



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

(11) BR 112017020455-0 B1



(22) Data do Depósito: 19/08/2016

(45) Data de Concessão: 03/08/2021

(54) Título: DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL, MÉTODO PARA OPERAÇÃO DE UM DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL, E CONJUNTO

(51) Int.Cl.: G01F 23/296.

(30) Prioridade Unionista: 12/02/2016 US 15/042,890; 21/08/2015 DE 10 2015 113 908.1.

(73) Titular(es): TRUMA GERAETETECHNIK GMBH & CO. KG.

(72) Inventor(es): JOHANNES MERKER; ANDREAS SCHMOLL; DANIEL PLESS.

(86) Pedido PCT: PCT EP2016069670 de 19/08/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/032698 de 02/03/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/09/2017

(57) Resumo: DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL, MÉTODO PARA OPERAÇÃO DE UM DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL, E CONJUNTO. A presente invenção refere-se a um dispositivo medidor de nível (10) para medir o nível de preenchimento em um recipiente (2) através de sua parede (9) por meio de ultrassom, compreendendo uma cabeça medidora ultrassônica (12), uma unidade de controle (20) e um dispositivo de fixação (24) por meio do qual o dispositivo medidor de nível (10) possa ser preso ao recipiente (2) de forma que a cabeça medidora ultrassônica (12) seja pressionada contra a parede (9) do recipiente (2). A invenção também se refere a um método para operar tal dispositivo medidor de nível (10), em que uma taxa de amostragem dependente da situação é usada. A invenção finalmente se refere a um conjunto compreendendo tal dispositivo medidor de nível e pelo menos um espaçador (50) que pode ser montado na borda inferior de um recipiente (2) para ser provido com o dispositivo medidor de nível (10).

DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL, MÉTODO PARA OPERAÇÃO DE UM DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL, E CONJUNTO

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo medidor de nível para medir o nível de preenchimento em um recipiente através de sua parede por meio de ultrassom.

[002] Por meio de uma medição de nível utilizando o ultrassom, o nível de preenchimento no recipiente pode ser determinado sem que um medidor de nível precise ser introduzido no recipiente ou sem a necessidade de abertura do recipiente para fins de medição. Isto é particularmente vantajoso em recipientes que estão sob alta pressão, por exemplo, cilindros de gás liquefeito, ou que não possam ser abertos por outros motivos.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[003] Um dispositivo medidor de nível móvel para medir o nível de preenchimento por meio de ultrassom é conhecido a partir do documento de patente DE 20 2011 110 687. Tal dispositivo foi projetado como um instrumento medidor portátil que, em caso de necessidade, é pressionado por um usuário contra a parede do recipiente a fim de executar um processo de medição. O dispositivo medidor de nível então indica se um líquido está ou não presente no interior do recipiente na altura onde o dispositivo medidor foi colocado.

[004] O documento de patente DE 198 20 482 C1 revela um dispositivo fixo de medição de nível, o qual é integrado a uma base na qual um botijão de gás pode ser colocado.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

[005] O objetivo da invenção consiste na criação de um dispositivo medidor de nível que é adequado para aplicações fixas durante um longo período e que pode ser utilizado com uma pluralidade de diferentes recipientes e diferentes tipos de recipientes.

[006] Para a solução deste objetivo, é provido um dispositivo medidor de nível de acordo com a invenção para medir o nível de preenchimento em um recipiente através de sua parede por meio de ultrassom, compreendendo uma cabeça medidora ultrassônica, uma unidade de controle e um dispositivo de fixação por meio do qual o dispositivo medidor de nível possa ser acoplado ao recipiente de forma que a cabeça medidora ultrassônica seja pressionada contra a parede do recipiente, em que é provida uma interface de comunicação para comunicação sem fio que contém uma unidade transmissora/receptora.

[007] A invenção é baseada na ideia fundamental de integrar um dispositivo de fixação ao dispositivo medidor de nível, de forma a ficar permanentemente preso ao recipiente. Desta maneira, o dispositivo medidor de nível pode ser usado para medições de longo prazo do nível de preenchimento. O dispositivo pode ser usado ainda por uma pluralidade de recipientes diferentes, uma vez que pode ser flexivelmente preso à parede do recipiente independente da geometria especial do recipiente. Devido à interface de comunicação sem fio, os valores de medição de nível podem ser transmitidos para o lado externo. Assim, podem ser indicados para um usuário. A despesa de cabeamento do dispositivo medidor de nível, conseqüentemente, pode ser eliminada.

[008] De acordo com uma realização preferida da invenção, é provido que o dispositivo de fixação contenha ímãs. Esta realização provê a montagem do dispositivo medidor de nível com mínimo esforço em todos os recipientes que são feitos de um material ferromagnético, isto é, em particular em todos os recipientes de aço. Os ímãs fixadores mantêm o dispositivo medidor de nível na posição desejada até que ele seja retirado novamente.

[009] De acordo com uma realização alternativa da invenção, é provido que o dispositivo de fixação contenha um adesivo. Nesta realização, o dispositivo medidor de nível pode ser colado no ponto desejado sobre a parede do recipiente como um adesivo e, neste ponto, ele então é fixado de maneira permanente. Para montar o dispositivo medidor de nível no próximo recipiente, depois de ter sido removido de um recipiente, a "antiga" camada adesiva pode ainda ser usada dependendo do adesivo, ou uma nova camada de adesivo é aplicada.

[0010] De acordo com ainda outra realização da invenção, é provido que o dispositivo de fixação contenha um grampo de mola. O grampo de mola é particularmente útil para montar o dispositivo medidor de nível sobre as partes destacadas do recipiente, por exemplo, em um anel de suporte ou uma alça.

[0011] O dispositivo de fixação também pode conter uma tira de tensionamento. Esta tira se estende em volta da circunferência do recipiente e pressiona o dispositivo medidor de nível e em particular a cabeça medidora ultrassônica contra sua parede.

[0012] Preferencialmente, a unidade

transmissora/receptora funciona de acordo com o padrão Bluetooth. Isto proporciona a transmissão dos valores de medição de nível com pouco consumo de energia através de uma distância que é completamente suficiente para muitas aplicações (por exemplo, no setor de acampamento, para uma grelha, para aquecedores externos, um estabelecimento gastronômico ou para telhados).

[0013] De acordo com uma realização, é provido que uma interface de comunicação adicional na forma de um plugue seja provida. Desta maneira, uma transmissão de dados por cabo pode ser efetuada, por exemplo, para um sistema de barramento (barramento LIN ou barramento CAN).

[0014] De acordo com um aspecto da invenção, é provido que uma fonte de energia para a unidade de controle esteja integrada à interface de comunicação. Uma fonte de energia separada do dispositivo medidor de nível, desta maneira, pode ser omitida.

[0015] De acordo com uma realização preferida, uma fonte de energia é integrada ao dispositivo medidor de nível. Desta maneira, o dispositivo medidor de nível é completamente autônomo.

[0016] A fonte de energia pode conter duas baterias. Com essas baterias, uma fonte de energia pode ser garantida ao longo de um período suficientemente extenso, por exemplo, até um ano, com baixo custo.

[0017] As baterias, preferencialmente, são substituíveis, de forma que o dispositivo medidor de nível possa ser usado por um longo período.

[0018] De acordo com uma realização preferida da invenção, é provido que as baterias sejam arranjas em uma

distância a partir da cabeça medidora ultrassônica. Quanto ao espaço de instalação, isto é vantajoso em aplicações nas quais o dispositivo medidor de nível seja usado no fundo de um botijão de gás. Neste caso, a cabeça medidora ultrassônica usualmente está localizada no ponto mais profundo do fundo, isto é, em um ponto com a menor distância até o piso. Lateralmente, a distância entre o piso e o fundo do botijão de gás é maior, de forma que as baterias possam ser acomodadas ali de maneira mais fácil.

