



Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 1106680-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 1106680-6

(22) Data do Depósito: 26/10/2011

(43) Data da Publicação Nacional: 12/11/2013

(51) Classificação Internacional: F16K 15/04.

(54) Título: SISTEMA DE VÁLVULAS DE RETENÇÃO COM POSSIBILIDADE DE REVERSÃO DE FLUXO POR AÇÃO DE ACELERAÇÃO

(73) Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA. Endereço: Rua XV de Novembro, 695, Curitiba, PR, BRASIL(BR), 80020-310

(72) Inventor: FÁBIO ADHEMAR DA SILVA RAHAL; CYRO KETZER SAUL.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 26/10/2011, observadas as condições legais

Expedida em: 28/09/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



“SISTEMA DE VÁLVULAS DE RETENÇÃO COM POSSIBILIDADE DE REVERSÃO DE FLUXO POR AÇÃO DE ACELERAÇÃO”

A presente Patente de Invenção refere-se a “SISTEMA DE VÁLVULAS DE
5 RETENÇÃO COM POSSIBILIDADE DE REVERSÃO DE FLUXO POR AÇÃO DE ACELERAÇÃO”,
mais particularmente de um sistema de válvulas de retenção que permite produzir um
fluxo direcional efetivo de um fluido a partir de um fluxo de fluido alternado
(reciprocante) e ainda permite inverter o sentido deste fluxo efetivo mediante uma
alteração da orientação do sistema de válvulas de retenção em relação a uma aceleração
10 que atua sobre o sistema, como, por exemplo, a aceleração gravitacional.

Válvulas de retenção são bastante comuns no estado da arte para diversas
aplicações que necessitem fluxo com sentido preferencial. Geralmente a abertura das
mesmas ocorre por diferencial de pressão e o fechamento se dá por reversão do
diferencial de pressão puro ou pela associação deste com efeito de mola, ou mesmo por
15 ação gravitacional. Em todos os casos a estrutura da válvula de retenção não apresenta
simetria longitudinal a fim de garantir o sentido preferencial de fluxo.

Na presente patente de invenção o sistema de válvulas de retenção emprega pelo
menos duas válvulas de retenção sendo que cada qual contem uma câmara na qual está
contido pelo menos um elemento móvel. A abertura/fechamento das válvulas de
20 retenção é induzido por uma aceleração, sendo esta preferencialmente a aceleração
gravitacional, ou uma componente desta. No caso do elemento móvel ser mais denso
que o fluido a abertura/fechamento se dá pela atuação da aceleração sobre o primeiro.
No caso do elemento móvel ser menos denso que o fluido a abertura/fechamento se dá
pela atuação da aceleração sobre o fluido, produzindo um empuxo sobre o elemento
25 móvel.

As câmaras devem preferencialmente apresentar simetria longitudinal, conforme
mostram as figuras 1, 2 e 3, com orifícios de entrada/saída localizados nas extremidades
longitudinais das mesmas. Estes orifícios devem apresentar uma configuração adequada
que permita que os mesmos possam ser obstruídos quando os elementos móveis
30 contidos nas câmaras entram em contato com os mesmos. As câmaras devem
preferencialmente apresentar um formato que induza a centralização dos elementos

móveis mesmo quando a aceleração que atua sobre o sistema não esteja alinhada com o eixo das câmaras. O alinhamento dos elementos móveis também pode ocorrer devido a uma configuração adequada da forma das câmaras e dos elementos móveis associadas ao movimento do fluido quando ele circula no interior das câmaras. Neste caso a centralização é induzida por efeitos hidrodinamicos.

Os elementos móveis por sua vez devem preferencialmente apresentar um formato que possibilite o fechamento de cada extremidade da câmara, quando este entre em contato com o orifício localizado na extremidade. Os elementos móveis devem apresentar preferencialmente simetria longitudinal em sua forma, sendo que uma das formas preferenciais é a esférica. Os elementos móveis podem ser compostos pelo mesmo material ou por materiais distintos. Quando estes são compostos do mesmo material, mais densos ou menos densos que o fluido, o fluxo alternado do fluido deve ser fornecido em faces distintas do sistema de válvulas de retenção, conforme mostram as figuras 4 e 5 que ilustram o funcionamento. Quando compostos de materiais distintos, sendo um mais denso que o fluido e outro menos denso que o fluido, o fluxo alternado pode ser fornecido na mesma face do sistema de válvulas de retenção, conforme mostra a figura 6 que ilustra o funcionamento.

As câmaras e os elementos móveis podem ser compostos por quaisquer materiais disponíveis no estado da arte, cujas propriedades sejam adequadas aos requisitos necessários para o funcionamento das válvulas de retenção.

O sistema de válvulas de retenção da presente patente de invenção é caracterizado por permitir a retificação de um fluxo alternado de fluido gerando um fluxo efetivo com sentido preferencial. O fluxo alternado fornecido ao sistema de válvulas de retenção pode ser contínuo ou descontínuo e o fluxo efetivo produzido pelo sistema de válvulas de retenção é normalmente pulsado.

