



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

(11) PI 1004186-9 B1



(22) Data do Depósito: 15/10/2010

(45) Data de Concessão: 14/12/2021

(54) Título: DETECTOR CAPACITIVO APLICADO EM PURGADORES E RESPECTIVO SISTEMA DE SUPERVISÃO

(51) Int.Cl.: F16T 1/48.

(73) Titular(es): CLÁUDIO DEZIDÉRIO; CARLOS SELEGHIM.

(72) Inventor(es): CLÁUDIO DEZIDÉRIO; CARLOS SELEGHIM; MARCUS VINÍCIUS VITORATTI DE ARAUJO.

(57) Resumo: DETECTOR CAPACITIVO APLICADO EM PURGADORES E RESPECTIVO SISTEMA DE SUPERVISÃO. O invento diz respeito a um detector capacitivo para purgadores que detecta a diferença de permissividade capacitiva entre o vapor e o condensado, com respectivo sistema para supervisão local, remota, automática e ou manual, permitindo a verificação instantânea da operação do referido purgador. O detector pode ser adicionado na montagem típica de purgadores ou integrado diretamente a purgadores, sendo constituído por canal (1), corpo (2), eletrodos (3), elemento isolante (4), blindagem elétrica (5) e cabos (6), bem como respectivo sistema responsável pela supervisão.

DETECTOR CAPACITIVO APLICADO EM PURGADORES E RESPECTIVO SISTEMA DE SUPERVISÃO

Campo da invenção

[001] Refere-se o presente invento a um detector capacitivo para purgadores que detecta a diferença de permissividade capacitiva entre o vapor e o condensado, com respectivo sistema para supervisão local, remota, automática e ou manual, proporcionando a verificação instantânea da operação do referido purgador, cujo detector pode ser adicionado na montagem típica de purgadores ou integrado diretamente a purgadores.

Estado da técnica

[002] Verifica-se que grande parte da energia consumida pela indústria de processamentos é empregada para gerar vapor. Infelizmente boa parte do vapor produzido é perdida em vazamentos que sempre existem nos sistemas de distribuição; tubulações, válvulas e purgadores. As perdas podem incluir não ser somente a energia perdida, mas também na substituição do equipamento danificado e a necessidade de muitas horas-homem para a sua recuperação. Esse é um ponto importante, pois grandes perdas podem aí ocorrer. Levantamentos mostraram que em fabricas em que não existe um programa regular de inspeção do estado dos purgadores cerca de 30 a 65% deles não funcionam adequadamente. Nas fabricas onde se pratica um programa de inspeção esses valores caem para 5 a 15%. Em geral os purgadores são considerados como peças auxiliares e de pouca importância, pois normalmente não recebem a devida atenção nos planos de manutenção. Na realidade os purgadores são elementos essenciais para o bom funcionamento dos equipamentos que consomem vapor. Se eles não forem do tipo adequado, se estão mal instalados, eles afetarão diretamente o bom funcionamento do equipamento às condições de segurança e os custos da operação. Nessas condições, o mais provável é que esses purgadores recebam atenção somente quando se apresenta um problema importante; um aumento no consumo de vapor, um grande vazamento.

[003] Um purgador é uma válvula automática para descarregar o condensado sem que o vapor vivo escape. Além disso, retira do sistema o ar e os elementos não-condensáveis do vapor permitindo que este atinja seu destino e realiza seu trabalho da forma mais eficiente e econômica possível. Os tipos usuais de purgadores são:

- Termostático (baseia-se na variação de temperatura) A temperatura do vapor saturado ou de saturação é dada pela sua pressão. No processo de utilização do vapor e durante o qual ocorrem as trocas o vapor cede sua entalpia de evaporação dando origem à água de condensação na temperatura de saturação. Qualquer outra perda de calor que essa água de condensação venha a sofrer vai produzir uma queda na sua temperatura. O purgador termostático capta essa temperatura e aciona a válvula de escape do condensado.
- Mecânico (baseia-se na variação de densidade do fluido) A densidade do condensado é diferente da densidade do vapor. Os dois tipos mais usados baseados nesse princípio é o purgador de bóia e o purgador de balde invertido. No de bóia esta é acionada pelo condensado que a eleva para abrir a válvula de saída. No de balde invertido este flutua pela ação do vapor fazendo com a válvula de saída se feche. Esses purgadores são essencialmente mecânicos.
- Termodinâmicos (baseia-se na variação das características do escoamento) A sua operação depende da reevaporação do condensado. Alguns purgadores desse tipo é o de disco, de impulso e de labirinto. Todos se baseiam que o condensado quente, ao ter sua pressão reduzida pode reevaporar-se produzindo uma mistura de vapor e água.

