapata 26 é fixada a um eixo 31 com comprimento distinto. Tal comprimento, definido de acordo com os requisitos do equipamento que utilizará o método para o qual requisita-se a patente, proporciona a cada posicionamento da cruzeta 11 o emprego de uma mangueira 12 com diâmetro seccional distinto.

[031] No caso da atual invenção, as posições encontram-se identificadas pela enumeração impressa 18 com os valores de 1 a 4, de modo que a posição 1 permite o uso de mangueira 12 com maior diâmetro, e a posição 4 o uso de mangueira 12 com menor diâmetro. As dimensões das sapatas 26 permitem às mesmas se apoiarem na lateral de uma bucha 16 fabricada em borracha ou outro material com características semelhantes, posicionada no entorno do eixo principal 15 de rotação da bomba 36.

[032] A bucha 16 de borracha possui duas finalidades principais no atual invento: a primeira é servir de contra apoio para os suportes 10 dos roletes 9 durante a operação do equipamento - seja no período em que os roletes 9 fazem a obstrução da mangueira 13 ou fora desse período, cuja posição de contato das sapatas 26 da cruzeta 11 com a bucha 16 de borracha é garantida pela ação de contra torção das molas 24 inseridas no entorno do eixo de articulação 20 dos suportes 10 dos roletes 9. A segunda finalidade da bucha 16 é atuar em um processo inédito de ajuste da posição radial dos roletes 9, cujo mecanismo é apresentado no presente pedido de patente. A Figura 7 representa um corte vertical da estrutura do rotor na qual ilustra a bucha fabricada em borracha 16 e seu acoplamento mecânico. Tal bucha 16 é constituída por um corpo cilíndrico de borracha flexível com

geometria abaulada e convexa nas proximidades da sua meia altura. Suas extremidades superior e inferior são fixadas a anéis metálicos 38 e 39 os quais contêm roscas internas de sentido invertido uma da outra, que permitem o acoplamento ao eixo principal 15, que exhibe dois segmentos de rosca 40 e 47 externa e invertida uma da outra. O anel metálico superior 38 possui em sua superfície externa três pinos salientes tipo dentes retangulares os quais permitem serem acoplados a uma ferramenta manual 41 de ajuste externa. Já o anel metálico inferior 39 possui a superfície externa lisa.

[033] A ferramenta manual 41 de ajuste da posição radial dos roletes 9 é um dispositivo com formato cilíndrico o qual assemelha-se a um botão rotativo. Como melhor demonstrado na Figura 10 anexa, possui um disco cilíndrico 43 de maior diâmetro para o apoio da mão e dos dedos, o que permite aumentar o torque de rotação, e dois lados de acoplamento 44 e 45. Um dos lados de acoplamento 45 é dedicado ao ajuste da posição radial dos roletes 9. Sua cavidade interna possui parede lisa e a superfície da extremidade possui três orifícios retangulares 50 (vide Figura 11). O seu uso é feito por meio da sua inserção através do orifício 51 do rotor 14 e a introdução ao eixo principal 15, pela cavidade interna da ferramenta, o qual guiará livremente a ferramenta para que ocorra o acoplamento dos orifícios retangulares 50 aos pinos salientes do anel superior 38 da bucha de borracha 16. Feito o acoplamento, a rotação manual da ferramenta 41 fará com que a bucha de borracha 16, acoplada aos seus anéis 38 e 39, também gire. Dadas as características dos sentidos das roscas 40 e 47, a rotação do conjunto faz os anéis 38 e 39 aproximarem-se ou distanciarem-se. No sentido de

aproximação, os anéis promovem a compressão da bucha de borracha 16, reduzindo a dimensão A e, conseqüentemente, fazendo expandir a bucha lateralmente, ou seja, aumentando a dimensão B (vide Figura 10). Já no sentido de distanciamento, os anéis promovem o alongamento da bucha de borracha, promovendo o aumento da dimensão A refletindo, assim, no estreitamento da largura da bucha de borracha 16 ilustrado pela redução da dimensão B. Visto que uma sapata 26 de cada cruzeta 11 sempre faz apoio na superfície lateral da bucha de borracha 16, no ato de sua expansão diametral - realizada pela rotação da ferramenta de ajuste 41 em um sentido pré-definido construtivamente - ocorrerá, por conseqüência, a distensão radial dos roletes 9, o que faz aumentar a intensidade de oclusão 13 da mangueira peristáltica 12, conforme pode ser observado na Figura 3 anexa. Já a rotação da ferramenta de ajuste 41 no sentido contrário promoverá a retração diametral da bucha de borracha 16 que, por conseqüência, promoverá a retração radial dos roletes 9 e, por fim, a diminuição da intensidade de oclusão 13 da mangueira peristáltica 12.

[034] O outro lado 44 da ferramenta de ajuste 41 é dedicado ao fechamento das duas placas 48 e 49 do rotor 14 e o acoplamento do rotor 14 ao eixo principal 15 do sistema de bombeamento peristáltico, posicionando-o corretamente no habitáculo 8 do bloco de cabeçote 3. Para isso, o lado de acoplamento 44 da ferramenta de ajuste 41 deve ser introduzido pelo orifício 51, localizado no centro da placa superior 48 do rotor 14, até o eixo principal 15. O orifício do respectivo lado da ferramenta de ajuste 41 possui uma rosca interna 46 a qual rosqueia-se à rosca externa 40

implementada em um segmento na extremidade do eixo principal 15. A ferramenta de ajuste 41 deve ser rosqueada manualmente até o apoio firme da superfície do disco 43 sobre a superfície da placa superior 48 do rotor 14, representado pela referência 54. O uso do lado 44 da ferramenta de ajuste 41 não toca nos elementos da bucha de borracha 16 não interferindo, desse modo, no seu ajuste. O limite de introdução do rotor 14 ao eixo principal 15, e seu correto posicionamento, ocorre no ponto de mudança diametral 52 do eixo principal 15 (Figura 10), de modo que o travamento rotacional é assegurado por meio de um rasgo plano 17 desbastado no eixo principal 15, cujo formato de encaixe é desenhado no orifício de entrada do eixo principal na placa inferior 49 do rotor 14. Assim, o correto aperto manual da ferramenta de ajuste 41 garante que o rotor 14 se posicione e trave adequadamente no eixo 15 garantindo o funcionamento seguro da bomba peristáltica.

[035] A inserção da bucha de borracha 16 no eixo principal 15 da bomba peristáltica é realizada de modo simples. Com o rotor 14 montado sobre o eixo principal 15, deve-se remover a placa superior 48 do rotor, desconectando-a dos pinos de sustentação 21, e introduzir o anel metálico inferior 39 da bucha de borracha 16 sobre o eixo principal 15. Visto que o diâmetro da rosca 47 é maior que a da rosca 40, o anel 39 da bucha de borracha atravessa livremente o segmento de rosca 40 até o início da rosca 47, cujo passo é compatível com a rosca interna do anel 39. O anel metálico 38 deve ser acoplado à rosca 40 e rosqueado até atingir o segmento do eixo principal livre de rosca, compreendido pelo espaço entre as roscas 40 e 47. Durante o processo de

rosqueamento do anel 38, o anel 39 permanece na zona do eixo principal 15 livre de rosca, compreendida entre as roscas 40 e 47, pelo fato destas roscas terem sentido invertido. Como consequência, ambos anéis metálicos 38 e 39 partem da zona livre de rosca e se deslocam opostamente, e a mesmo passo, entre esta região e os limites das roscas estabelecidos nas placas 48 e 49 do rotor, mantendo invariável a altura da linha central da bucha de borracha 16, faixa que possui maior exposição diametral e onde se apoiam as sapatas 26 das cruzetas 11.

[036] Após instalada a bucha de borracha 16, instalam-se as hastes de suporte dos roletes 10 e a placa superior 48 do rotor 14. Com a mangueira 12 instalada na cavidade do bloco 8, faz-se o ajuste do ponto de oclusão com o uso do lado 45 da ferramenta de ajuste 41 e o travamento das partes do rotor 14 ao eixo 15 por meio do lado 44 da ferramenta de ajuste 41.

[037] O presente invento apresenta, portanto, um método inédito de fixação da mangueira peristáltica 12 ao bloco do cabeçote 3. Bombas peristálticas são sistemas hidráulicos que apresentam diversas vantagens em seu uso, dentre as quais destaca-se a sua capacidade de não contaminação do fluido em bombeamento com óleos, microrganismos dispersos no ar entre outros elementos nocivos ao líquido em circulação, pelo fato do mesmo manter-se sempre contido na mangueira peristáltica 12 e não fazer contato com outras partes da bomba. A troca regular da mangueira 12 torna-se necessária de acordo com os critérios de segurança e higiene estabelecidos ao uso do equipamento, cujo extremo limita-se ao respeito da vida útil da mangueira peristáltica 12. Assim, no caso da necessidade

de trocas frequentes, o equipamento deve possuir métodos de remoção e reposição da mangueira 12 que priorizem a praticidade e a redução do número de ações envolvidas nesse processo.

[038] O atual invento também apresenta um método inédito e inovador de fixação da mangueira peristáltica 12 no bloco do cabeçote 3. Tal método consiste em um conector de acoplamento 6 para fixação da mangueira peristáltica 12, que permite suportar, de modo seguro, mangueiras peristálticas 12 com diâmetros distintos. Basicamente, o conector de acoplamento 6 da mangueira peristáltica 12 é constituído de um mecanismo composto por duas estruturas de contenção cilíndricas 57 e 67, conforme pode ser melhor observado através da Figura 4 anexa. A placa circular 57 é fixada no bloco do cabeçote 3 e permite à estrutura 67 ser encaixada à mesma por meio da cavidade 70. A estrutura cilíndrica 67 é livre para girar em ambos os sentidos e abriga os componentes articuláveis do dispositivo. A rotação da mesma é feita manualmente e conta com saliências aderentes 56 sobre a sua superfície lateral externa para o apoio digital.