O fluxo efetivo produzido pelo sistema de válvulas tem seu sentido determinado pela posição relativa entre o eixo longitudinal das câmaras que compõe o sistema de válvulas de retenção e a aceleração que atua sobre o mesmo. Quando o eixo longitudinal das câmaras está alinhado e com o mesmo sentido da aceleração que atua sobre o sistema de válvulas de retenção, o fluido é bombeado em um sentido. O giro do eixo longitudinal das câmaras de 180° graus em relação à aceleração que atua sobre o sistema

de válvulas de retenção provoca a reversão do sentido do fluxo. Após esta rotação o eixo longitudinal das câmaras continua alinhado, mas tem o sentido oposto da aceleração que atua sobre o sistema de válvulas de retenção. Este funcionamento está ilustrado nas figuras 4, 5 e 6.

5 O formato das câmaras que compõe o sistema de válvulas de retenção da presente patente de invenção é importante a fim de garantir o bom funcionamento do mesmo. No caso de câmaras cilíndricas simples, como as representadas nas figuras de 1 a 6, a relação entre o diâmetro da câmara e o diâmetro dos elementos móveis deve ser tal que permita o escoamento do fluido em torno destes. Outro parâmetro importante no caso de câmaras cilíndricas simples é o comprimento da câmara. O comprimento deve ser tal que durante o deslocamento do elemento móvel este não chegue ao outro lado da câmara provocando o seu fechamento indesejado. Mesmo que isto não impossibilite o funcionamento do sistema de válvulas de retenção isto provoca uma redução na eficiência de funcionamento. O emprego de câmaras de formato alternativo ao cilíndrico favorece o funcionamento reduzindo as chances de fechamento indesejado e melhorando o alinhamento dos elementos móveis. Um exemplo de formato alternativo de câmara, com forma de estrela, está ilustrado nas figuras 7 e 8. Outra opção para eliminação do fechamento indesejado das válvulas consiste em utilizar elementos móveis com formatos alternativos ao esférico associados com câmaras cilíndricas simples. As figuras 9 e 10 ilustram um exemplo de sistema de válvulas de retenção que emprega elementos móveis com formato em estrela associados a uma câmara cilíndrica.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

25 Em todas as figuras a seguir a aceleração gravitacional esta apontada de cima para baixo. Isto faz com que os elementos móveis que são mais densos que o fluido se posicionem na parte de baixo das câmaras, quando não existe pressão aplicada nas mangueiras de entrada/saída. No caso de elementos móveis menos densos que o fluido o posicionamento destes será na parte de cima das câmaras devido ao efeito do empuxo, quando não houver pressão aplicada nas mangueiras de entrada e saída.

As configurações apresentadas nas figuras a seguir são meras ilustrações de possíveis configurações da arte associada a esta patente de invenção, e não podem ser consideradas como limitações à abrangência da mesma.

5 A figura 1 mostra uma das possíveis configurações do sistema de válvulas de retenção contendo elementos móveis (1.5 e 2.5) mais densos que o fluido que preenche completamente ambas as válvulas de retenção. Nesta figura estão evidenciados os seguintes componentes da válvula de retenção 1: Mangueiras de conexão (1.1 e 1.8); conectores das mangueiras (1.2 e 1.7); orifícios de entrada/saída da câmara (1.3 e 1.6); a câmara cilíndrica (1.4) e o elemento móvel mais denso que o fluido (1.5) e, portanto
10 posicionado no fundo da câmara devido à força peso provocada pela aceleração gravitacional. Nesta mesma figura estão evidenciados os seguintes componentes da válvula de retenção 2: Mangueiras de conexão (2.1 e 2.8); conectores das mangueiras (2.2 e 2.7); orifícios de entrada/saída da câmara (2.3 e 2.6); a câmara cilíndrica (2.4) e o elemento móvel mais denso que o fluido (2.5) e portanto posicionado no fundo da
15 câmara devido à força peso provocada pela aceleração gravitacional.

A figura 2 mostra uma das possíveis configurações do sistema de válvulas de retenção contendo elementos móveis (1.9 e 2.9) menos densos que o fluido que preenche completamente ambas as válvulas de retenção. Todos os demais componentes desta figura seguem a numeração da figura 1.

20 A figura 3 mostra uma das possíveis configurações do sistema de válvulas contendo elementos móveis (1.9 e 2.5), sendo o primeiro (1.9) menos denso que o fluido que preenche completamente a válvula de retenção 1, e o segundo (2.5) mais denso que o fluido que preenche completamente a válvula de retenção 2. A ordem dos elementos mais denso e menos denso que o fluido é só pra fins ilustrativos e pode ser alternada
25 sem mudança das características do sistema. Todos os demais componentes desta figura seguem a numeração da figura 1.