[0019] Preferencialmente, as duas baterias são arranjadas diametricamente opostas entre si na borda externa do dispositivo medidor de nível, uma vez que a maior parte do espaço está disponível ali.

[0020] De acordo com um aspecto da invenção, um invólucro é provido no qual os componentes do dispositivo medidor de nível são integrados. O dispositivo medidor de nível assim é de fácil manuseio, e os componentes são mecanicamente protegidos.

[0021] De acordo com um aspecto, é provido que o invólucro seja formado em uma peça. Isto facilita a montagem do dispositivo medidor de nível sobre o recipiente.

[0022] De acordo com um aspecto, é provido que o invólucro seja feito de um material plástico elastomérico e seja flexível em si. O dispositivo medidor de nível, assim, pode ser montado de maneira flexível sobre os recipientes que se diferem com relação à curvatura da parede contra a qual a cabeça medidora ultrassônica deve ser pressionada. Adicionalmente, o material provê uma proteção particularmente efetiva contra as cargas mecânicas externas, por exemplo, quando o recipiente é colocado sobre piso desigual e o

dispositivo medidor de nível está em contato com o piso.

[0023] De acordo com um aspecto alternativo, é provido que o invólucro seja projetado em diversas partes com uma articulação entre as partes. O dispositivo medidor de nível, assim, pode ser montado de maneira flexível sobre os recipientes que se diferem com relação à curvatura da parede contra a qual a cabeça medidora ultrassônica deve ser pressionada.

[0024] De acordo com uma realização, um grampo de mola é provido entre as partes do invólucro. A força de pressão desejada da cabeça medidora ultrassônica contra a parede do recipiente, assim, pode ser produzida com pouco esforço.

[0025] A cabeça medidora ultrassônica também pode ser arranjada de forma resiliente no invólucro, de forma que permaneça contra a parede do recipiente com a força de pressão desejada, quando o dispositivo medidor de nível é montado na parede do recipiente.

[0026] De acordo com uma realização, molas são providas, as quais impulsionam a cabeça medidora ultrassônica contra a parede do recipiente. Com tais molas, a força de pressão desejada pode ser produzida durante um longo período.

[0027] De acordo com um aspecto da invenção, é provido que as molas sejam feitas de plástico integralmente com o invólucro. O gasto para a montagem de molas separadas é, assim, evitado.

[0028] Quando o dispositivo de fixação contém um ou mais ímãs, um receptáculo para o(s) ímã(s), preferencialmente é provido, em que o receptáculo é fechado por uma parede do invólucro no seu lado em direção ao

recipiente. Em outras palavras: o(s) ímã(s) é(são) separado(s) da parede do recipiente pela parede do invólucro. Isto tem duas vantagens: por um lado, uma proteção de corrosão é obtida para os ímãs, uma vez que o invólucro veda os ímãs sobre o lado voltado para o recipiente. Por outro lado, as forças magnéticas em ação quando o invólucro é montado sobre um recipiente são absorvidas pelo invólucro sem necessidade de nenhuma medida adicional, o que se garante que o(s) ímã(s) também permaneça(m) confiavelmente no receptáculo durante uma longa vida útil.

[0029] De acordo com uma realização da invenção, um sensor de temperatura é provido. Com o sensor de temperatura, a precisão da medição pode ser aumentada, uma vez que a velocidade do som em líquidos, dentre outras coisas, depende da temperatura. Além disso, o nível de líquido no recipiente da mesma maneira é dependente da temperatura, devido à expansão térmica do líquido. Quando o gás liquefeito é considerado líquido, deve ser observado que os dois efeitos agem contradirecionalmente e não linearmente durante o tempo de execução do sinal do som com a quantidade de gás de outra forma não modificada, de forma que uma compensação dependente da temperatura seja necessária para determinar a quantidade de gás liquefeito correta. É suficiente quando a temperatura no dispositivo medidor de nível e, assim, na proximidade do recipiente é medida, já que pode ser presumido que a temperatura medida fora do recipiente, por exemplo, no seu lado inferior, corresponde aproximadamente à temperatura do líquido no interior do recipiente, pelo menos quando, em casos extremos, radiação solar unilateral ou fortes mudanças na temperatura sejam

excluídas.

[0030] Preferencialmente, o invólucro é provido com uma parte de transmissão de carga que é arranjado na proximidade da almofada de acoplamento. A parte de transmissão de carga ou permanece contra o fundo do recipiente ou está localizada em uma pequena distância a partir do fundo. Quando o dispositivo medidor de nível é extremamente pressionado com força contra o recipiente, por exemplo, devido a um objeto destacado estar disposto embaixo do invólucro, as cargas são transmitidas diretamente para o recipiente por meio da parte de transmissão de carga, de forma que a almofada de acoplamento e a cabeça medidora sejam protegidas contra altas forças. Ao mesmo tempo, o invólucro é protegido contra altas cargas.

[0031] O sensor de temperatura pode ser integrado a uma almofada de acoplamento que é arranjada sobre o lado da cabeça medidora ultrassônica voltado para a parede do recipiente. O sensor de temperatura é, assim, colocado na proximidade da parede do recipiente enquanto, ao mesmo tempo, fica bem protegido das influências ambientais.

[0032] A almofada de acoplamento consiste de um elastômero e garante uma boa transmissão de som entre a cabeça medidora ultrassônica (em particular, um gerador ultrassônico usado ali, como uma piezocerâmica) e a parede do recipiente enquanto a cabeça medidora ultrassônica, ao mesmo tempo, é protegida contra um contato direto. Quando a almofada de acoplamento é projetada de forma suficientemente compressível, ela pode ainda compensar diferentes protuberâncias da parede do recipiente e também certas tolerâncias e, assim, cada uma garante uma boa transmissão do

som. O elastômero é projetado de modo que, nas forças de pressão usuais, o ponto de deformação do elastômero não seja atingido, de modo que a força de pressão contra a parede do recipiente também seja mantida com uma pressão constante longa.

[0033] Preferencialmente, a elasticidade da almofada de acoplamento é escolhida de forma que a almofada somente (isto é, sem necessidade de molas no invólucro) gere a força de pressão necessária da cabeça medidora ultrassônica contra a parede do recipiente quando o dispositivo medidor de nível for pressionado contra a parede do recipiente por meio da ação do dispositivo de fixação. Esta força de pressão deforma a almofada de acoplamento em tal extensão que ela se conforma à parede do recipiente e as ondas ultrassônicas são bem acopladas à parede do recipiente pela piezocerâmica, e vice-versa.

[0034] De acordo com uma realização da invenção, é provido que a unidade de controle inclua um módulo de estimativa com uma memória. Este módulo provê o usuário com um valor estimado com base no consumo anterior, até quando o suprimento no recipiente durará.

[0035] A unidade de controle também pode conter um módulo de características no qual o curso de uma altura de preenchimento dependente do volume presente de líquido no recipiente seja armazenado. Com o módulo de características, a precisão da medição de nível pode ser aumentada, em particular quando a seção cruzada do recipiente varia acima da altura de preenchimento. Um exemplo disto é o formato abaulado de um botijão de gás em sua região inferior.

[0036] Na operação do dispositivo medidor de

nível, é vantajoso quando uma taxa de amostragem dependente da situação é usada. Em termos gerais, uma alta taxa de amostragem, isto é, uma sequência comparativamente rápida de operações de medição individuais, é usada quando a unidade de controle reconhece, devido às influências externas, que isto é vantajoso. Da mesma maneira, a taxa de amostragem é reduzida quando é reconhecível para a unidade de controle que uma alta taxa de amostragem não faz sentido. Com estas medidas, o tempo de operação a ser alcançado com um conjunto de baterias pode ser aumentado.