[039] No interior da estrutura 67 estão inseridas as aletas 63 as quais, em atuação conjunta, são responsáveis pelo aprisionamento da mangueira peristáltica 12. Cada aleta 63 (Figuras 15 e 16) é fixada e articula-se no entorno do eixo 64 inserido em uma bucha metálica 68. A extremidade superior da bucha 68 faz contato com uma outra bucha 71, instalada livre no entorno do eixo 64, a qual reduz o atrito de contato entre a aleta 63 e a bucha 68. O eixo 64 é bloqueado ao movimento longitudinal contra a estrutura cilíndrica 67 por meio de um anel ou trava de pressão 72

fixada ao eixo, a qual se apoia na extremidade externa da bucha 68. Apesar das aletas 63 poderem girar livremente no entorno do eixo 64, seus movimentos rotacionais são sincronizados e idênticos, definidos pelas ranhuras guias 58 presentes na superfície frontal da placa circular 57. Tais ranhuras 58 apresentam o mesmo formato e disposição radial, e cada uma permite que um pino guia 59, instalado em uma das faces da aleta, deslizem-se pelo curso de sua fenda durante a rotação da estrutura cilíndrica 67. A interposição do contato de todas as aletas 63 resulta na formação de uma cavidade C de formato geométrico (ilustradas nas Figuras 15 e 17), semelhante a um círculo, posicionada no centro das estruturas cilíndricas 57 e 67. O movimento simultâneo das aletas 63, realizado pela rotação da estrutura cilíndrica 67, resulta no aumento ou na redução do diâmetro aparente da cavidade de abertura C, fazendo a correta adaptação do conector de acoplamento 6 para mangueiras peristálticas 12 de diâmetros distintos. Na parte lateral voltada para o centro das estruturas cilíndricas de cada aleta 63 existe um importante elemento de fixação da mangueira peristáltica em formato de dente de serra 65 (Fig. 16) que se dispõe projetado no perímetro interno da cavidade de fixação da mangueira peristáltica C. O desenho e a inclinação dos dentes 65, combinados com a rotação planetária do conjunto das aletas 63 que é realizado juntamente com o giro do corpo da estrutura cilíndrica 67, permitem que tais dentes de serra 65 se cravem na mangueira peristáltica 12 até uma profundidade limitada pelo anteparo 69, que se dispõe perpendicular à direção dos dentes de serra 65 e faz apoio à mangueira 12 no ponto limite de avanço.

[040] De modo a evitar que, durante a operação da bomba peristáltica, os conectores de acoplamento 6 da mangueira 12 se afrouxem e liberem acidentalmente a mangueira peristáltica 12, foi previsto ao invento um dispositivo para o bloqueio da estrutura cilíndrica 67. Consiste, conforme demonstrado na Figura 13 anexa, em uma esfera 62 acoplada a um elemento resiliente 61 (preferencialmente uma mola) parcialmente comprimido em um habitáculo 60, de modo que a esfera 62 esteja exposta em torno de 30% de sua área superficial, e que faça contato contra as saliências superficiais 56 da placa circular 57. A força da mola 61 deve ser suficiente para travar o conector 6 de uma movimentação involuntária, porém não poderá dificultar a rotação da estrutura cilíndrica 67.

[041] Além disso, o presente invento tem como uma de suas premissas atender a equipamentos de bombeamento peristáltico que fazem o uso de mangueiras 12 de dimensões variadas, mais especificamente o seu diâmetro. Pela natureza da física envolvida no conceito desse tipo de sistema, a sua capacidade volumétrica possui relação de proporcionalidade direta com o diâmetro interno da mangueira 12, de modo que, quanto maior tal diâmetro, maior é o volume de líquido bombeado para cada ciclo completo de rotação do rotor 14. A relação do diâmetro interno da mangueira 12 com a velocidade angular de rotação do rotor 14 faz correspondência aos parâmetros da bomba peristáltica, visto que, se a variável de controle for a sua vazão, logo o mecanismo de controle e acionamento deverão ser informados de qual mangueira 12 encontra-se acoplada ao bloco do cabeçote 3 durante o acionamento. Raramente fabricantes de bombas peristálticas apresentam mais que três

dezenas de modelos de mangueiras 12 em seu portfólio. A diversidade desses modelos é definida pela combinação básica de três variáveis construtivas da mangueira 12: material de fabricação, espessura da parede e diâmetro externo - estas duas fundamentais na definição da capacidade volumétrica da bomba. Assim, torna-se necessário informar ao mecanismo de regulação e controle 37 qual a dimensão diametral da mangueira 12 instalada. Essa configuração pode ser manual, por meio da seleção do modelo da mangueira 12 dentro de uma lista ou da inserção numérica das dimensões da mangueira 12.

[042] Porém, existe o fator do erro humano nesse processo de configuração manual, o qual pode proporcionar uma configuração funcional do equipamento que não se corresponde com a mangueira 12 instalada podendo, em alguns cenários de funcionamento, provocar riscos materiais e humanos. Assim, a atual invenção apresenta um método de parametrização automática das características dimensionais da mangueira peristáltica 12 realizado por meio do mecanismo de um dos conectores 6 de acoplamento da mangueira peristáltica 12, inseridos no bloco do cabeçote 3 no lado da entrada 4. A inovação consiste na inserção de um sensor codificado 74 (encoder) de posicionamento de seu eixo de rotação acoplado a uma estrutura de engrenagens tipo pinhão 75 e cremalheira 73, sendo esta fixada na borda circular do cilindro 67 o qual é livre a girar. A extensão da cremalheira 73 é limitada ao arco de rotação da estrutura cilíndrica 67 definida pela abertura das ranhuras guias 58 presentes na superfície frontal da placa circular 57. Assim, quando o usuário instala a mangueira peristáltica pela cavidade do bloco do cabeçote 8, ao fazer sua fixação em um dos conectores de mangueira 6,

faz girar a estrutura cilíndrica 67 até que ocorra o acoplamento das aletas 63 à mangueira peristáltica, realizado por meio das serrilhas 65 e do limitador 69 (Figura 13). Nesse ponto, o cilindro 67 resiste a rotacionar definindo a posição angular de acoplamento. Todo movimento é assistido pelo sensor codificado 74 de posição, o qual informa ao sistema de controle e regulação 37 o ângulo de posicionamento da estrutura cilíndrica 67. Visto que mangueiras 12 de diferentes diâmetros impõem ângulos de posicionamento distintos para cada, o sistema de controle e regulação 37 é capaz de definir a mangueira 12 instalada no bloco do cabeçote 3 por um método de aproximação da posição angular registrada pelo sensor 74 com a posição angular efetiva de uma lista de mangueiras 12 compatíveis com o mecanismo da bomba peristáltica fazendo, assim, o correto ajuste do mecanismo de regulação e controle. Além de definir automaticamente o modelo da mangueira 12 instalada no cabeçote peristáltico, o método de sensoriamento da presente invenção permite imprimir características de segurança ao mecanismo de bombeamento peristáltico como o bloqueio do funcionamento da bomba no caso de desprendimento da mangueira 12, observado pela variação da posição angular da estrutura cilíndrica 67 durante a operação da bomba, ou da não fixação da mangueira observada pela não variação dos sinais do sensor 74 antes do acionamento da bomba.

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DO SUPORTE DOS ROLETES DO ROTOR

[043] A variação da disposição radial dos roletes 9 ocorre por dois métodos inéditos. O primeiro tem por base a funcionalidade da cruzeta 11 composta por quatro sapatas 26, cada uma fixada em uma haste com comprimento distinto até a

sua base de apoio. Em função dessa configuração, a escolha da sapata 26 que fará apoio contra a bucha de borracha 16 possibilita situar o rolete 9 em quatro posições distintas, condicionando o mecanismo de bombeamento para operar com a mangueira 12 instalada.

[044] O segundo método realiza o ajuste mais minucioso da posição radial do rolete 9 e tem como base a característica da expansão diametral da bucha de borracha 16 quando comprimida.

[045] Ambos os métodos propiciam o mesmo tipo movimento do suporte 10 dos roletes 9, realizado a partir do ponto de apoio da cruzeta 11. Basicamente, o suporte 10 dos roletes 9 atua como uma alavanca mecânica com um ponto de articulação e duas forças relacionadas entre si e de sentido oposto, conforme representada na Figura 21 anexa. A força F_r é gerada pelo processo de oclusão da mangueira peristáltica 12 pelo rolete 9 e mantida enquanto a mangueira 12 permanece deformada contra a parede interna do bloco do cabeçote 3. Tal força não é constante ao longo de um ciclo rotativo do rotor 14 e o efeito de seu momento é instantaneamente anulado pela força reativa proporcional e oposta F_s , resultante do apoio da sapata 26 da cruzeta 11 contra a parede da bucha de borracha 16.

[046] A equação que define o momento imposto pela força F_s é apresentada a seguir:

$$M_{F_s} = (F_s \cos \theta)r'' \quad (1)$$

[047] onde θ é um ângulo que representa um deslocamento de articulação do suporte 10 dos roletes 9 com relação a uma posição angular referencial cujas forças são normais ao eixo da alavanca.

[048] Com relação à força F_r , as equações que definem os seus momentos são apresentadas a seguir:

$$M'_{F_r} = (F_r \cos \theta)r' \quad (2)$$

[049] e

$$M''_{F_r} = \left(\frac{F_r r' \sin \theta}{\left(\cos \left(\tan^{-1} \left(\frac{h}{r'} \right) \right) \right)^2} \right) \quad (3)$$

[050] Em condição de equilíbrio, o somatório dos momentos torna-se nulo e resulta que:

$$M_{F_s} = M'_{F_r} + M''_{F_r} \quad (4)$$

[051] Tanto a mudança do posicionamento da cruzeta 11 para o apoio do suporte 10 do rolete 9 quanto a variação diametral da bucha de borracha 16 provocam a movimentação articulada do suporte 10 dos roletes 9, conforme ilustrado na Figura 21. O deslocamento descreve um arco de comprimento d' no ponto de fixação da cruzeta 11 e um arco de comprimento d'' no ponto de fixação do rolete.