A figura 4 mostra o funcionamento de uma das possíveis configurações do sistema de válvulas de retenção contendo elementos móveis (1.5 e 2.5) mais densos que o fluido que preenche completamente ambas as válvulas de retenção. No lado esquerdo
30 o sistema de válvulas de retenção está na posição 1, ou orientado de cabeça para cima, e no lado direito o sistema de válvulas de retenção está na posição 2, isto é girado de

180° em relação à posição 1 e portanto orientado de cabeça para baixo. Em ambas as orientações a figura mostra uma condição de equilíbrio antes da aplicação de pressão na qual os elementos móveis estão posicionados na parte inferior das câmaras devido à aceleração gravitacional. Neste tipo de configuração, com elementos móveis mais densos que o fluido, a aplicação de pressão alternada deve ocorrer em faces opostas do sistema, sendo uma na válvula de retenção 1 e outra na válvula de retenção 2, para permitir o funcionamento adequado do mesmo. Ao aplicar a pressão alternada na mangueira 1.1 (válvula de retenção 1), durante o período que a pressão for positiva o elemento móvel (1.5) permanecerá pressionado contra a parte inferior da câmara fechando sua saída e, portanto não haverá pressão na mangueira 1.8. No momento que a pressão na mangueira 1.1 for negativa, o fluido irá forçar a subida do elemento móvel 1.5 abrindo a passagem e, portanto produzindo uma pressão negativa na mangueira 1.8. Neste caso surge um fluxo que vai da mangueira 1.8 em direção à mangueira 1.1. Quando a pressão volta a ser positiva na mangueira 1.1 a aceleração da gravidade e a pressão do fluido provocam a descida do elemento móvel (1.5) levando ao fechamento da válvula, que só vai abrir novamente quando a pressão voltar a ser negativa em 1.1. Para a válvula de retenção 2 a pressão alternada é aplicada na mangueira 2.8. Neste caso, quando a pressão está positiva, o elemento móvel (2.5) é forçado para cima abrindo a passagem para o fluido e, portanto permitindo o aparecimento de um sinal de pressão positiva na mangueira 2.1. Quando a pressão fica negativa na mangueira 2.8, a aceleração da gravidade e a pressão do fluido provocam a descida do elemento móvel (2.5) levando ao fechamento da válvula, que só vai abrir novamente quando a pressão voltar a ser positiva em 2.8. Neste caso surge um fluxo que vai da mangueira 2.8 em direção à mangueira 2.1. Portanto nesta configuração, quando o sistema de válvulas de retenção está na posição 1, o fluxo efetivo de líquido entra pela mangueira 1.8 e sai pela mangueira 2.1. Ao girar o sistema de 180°, isto é colocá-lo na posição 2, ou de cabeça para baixo, os elementos móveis se posicionarão na parte inferior das câmaras de ambas as válvulas de retenção, por serem mais densos que o fluido, devido à aceleração gravitacional, desde que não haja pressão aplicada. Como o sinal alternado de pressão continua sendo aplicado nas mesmas mangueiras (1.1 e 2.8) a inversão da posição dos elementos móveis provoca uma inversão do comportamento do sistema de válvulas de

retenção, facilmente compreendida em função da explicação dada para a posição 1. Neste caso o fluxo efetivo entra pela mangueira 2.1 e sai pela mangueira 1.8. Portanto fica evidente que o giro do sistema da posição 1 para a posição 2 implica em uma reversão do sentido do fluxo, na presente patente de invenção.

5 A figura 5 mostra o funcionamento de outra possível configuração do sistema de válvulas de retenção contendo elementos móveis (1.9 e 2.9) menos densos que o fluido que preenche completamente ambas as válvulas de retenção. No lado esquerdo o sistema de válvulas de retenção está na posição 1, ou orientado de cabeça para cima, e no lado direito o sistema de válvulas de retenção está na posição 2, isto é girado de 180°
10 em relação à posição 1 e portanto orientado de cabeça para baixo. Em ambas as orientações a figura mostra uma condição de equilíbrio antes da aplicação de pressão na qual os elementos móveis estão posicionados na parte superior das câmaras devido ao efeito do empuxo provocado pela aceleração gravitacional atuando sobre o fluido. Neste tipo de configuração, com elementos móveis menos densos que o fluido, a aplicação de
15 pressão alternada também deve ocorrer em faces opostas do sistema, sendo uma na válvula de retenção 1 e outra na válvula de retenção 2, para permitir o funcionamento adequado do mesmo. Ao aplicar a pressão alternada na mangueira 1.1 (válvula de retenção 1), enquanto a pressão for positiva o elemento móvel (1.9) será forçado para baixo abrindo a passagem para o fluido e, portanto produzindo uma pressão positiva na
20 mangueira 1.8. Neste caso surge um fluxo que vai da mangueira 1.1 em direção à mangueira 1.8. Quando a pressão na mangueira 1.1 ficar negativa a pressão e o empuxo atuando sobre o elemento móvel 1.9 provocará o fechamento da válvula de retenção, zerando a pressão na mangueira 1.8, e cessando o fluxo. Esta válvula de retenção somente voltará a abrir quando a pressão na mangueira 1.1 voltar a ser positiva. Para a
25 válvula de retenção 2 a pressão alternada é aplicada na mangueira 2.8. Neste caso, quando a pressão está positiva, o elemento móvel (2.9) permanece pressionado contra a parte superior da câmara mantendo fechada sua saída e, portanto não haverá pressão na mangueira 2.1. Quando a pressão fica negativa na mangueira 2.8, a pressão do fluido provoca a descida do elemento móvel (2.9) abrindo a válvula de retenção e produzindo
30 uma pressão negativa na mangueira 2.1. Neste caso surge um fluxo que vai da mangueira 2.1 em direção à mangueira 2.8. Portanto nesta configuração, quando o