[0037] Quando a unidade de controle detecta que o dispositivo medidor de nível é montado sobre um novo recipiente, um número de medições é, preferencialmente, iniciado, e é calculada a média do resultado a fim de determinar o nível inicial. Como resultado, um valor de medição de nível confiável é disponibilizado para um usuário após um tempo comparativamente curto.

[0038] Depois do nível inicial ter sido determinado, a unidade de controle, preferencialmente, reduz a taxa de amostragem. Isto é facilmente possível sem que a precisão do nível de preenchimento determinado seja reduzida, pois mesmo com o consumo máximo, o nível de preenchimento, por exemplo, em um botijão de gás não muda tanto que uma medida, por exemplo, a cada minuto não seja suficiente.

[0039] A taxa de amostragem pode ser ainda mais reduzida quando a unidade de controle determina um nível de preenchimento constante ao longo de um período extenso. Isto pode ser interpretado pela unidade de controle de forma que atualmente nenhum líquido seja removido do recipiente, de forma que uma medição, por exemplo, uma vez por hora, seja

suficiente. Logo que uma diminuição do nível de preenchimento novamente é detectada, a unidade de controle também pode novamente aumentar a taxa de amostragem.

[0040] De acordo com um aspecto da invenção, é provido que a unidade de controle reduza bastante a taxa de amostragem ou pare inteiramente as medições quando não detectar uma comunicação do dispositivo medidor de nível com um receptor externo. Em termos simples, este aspecto é baseado no princípio de que nenhuma medição é realizada quando ninguém solicita o valor da medição do nível. Um exemplo para este procedimento é um trailer que está estacionado ao ar livre em períodos de férias. Como resultado, um receptor também é desligado, que normalmente se comunica com o dispositivo medidor de nível. Quando a unidade de controle detecta que nenhuma comunicação é possível, a taxa de amostragem pode ser reduzida para um valor muito baixo ou até mesmo zero. Quando a unidade de controle detecta que uma comunicação novamente está acumulada, uma taxa de amostragem mais alta pode novamente ser usada. Também é possível usar inicialmente uma taxa de amostragem bastante aumentada neste caso, uma vez que é usada quando um novo recipiente é detectado.

[0041] De acordo com um aspecto da invenção, a unidade de controle quando detecta um nível baixo de preenchimento, segue de uma avaliação de um primeiro eco das ondas ultrassônicas geradas para uma avaliação de um segundo ou terceiro eco das ondas ultrassônicas. Uma medição confiável é, então, possível também em um nível baixo de preenchimento. Em um baixo nível de preenchimento no recipiente, a mesma distância entre a emissão do sinal

ultrassônico e o recebimento do eco fica cada vez mais curta. Isto é agravado pelo fato de que, após a emissão do sinal de som, a cerâmica ainda oscila um pouco e, portanto, não está imediatamente pronta para recebimento. Portanto, possivelmente é difícil medir o primeiro eco, isto é, o primeiro reflexo das ondas ultrassônicas na interface entre o líquido e o gás. Usualmente, no entanto, a frente da onda é refletida várias vezes, isto é, após um reflexo na interface líquida-gasosa novamente no fundo do recipiente, então novamente na interface, então novamente no fundo, etc. Estes ecos vão ficando mais fracos, mas em princípio, eles são adequados para avaliação.

[0042] De acordo com uma realização, é provido que a potência de transmissão da cabeça medidora ultrassônica seja reduzida quando há uma baixa altura de preenchimento. Isto é baseado na descoberta de que, a baixos níveis de líquido, a distância de corrida das ondas de som é menor, de modo que, mesmo com uma baixa potência de transmissão, um eco fará uma confiabilidade no cabeçote de medição ultrassônica. Uma baixa potência de transmissão tem a vantagem de que o tempo de oscilação após a emissão da onda de som fique menor e a cerâmica assim esteja novamente pronta para receber mais rapidamente. Assim, é possível medir níveis mais baixos de líquido.

[0043] De acordo com um aspecto da invenção, é provido que a unidade de controle quando detecta que o nível de preenchimento caiu abaixo de um valor definido, garanta que o usuário receba uma indicação específica. Isto pode ser uma mensagem de alarme no dispositivo de exibição (por exemplo, no smartphone). Assim, é garantido que o usuário

obtenha medidas adequadas no tempo certo, por exemplo, para a substituição do recipiente de líquido vazio.

[0044] De acordo com um aspecto da invenção, é provido que a unidade de controle quando detecta que o nível de preenchimento caiu abaixo de um valor definido, garanta que um novo recipiente seja obtido. Em uma realização preferida, isto é alcançado em que um aplicativo de software no smartphone garanta que uma nova solicitação seja iniciada com um prestador de serviço correspondente. Isto pode ser feito, por exemplo, por meio de uma conexão de Internet ou uma comunicação por SMS. Este aspecto é particularmente confortável, pois a cadeia de processo provê um fornecimento ininterrupto do líquido a ser medido, sem o próprio usuário ter que se tornar ativo.

[0045] Um aspecto separado da invenção se refere a um conjunto com um dispositivo medidor de nível como descrito acima, e pelo menos um espaçador que possa ser montado na borda inferior de um recipiente a ser provido com o dispositivo medidor de nível. Por meio do espaçador, a distância entre o fundo do recipiente e o piso pode ser aumentada, de forma que o dispositivo medidor de nível possa ser montado de maneira confiável ali também quando o recipiente for colocado sobre um piso desnivelado (por exemplo, cascalho). Os espaçadores reduzem o risco de que o recipiente provido com o dispositivo medidor de nível se apoie no piso por meio do dispositivo medidor de nível, o que possivelmente poderia causar danos ao dispositivo medidor de nível.

[0046] O espaçador pode ser uma base com um fundo fechado. Essa base é preferida particularmente quando o

recipiente é colocado sobre um piso menos condensado.

[0047] A base inclui, preferencialmente, duas formações de posicionamento para dois tipos de recipientes. As formações de posicionamento, por exemplo, podem ser anéis ou grampos por meio dos quais a base pode ser montada de forma confiável sobre uma base anelar do recipiente. Com diferentes formações de posicionamento, é possível usar uma mesma base para diferentes recipientes.

[0048] Também pode ser provido que o espaçador consista em três ou mais elementos espaçadores que possam ser acoplados à borda inferior do recipiente. Tal espaçador pode ser montado de forma flexível por um usuário, quando isso é vantajoso no caso individual.

[0049] Preferencialmente, cada elemento espaçador inclui uma fenda de um primeiro tipo e pelo menos uma segunda fenda de um outro tipo. Isso permite o uso dos mesmos elementos espaçadores em diferentes recipientes.

[0050] Preferencialmente, os elementos espaçadores são construídos de um material plástico elástico de modo que, devido à deformação, as fendas de outros tipos de recipientes possam ser utilizadas, na medida em que as fendas se adaptam de forma flexível à borda do recipiente.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0051] A invenção será descrita abaixo com referência a diversas realizações que estão ilustradas nas figuras anexas, nas quais:

- a Figura 1 mostra uma vista seccional esquemática de um dispositivo medidor de nível de acordo com a invenção, montado em um recipiente;

- a Figura 2 mostra uma vista seccional esquemática

do dispositivo medidor de nível da Figura 1;

- a Figura 3 mostra uma vista seccional esquemática de um dispositivo medidor de nível de acordo com uma segunda realização;

- a Figura 4 mostra o dispositivo medidor de nível da Figura 3 em uma vista superior;

- a Figura 5 mostra uma vista seccional esquemática de um dispositivo medidor de nível de acordo com uma terceira realização;

- a Figura 6 mostra esquematicamente os componentes eletrônicos de um dispositivo medidor de nível de acordo com a invenção;

- a Figura 7 mostra, em um diagrama, a taxa de amostragem usada pelo dispositivo medidor de nível ao longo do tempo;

- a Figura 8 mostra uma vista perspectiva em corte dos três elementos espaçadores que estão montados em um recipiente; e

- a Figura 9 mostra uma vista perspectiva aumentada de um dos elementos espaçadores mostrado na Figura 8.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0052] A Figura 1 mostra um recipiente 8 em cujo espaço interno um líquido 3 está disposto. O líquido 3 preenche o espaço interno do recipiente 2 até o nível de preenchimento F; acima do nível de líquido um meio gasoso 4 está presente. Este pode ser líquido evaporado 3 ou ar que tenha absorvido uma certa quantidade de líquido evaporado 3.