[052] Pelo fato do ângulo de abertura θ ter amplitude muito baixa, os arcos desenvolvidos podem ser considerados segmentos de reta. Logo, com base nessa consideração, a equação que representa a relação aproximada entre o deslocamento da cruzeta 11 e o deslocamento do rolete 9 é apresentada a seguir:

$$d' = d'' \frac{r''}{r'} \quad (5)$$

ANÁLISE TÉCNICA DO ROTOR OBJETO DA PRESENTE INVENÇÃO

Impactos Hidráulicos

[053] Um olhar geral sob o ponto de vista dos aspectos hidráulicos da invenção, considerando unicamente as finalidades de suporte dos elementos inventivos, o formato em um sistema de bombeamento peristáltico cujo conceito é amplamente conhecido pela literatura e tradicionalmente

utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica, química entre outras. Considerando-se os roletes 9 devidamente ajustados e invariáveis durante a operação da bomba, sua representação pode ser simplificada conforme representada na Figura 5 anexa, caracterizando-se como um sistema hidráulico de deslocamento positivo (*positive displacement*), cuja quantidade de fluido bombeado é determinada a cada rotação do rotor 14. Desse modo, os mecanismos de ajuste da posição radial dos roletes 9, quando corretamente utilizados, não alteram os princípios hidráulicos de uma bomba peristáltica rotativa.

Bucha de Borracha

[054] Um dos componentes inéditos presente no sistema de posicionamento radial dos roletes 9 é a bucha de borracha 16 a qual, quando comprimida, faz expandir a sua circunferência diametral.

[055] Tal fenômeno é atribuído ao formato geométrico da bucha 16 e às características elásticas do material utilizado, os quais promovem a deformação homogênea da peça no entorno do seu eixo longitudinal, e também proporcionam o encorpamento necessário para o apoio das sapatas 26 contidas nos suportes 10 dos roletes 9.

[056] A Figura 20 apresenta o resultado gráfico de uma simulação de compressão realizada sobre a bucha de borracha 16 com uma determinada geometria. A simulação considerou a aplicação de forças simétricas, de sentido oposto, e homogeneamente distribuídas ao longo dos anéis terminais da bucha 16, gerando a compressão do componente.

[057] A geometria da bucha 16 e o material associado determinam a proporção de correspondência entre a deformação

longitudinal e a expansão diametral. No caso do modelo geométrico apresentado na Figura 20, a correspondência obtida pela simulação é na proporção de 2,2:1, ou seja, a cada duas unidades e dois décimos de unidade de medida de deformação no sentido longitudinal, a bucha 16 expande 1 unidade de medida no sentido transversal na altura do maior diâmetro.

[058] A Figura 20 ilustra também a distribuição de pressão no material gerada pelas forças de compressão. Observa-se, na cor vermelha, que a faixa central apresenta maior concentração das forças - região na qual ocorre a maior proporção de expansão diametral da peça.

ANÁLISE TÉCNICA DO CONECTOR DE MANGUEIRA PERISTÁLTICA

[059] O conector de mangueira 6 descrito na presente invenção permite a fixação de mangueiras 12 de variados tamanhos (diâmetros) no bloco do cabeçote 3, de modo fácil e rápido. Graças ao sistema de sensor codificado 74 acoplado ao cilindro rotativo 67, torna-se possível detectar e identificar, de modo automático, o tamanho da mangueira 12 instalada e, a partir disso, configurar os parâmetros de controle hidráulico da bomba peristáltica.

Breve relato sobre sensores codificados (encoders)

[060] Os encoders rotativos são sensores que permitem detectar a posição precisa do seu eixo de rotação. De acordo com sua construção física e elétrica, os encoders dividem-se em duas categorias: incrementais e absolutos.

[061] Os encoders incrementais são dispositivos de construção mais simples, agregam menos componentes e, conseqüentemente, apresentam menor custo de fabricação. Exigem que o seu leitor possua algoritmos computacionais

para a contagem de pulsos e detecção da diferença de fase para a identificação do sentido de rotação.

[062] Já os encoders absolutos, apesar de mais caros e complexos, são capazes de entregar em sua saída a posição exata do seu eixo sem a necessidade de se ter uma posição angular referencial. Não exigem circuitos externos especiais tampouco algoritmos complexos para a sua leitura e interpretação, visto que a posição exata é representada por palavras binárias e não por sequências de pulsos, como no caso dos encoders incrementais.

[063] No caso do conector de mangueira 6 descrito neste pedido de patente, o seu mecanismo permite o uso tanto de encoders incrementais como de encoders absolutos para o método de identificação da mangueira 12 com base em seu diâmetro. Uma chave de fim de curso na posição de abertura total do cilindro rotativo 67 é necessária no caso do uso de encoder incremental ou quando o acoplamento ao encoder promove mais de uma volta inteira em seu eixo dentro da faixa operacional do cilindro rotativo 67 do conector.

Fluxograma do Algoritmo Operativo do Sensor Codificado (Encoder)

[064] Neste item um fluxograma é ilustrado para a representação de um método algoritmo para a identificação automática do modelo de mangueira 12 instalada em cabeçotes 3 de bombas peristálticas, por meio do conector de acoplamento 6.

[065] A representação gráfica do fluxograma é apresentada na Figura 22.

[066] O fluxograma apresenta todos os estados do método de identificação automática do modelo de mangueira

peristáltica 12, capaz de ser realizado pelo conector proposto no atual invento. Considera-se desde o momento em que o equipamento é iniciado ou energizado até o término de operação da bomba e a remoção da mangueira peristáltica.

[067] O sistema, ao ser iniciado ou energizado (101), entra no modo de calibração do posicionamento do cilindro rotativo, identificado pelo estado (102) do fluxograma. Para isso, por meio de um display/visor, ou outro tipo de sinalizador, é solicitado ao usuário que realize a abertura total do conector (103) o qual o fará por meio da rotação do cilindro rotativo no sentido de abertura até o seu travamento. Durante o procedimento de abertura, uma rotina do algoritmo é encarregada de checar se a chave de fim de curso do cilindro rotativo foi acionada (104), indicando que o conector 6 se encontra totalmente aberto. No instante da total abertura, o algoritmo fará o registro de tal posição angular e a sua correspondência à abertura máxima do conector 6 da mangueira (106), proferindo a ela a posição referencial para o sensor codificado 74. A partir de tal posição, o algoritmo é capaz de interpretar qualquer outra abertura do conector unicamente por meio do sensor codificado 74. Para isso, faz a correlação entre a amplitude angular de rotação de seu eixo, em ambos os sentidos, com a relação do acoplamento mecânico com o cilindro rotativo. Desse modo, analisa inicialmente se o cilindro rotativo está parado ou em rotação (107) e (108). Caso esteja sofrendo rotação, deverá monitorar sua posição angular (109) e (110) até que o cilindro pare de girar. O algoritmo aguarda um intervalo de tempo definido, sugerido cinco segundos (111), com o objetivo de certificar que o usuário completou o acoplamento

da mangueira peristáltica 12. Passado o intervalo de tempo, caso haja movimentação do cilindro rotativo tal posição é atualizada nos estados (109) e (110). Caso contrário, considera-se que a mangueira 12 já se encontra corretamente posicionada e o algoritmo passa para o modo de identificação do modelo de mangueira 12. A identificação é realizada pela comparação da posição angular do cilindro rotativo com posições angulares obtidas experimentalmente e tabeladas para um conjunto de mangueiras 12 compatíveis com a bomba peristáltica. Assim, verifica inicialmente se a posição angular registrada pelo sensor codificado 74 é próxima a algum valor de mangueira tabelada (115). Caso não seja, é informado ao usuário que o modelo de mangueira é incompatível (116), sendo sugerido também que houve alguma irregularidade no travamento do conector de mangueira. Já, caso contrário, o sistema define o modelo da mangueira (117) e passa a verificar se houve o correto fechamento da mesma. A verificação é feita conferindo se a posição angular do cilindro rotativo encontra-se entre os limites mínimos e máximos estabelecidos como o travamento seguro da mangueira (118). Caso esteja em desacordo, é solicitado ao usuário fechar corretamente (119) o conector 6 da mangueira peristáltica 12 impondo o avanço ou retrocesso do cilindro rotativo. Ou, se a posição angular estiver dentro da faixa segura de fechamento, o algoritmo estabelece os parâmetros volumétricos (120) da bomba peristáltica com base nas dimensões da mangueira 12 e avança para os próximos estados de configuração do equipamento (121) pelo usuário como volume, vazão e temperatura de bombeamento do líquido. Ao término da operação (122) e remoção da mangueira peristáltica

12, o algoritmo retorna ao estado (107) no aguardo da introdução de uma próxima mangueira 12.

Dispositivo Conector de Acoplamento de Mangueiras Peristálticas

[068] O conector 6 de mangueiras descrito no pedido de patente em questão faz a fixação da mangueira peristáltica 12 por meio das aletas de fixação 63, as quais são dotadas de serrilhas 65 e do limitador 69.

[069] O método de acoplamento é feito em dois processos de fixação. O primeiro é definido pelo giro do cilindro rotativo 67, o qual faz rotacionar consigo o conjunto de aletas de fixação 63. Durante tal movimento, as aletas 63 fazem o fechamento progressivo da cavidade do conector 6 até cravarem as suas serrilhas 65 na mangueira 12, porém não devendo cortá-la graças ao limitador 69. A penetração das serrilhas 65 é facilitada pelo movimento rotativo do conjunto e pelo ângulo de inclinação das mesmas.

[070] O segundo processo é realizado pela pressão radial uniformemente distribuída, exercida pelas aletas 63 contra a mangueira 12 no sentido do seu centro. A imagem da Figura 18 ilustra uma simulação feita para o conector 6 da mangueira 12 com representação da distribuição das forças nele atuantes. A simulação foi realizada impondo-se forças rotativas no cilindro rotativo até o ponto limite, dado pelo acoplamento e travamento da mangueira peristáltica 12 pelos limitadores da aleta 63. Observa-se, nesse ponto, a ação da pressão exercida pelas aletas 63 do conector 6 na mangueira 12, distribuídas uniformemente ao redor do aro de contato.

[071] No caso da simulação de deslocamentos realizada sobre o conector 6, apresentada na Figura 19, é ilustrada a

deformação da mangueira 12 sofrida pela ação das aletas 63 durante o acoplamento das mesmas. Observa-se uma pequena redução do diâmetro interno da mangueira 12, a qual pode ser ajustada pelo tamanho das serrilhas 65 das aletas 63 e pela disposição do limitador 69, tornando-a desprezível à passagem do fluido.

