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

(11) **PI 0206815-0 B1**

(22) Data do Depósito: 30/01/2002

(45) Data de Concessão: 10/02/2016

(RPI 2353)

(54) Título: SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE FLUIDO E MÉTODO PARA MEDIR O FLUXO DO PRODUTO DO FLUIDO DURANTE A DISTRIBUIÇÃO DE UM PRODUTO DE FLUIDO

(51) Int.Cl.: G01F 1/84

(30) Prioridade Unionista: 31/01/2001 US 09/774.956

(73) Titular(es): MICRO MOTION, INC.

(72) Inventor(es): MICHAEL J. KEILTY, STEVEN M. JONES

"SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE FLUIDO e MÉTODO PARA MEDIR O FLUXO DO PRODUTO DO FLUIDO DURANTE A DISTRIBUIÇÃO DE UM PRODUTO DE FLUIDO"

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

1. CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se aos sistemas de distribuição de fluido e, mais particularmente, a um sistema de distribuição de fluido simplificado que substancialmente evita a medição de um fluxo de fluido polifásico durante a distribuição de um produto de fluido proveniente de uma fonte para um destino.

2. RELAÇÃO DO PROBLEMA

Sistemas de distribuição de fluido são projetados para distribuir vários tipos de produtos de fluido a partir de uma fonte para um destino. Alguns exemplos desses produtos incluem produtos de petróleo, tal como gás de petróleo liquefeito, gasolina, querosene, óleo e outros produtos similares. Outros exemplos desses produtos incluem substâncias químicas agrícolas, melados de milho, leite e glicoses. A fonte é frequentemente um caminhão, vagão ferroviário ou navio de transporte marítimo, com o destino sendo um recipiente de armazenamento localizado em uma usina de processamento ou doca. Similarmente, o oposto é também verdadeiro, onde a fonte é o recipiente de armazenamento e o destino é um caminhão, vagão ferroviário ou navio de transporte marítimo.

Os sistemas de distribuição de fluido tipicamente incluem uma bomba conectada à fonte, que produz a pressão exigida para mover o fluido através do sistema da fonte para

o destino. Um filtro conectado à bomba é usado em algumas, mas não em todas as aplicações, para proporcionar a filtragem da intrusão de grãos e outras matérias estranhas que possam danificar os componentes a jusante tal como o medidor. O medidor é tipicamente um dispositivo de medição volumétrico de turbina ou de deslocamento positivo que mede o volume do fluido quando o fluido é distribuído da fonte para o destino.

É um problema nos sistemas de distribuição de fluido evitar a medição do ar ou vapor carreado no fluido durante a distribuição. Por exemplo, à medida que a fonte do fluido é esvaziada, a pressão da bomba pode interromper a tensão superficial do fluido restante na fonte, fazendo com que um fluxo polifásico do ar e fluido seja bombeado através do sistema de distribuição. Quando isso ocorre, o medidor volumétrico não pode diferenciar entre um fluxo de fluido puro e o fluxo do fluido polifásico que compreende tanto o ar quanto o fluido.

Uma solução para esse problema é usar um eliminador de ar para separar e remover o ar ou vapor indesejado do fluido antes da distribuição para o medidor. Um eliminador de ar remove o ar carreado diminuindo a velocidade do fluido para um estado relativamente calmo, permitindo que o fluido seja acumulado em uma câmara no eliminador de ar. A diminuição substancial na velocidade faz com que as bolhas de ar presas ou vapor elevem-se para fora do fluido e sejam coletadas na parte superior da câmara onde ele é ventilado. O eliminador de ar também evita o dano ao medidor, por meio da

impossibilidade de que grandes quantidades de ar passem através do medidor. Grandes quantidades de ar que passam através do medidor podem causar velocidade excessiva da unidade de medição ou desgaste excessivo que eventualmente resulta na falha do medidor.

Infelizmente, existem vários problemas nos sistemas de distribuição atuais devido à necessidade de um eliminador de ar. Um primeiro problema com o eliminador de ar é o tamanho geral exigido para algumas aplicações. Por exemplo, a taxa de separação para produtos de alta viscosidade, tal como produtos de petróleo com base em óleo, resulta na necessidade de um grande eliminador de ar. Similarmente, produtos de alta viscosidade exigem um maior tempo de retenção para separação que resulta em distribuição de fluido mais lenta e um sistema de distribuição menos eficiente.