[0053] Na realização exemplar ilustrada, o recipiente 2 é um botijão de gás liquefeito que é provido com uma porta de gás 5, um fundo 6 e uma base anelar 7. Com a

base anelar 7, o botijão de gás liquefeito está de pé em um piso 8, por exemplo, o fundo de um armário de botijão de gás de um trailer. A parede 9 do botijão de gás liquefeito consiste de uma liga de aço ferromagnética.

[0054] No fundo 6 do botijão de gás liquefeito, um dispositivo medidor de nível 10 é montado por meio do qual o nível de preenchimento F dentro do botijão de gás liquefeito e, conseqüentemente, a quantidade do gás liquefeito presente no botijão de gás liquefeito podem ser determinados.

[0055] Mesmo se o dispositivo medidor de nível 10 a seguir seja descrito em conexão com um botijão de gás liquefeito, é adequado e provido, em princípio, para ser usado com outros tipos de recipientes 2. Não é absolutamente necessário montar o dispositivo medidor de nível 10 na parte inferior 6 de um recipiente. O dispositivo medidor de nível 10, por exemplo, também pode ser disposto na parede lateral ou no lado superior do recipiente.

[0056] O dispositivo medidor de nível 10 opera para determinar o nível de preenchimento F no recipiente 2 por meio de ultrassom. Em termos gerais, são geradas ondas ultrassônicas que são acopladas à parede 9 do recipiente (na realização exemplar ilustrada concretamente na parte inferior 6). A partir daí, as ondas ultrassônicas estão percorrendo o líquido como sinal S e são refletidas na interface entre o meio líquido e o meio gasoso, de modo a retornarem como eco E. Esse eco pode ser detectado pelo dispositivo medidor de nível 10. A partir do tempo de execução das ondas de som, o nível de preenchimento pode ser inferido, e este nível de preenchimento pode ser convertido em uma quantidade de

preenchimento (litro ou quilograma), quando a geometria do recipiente 2 é conhecida.

[0057] O dispositivo medidor de nível 10 inclui uma cabeça medidora ultrassônica 12 que, em particular, é uma piezocerâmica. No lado voltado para o recipiente 2, a cabeça medidora ultrassônica 12 é provida com uma almofada de acoplamento 14 que consiste de um elastômero, por exemplo, silicone. A almofada de acoplamento 14 serve para acoplar as vibrações da piezocerâmica na parede do recipiente 2 e, inversamente, transmite as vibrações da parede do recipiente 2 resultantes a partir do eco E de volta à piezocerâmica.

[0058] A cabeça medidora ultrassônica 12 está disposta em um invólucro 16 que aqui é projetado em duas partes. É constituído por uma parte de invólucro 16A e uma parte de invólucro 16B, que estão ligadas entre si. Na realização exemplar ilustrada, é apresentada uma dobradiça 18 ilustrada esquematicamente.

[0059] O dispositivo medidor de nível 10, além disso, é provido com uma unidade de controle 20 por meio da qual a medição do nível de preenchimento pode ser realizada. Os detalhes da unidade de controle serão explicados abaixo com referência à Figura 5.

[0060] É provida uma fonte de energia na forma de duas baterias substituíveis 22 que fornecem a energia elétrica necessária para o funcionamento da unidade de controle 20. As baterias podem ser baterias AA disponíveis no mercado.

[0061] As baterias 22 são dispostas o mais longe possível em direção à parte externa nas partes do invólucro 16A, 16B, isto é, com uma grande distância da dobradiça 18.

[0062] Para poder fixar o dispositivo medidor de nível 10 ao recipiente 2, é provido um dispositivo de fixação 24 que aqui consiste de dois ímãs. Em cada parte de invólucro 16A, 16B, um ímã 24 está disposto, a saber, no lado oposto da dobradiça 18.

[0063] A cabeça medidora ultrassônica 12 está disposta no invólucro 16 de um modo elasticamente resiliente, a saber, de modo que seja impulsionada para o lado no qual os ímãs 24 estão dispostos, fora do invólucro 16.

[0064] Para a montagem resiliente da cabeça medidora ultrassônica, são providas aqui duas molas 26.

[0065] As molas 26 podem ser molas separadas que estão montadas nas partes de invólucro 16A, 16B. Preferencialmente, no entanto, as molas 26 são feitas integralmente com as partes de invólucro 16A, 16B, a saber, como elementos moldados por injeção das partes de invólucro 16A, 16B.

[0066] O invólucro 16 é provido com um grampo de mola 28 que está ativo entre as duas partes de invólucro 16A, 16B. O grampo de mola 28 impulsiona as duas partes de invólucro em relação uma à outra na direção das setas P mostradas na Figura 2, isto é, os ímãs 24 longe de um "lado superior" que é definido pelo lado no qual a almofada de acoplamento 14 está disposta.

[0067] Para montar o dispositivo medidor de nível 10 no recipiente 2, tal dispositivo é preso ao fundo 6 de tal modo que a cabeça medidora ultrassônica 12 esteja localizada no ponto mais profundo do fundo. Em seguida, as duas partes de invólucro 16A, 16B são pressionadas contra o piso 6 contra a ação do grampo de mola 28 de forma que os

ímãs 24 adiram magneticamente ao fundo 6. Devido à ação do grampo de mola 28, o invólucro 16 é pressionado contra o fundo curvo 6 do recipiente 2 na região da dobradiça 18, onde a cabeça medidora ultrassônica 12 com sua almofada de acoplamento 14 é pressionada contra o fundo 6 do recipiente 2. As molas 26 proveem a força de pressão desejada (necessária com relação à transmissão de ondas ultrassônicas) e também uma compensação de tolerância.

[0068] Nas Figuras 3 e 4, uma segunda realização do dispositivo medidor de nível 10 é mostrada. Para os componentes conhecidos da primeira realização, são utilizados os mesmos números de referência e, na mesma medida, é feita referência às explicações acima.

[0069] A diferença entre a primeira e a segunda realizações consiste em que, na segunda realização, as duas partes de invólucro 16A, 16B não estão montadas umas sobre a outra, mas em lados opostos de uma parte do invólucro central 16C. Na parte de invólucro 16C, a cabeça medidora ultrassônica 12 está montada. Para esta finalidade, molas podem ser usadas como na primeira realização.

[0070] Como a dobradiça 18 entre a primeira parte do invólucro 16A e a terceira parte do invólucro 16C ou entre a terceira parte do invólucro 16C e a segunda parte do invólucro 16B, diferente da primeira realização, não é utilizada uma dobradiça fixa, mas uma junta de elastômero que proporciona a movimentação desejada entre as partes do invólucro.

[0071] Nas partes do invólucro 16A, 16B, 16C, um grampo de mola 28 também está integrado na segunda realização, o qual impulsiona as partes do invólucro 16A,

16B, 16C para uma posição inicial. Na posição inicial, as partes inferiores das três partes do invólucro podem se estender em um plano (vide Figura 3).

[0072] Outra diferença entre a primeira e a segunda realizações consiste em que, na segunda realização, a fonte de energia (as baterias 22 também são usadas aqui) não é dividida em duas partes do invólucro, mas duas baterias 22 estão dispostas uma ao lado da outra em uma parte do invólucro (aqui a segunda parte do invólucro 16B). Do mesmo modo que na primeira realização, as baterias 22, no entanto, estão dispostas na parte externa.