[072] Observa-se, portanto, que o objeto da presente invenção soluciona os problemas do atual estado da técnica ao permitir, de modo preciso, eficiente e prático, o acoplamento de mangueiras peristálticas de diversos diâmetros em um único sistema de bombeamento peristáltico.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de bombeamento peristáltico adaptável a mangueiras peristálticas (12) de dimensões variadas, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

- pelo menos um bloco de cabeçote (3) provido de ao menos um habitáculo (8) com o qual coopera a dita mangueira peristáltica (12), sendo que o dito habitáculo (8) se interliga, via canais (320), a cavidades de entrada (4) e saída (5) da mangueira peristáltica (12);

- pelo menos um sistema rotor (14) cooperante com o habitáculo (8) do bloco de cabeçote (3), sendo que o dito sistema rotor (14) coopera com ao menos um eixo principal de rotação (15) cooperante com ao menos um sistema motriz que compreende um motor (36), uma caixa de redução 35, um controlador (37) de potência de acionamento com compensação, e um sensor codificado de posicionamento do eixo (34);

- ao menos um rolete (9) simultaneamente cooperante com o sistema rotor (14) e com a mangueira peristáltica (12);

- pelo menos um suporte (10) no qual fica fixado o rolete (9) e o qual coopera com o sistema rotor (14);

- ao menos uma cruzeta (11) cooperante com o rolete (9) e com o suporte (10) ao qual é presa por meio de eixos (19) providos de botões rotativos (25), sendo que cada cruzeta (11) compreende quatro sapatas de apoio (26) solidárias a eixos de sustentação (31), e ao menos um disco seletor (27);

- pelo menos uma bucha (16) cooperante com o suporte (10) e com o rolete (9) para promover o ajuste da posição radial do dito rolete (9), a dita bucha (16) sendo posicionada no entorno do eixo principal (15) de rotação da bomba (36);

- pelo menos uma ferramenta manual (41) de ajuste cooperante com o sistema rotor (14) e com a bucha (16); e
- pelo menos dois conectores de acoplamento (6) que cooperam, simultaneamente, com cavidades de entrada (4) e saída (5) do bloco de cabeçote (3) e com a mangueira peristáltica (12), sendo que cada conector de acoplamento (6) compreende uma estrutura cilíndrica (67) no interior da qual são posicionadas aletas (63) cooperantes com uma placa circular (57) e com pinos-guia (59), sendo que os ditos pinos-guia (59) cooperam, ainda, com a estrutura cilíndrica (67) e com orifícios dispostos nas paredes (310) do bloco de cabeçote (3).

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada suporte (10) de rolete (9) coopera com o sistema rotor (14) por meio de um eixo de fixação (20) o qual, por sua vez, coopera com um elemento resiliente (24) instalado em disposição concêntrica ao dito eixo de fixação (20).

3. Sistema de acordo com as reivindicações 1 e 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de cada rolete (9) estar fixado ao suporte (10) por meio de um eixo (23) e por meio de um dispositivo (22).

4. Sistema de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo (22) compreende um rolamento selado de esferas.

5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o disco seletor (27) cooperante com a cruzeta (11) compreende quatro rebaixos côncavos (32) dispostos a 90° uns dos outros e alinhados com os eixos de sustentação (31) das sapatas de apoio (26), sendo que a

superfície lateral (33) do disco seletor (27) é alinhada a pelo menos um dispositivo contendo uma esfera (28), a qual está presa a um elemento resiliente (30) instalado em um compartimento de abrigo (29) de modo que, mediante o giro do disco seletor (27), a esfera (28) se acopla a um rebaixo côncavo (32) para efetuar o travamento da posição operacional da sapata (26) da cruzeta (11).

6. Sistema de acordo com as reivindicações 1 e 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que cada sapata (26) é fixada a um eixo (31) com comprimento distinto.

7. Sistema de acordo com as reivindicações 1 e 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos uma das sapatas (26) de cada cruzeta (11) se apoia na lateral da bucha (16).

8. Sistema de acordo com as reivindicações 1 e 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bucha (16) compreende um corpo cilíndrico flexível com geometria abaulada e convexa nas proximidades da sua meia altura, sendo que as extremidades superior e inferior da bucha (16) são fixadas a anéis metálicos (38, 39) os quais contêm roscas internas de sentido invertido uma da outra e as quais cooperam com eixo principal (15), o qual compreende pelo menos dois segmentos de rosca (40, 47) externas e invertida uma da outra,

9. Sistema de acordo com as reivindicações 1, 7 e 8 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a bucha (16) é fabricada em borracha, silicone ou outro material de elasticidade semelhante.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o anel metálico superior (38) que coopera com a bucha (16) compreende, em sua superfície

externa, três pinos salientes cooperantes com a ferramenta manual (41) de ajuste.

11. Sistema de acordo com as reivindicações 1 e 10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a ferramenta manual (41) de ajuste da posição radial do rolete (9) compreende um formato cilíndrico e possui um disco cilíndrico (43) de maior diâmetro para o apoio da mão e dos dedos do usuário, e dois lados de acoplamento (44, 45), sendo que um dos lados de acoplamento (45) promove o ajuste da posição radial dos roletes (9), sendo que a cavidade interna do lado de acoplamento (45) possui parede lisa e a superfície da extremidade possui três orifícios retangulares (50) que cooperam com pinos salientes do anel metálico superior (38) da bucha (16) quando da rotação manual da ferramenta manual (41).

12. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 8 a 11. **CARACTERIZADO** pelo fato de os sentidos das roscas (40, 47) do eixo principal (15) fazerem os anéis (38, 39) se deslocarem em sentidos opostos, de modo que dependendo do sentido de rotação os anéis (38, 39) se aproximam ou se distanciam.

13. Sistema de acordo com a reivindicação 12 **CARACTERIZADO**, pelo fato de a aproximação dos anéis (38, 39) promover a compressão da bucha (16) e o aumento de seu diâmetro nas regiões cooperantes com as sapatas (26) das cruzetas (11), conseqüentemente promovendo o deslocamento da cruzeta (11) e do suporte (10) do rolete (9) em direção de aumento de oclusão do rolete (9) sobre a mangueira peristáltica (12).

14. Sistema de acordo com a reivindicação 12

CARACTERIZADO, pelo fato de o distanciamento dos anéis (38, 39) promoverem o alongamento da bucha (16) e a redução de seu diâmetro nas regiões cooperantes com as sapatas (26) da cruzeta (11), conseqüentemente promovendo o deslocamento das cruzetas (11) e do suporte (10) do rolete (9) em direção à redução de oclusão dos rolete (9) sobre a mangueira peristáltica (12).

15. Sistema de acordo com a reivindicação 1 **CARACTERIZADO**, pelo fato de o conector de acoplamento (6) para fixação de mangueiras peristálticas cooperar com mangueiras peristálticas de diâmetros distintos.

16. Sistema de acordo com as reivindicações 1 e 15 **CARACTERIZADO**, pelo fato de a placa circular (57) do conector de acoplamento (6) cooperar com a parede (310) das cavidades de entrada (4) e saída (5) do bloco do cabeçote (3) e permitir à estrutura cilíndrica (67) ser encaixada à mesma por meio de uma cavidade (70).

17. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 15 a 16, **CARACTERIZADO**, pelo fato de que a estrutura cilíndrica (67) compreende saliências aderentes (56) sobre a sua superfície lateral externa.

18. Sistema de acordo a reivindicação 1, **CARACTERIZADO**, pelo fato de que as aletas (63) se articulam no entorno de um eixo (64), sendo que cada aleta compreende ao menos um elemento de fixação da mangueira peristáltica (12) em forma de dente de serra (65), e ao menos um anteparo (69) disposto em posição perpendicular aos dentes de serra (65) para apoiar a mangueira peristáltica (12) em um ponto limite de avanço.

19. Sistema de acordo as reivindicações 1 e 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que diversas aletas (63) são

dispostas no interior da estrutura cilíndrica (67) de modo que sua atuação conjunta promove o aprisionamento da mangueira peristáltica (12), sendo que cada aleta (63) é fixada e se articula no entorno do eixo (64) inserido em uma bucha metálica (68), sendo que a extremidade superior de cada bucha (68) faz contato com uma outra bucha (71), instalada livre no entorno do eixo (64), sendo que o dito eixo (64) é bloqueado ao movimento longitudinal contra a estrutura cilíndrica (67) por meio de um anel ou trava de pressão (72) fixada ao eixo (64) e que se apoia na extremidade externa da bucha (68).

20. Sistema de acordo as reivindicações 18 e 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as aletas (63) realizam, no interior da estrutura cilíndrica (67), movimentos rotacionais sincronizados e idênticos, definidos por ranhuras guias (58) presentes na superfície frontal da placa circular (57), sendo que tais ranhuras (58) apresentam o mesmo formato e disposição radial, e cada ranhura (58) permite que um pino guia (59), instalado em uma das faces de cada aleta (63), deslize pelo curso de cada ranhura (58) durante a rotação da estrutura cilíndrica (67).

21. Sistema de acordo qualquer uma das reivindicações 18 a 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a interposição do contato de todas as aletas (63) resulta na formação de uma cavidade (C) de formato circular, posicionada no centro da estrutura cilíndricas (67) e da placa circular (57), sendo que o movimento simultâneo das aletas (63), realizado pela rotação da estrutura cilíndrica (67), resulta no aumento ou na redução do diâmetro aparente da cavidade de abertura (C), fazendo a correta adaptação do conector de acoplamento (6)

para mangueiras peristálticas (12) de diâmetros distintos.

22. Sistema de acordo qualquer uma das reivindicações 1 a 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende pelo menos um dispositivo de bloqueio da estrutura cilíndrica (67), compreendendo pelo menos uma esfera (62) acoplada a um elemento resiliente (61) comprimido em um habitáculo (60), de modo que a esfera (62) esteja com sua área superficial parcialmente exposta e cooperante com as saliências superficiais (56) da placa circular (57) de modo que a força do elemento resiliente (61) seja suficiente para travar o conector (6) contra uma movimentação involuntária.

23. Sistema de acordo qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende pelo menos um sensor codificado (74) de posição acoplado a uma estrutura de engrenagens tipo pinhão (75) e cremalheira (73), sendo tal estrutura de engrenagens fixada na borda circular da estrutura cilíndrica (67) o qual é livre a girar, sendo que a extensão da cremalheira (73) é limitada ao arco de rotação da estrutura cilíndrica (67) definida pela abertura das ranhuras guias (58) presentes na superfície frontal da placa circular (57).

