



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

(21) **PI 1004186-9 A2**

(22) Data de Depósito: 15/10/2010
(43) Data da Publicação: 13/02/2013
(RPI 2197)



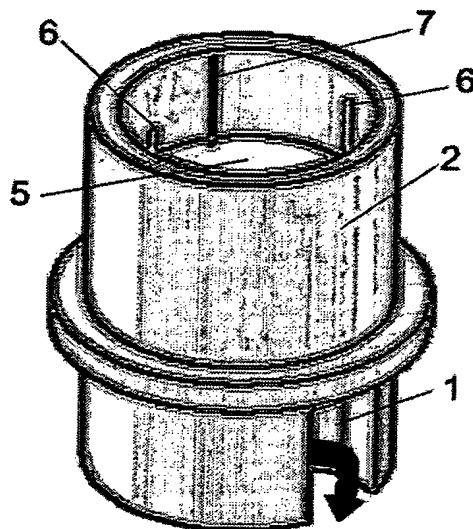
(51) *Int.Cl.:*
F16T 1/48

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

(73) Titular(es): Carlos Seleglim, Claudio Deziderio

(72) Inventor(es): CARLOS SELEGHIM, CLAUDIO DEZIDÉRIO, 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 permitividade 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

Refere-se o presente invento a um detector capacitivo para purgadores que detecta a diferença de permitividade 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

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 ai 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.

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.

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 serie 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

5 constante dos purgadores de uma instalação verificando-se a sua adequada operação, isto é, sem vazamento e sem peças defeituosas.

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

10 forma satisfatória. Esse visor frequentemente se apresenta com sujidades que dificultam a observação do escoamento.

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 ultrasom de um possível vazamento ou qualquer outro defeito. Nos sistemas de

15 vapor pode-se constatar um vazamento pela medida da temperatura na superfície do purgador. Nesses procedimentos necessita-se de um operador.

Como foi mencionado, os purgadores são válvulas que automaticamente descarregam o condensado que se forma nos sistemas

20 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".

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 permitividade 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 das figuras

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

O sensor que foi aqui desenvolvido difere dos já mencionados por basear-se em princípio dos apresentados; ele detecta a diferença de permitividade 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.

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.

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 permitividade 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.

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 permitividade 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 permitividade do dielétrico e estará detectando o vazamento do purgador. Assim verifica-se uma variação na permitividade relativa de 50 para 1, conforme esteja escoando água aquecida ou vapor.

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.

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 direção principal são colocados dois eletrodos (3) a uma distância do canal (1) suficiente para que não haja
5 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)
10 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)
15 é feita de material condutor elétrico, por exemplo, cobre em forma de um pequeno disco e ligado a terra por meio do cabo (7).

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
20 fonte de excitação e um conversor capacitância Σ - Δ de 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 capacitância $\Sigma\Delta$, que é uma seqüência de 0s e 1s contendo as informações de 0 e 1.

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.

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.

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.

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,
comprendido por descarregar sistemas de vapor e ar comprimido,
caracterizado por detectar a diferença de permitividade capacitiva entre o
5 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
10 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.

15 **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
20 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
5 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).

10 **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
15 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).

20 **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 permitividade 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 permitividade relativa do vapor em diversas temperaturas serem:

- permitividade 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, permitividade 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

5 filtro digital processa a saída do modulador, que é um sequência de 0s e 1s contendo as informações de 0 e 1; 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