[0073] O dispositivo medidor de nível 10, de acordo com a segunda realização, está montado no recipiente da mesma maneira que foi explicado para a primeira realização. Quando as duas partes do invólucro 16A, 16B são movidas para a parede do recipiente 2 de modo que os ímãs 24 adiram à parede 9 do recipiente, a pretensão desejada entre a cabeça medidora ultrassônica 12 e a parede do recipiente é gerada automaticamente.

[0074] A Figura 5 mostra um dispositivo medidor de nível de acordo com uma terceira realização. Para os componentes conhecidos a partir das realizações anteriores, são utilizados os mesmos números de referência e, na mesma medida, é feita referência às explicações acima.

[0075] Na terceira realização, é utilizado um invólucro rígido 16 que consiste de uma parte superior 16A e uma parte inferior 16B. As duas partes 16A, 16B podem ser fixadas uma à outra de modo que um usuário possa trocar as baterias 22 ali acomodadas sem muito esforço.

[0076] Alternativamente, também é possível

prover duas tampas pequenas para um compartimento de bateria, cada uma na parte inferior, de forma que um usuário possa trocar as baterias sem separar as duas partes 16A, 16B uma da outra.

[0077] A diferença entre a terceira realização e as duas primeiras realizações consiste em que, na terceira realização, a cabeça medidora ultrassônica 12 está montada rigidamente no invólucro.

[0078] A pretensão necessária entre a parede do recipiente 2 e a cabeça medidora ultrassônica 12 aqui somente é alcançada pelo dimensionamento da almofada de acoplamento 14 e seu material.

[0079] A almofada de acoplamento 14 avança ligeiramente a partir do lado do invólucro 16 voltado para o recipiente 2. A protrusão s pode estar na ordem de magnitude de 1 a 2 mm.

[0080] Quando o dispositivo medidor de nível 10 está preso a um recipiente (vide a parede de fundo 6 de um recipiente indicada nas linhas tracejadas na Figura 5), a sua parede comprime a almofada de acoplamento 14 sob o efeito da força de atração do dispositivo de fixação 24, de modo que a pretensão desejada seja obtida. A almofada de acoplamento 14 pode retroceder lateralmente à medida que uma folga anular 50 é provida entre o invólucro 16 e a almofada de acoplamento.

[0081] A protrusão s da almofada de acoplamento define até que ponto a almofada de acoplamento 14 pode ser comprimida ao máximo (em uma parede de um recipiente com o menor raio de curvatura).

[0082] Outra diferença entre a terceira realização e as duas primeiras realizações consiste em que,

na terceira realização, uma parte da transmissão de carga 52 é provida no invólucro. Isto serve para transmitir cargas que agem no lado do invólucro 16 voltadas em oposição ao recipiente 2 diretamente sobre o lado do invólucro 16 voltado para o recipiente 2 e, a partir daí, para a parede do recipiente 2.

[0083] A parte de transmissão de carga aqui é projetada como uma parte de material que se estende continuamente a partir do lado superior para a parte inferior do invólucro 16. Esta é em forma de anel e envolve a cabeça medidora ultrassônica 12 e a almofada de acoplamento 14, de modo que a folga 50 esteja presente. Alternativamente, várias partes de transmissão de carga separadas projetadas, por exemplo, como postes, também podem ser usadas.

[0084] Quando cargas excessivamente altas agem sobre o dispositivo medidor de nível 10 (por exemplo, quando o recipiente 2 provido com o dispositivo medidor de nível 10 é colocado sobre um piso de cascalho e uma pedra pressiona o invólucro 16), essas cargas são transmitidas através do invólucro e introduzidas na parede do recipiente 2. O invólucro não pode ser danificado no processo, pois a parte de transmissão de carga se estende diretamente a partir do fundo (aqui: a partir da parte inferior 16B) para o lado superior do invólucro 16 (aqui: para a parte superior 16A).

[0085] Ao mesmo tempo, a almofada de acoplamento é protegida contra cargas excessivamente elevadas, uma vez que uma certa carga é alcançada, o lado superior do invólucro 16 se apoia no recipiente e a almofada de acoplamento 14 não pode ser ainda mais comprimida.

[0086] Como dispositivo de fixação, um ímã 24 em

formato de anel pode ser utilizado, o qual é disposto num receptáculo 60 de mesmo formato. A parte inferior do receptáculo 60 (na orientação do invólucro como mostrado na Figura 5: o lado superior do receptáculo) é formada por uma parede do invólucro. O lado radialmente interno do receptáculo aqui é formado pela parte receptora de carga 52.

[0087] Quando o dispositivo medidor de nível 10 é montado em um recipiente, o ímã puxa o invólucro 16 contra o recipiente, de modo que o dispositivo medidor de nível 10 seja fixado na parede do recipiente. Ao mesmo tempo, as forças de retenção puxam o ímã 24 contra a parede que define o receptáculo 60. Conseqüentemente, basta encaixar o ímã 24 de modo que não se solte do receptáculo 60.

[0088] O lado radialmente externo do receptáculo (parte material 53) aqui se estende até a parte inferior 16B do invólucro 16 e, portanto, atua como parte da parte de transmissão de carga 52.

[0089] Como alternativa a um ímã em formato de anel 24, uma pluralidade de ímãs individuais também pode ser utilizada. Tais ímãs são então dispostos em torno da cabeça medidora ultrassônica 12. Por exemplo, três ímãs podem ser usados, os quais, em receptáculos separados, são dispostos de forma concêntrica em torno da cabeça medidora ultrassônica 12 a uma distância de 120°.

[0090] Os recursos de uma parte de transmissão de carga 52 e um receptáculo para os ímãs que, no lado do recipiente, é fechado por uma parede do invólucro 16, também podem ser usados individualmente ou em combinação na primeira ou na segunda realização.

[0091] Em todas as realizações do invólucro, a

unidade de controle 20 (vide Figura 6) pode acionar de forma adequada a cabeça medidora ultrassônica 12, a fim de gerar e detectar ondas sonoras ultrassônicas quando um eco de ultrassom incide sobre a cabeça medidora ultrassônica 12.

[0092] Para aumentar a precisão da medição de nível, é preferencialmente provido um sensor de temperatura 30 que provê a unidade de controle 20 para considerar a temperatura (aproximada) do líquido 3 no recipiente 2 na avaliação do sinal de tempo de execução. O sensor de temperatura 30, por exemplo, pode ser moldado na almofada de acoplamento 14, de modo que a temperatura medida por ele pelo menos em uma determinada parte dependa da temperatura da parede 9 contra a qual a almofada de acoplamento 14 é pressionada durante uma medição. Alternativamente, é possível dispor o sensor de temperatura 30 dentro do invólucro 16.

[0093] A unidade de controle 20, além disso, é provida com um módulo de estimativa com o qual, dependendo do nível de preenchimento atualmente existente e em função dos valores de consumo, a unidade de controle 20 pode extrapolar, a partir do valor no passado, quanto tempo durará o fornecimento de líquido 3 no botijão 2 (partindo do pressuposto de que os valores de consumo não mudem significativamente).

[0094] Além disso, um módulo de características 34 é provido no qual a quantidade (ou o volume) do líquido 3 presente no recipiente 2 seja depositada em função do nível de preenchimento F. No módulo de características 34, também pode ser depositado qual o tipo de líquido 3 está presente no recipiente 2. Isto é relevante quando o dispositivo medidor de nível 10 deve ser universalmente usado para a medição de

nível em recipientes bastante diferentes, considerando que líquidos diferentes têm velocidades sonoras diferentes, que devem ser consideradas na medição de nível.