24. Sistema de acordo a reivindicação 23, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sensor codificado (74) de posição informa ao sistema de controle e regulação (37) o ângulo de posicionamento da estrutura cilíndrica (67), de modo que o sistema de controle e regulação (37) identifique a mangueira peristáltica (12) instalada no bloco do cabeçote (3) por um método de aproximação da posição angular registrada pelo sensor codificado (74) com a posição angular efetiva de uma lista de mangueiras (12) compatíveis com o mecanismo da bomba

peristáltica fazendo, assim, o correto ajuste do mecanismo de regulação e controle (37).

25. Método de fixação de mangueiras peristálticas a um sistema de bombeamento peristáltico adaptável a mangueiras de dimensões variadas, **CARACTERIZADO** pelo fato de empregar um sistema de bombeamento peristáltico conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 24 e compreender as seguintes etapas:

(101) iniciar ou energizar o sistema;

(102) realizar o processo de calibração do posicionamento do cilindro rotativo (67) do conector (6);

(103) por meio de um sinalizador, solicitar ao usuário que realize a abertura total do conector (6) por meio da rotação do cilindro rotativo (67) no sentido de abertura até o seu travamento;

(104) verificar se a chave de fim de curso do cilindro rotativo (67) foi acionada para indicar que o conector (6) se encontra totalmente aberto;

(105) caso seja identificado que o cilindro rotativo (67) não está totalmente aberto retorna-se à etapa (103); caso tal condição seja satisfeita prossegue-se para a etapa seguinte;

(106) efetuar a gravação da posição angular do sensor codificado (74) em condição de abertura máxima do conector (6) da mangueira (12);

(107) efetuar a leitura da posição angular do sensor codificado (74);

(108) verificar se a posição do sensor codificado (74) sofreu variação em relação ao valor gravado na etapa (106); caso não tenha havido alteração, retorna-se novamente à etapa

(107); caso contrário prosseguir para a etapa seguinte;

(109) efetuar nova leitura de posição do sensor codificado (74);

(110) verificar se a posição do sensor codificado (74) sofreu variação em relação ao valor lido na etapa (109); caso tenha havido alteração, retorna-se novamente à etapa (109) para realização de nova leitura posicional; caso não tenha havido alteração do sensor (74), prosseguir para a etapa seguinte;

(111) aguardar um intervalo de tempo pré-definido, para certificar que o usuário completou o acoplamento da mangueira peristáltica (12);

(112) efetuar nova leitura de posição do sensor codificado (74);

(113) verificar se a posição do sensor codificado (74) sofreu variação em relação ao valor lido na etapa (109); caso tenha havido alteração, retorna-se novamente à etapa (109) para realização de nova leitura posicional; caso não tenha havido alteração do sensor (74), prosseguir para a etapa seguinte;

(114) comparar a posição do sensor codificado (74) com uma tabela de posições pré-fixadas para diversos diâmetros de mangueira peristáltica (12);

(115) verificar se a posição do sensor codificado (74) é igual ou próxima a algum valor tabelado de mangueira peristáltica (12); caso tal condição não seja satisfeita, seguir para etapa (116); caso a condição seja satisfeita seguir para a etapa (117);

(116) exibir no sinalizador que se trata de modelo de mangueira peristáltica (12) incompatível com o sistema,

consequentemente retornar à etapa (107) para a realização de nova leitura da posição do sensor codificado (74);

(117) estabelecer o modelo de mangueira peristáltica (12) utilizado e avaliar a condição de fechamento do cilindro rotativo (67);

(118) verificar se ocorreu o correto fechamento da mangueira peristáltica (12) por meio da conferência se a posição angular do cilindro rotativo (67) se encontra entre os limites mínimos e máximos estabelecidos como travamento seguro da mangueira peristáltica (12); caso essa condição não seja satisfeita, ir para a etapa (119), caso a condição seja satisfeita, prosseguir para a etapa (120);

(119) exibir no sinalizador para o usuário efetuar o correto fechamento do conector (6) da mangueira peristáltica, e em seguida retornar à etapa (114);

(120) estabelecer os parâmetros volumétricos da bomba peristáltica com base nas dimensões da mangueira (12) instalada;

(121) exibir a interface de configuração pelo usuário e processo de operação da bomba, tais como volume, vazão e temperatura de bombeamento do fluido;

(122) identificação de encerramento da operação e remoção da mangueira peristáltica (12) e, findo o processo, retornar para a etapa (107).