Um segundo problema com os eliminadores de ar é que os produtos tais como óleo combustível, óleo diesel e querosene frequentemente formam espuma quando passam através do sistema de distribuição, fazendo com que o ar se descarregue na forma de vapor. O vapor desses produtos é perigoso e não pode ser descarregado diretamente na atmosfera, assim exigindo um tanque de armazenamento separado para acomodar os vapores ventilados.

Um terceiro problema relacionado com os eliminadores de ar é o custo adicionado ao sistema de distribuição pela inclusão do eliminador de ar e, em alguns casos, de um tanque de armazenamento para o vapor ventilado. Por exemplo, nos sistemas de distribuição projetados para óleos pesados,

o tamanho do tanque exigido é tão grande que é frequentemente mais econômico evitar a entrada do ar carreado ao invés de removê-lo durante a distribuição. Nesse caso, entretanto, várias precauções adicionais e caras devem ser consideradas, o que significativamente adiciona ao custo de transporte e de armazenamento para esses produtos.

É conhecido na técnica usar fluxômetros de massa para medir o fluxo da massa e outras informações para materiais que fluem através de um conduto. Alguns tipos de fluxômetros de massa, especialmente fluxômetros Coriolis, são capazes de ser operados em uma maneira que executa uma medição direta da densidade para proporcionar a informação volumétrica através do quociente da massa sobre a densidade. Ver, por exemplo, US 4.872.351 para Ruesch designada para Micro Motion para um computador de óleo líquido que usa um fluxômetro Coriolis para medir a densidade de um fluido polifásico desconhecido. US 5.687.100 para Buttler et al. ensina um densitômetro de efeito Coriolis que corrige as leituras de densidade para os efeitos da taxa de fluxo de massa em um fluxômetro de massa operando como um densitômetro de tubo vibrante.

Fluxômetros Coriolis medem diretamente a taxa de fluxo de massa através de um conduto. Como descrito nas Pat. U.S. Nos. 4.491.025 (emitida para J.E.Smith em 1 de Janeiro de 1985, a seguir citada como a Pat. U.S. No. 4.491.025) e Re 31.450 (emitida para J.E.Smith em 11 de Fevereiro de 1982, a seguir citada como Pat. U.S. Re. No. 31.450), esses fluxômetros têm um ou mais tubos de fluxo de configuração

reta ou curvada. Cada configuração de tubo de fluxo em um fluxômetro de massa Coriolis inclui um conjunto de modos naturais de vibração, que seriam de um tipo de curvatura simples, de torção ou acoplado. O fluido flui para o fluxômetro a partir da canalização adjacente no lado de entrada, é direcionado através do tubo ou tubos de fluxo e sai do fluxômetro através do lado de saída do fluxômetro. Os modos naturais de vibração do sistema cheio com fluido vibrante são definidos em parte pela massa combinada dos tubos de fluxo e o fluido dentro dos tubos de fluxo. Cada conduto de fluxo é conduzido para oscilar em ressonância em um desses modos naturais.

Quando não existe fluxo através do fluxômetro, todos os pontos ao longo do tubo de fluxo oscilam com fase idêntica. À medida que o fluido começa a fluir, as acelerações Coriolis fazem com que cada ponto ao longo do tubo de fluxo tenha uma fase diferente. A fase no lado de entrada do tubo de fluxo atrasa o condutor, enquanto a fase no lado de saída avança o condutor. Sensores podem ser colocados no tubo do fluxo para produzir sinais senoidais representativos do movimento do tubo de fluxo. A diferença de fase entre dois sinais de sensores é proporcional à taxa de fluxo de massa do fluido através do tubo de fluxo. Um fator complicado nessa medição é que a densidade dos fluidos do processo típico varia. Mudanças na densidade fazem com que as frequências dos modos naturais variem. Desde que o sistema de controle do fluxômetro mantém a ressonância, a frequência de oscilação varia em resposta. A taxa de fluxo de massa nessa

situação é proporcional à razão da diferença de fase e frequência de oscilação.