sistema de válvulas de retenção está na posição 1, o fluxo efetivo de líquido entra pela mangueira 2.1 e sai pela mangueira 1.8. Ao girar o sistema de 180°, isto é colocá-lo na posição 2 ou de cabeça para baixo, os elementos móveis se posicionarão na parte superior das câmaras de ambas as válvulas de retenção, por serem menos densos que o fluido, devido ao empuxo produzido pela atuação da aceleração gravitacional sobre o fluido, desde que não haja pressão aplicada. Como o sinal alternado de pressão continua sendo aplicado nas mesmas mangueiras (1.1 e 2.8) a inversão da posição dos elementos móveis provoca uma inversão do comportamento do sistema de válvulas de retenção, facilmente compreendido em função da explicação dada para a posição 1. Neste caso o fluxo efetivo entra pela mangueira 1.8 e sai pela mangueira 2.1. Portanto fica evidente que o giro do sistema da posição 1 para a posição 2 também implica em uma reversão do sentido do fluxo, na presente patente de invenção.

A figura 6 mostra o funcionamento de outra possível configuração do sistema de válvulas de retenção contendo um elemento móvel menos denso que o fluido (1.9) e um elemento móvel mais denso que o fluido (2.5) que preenche completamente ambas as válvulas de retenção. A escolha da localização dos elementos móveis é apenas ilustrativa. No lado esquerdo o sistema de válvulas de retenção está na posição 1, ou orientado de cabeça para cima, e no lado direito o sistema de válvulas de retenção está na posição 2, isto é girado de 180° em relação à posição 1 e portanto orientado de cabeça para baixo. Em ambas as orientações a figura mostra uma condição de equilíbrio antes da aplicação de pressão na qual o elemento móvel menos denso que o fluido (1.9) fica posicionado na parte superior da câmara devido ao empuxo, e o elemento móvel mais denso que o fluido (2.5) fica posicionado na parte inferior da câmara devido à aceleração gravitacional. Neste tipo de configuração, com elementos móveis de diferentes densidades em relação ao fluido, sendo um de densidade menor que o fluido e outro de densidade maior que o fluido, a aplicação de pressão alternada deve ocorrer na mesma face do sistema, sendo uma na válvula de retenção 1 e outra na válvula de retenção 2, para permitir o funcionamento adequado do mesmo. Ao aplicar a pressão alternada na mangueira 1.1 (válvula de retenção 1), enquanto a pressão for positiva o elemento móvel menos denso que o fluido (1.9) será forçado para baixo abrindo a passagem para o fluido e, portanto produzindo uma pressão positiva na mangueira 1.8.

Neste caso surge um fluxo que vai da mangueira 1.1 em direção à mangueira 1.8. Quando a pressão na mangueira 1.1 ficar negativa a pressão e o empuxo atuando sobre o elemento móvel 1.9 provocará o fechamento da válvula de retenção, zerando a pressão na mangueira 1.8, e portanto cessando o fluxo. Esta válvula de retenção somente voltará a abrir quando a pressão na mangueira 1.1 voltar a ser positiva. Para a válvula de retenção 2 a pressão alternada é aplicada na mangueira 2.1. Neste caso, quando a pressão está positiva, o elemento móvel mais denso que o fluido (2.5) permanece pressionado contra a parte inferior da câmara mantendo fechada sua saída e, portanto não haverá pressão na mangueira 2.8. Quando a pressão fica negativa na mangueira 2.1, a pressão do fluido provoca a subida do elemento móvel mais denso que o fluido (2.5) abrindo a válvula de retenção e produzindo uma pressão negativa na mangueira 2.8. Neste caso surge um fluxo que vai da mangueira 2.8 em direção à mangueira 2.1. Portanto nesta configuração, quando o sistema de válvulas de retenção está na posição 1, o fluxo efetivo de líquido entra pela mangueira 2.8 e sai pela mangueira 1.8. Ao girar o sistema de 180°, isto é colocá-lo na posição 2 ou de cabeça para baixo, o elemento móvel mais denso que o fluido (2.5) se posicionará na parte inferior da câmara, devido à aceleração gravitacional, e o elemento móvel menos denso que o fluido (1.9) se posicionará na parte superior da câmara devido ao empuxo, desde que não haja pressão aplicada. Como o sinal alternado de pressão continua sendo aplicado nas mesmas mangueiras (1.1 e 2.1) a inversão da posição dos elementos móveis provoca uma inversão do comportamento do sistema de válvulas de retenção, facilmente compreendido em função da explicação dada para a posição 1. Neste caso o fluxo efetivo que surge entra pela mangueira 1.8 e sai pela mangueira 2.8. Portanto fica evidente que o giro do sistema da posição 1 para a posição 2 também implica em uma reversão do sentido do fluxo, na presente patente de invenção.