26. Método de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sinalizador é um display ou visor.

27. Método de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o intervalo pré-definido de tempo é de 4 a 6 segundos.

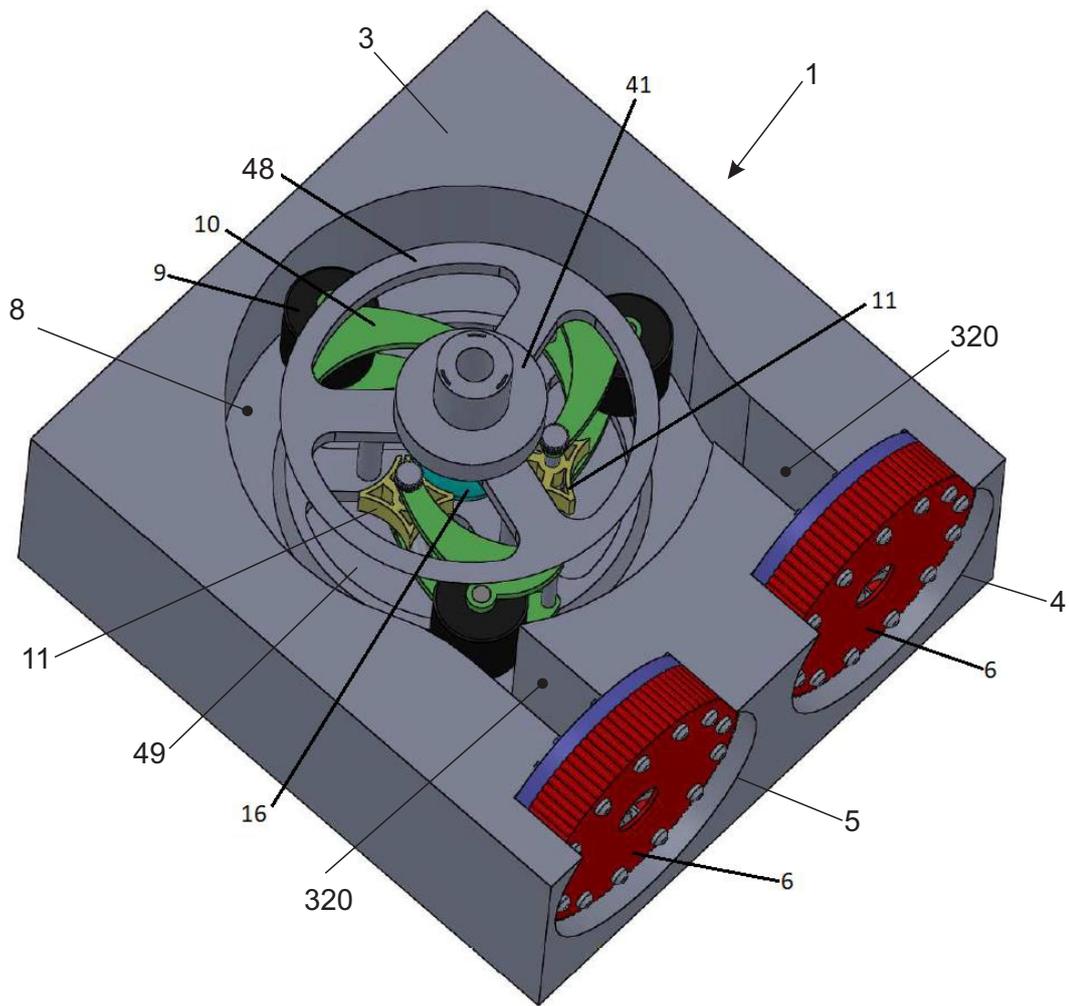


Fig. 1

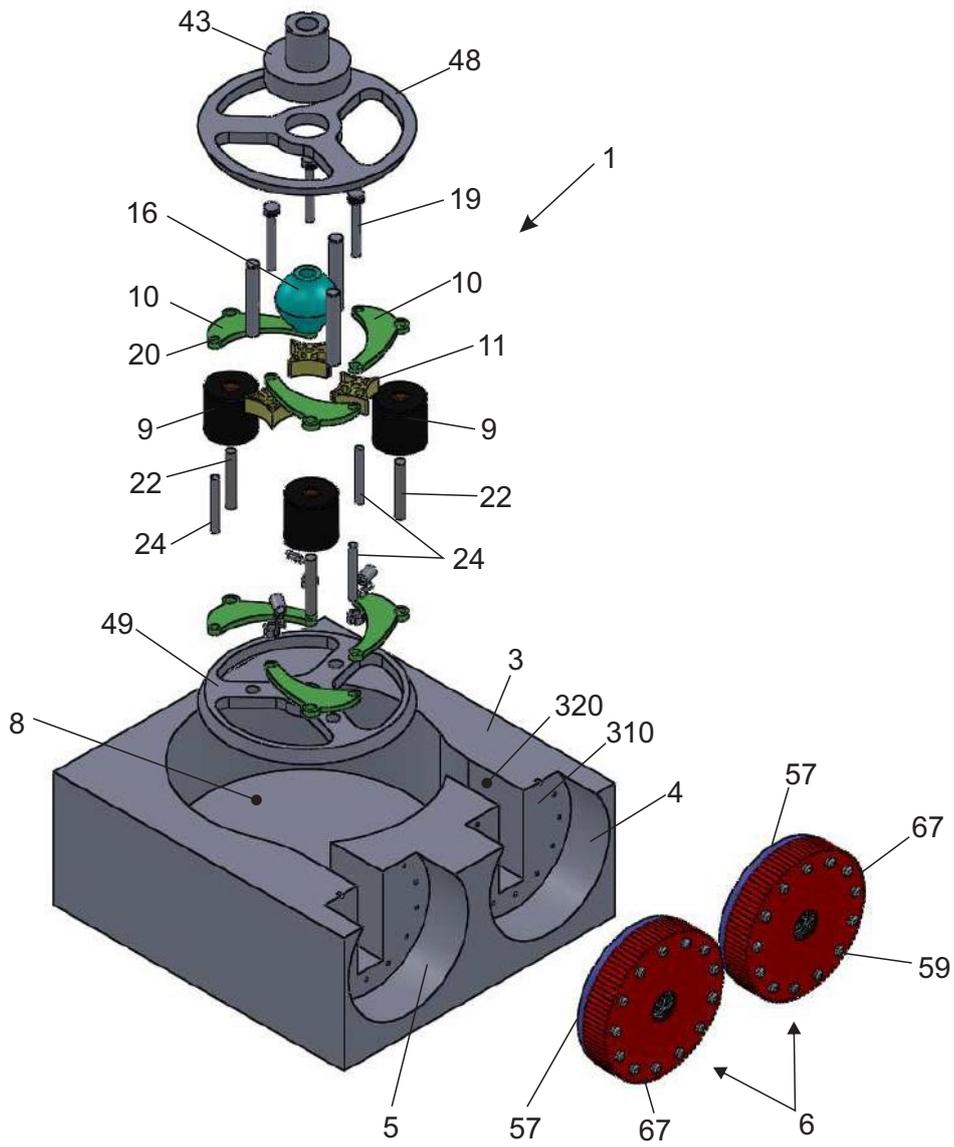


Fig. 2

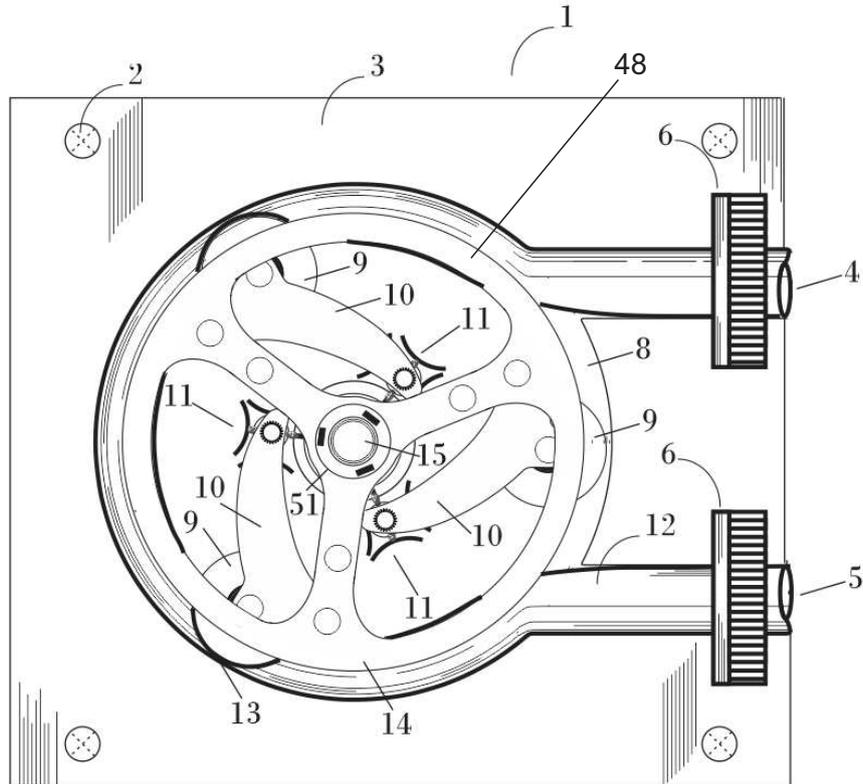


Fig. 3

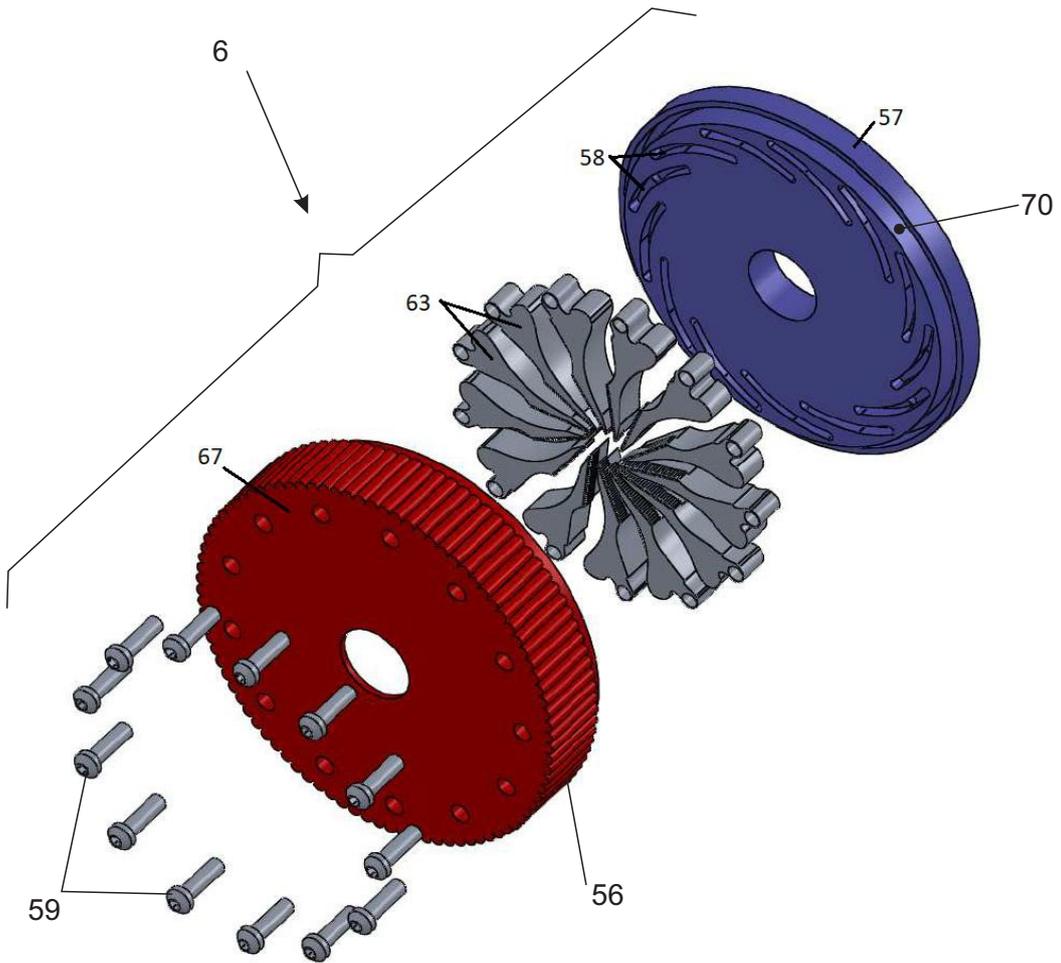


Fig. 4

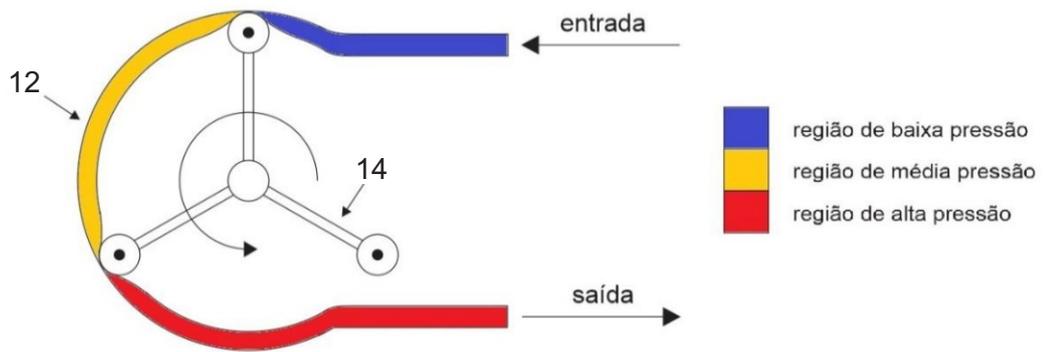


Fig. 5