10 **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

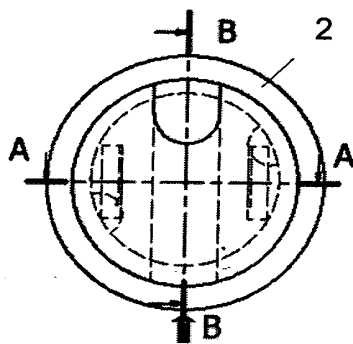


Figura 1

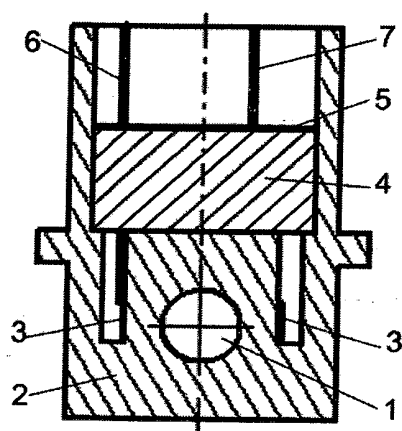


Figura 2

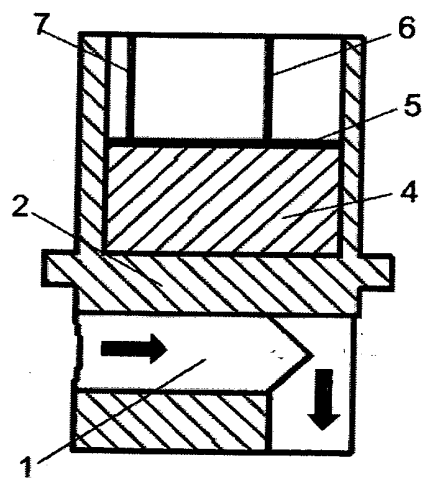


Figura 3

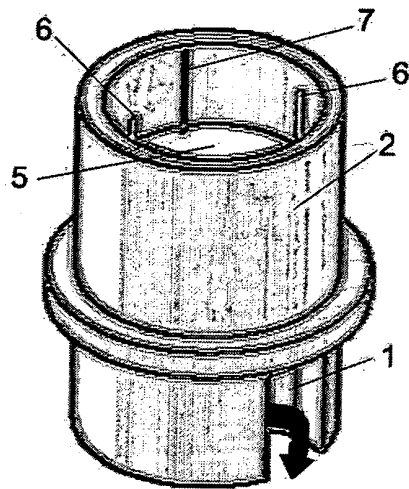


Figura 4

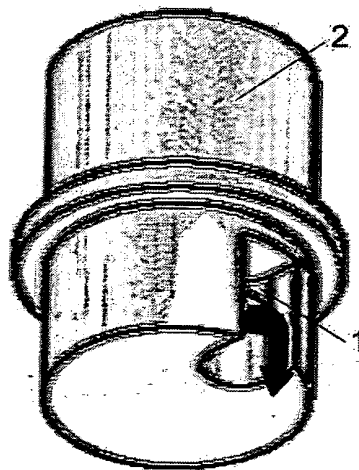


Figura 5

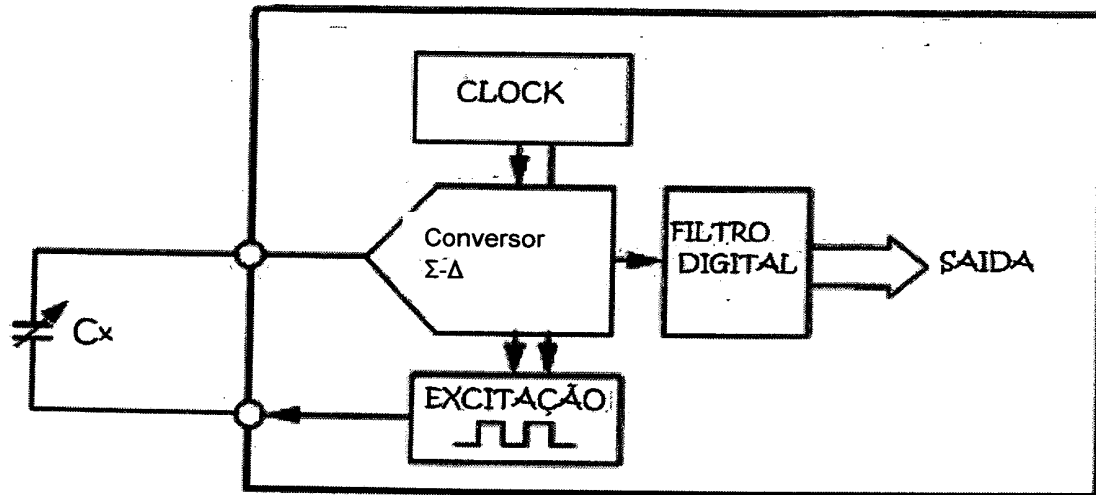


Figura 6

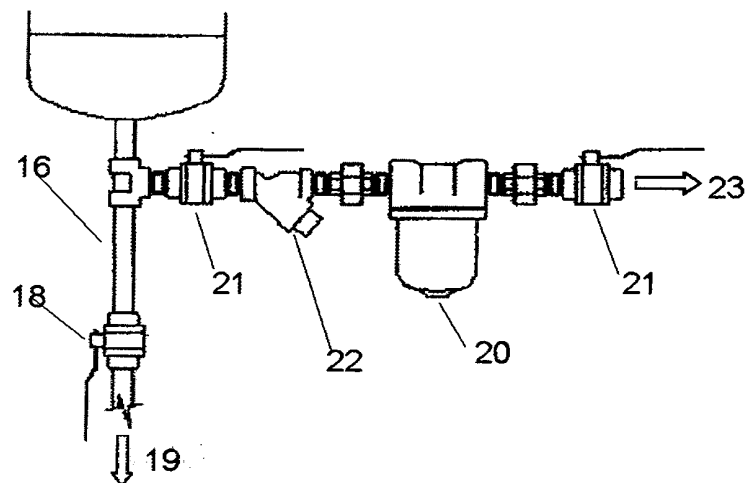


Figura 7

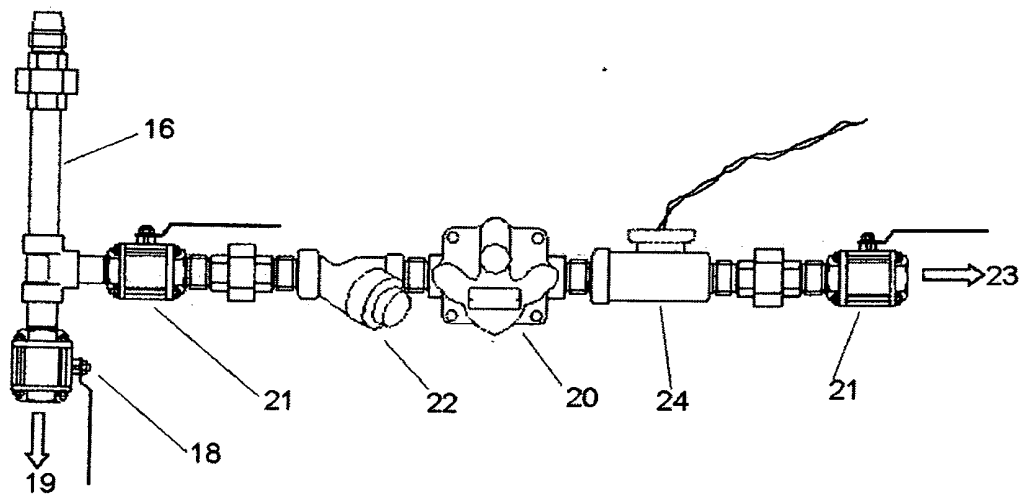


Figura 8

RESUMO

Patente de invenção, **DETECTOR CAPACITIVO APLICADO EM PURGADORES E RESPECTIVO SISTEMA DE SUPERVISÃO.**

O invênto diz respeito a um detector capacitivo para
5 purgadores que detecta a diferença de permitividade 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,
10 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.