[004] Quando um purgador funciona mal ele permite a saída de condensado juntamente com o vapor, isto é, ele apresenta um vazamento. Com o crescente aumento no custo da energia necessária a esses sistemas mais e maiores cuidados estão sendo exigidos para a utilização desses purgadores. Os purgadores requerem uma manutenção periódica por serem compostos de uma série de elementos mecânicos que operam em um ciclo de abertura e fechamento de válvulas, isto é um ciclo intermitente. Dessa forma,

depois de certo tempo esses elementos podem apresentar desgaste e travamento causando o vazamento de vapor ou de ar comprimido e assim perda de energia. Além disso, podem ocorrer incrustações diversas nas suas passagens e nos assentos das válvulas o que prejudica o escoamento do fluido e impede o correto funcionamento das válvulas. Em consequência torna-se necessário um monitoramento constante dos purgadores de uma instalação verificando-se a sua adequada operação, isto é, sem vazamento e sem peças defeituosas.

[005] Um sistema de inspeção bastante simples para o purgador é a instalação de um visor que permita a observação do escoamento no interior dele e assim pode-se verificar se o purgador está operando de forma satisfatória. Esse visor frequentemente se apresenta com sujeiras que dificultam a observação do escoamento.

[006] Outra maneira de se verificar um vazamento em um purgador é por meio de um detector de vibrações e ruídos que detecta o som ou ultra-som de um possível vazamento ou qualquer outro defeito. Nos sistemas de vapor pode-se constatar um vazamento pela medida da temperatura na superfície do purgador. Nesses procedimentos necessita-se de um operador.

[007] Como foi mencionado, os purgadores são válvulas que automaticamente descarregam o condensado que se forma nos sistemas de vapor. Para se conseguir a automação da inspeção do seu funcionamento e eliminar os inconvenientes da inspeção manual, a primeira necessidade é a da aplicação de um sensor. Para esse fim são encontrados diversos tipos de sensores que operam segundo diferentes princípios; um tipo muito usado é baseado na diferença de condutividade elétrica entre o vapor e o condensado, outro na diferença de temperatura, ou ainda mede o nível do condensado em um recipiente, ou mede o sinal acústico ou ultra-sônico produzido pela descarga de condensado para posterior avaliação da sua "assinatura".

[008] Alguns documentos de patentes apresentam purgadores com sensores que detectam vapor, condensado e água, a exemplo dos documentos GB 2.189.321 de 08/04/1987, US 4,764,024 de 16/08/1988, GB 2.231.407 de 03/04/1990, US 6,279,593 de 28/08/2001, MU8700885-1 de 17/07/2007, GB 2.457.924 de 28/02/2008, porém estes documentos não detectam a diferença de permissividade capacitiva entre o vapor e o

condensado, e conseqüentemente não apresentam um sistema para supervisão local, remota, automática e ou manual desta condição.

Breve descrição dos desenhos

[009] Para o melhor entendimento do conteúdo ora ensinado neste documento de patente, seguem anexas algumas figuras e a seguir apresenta-se uma breve descrição para cada uma delas:

A figura 1 ilustra o sensor em vista inferior do sensor.

A figura 2 ilustra o corte AA do sensor demonstrado na figura 1.

A figura 3 ilustra o corte BB do sensor demonstrado na figura 1.

A figura 4 ilustra a vista superior em perspectiva do sensor.

A figura 5 ilustra a vista inferior em perspectiva do sensor.

A figura 6 ilustra o Diagrama em blocos do sistema de funcionamento do sensor.

A figura 7 ilustra uma vista de uma instalação típica de um purgador de balde invertido.

A figura 8 ilustra uma vista de uma instalação típica de um purgador de bóia na qual foi inserido o sensor capacitivo.