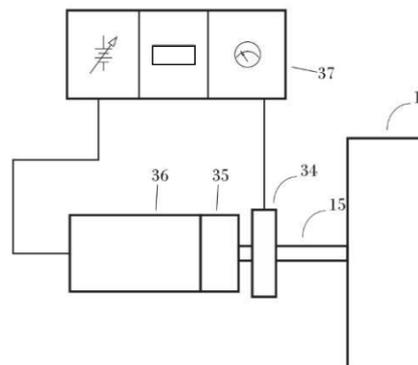


Fig. 6

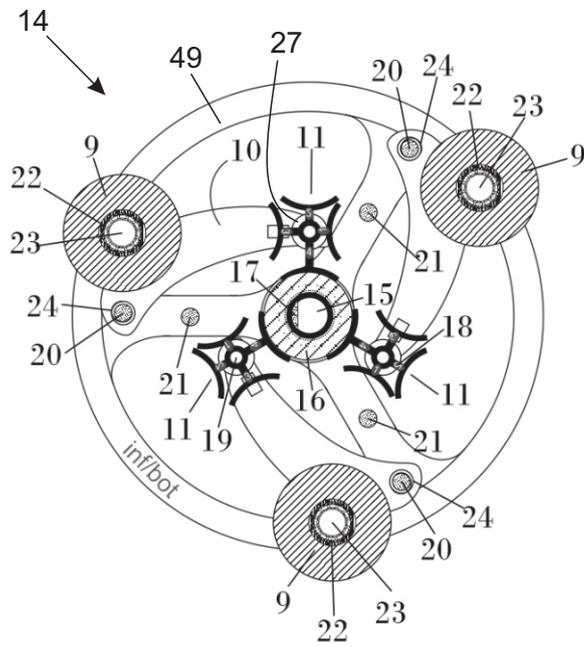


Fig. 7

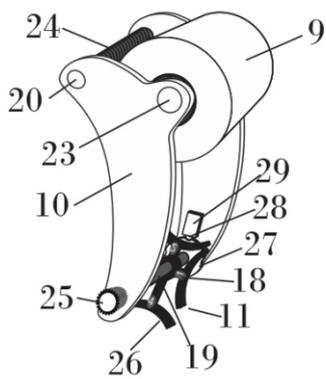


Fig. 8

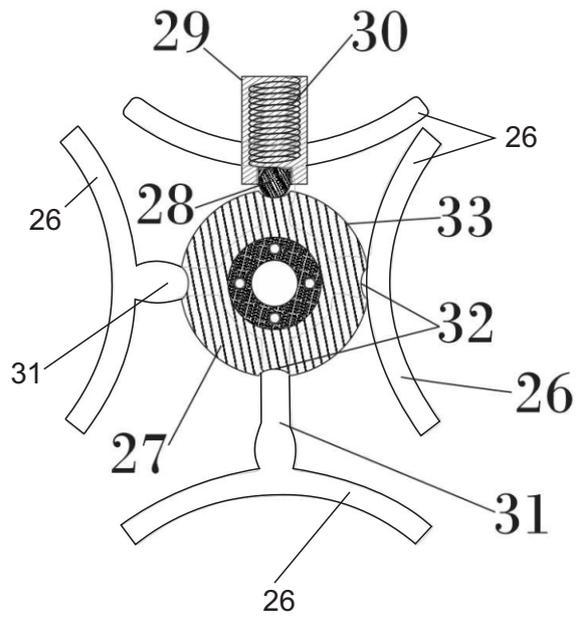


Fig. 9

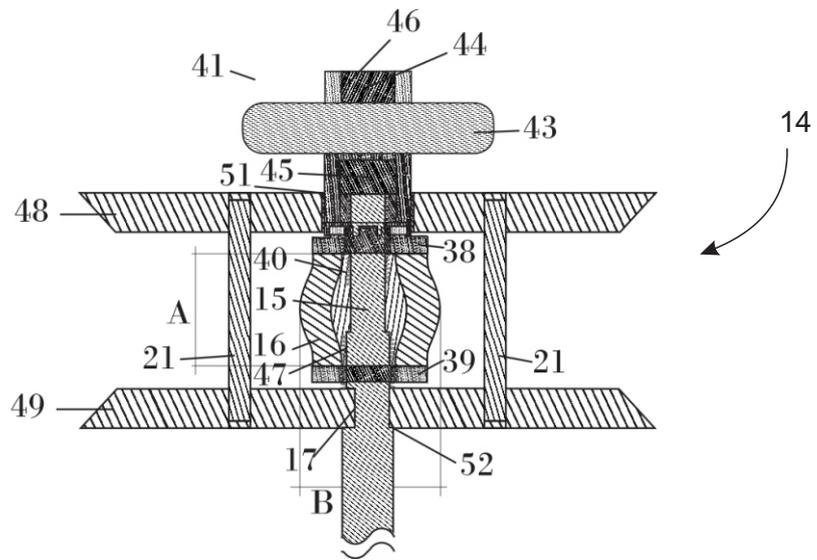


Fig. 10

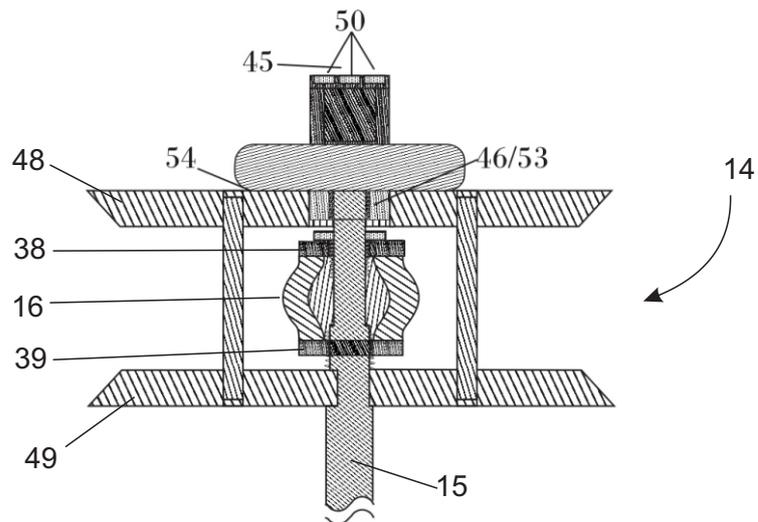


Fig. 11

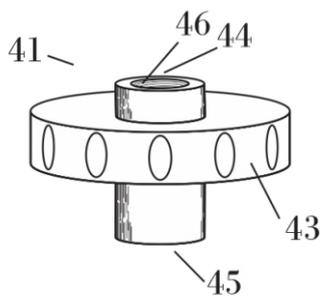


Fig. 12.1

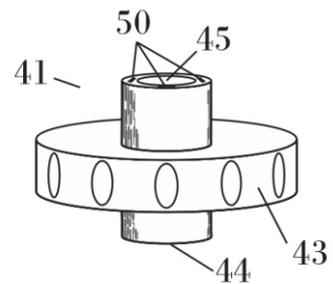


Fig. 12.2

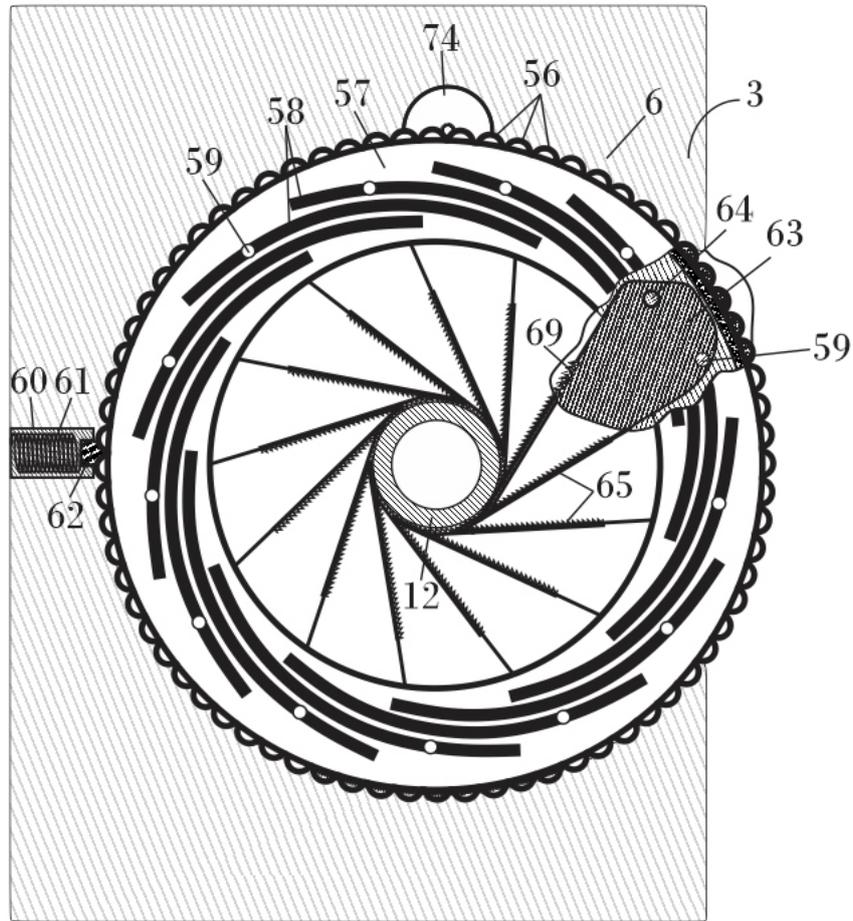


Fig. 13

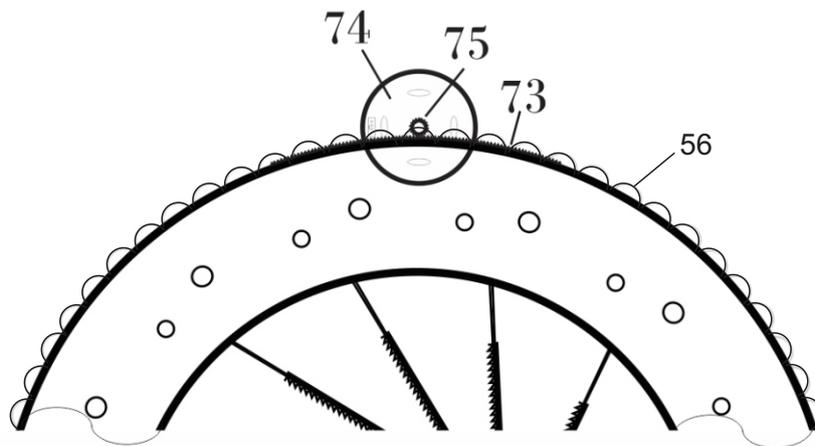