A figura 7 mostra uma possível configuração do sistema de válvulas de retenção onde estão evidenciadas uma visão do topo e uma visão em corte do mesmo. Nesta configuração as câmaras (1.10 e 2.10) apresentam formato em estrela com elementos móveis esféricos (1.5 e 2.5) mais densos que o fluido que preenche as válvulas de retenção. Esta configuração também permite o emprego de elementos móveis menos densos que o fluido, ou mesmo o emprego elementos móveis distintos, sendo um mais

denso e outro menos denso que o fluido. Nesta configuração o pulso de pressão aplicado adequadamente na entrada/saída desloca os elementos móveis permitindo que o fluido passe pelas laterais dos mesmos reduzindo a pressão dinâmica sobre estes. Assim o deslocamento dos elementos móveis fica bastante reduzido, em comparação às

5 configurações mostradas anteriormente onde os elementos móveis também eram esféricos e as câmaras cilíndricas. A redução do deslocamento dos elementos móveis impede o fechamento indesejado das válvulas de retenção. O formato da câmara em estrela também facilita o alinhamento dos elementos móveis no interior das câmaras mesmo, no caso de acelerações inclinadas em relação ao eixo das mesmas.

10 A figura 8 apresenta outras visões da mesma configuração apresentada na figura 7, sendo desta vez uma visão lateral e um corte da mesma onde o formato em estrela das câmaras (1.10 e 2.10) está evidenciado, assim como o posicionamento dos elementos móveis esféricos (1.5 e 2.5) no centro da cavidade da câmara. Os espaços correspondentes aos vértices externos das estrelas são as vias pelas quais o fluido esco

15 no momento em que válvula de retenção abre devido ao deslocamento do elemento móvel. Os vértices internos das estrelas por sua vez funcionam como centralizadores do movimento dos elementos móveis.

A figura 9 mostra uma possível configuração do sistema de válvulas de retenção na qual os elementos móveis (1.11 e 2.11), mais densos que o fluido que preenche as

20 válvulas de retenção, apresentam seções transversais em formato de estrela combinados com câmaras cilíndricas (1.4 e 2.4). Esta configuração também permite o emprego de elementos móveis menos densos que o fluido, ou mesmo o emprego elementos móveis distintos, sendo um mais denso e outro menos denso que o fluido. As extremidades da estrela facilitam o alinhamento dos elementos móveis e as reentrâncias como canais de

25 passagem para o fluido. Desta forma, como no caso anterior das figuras 7 e 8, após a abertura do orifício onde esta sendo fornecida a pressão, o fluido passa a escoar pela lateral do elemento móvel. Isto reduz a pressão dinâmica sobre o elemento móvel reduzindo seu deslocamento e, portanto impedindo sua chegada à outra extremidade da câmara para provocar o fechamento indesejado da válvula.

30 A figura 10 apresenta outras visões da mesma configuração apresentada na figura 9, sendo desta vez uma visão lateral e um corte da mesma onde o formato em

estrela dos elementos móveis (1.11 e 2.11) estão evidenciados, assim como o formato cilíndrico das câmaras (1.4 e 2.4) das válvulas de retenção.

ARTE PRÉVIA

5 A pesquisa na base de dados do INPI mostrou a existência de 759 processos que contém “válvula de retenção” no resumo. Incluindo a palavra “reversível” este número cai para 3 processos dos quais nenhum tem semelhança com o dispositivo da presente patente de invenção. Ao substituir a palavra “reversível” pela palavra “bidirecional” o número de processos cai para 2 processos que também não estão relacionados com a presente patente de invenção.

10 A busca no site Espacenet empregando a frase chave “check valve” indica a existência de 57109 processos. Empregando a frase chave “check valve and reversible” o número de processos cai para 338. A fim de restringir um pouco mais a busca foi empregada a frase “check valve and reversible and (ball or sphere)” que indica a existência de 30 processos dos quais alguns, abaixo listados, apresentam similaridades sem entretanto constituírem arte prévia.

15 US 7104276 (B2) – “Valve with reversible valve seat for high-pressure pump (HP)” de Rolf Einhaus – Esta patente envolve um par de válvulas de retenção que produzem um fluxo preferencial a partir de um bombeamento alternado. Apesar desta patente empregar o termo reversível este está apenas associado ao assentamento mecânico das esferas e aparece apenas no título da patente. Com isto esta patente não representa arte prévia para a presente patente de invenção.

20 US 5829952 (A) – “Check valve with a reversible valve ball and seat” de Darrel W. Shadden – Esta patente também se refere a uma válvula de retenção cuja sede é reversível para fins de substituição rápida após o desgaste e, portanto não constitui arte prévia para a presente patente de invenção.

25 Ainda no Espacenet a busca pela frase chave “check valve and bidirectional” indica a existência de 152 processos. A fim de restringir ainda mais o escopo da busca foi empregada a frase chave “check valve and bidirectional and (ball or sphere)” que indica a existência de 9 processos, mas nenhum destes representa arte prévia para a presente patente de invenção.