[0095] Para a unidade de controle 20, é associada uma interface de comunicação 36 por meio da qual o resultado da medição de nível é provido para o usuário.

[0096] Na realização exemplar ilustrada, a interface de comunicação 36 é uma interface de comunicação sem fio que opera de acordo com o padrão Bluetooth. Por meio desta interface, o resultado da medição pode ser enviado para um receptor 38 (vide Figura 1).

[0097] O receptor 38, por exemplo, pode ser o smartphone de um usuário. Tal smartphone pode acoplar-se ao dispositivo medidor de nível 10 e desencadear um processo de medição ou recuperar um valor de medição de nível que é depositado em uma memória de valor de medição 40 da unidade de controle 20.

[0098] O receptor 38 também pode ser um controlador de utensílio superordenado, por exemplo, em um trailer. Por meio destes diversos utensílios, como uma geladeira, um sistema de ar condicionado ou um sistema de abastecimento de água pode ser acionado e monitorado de maneira centralizada. Para este controlador de utensílios, a unidade de controle 20 do dispositivo medidor de nível 10 pode prover um valor da medição de nível, de modo que possa ser indicado a um usuário em um painel de controle central.

[0099] A memória de valor de medição 40 também garante que não ocorra a perda de dados quando a comunicação com um receptor 38 seja perdida neste meio-tempo; contudo, por exemplo, os dados da estimativa são disponibilizados

novamente em qualquer momento. Além disso, os valores de medição podem ser facilmente providos para vários receptores 38, mesmo que alguns deles tenham sido apenas recentemente conectados à interface de comunicação 36.

[00100] Quando o dispositivo medidor de nível 10 é recém-montado em um recipiente 2, uma taxa de amostragem elevada pode ser usada no início (vide área I na Figura 7). Por exemplo, as medições do nível de preenchimento podem ser realizadas em intervalos de um segundo. Assim, é calculada a média dos valores de medição determinados, de modo que, após um tempo relativamente curto (por exemplo, não mais de 1 minuto), o nível de preenchimento atual seja determinado de forma bastante confiável. Subsequentemente, a taxa de amostragem é reduzida (ou de forma controlada no tempo, ou quando a unidade de controle detecta que os níveis de preenchimento determinados variem de forma suficientemente estável próximos de um valor médio) (vide área 2 na Figura 7). Por exemplo, a taxa de amostragem é reduzida para uma medição por minuto. Esta taxa de amostragem é suficiente para cobrir uma alteração do nível de preenchimento F do recipiente 2 e também para prover uma estimativa quanto à duração do nível de preenchimento restante.

[00101] Quando a unidade de controle 20, durante um determinado período (possivelmente especificável pelo usuário), detecta que o nível de preenchimento F não mudou, a taxa de amostragem pode ser ainda mais reduzida (vide a área III na Figura 7). Por exemplo, somente uma medição por hora é então realizada.

[00102] Quando a unidade de controle 20 detecta que nenhum receptor 38 está acoplado à interface de

comunicação 36, a taxa de amostragem também pode ser reduzida para zero.

[00103] Em resposta a um sinal externo (ou em resposta a uma alteração do nível de preenchimento ou ao acoplamento de um receptor 38 à interface de comunicação 36), a taxa de amostragem é aumentada novamente (vide área IV na Figura 7). É possível, como mostrado aqui, realizar medições com uma alta taxa de amostragem (isto é recomendado, em particular, quando neste meio-tempo foi utilizada uma taxa de amostragem de zero), a fim de poder determinar de forma confiável um nível inicial de um recipiente possivelmente substituído. Alternativamente, o processo pode continuar com uma taxa de amostragem média (correspondente à área V da Figura 7), a fim de poder novamente continuar registrando, de forma confiável, o consumo e o nível de preenchimento que se altera correspondentemente.

[00104] Devido à taxa de amostragem variável e, em particular, devido ao fato de que a taxa de amostragem em grande parte é reduzida quando isso é possível sem sacrificar a precisão da medição, uma vida útil de até um ano pode ser obtida com um conjunto de baterias 22.

[00105] Em várias aplicações, pode ser vantajoso prover um espaçador 50 entre o recipiente 2 e o piso 8. Por meio da utilização de um espaçador 50, quando este é feito de plástico, uma folga entre a base circular 7 e o fundo possivelmente metálico de um compartimento do botijão de gás pode ser produzido, em que a comunicação sem fio entre a interface de comunicação 36 e o receptor 38 seja melhorada.

[00106] Um espaçador 50 também pode ser vantajoso quando o recipiente 2 com o dispositivo medidor de nível 10

montado sobre este deve ser colocado sobre um piso menos condensado, tal como cascalho. Há o risco de a base circular 7 ser enterrada no piso 8 e, sob o peso do recipiente 2, o dispositivo medidor de nível 10 ser pressionado contra áreas salientes do piso 8.

[00107] O espaçador 50, por exemplo, pode ser um anel circunferencial (vide Figura 1) que é adaptado ao diâmetro da base circular 7 e pode ser provido com vários ímãs menores, de modo a aderir à base circular 7. Desta forma, o manuseio é facilitado.

[00108] O espaçador 50 também pode ser formado por diversos elementos espaçadores 50A, 50B, 50C, como são mostrados nas Figuras 8 e 9. Os elementos espaçadores 50A, 50B, 50C aqui são peças plásticas semelhantes a um grampo que são providas de uma fenda 52 de um primeiro tipo e uma fenda 54 de um segundo tipo. As fendas 52, 54 são adaptadas a diferentes bases circulares 7, de modo que os elementos espaçadores possam ser usados com diferentes recipientes 2. Dependendo do tipo de recipiente, os elementos espaçadores são presos à base circular 7 em uma ou outra orientação.

[00109] O dispositivo medidor de nível 10 também pode ser montado nos recipientes 2 com outros tipos de dispositivos fixadores 24. Por exemplo, pode ser utilizado um grampo de mola com o qual o dispositivo medidor de nível 10 é montado dentro de uma base circular 7. Este grampo de mola pode então ser apoiado em uma parte de borda flangeada da base circular 7.

[00110] Também é possível usar uma correia de tensão a fim de montar o dispositivo medidor de nível 10 na circunferência da parede 9.

[00111] O dispositivo medidor de nível 10 também pode ser colado na parede 9 do recipiente.

[00112] De acordo com uma variação de design, o dispositivo medidor de nível 10 é provido com diodos de limitação de corrente que garantem que a energia fornecida à unidade de controle 20 permaneça abaixo de determinados limites. Portanto, não é necessário dispor os componentes da unidade de controle de maneira à prova de explosão, a fim de poder usar o dispositivo medidor de nível em regiões com risco de explosão sem nenhum problema.

REIVINDICAÇÕES

1. DISPOSITIVO MEDIDOR DE NÍVEL EM UM RECIPIENTE, caracterizado por compreender:

um invólucro tendo um corpo superior e um corpo inferior e definindo uma parte interna, o corpo superior tendo uma abertura que se estende através do mesmo;

uma cabeça medidora ultrassônica disposta pelo menos parcialmente dentro da abertura; e

uma almofada de acoplamento,

em que o corpo superior configurado para receber pelo menos uma parte do corpo inferior no mesmo,

em que o corpo superior tem uma parede que forma uma superfície externa configurada para estar de frente a uma superfície externa do recipiente e uma aba de almofada de acoplamento recuada em relação à parede do corpo superior formando a superfície externa do corpo superior, e

em que a almofada de acoplamento tem uma primeira superfície configurada para contatar o exterior do recipiente e uma segunda superfície configurada para contatar a aba da almofada de acoplamento; e

em que o dispositivo é configurado para medir o nível de líquido em um tanque de combustível líquido.

2. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo dispositivo compreender uma bateria provida no interior da parte interna do invólucro.

3. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo dispositivo compreender um controlador e uma interface de comunicação sem fio provida no interior da parte interna do invólucro para comunicar um nível de líquido do controlador para um receptor que está remoto do

dispositivo.

4. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pela interface de comunicação sem fio ser configurada para operar em um padrão Bluetooth.

5. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo controlador ser configurado para acionar a cabeça medidora ultrassônica para gerar ondas sonoras ultrassônicas e detectar um eco que incide sobre a cabeça medidora ultrassônica.

6. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo dispositivo compreender um ímã ligado ao mesmo, o ímã posicionado para segurar o dispositivo contra a superfície externa do recipiente.

7. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo dispositivo compreender uma pluralidade de ímãs.

8. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pela atração magnética dos ímãs para o recipiente superar a força compressiva da almofada de acoplamento, de modo que a almofada de acoplamento seja pressionada contra a superfície externa do recipiente.

9. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela almofada de acoplamento se projetar da cabeça medidora ultrassônica para um espaço que se estende além da superfície externa definida pela superfície externa do corpo superior.

10. CONJUNTO, caracterizado por compreender o dispositivo, conforme definido na reivindicação 1 e uma pluralidade de elementos espaçadores adaptados para prender a uma base circular do recipiente.

11. MÉTODO PARA OPERAÇÃO DE UM DISPOSITIVO, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por compreender ainda um controlador e uma interface de comunicação sem fio provida dentro da parte interna do invólucro, o método compreendendo comunicar um nível de líquido do controlador para um receptor que está remoto do dispositivo através de comunicação sem fio.

12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por ser utilizada uma taxa de amostragem dependente da situação.

13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por quando a unidade de controle detecta que o dispositivo medidor de nível (10) está montado sobre um novo recipiente (2), ela inicia um número de medições do qual é calculada a média do resultado, a fim de determinar o nível inicial.

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por, após a determinação do nível inicial, a unidade de controle (20) reduzir a taxa de amostragem.

15. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 14, caracterizado pela unidade de controle (20) reduzir a taxa de amostragem quando detecta um nível de preenchimento constante ao longo de um período extenso.

16. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 15, caracterizado pela unidade de controle (20) reduzir bastante a taxa de amostragem ou parar inteiramente as medições quando não detectar uma comunicação do dispositivo medidor de nível (10) com um aparelho externo (38).