Fig. 14

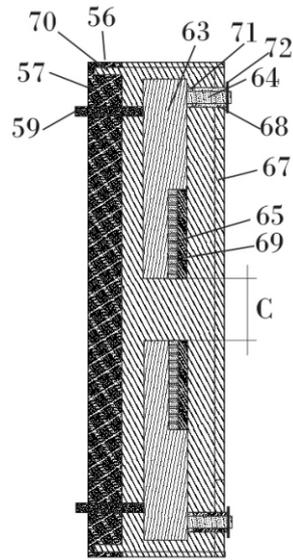


Fig. 15

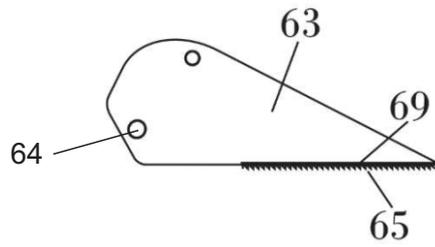


Fig. 16

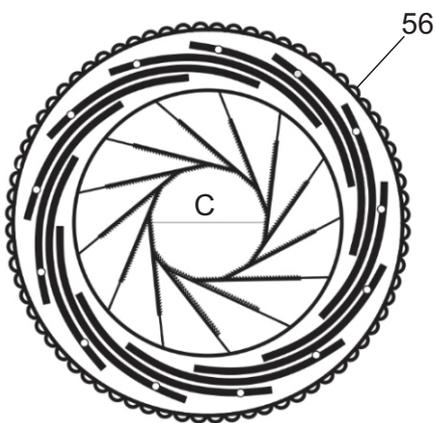


Fig. 17.1

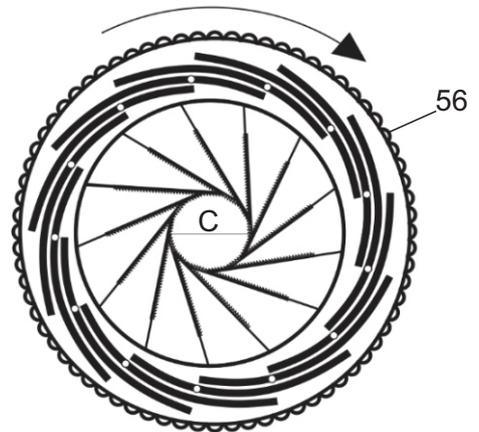


Fig. 17.2

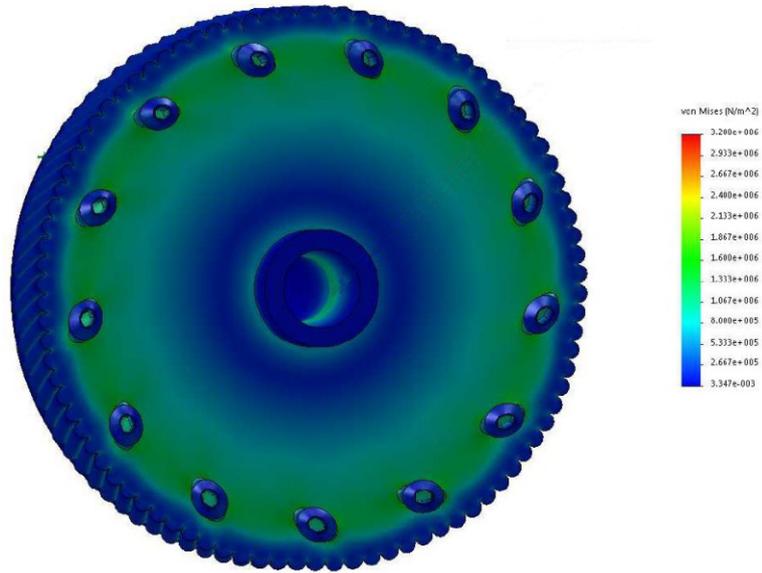


Fig. 18

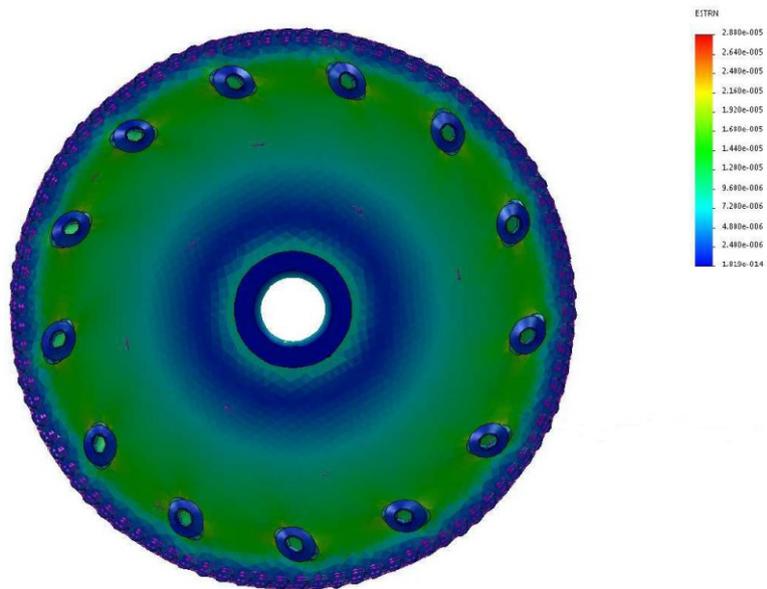


Fig. 19

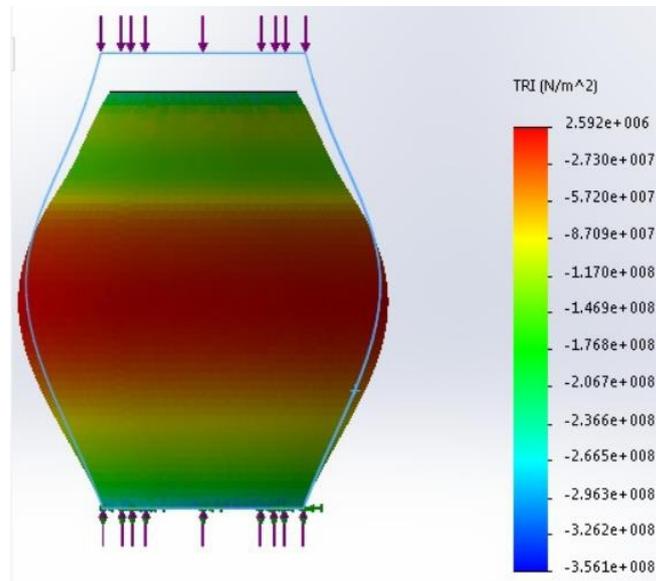


Fig. 20

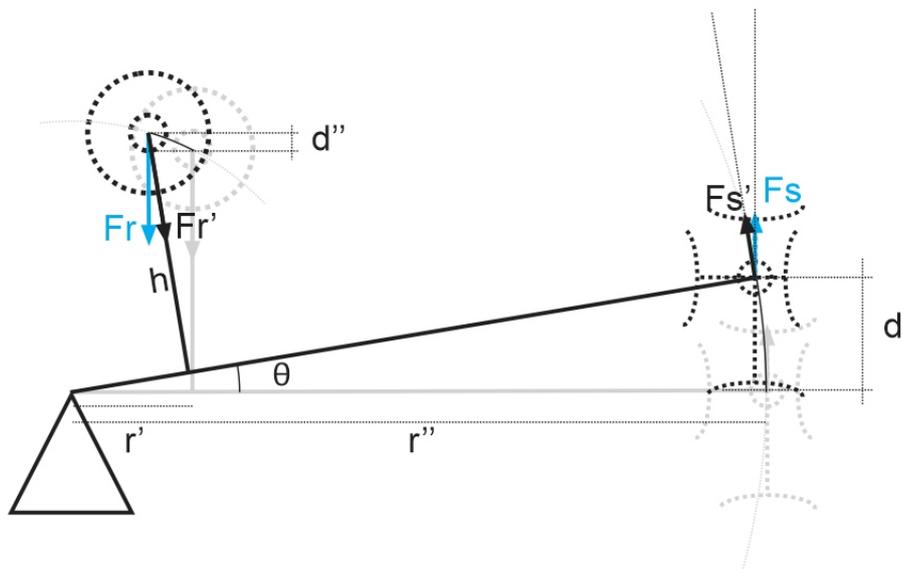


Fig. 21

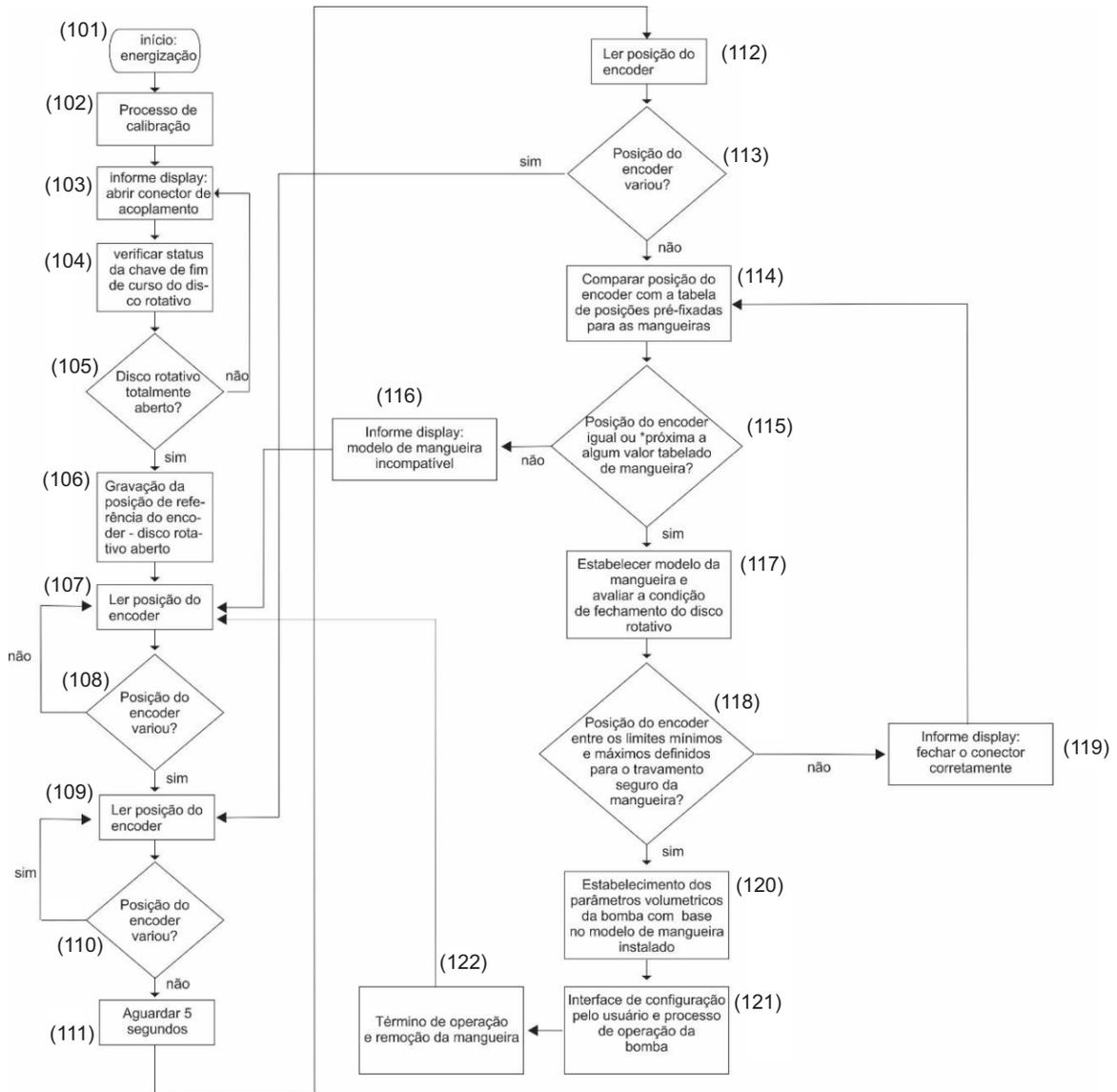


Fig. 22