Descrição da invenção

[0010] O sensor que foi aqui desenvolvido difere dos já mencionados por basear-se em princípio dos apresentados; ele detecta a diferença de permissividade capacitiva entre o vapor e o condensado. Esse sensor capacitivo por sua vez é formado por um canal em um material resistente às altas temperaturas através do qual passa a descarga do purgador. Esse canal se localiza no espaço interior de dois eletrodos, que podem ser em forma de placas originando assim um capacitor, e nesse último caso de placas paralelas.

[0011] Obviamente até a temperatura de evaporação ou de saturação tem-se a água no seu estado líquido. Iniciada a evaporação acontece a formação de vapor e assim tem-se duas fases, a líquida e a gasosa, sendo que a temperatura da mistura permanece

constante até que toda a água tenha se tornado vapor. A partir desse ponto tem-se somente vapor cuja temperatura se eleva quando este for aquecido.

[0012] O fluido que passa pelo canal do sensor capacitivo, quando a operação do purgador é normal, é a água de condensação que se encontra na temperatura de evaporação ou de saturação. A temperatura de evaporação ou de saturação da água depende da pressão a que está submetida, assim na faixa de 1 a 20bar essa temperatura vai de 50°C a aproximadamente 250°C. Alguns valores da permissividade relativa da água em diversas temperaturas são os seguintes: 87 (1,5°C), 78,2 (25°C), e 58 (85°C) e o sensor capacitivo estará indicando valores dessa ordem.

[0013] Por outro lado, quando o purgador estiver vazando, o fluido que passa pelo canal do sensor capacitivo é o vapor. Este apresenta valores para a permissividade de 1,00 a 1,23 para valores da temperatura de 100°C a 350°C e para pressões de 1 a 20bar. Nessa situação o sensor capacitivo indicará essa diferença no valor da permissividade do dielétrico e estará detectando o vazamento do purgador. Assim verifica-se uma variação na permissividade relativa de 50 para 1, conforme esteja escoando água aquecida ou vapor.

[0014] Pode ocorrer ainda uma situação de má operação do purgador em que o fluido que passa pelo canal do sensor é uma mistura de água e vapor, isto é, um escoamento bifásico. Esse escoamento bifásico pode então se apresentar, dependendo da posição do canal do sensor, na forma anular, estratificado, com pequenas bolhas e ainda com grandes bolhas. Observa-se que a capacitância medida depende basicamente da proporção entre os dois fluidos e não da forma do escoamento. Assim a capacitância medida resulta em um valor intermediário entre os valores da capacitância para um dos fluidos e para o outro.

[0015] Nas figuras 1 e 2 observa-se o canal (1) de secção transversal circular no interior do corpo (2) de forma geral cilíndrica e constituído de material resistente às altas temperaturas. A direcção principal desse canal (1) é perpendicular ao corpo (2) e no seu final é dirigido segundo uma geratriz desse cilindro. Através desse canal (1) deve passar a descarga do purgador, seja água de condensação ou vapor ou mesmo ambos. Paralelamente ao canal (1) na sua direcção principal são colocados dois eletrodos (3) a

uma distância do canal (1) suficiente para que não haja contato entre eles e o fluido que passa pelo canal (1). Esses eletrodos podem ser de diversas formas entre elas a de placas e que são colocadas em fendas feitas no corpo (2) no sentido longitudinal conforme é apresentado na figura 2. Os eletrodos (2) são ligados a uma excitação elétrica pelos cabos (6) conforme aparece na figura 04. Os cabos (6) atravessam o elemento (4) feito de material isolante elétrico, por exemplo, borracha que bloqueia as fendas correspondentes aos eletrodos (3). O elemento isolante (4) tem a forma geral cilíndrica e é encaixada no interior do corpo (2). Acima do elemento (4) aplica-se uma blindagem elétrica com a finalidade de bloquear influências elétricas externas. Essa blindagem (5) é feita de material condutor elétrico, por exemplo, cobre em forma de um pequeno disco e ligado a terra por meio do cabo (7).

[0016] Para se realizar a medição da capacitância com esse sensor é aplicado o circuito da figura 6, que apresenta o diagrama funcional do circuito de medida. A capacitância a ser medida CX é conectada entre uma fonte de excitação e um conversor de capacitância Σ - Δ digital de 24bit. Um sinal de excitação de onda quadrada é aplicado no capacitor de capacitância CX e o conversor Σ - Δ obtém continuamente amostras da capacitância CX. O filtro digital processa a saída do conversor de capacitância Σ - Δ contendo as informações de 0 e 1 lógico.