30

REINVINDICAÇÕES

1- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, **caracterizado por** empregar pelo menos um par de válvulas de retenção, cada qual contendo uma câmara (1.4) e (2.4) na qual está contido o elemento móvel (1.5), (1.9), (2.5) e (2.9), e cuja abertura/fechamento seja induzido por aceleração.

2- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato das câmaras (1.4) e (2.4) poderem ser compostas por quaisquer materiais disponíveis no estado da arte e poderem apresentar seções transversais com diferentes formatos (1.4) e (2.4) ou (1.10) e (2.10).

3- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato dos elementos móveis poderem apresentar diferentes formatos, como por exemplo: esféricos (1.5), (1.9), (2.5) e (2.9), cilíndricos ou outros (1.11) e (2.11) e poderem apresentar seções transversais com diferentes formatos (1.11) e (2.11).

4- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato dos elementos móveis (1.5), (1.9), (2.5) e (2.9) poderem ser compostos pelo mesmo material ou por materiais distintos, sendo estes materiais quaisquer materiais disponíveis no estado da arte.

5- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato do emprego de elementos móveis de mesmo material, mais densos (1.5) e (2.5) ou menos densos (1.9) e (2.9) que o fluido, implicar que o fluxo alternado do fluido deva ser fornecido em faces distintas do sistema de válvulas, e no caso de emprego de

elementos móveis de materiais distintos, sendo um mais denso que o fluido (1.5) ou (2.5) e outro menos denso (1.9) ou (2.9) que o fluido, permitir que o fluxo alternado do fluido seja fornecido na mesma face do sistema de válvulas.

6- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato das câmaras e os elementos móveis apresentarem propriedades físico-químicas adequadas aos requisitos necessários para o funcionamento das válvulas.

7- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato da abertura/fechamento das válvulas de retenção ser induzido por aceleração, no caso de elementos móveis mais densos que o fluido (1.5) e (2.5), ou pelo empuxo produzido pelo efeito da aceleração sobre o líquido, no caso de elementos móveis menos densos que o fluido (1.9) e (2.9).

8- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 7, é **caracterizado pelo** fato da aceleração que atua sobre o sistema de válvulas ser preferencialmente a aceleração gravitacional, ou uma componente desta.

9- Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 1, é **caracterizado pelo** fato do sentido preferencial do fluxo do fluido ser determinado pela orientação relativa do eixo longitudinal das câmaras, que compõe o sistema, e a aceleração que atua sobre o mesmo.

10-Sistema de válvulas de retenção com possibilidade de reversão de fluxo por ação de aceleração, que de acordo com a reivindicação 9, é **caracterizado pelo** fato do alinhamento do eixo longitudinal das

câmaras com o sentido da aceleração que atua sobre o sistema produzir bombeamento efetivo em um sentido, e o giro do eixo longitudinal das câmaras em 180 graus em relação ao sentido da aceleração que atua sobre o sistema produzir uma reversão do sentido do fluxo efetivo.