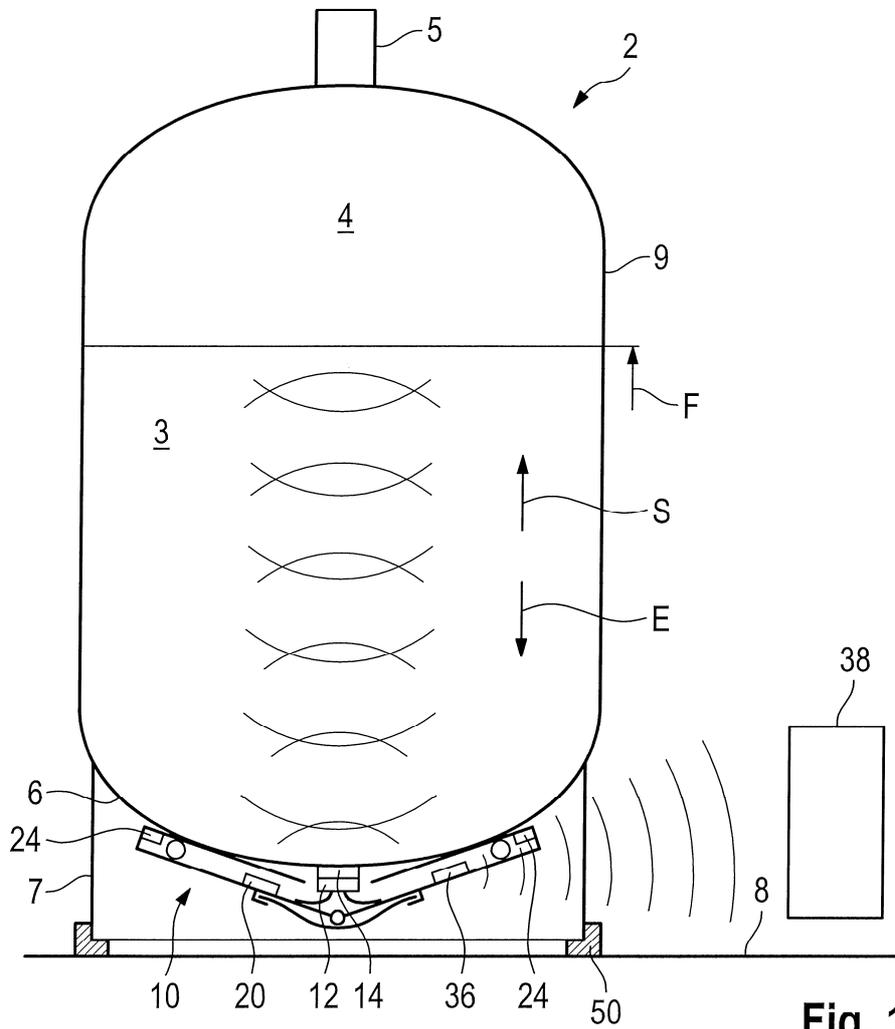


Fig. 1

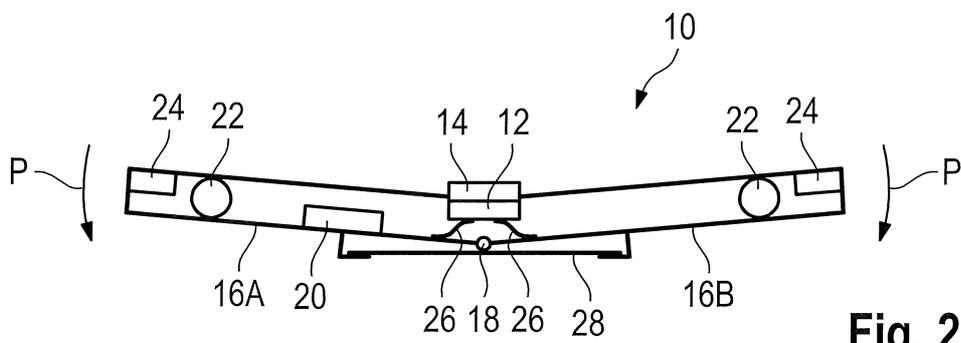


Fig. 2

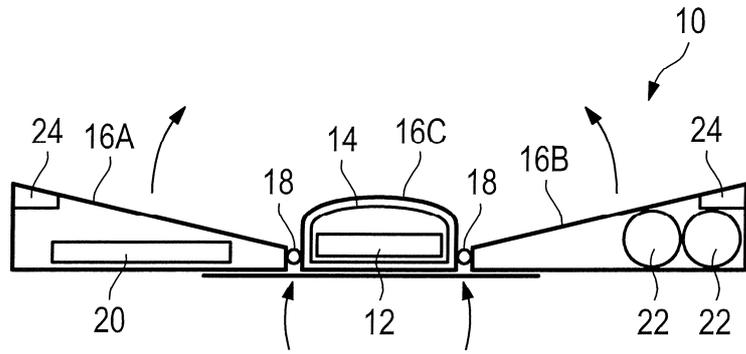


Fig. 3

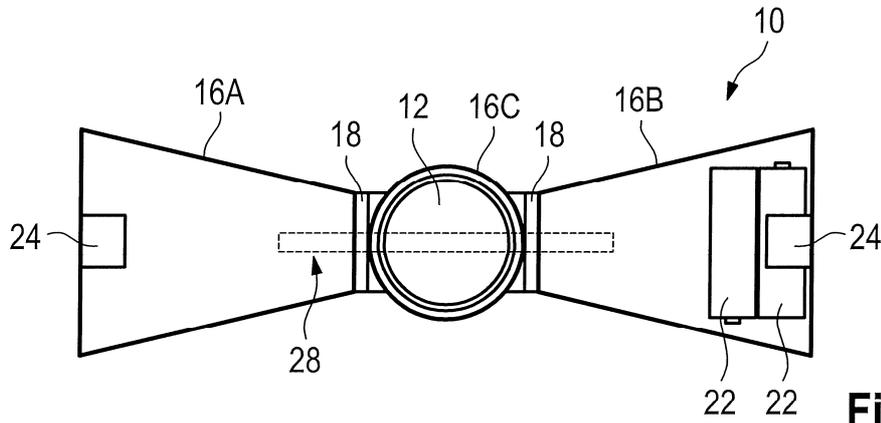


Fig. 4

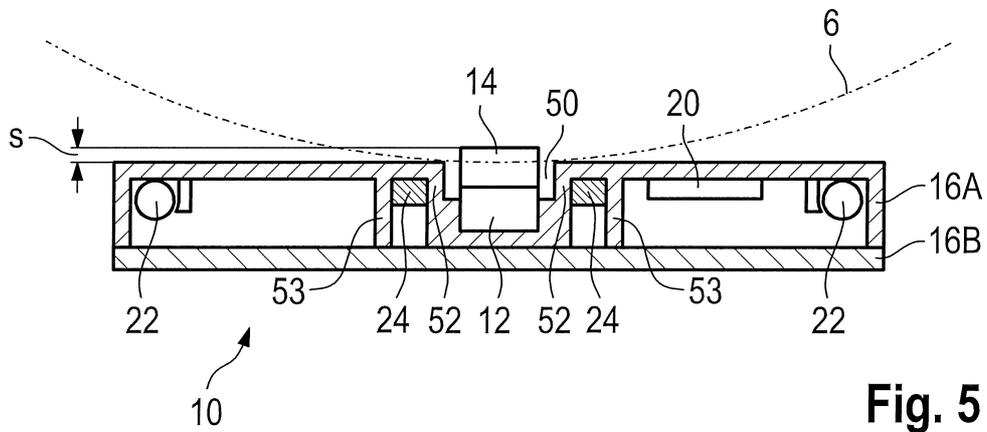


Fig. 5

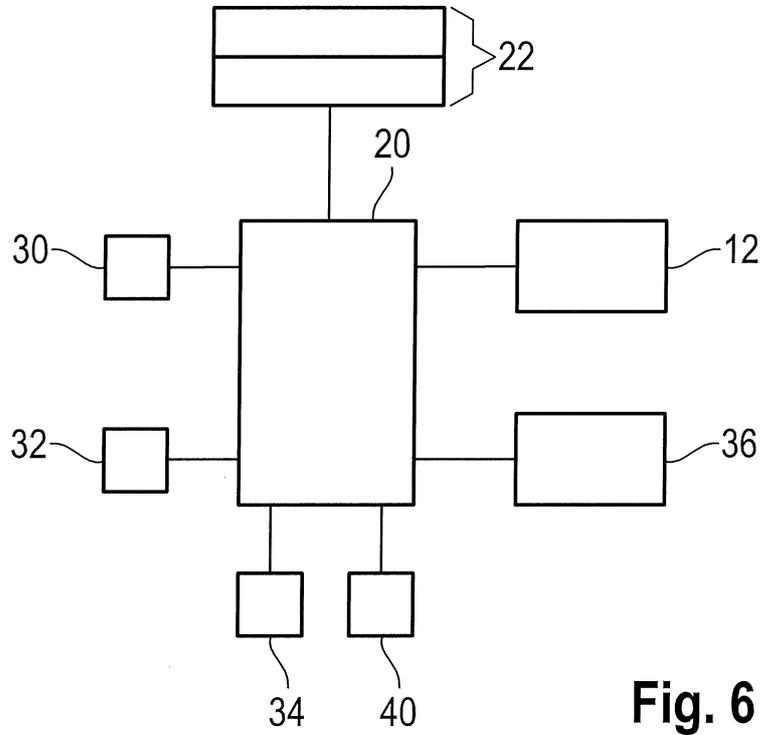


Fig. 6

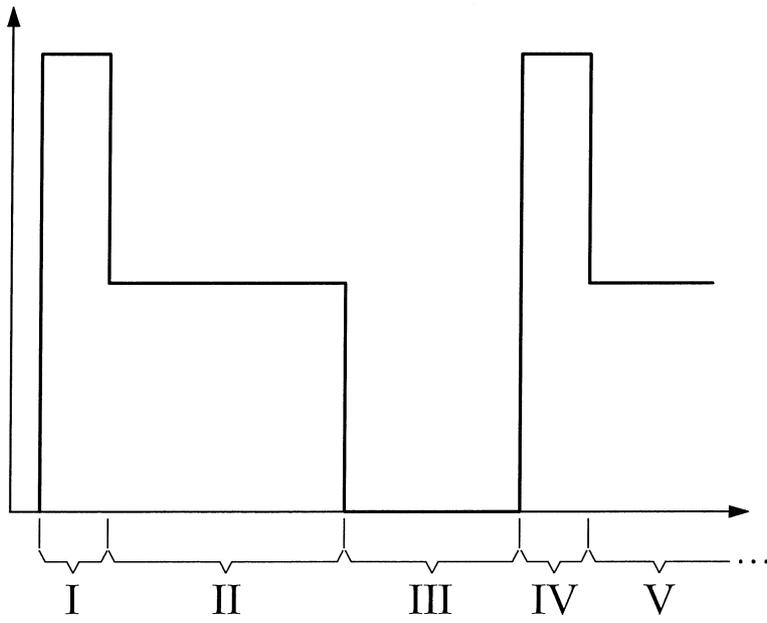


Fig. 7

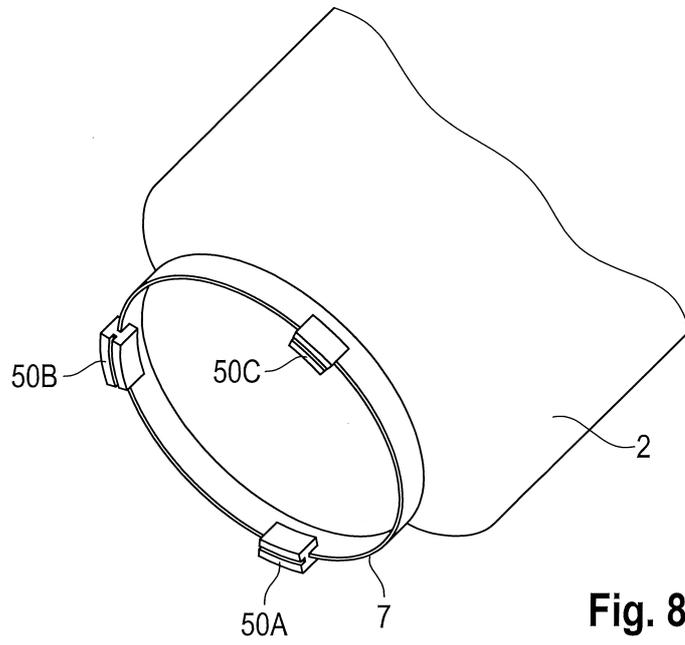


Fig. 8

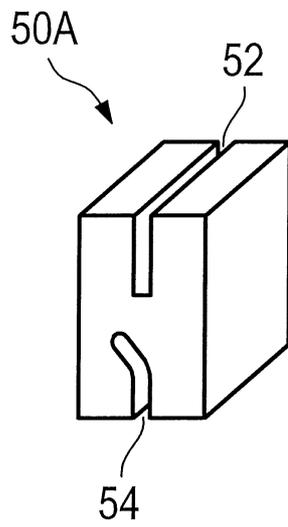


Fig. 9