[0017] Os dados do filtro digital são ajustados à escala pela aplicação de coeficientes de calibração e o resultado final pode ser lido através da interface serial.

[0018] Como é obtido um sinal elétrico da capacitância por meio do sensor e de seu correspondente circuito pode-se realizar a supervisão do purgador localmente, remotamente, manualmente ou automaticamente e verificar de pronto se ele está operando corretamente ou não.

[0019] Na figura 7 encontram uma montagem típica para um purgador de balde invertido e que pode ser aplicada a outros tipos de purgador. Tem-se aí uma tubulação em duas partes. Uma vertical (16) ligada pela parte superior ao sistema de vapor (duto principal ou equipamento) e pela parte inferior a uma válvula de bloqueio (18). Pela saída (19) dessa válvula é efetuado o despejo de detritos e outras partículas indesejáveis ao sistema. Outra horizontal, que é a (17), onde se situa o purgador mecânico de balde

invertido (20) entre as duas válvulas de bloqueio (21), o filtro (22). Pela saída (23) da válvula de bloqueio (22) o condensado é então descarregado.

[0020] O sensor capacitivo pode ser adicionado na montagem típica de purgadores, conforme é apresentado na figura 7. Tem-se aí um purgador de bóia em uma instalação típica, isto é, de forma análoga a da instalação que aparece na figura 6, mas na qual foi inserido o sensor capacitivo (24). Entretanto, é mais vantajosa a aplicação do sensor de tal forma que ele seja integrado ao purgador e nesse caso são necessárias algumas modificações nesse último, as quais, obviamente dependem do tipo de purgador.

REIVINDICAÇÕES

1. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, compreendido por descarregar sistemas de vapor e ar comprimido, **caracterizado por** detectar a diferença de permissividade capacitiva entre o vapor e o condensado, constituído por canal (1), corpo (2), eletrodos (3), elemento isolante (4), blindagem elétrica (5) e cabos (6), podendo ser adicionado na montagem típica de purgadores ou integrado diretamente a purgadores.
2. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** canal (1) de secção transversal circular estar disposto no interior do corpo (2) de forma geral cilíndrica, confeccionado em material resistente às altas temperaturas, sendo que a direção principal desse canal (1) é perpendicular ao corpo (2) e no seu final é dirigido segundo uma geratriz desse cilindro.
3. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** descarga do purgador, seja água de condensação ou vapor ou mesmo ambos, passar pelo canal (1).
4. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** eletrodos (3) serem construídos preferencialmente em formato de placas, sendo alojados no corpo (2), paralelamente ao canal (1), em fendas feitas no corpo (2) no sentido longitudinal ao canal (1) a uma distância suficiente para que não haja contato entre eles e o fluido que passa pelo canal (1).
5. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** eletrodos (3) serem ligados a uma excitação elétrica pelos cabos (6).

6. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** cabos (6) atravessarem o elemento (4) feito de material isolante elétrico, que bloqueia as fendas correspondentes aos eletrodos (3).
7. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento isolante (4) ter a forma geral cilíndrica e ser encaixado no interior do corpo (2).
8. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** elemento isolante (4) receber uma blindagem elétrica para bloquear influências elétricas externas.
9. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** blindagem (5) ser feita de material condutor elétrico, em forma de um pequeno disco e ligado a terra por meio do cabo (7).
10. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** temperatura de evaporação ou de saturação da água depender da pressão a que está submetida, sendo que na faixa de 1 a 20bar essa temperatura vai de 50°C a aproximadamente 250°C.
11. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** valores da permissividade relativa da água em diversas temperaturas serem: 87 (1,5°C), 78,2 (25°C), e 58 (85°C), sendo que o sensor capacitivo estará indicando valores dessa ordem.
12. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fluido que passa pelo canal (1) do sensor capacitivo, quando o purgador estiver vazando, é o vapor.
13. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelos** valores da permissividade relativa do vapor em diversas temperaturas serem:

- permissividade de 1,00 a 1,23 para valores da temperatura de 100°C a 350°C e para pressões de 1 a 20bar, ou seja, permissividade relativa de 50 para 1, conforme esteja escoando água aquecida ou vapor.

14. **DETECTOR CAPACITIVO PARA PURGADORES**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** capacitância medida em escoamento bifásico (água e vapor) resultar em um valor intermediário entre os valores da capacitância para um dos fluidos e para o outro.