FIGURAS

Figura 1

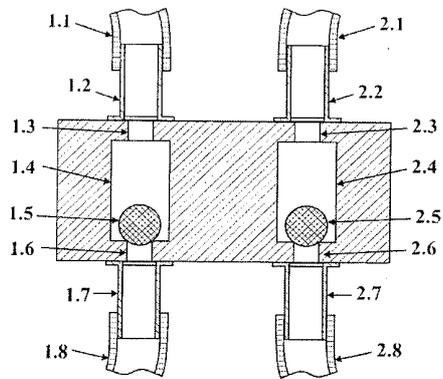


Figura 2

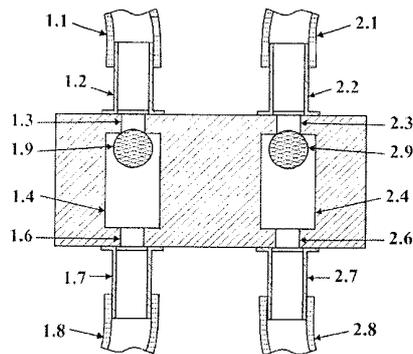


Figura 3

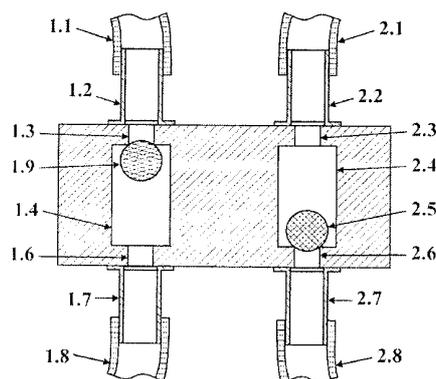


Figura 4

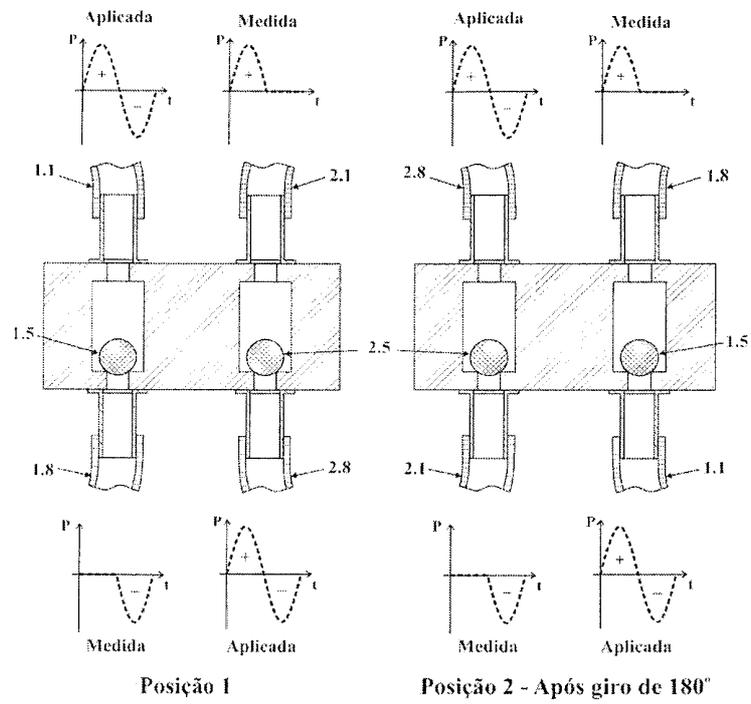


Figura 5

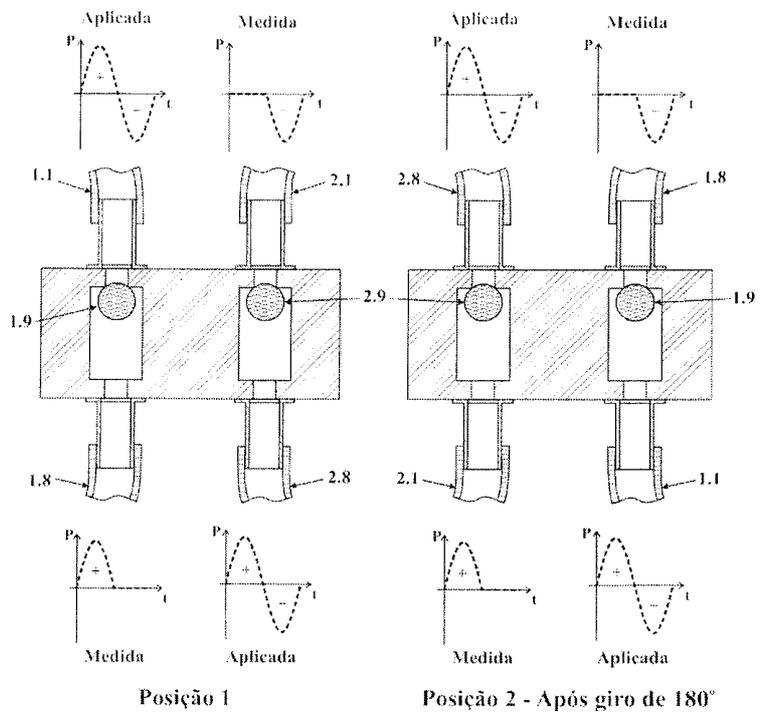