15. **SISTEMA DE SUPERVISÃO PARA PURGADORES**, **caracterizado pela** medição da capacitância utilizar o diagrama funcional apresentado na figura 6, sendo que capacitância medida CX é conectada entre uma fonte de excitação e o modulador de 24bit de entrada; um sinal de excitação de onda quadrada é aplicado na capacitância CX e o modulador obtém continuamente amostras da carga da capacitância CX; o filtro digital processa a saída do modulador, que é um sequência de 0s e 1s contendo as informações de 0 e 1 lógico; os dados do filtro digital são ajustados à escala pela aplicação de coeficientes de calibração e o resultado final pode ser lido através da interface serial.

16. **DETECTOR CAPACITIVO APLICADO EM PURGADORES E RESPECTIVO SISTEMA DE SUPERVISÃO**, de acordo com as reivindicações 1 e 12, **caracterizado pelo** sensor e seu correspondente sistema obter um sinal elétrico da capacitância permitindo a supervisão do purgador localmente, remotamente, manualmente ou automaticamente.

1/4

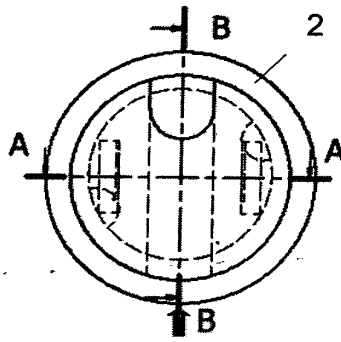


Figura 1

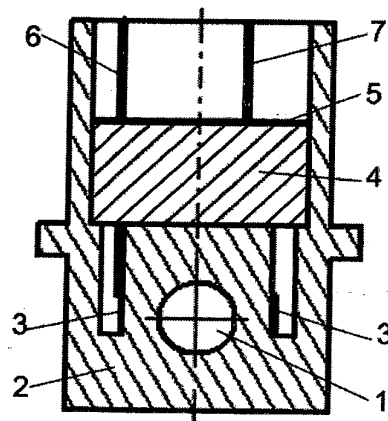


Figura 2

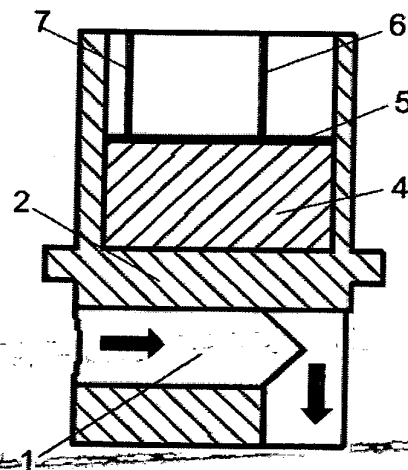


Figura 3

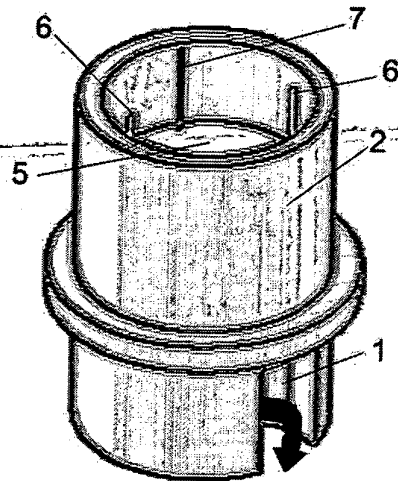


Figura 4

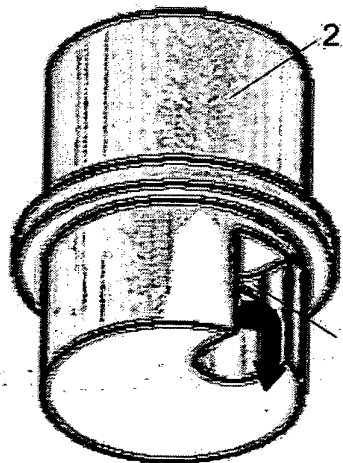


Figura 5

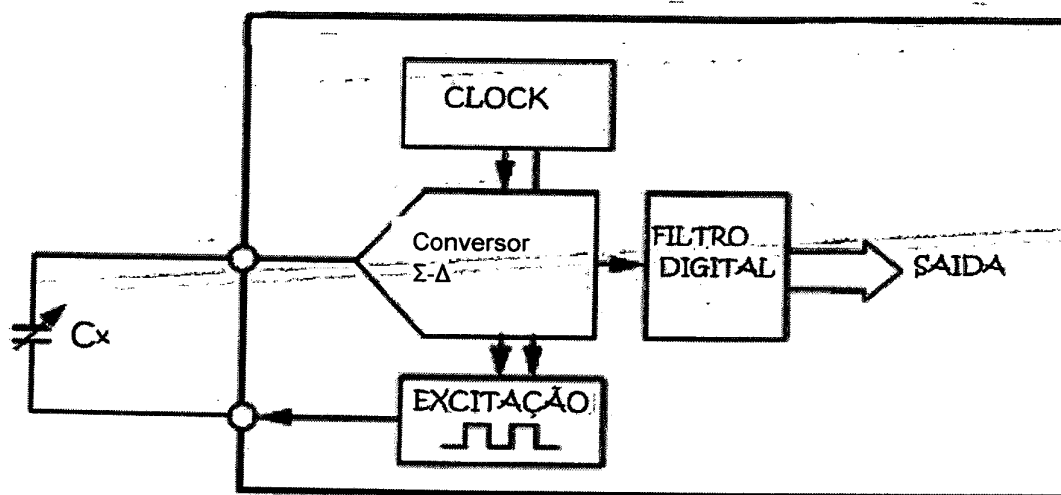


Figura 6

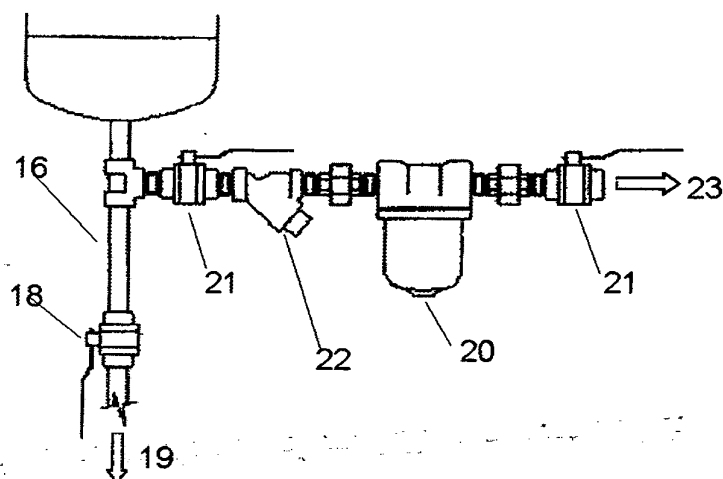


Figura 7

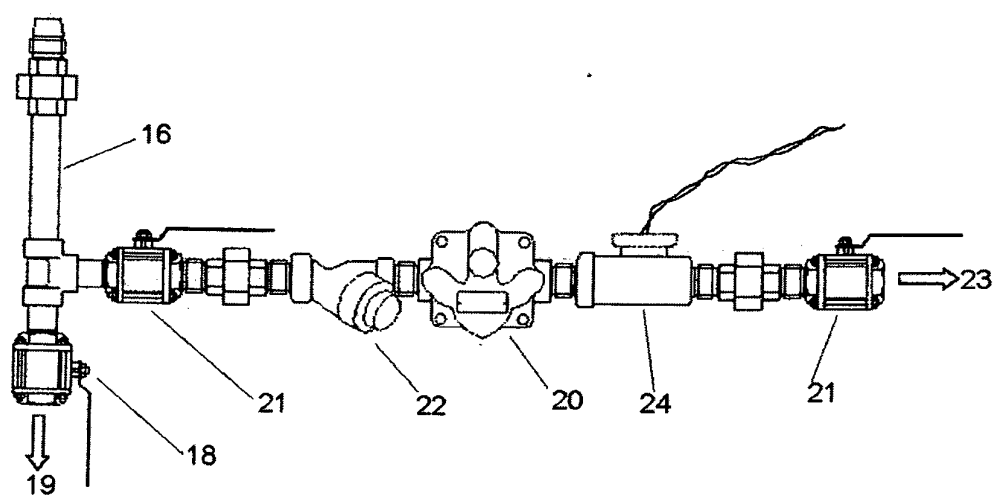


Figura 8