Figura 6

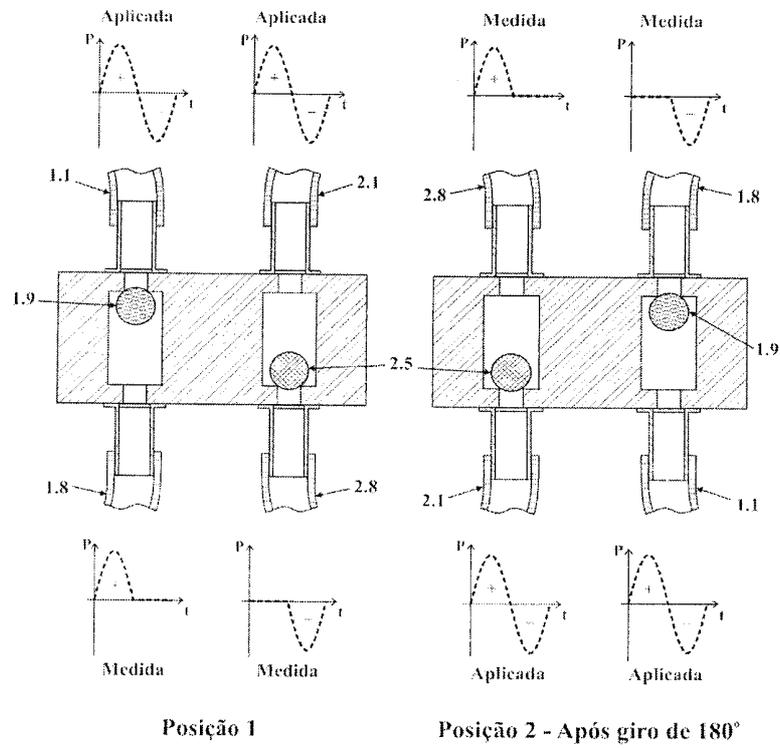


Figura 7

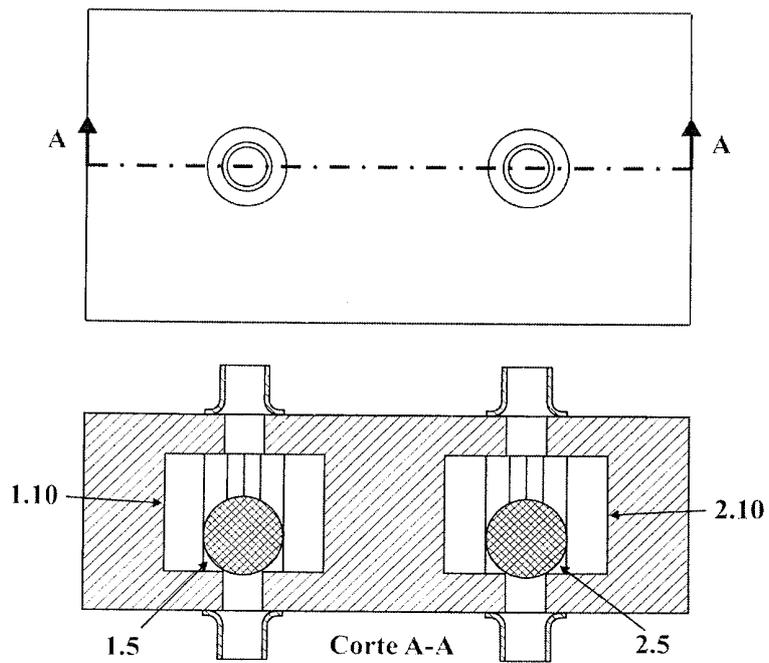


Figura 8

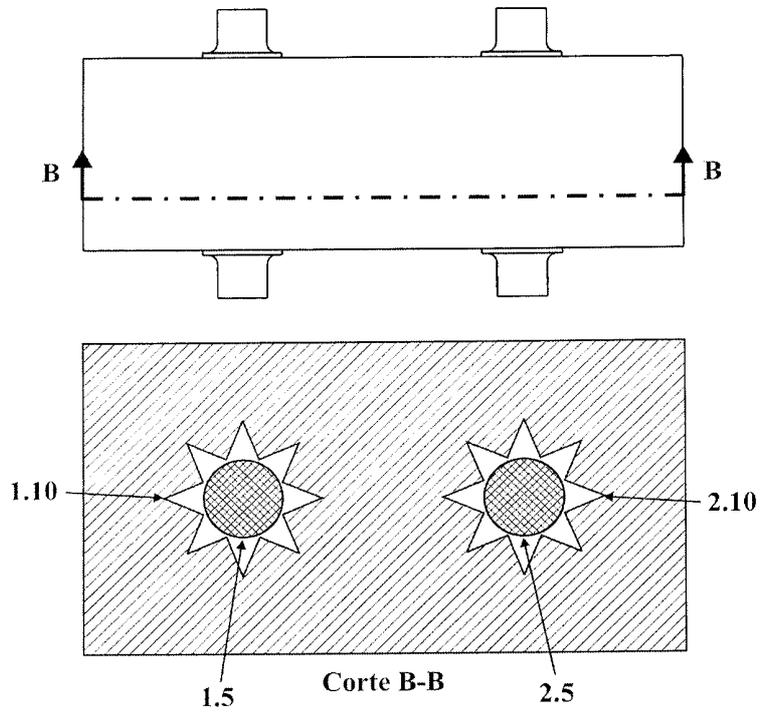
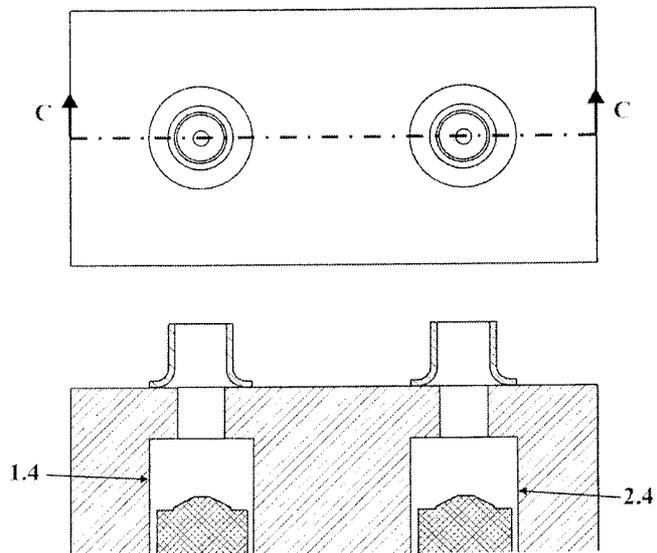


Figura 9



dh;Ç rdh; áe;;hã;e hhhõe

Figura 10