O fluxômetro Coriolis é planejado para uso em ambientes onde existe o fluxo polifásico. O fluxo polifásico é definido como o fluxo incluindo pelo menos dois estados de matéria: sólido, líquido ou gasoso. O fluxômetro é especialmente útil em sistemas polifásicos incluindo gás e líquido ou gás e sólidos. Esses ambientes são especialmente comuns na indústria de petróleo, onde o produto do petróleo é distribuído de uma fonte para um destino. Infelizmente, os fluxômetros não têm sido usados nos sistemas de distribuição de petróleo, em parte, porque eles medem massa, em oposição à volume, e a venda de petróleo acontece em volume. Além do mais, embora esses medidores possam funcionalmente detectar o fluxo polifásico, eles não podem remover o gás ou sólido do fluxo e, portanto, um eliminador de ar seria ainda exigido.

SOLUÇÃO

A presente invenção supera os problemas esboçados acima e avança na técnica proporcionando um sistema de distribuição de fluido que inclui um fluxômetro de massa Coriolis para eliminar a necessidade de um eliminador de ar e/ou um filtro. Em uma primeira modalidade da presente invenção, o sistema de distribuição de fluido compreende um fluxômetro de massa Coriolis, uma bomba e uma válvula de recirculação. A bomba é conectada à fonte do fluido e na extremidade de entrada do fluxômetro de massa Coriolis. A válvula de recirculação é conectada à extremidade de saída do fluxômetro de massa Coriolis, à fonte do fluido e ao destino para o flui-

do. A válvula de recirculação opera sob o controle do medidor para evitar a medição de um fluxo de fluido polifásico durante a carga do sistema. Durante a carga do sistema, os componentes eletrônicos de medição controlam a válvula de recirculação para dirigir o fluxo do fluido polifásico contendo o ar carreado de volta para a fonte do fluido até que um fluxo de fluido substancialmente puro seja estabelecido. Depois que um fluxo de fluido substancialmente puro é estabelecido, os componentes eletrônicos de medição novamente controlam a válvula de recirculação para direcionar o fluxo do fluido para o destino e começam a medição do fluido distribuído. A bomba também opera sob o controle do medidor para iniciar e parar a distribuição do fluido através do sistema de distribuição de fluido. Em alguns exemplos do presente sistema de distribuição de fluido, uma válvula de retorno de pressão poderia também ser incluída para evitar o fluxo de retorno do fluido através do sistema de distribuição quando o sistema é interrompido. No contexto dessa aplicação, a carga do sistema é definida como o estabelecimento de um fluxo de fluido substancialmente puro seguinte à introdução de um fluxo de fluido polifásico. A carga do sistema é exigida a qualquer momento em que o ar seja introduzido no sistema, o que tipicamente ocorre quando o sistema não permanece cheio, tal como durante a paralisação do sistema ou onde a fonte é esvaziada. Alguém perito na técnica verificará que essa modalidade é ideal para fluidos tais como leite, querosene e gasolina, que têm a tendência de formar espuma durante a distribuição ou até que o sistema seja car-

regado. Nesses ambientes, o fluxômetro evita a medição e distribuição para o destino até que um fluxo substancialmente puro seja estabelecido.

Em uma segunda modalidade da presente invenção, o sistema de distribuição compreende um fluxômetro de massa Coriolis, uma bomba e uma válvula de retorno de pressão. A bomba é conectada à fonte do fluido e à extremidade de entrada do fluxômetro de massa Coriolis. A válvula de retorno de pressão é conectada à extremidade de saída do medidor e ao destino para o fluido. A bomba opera sob o controle do medidor para parar a distribuição do fluido em resposta à detecção de um fluxo de fluido polifásico através do medidor. A válvula de retorno de pressão também opera sob o controle do medidor para evitar o fluxo de retorno do fluido através do sistema de distribuição quando o sistema é paralisado. Essa modalidade é ideal para gases comprimidos liquefeitos que mudam de um líquido para um gás à medida que a fonte é esvaziada e a pressão aproxima-se da pressão atmosférica. Em resposta à detecção da presença de um fluxo polifásico, o fluxômetro de massa Coriolis interrompe a bomba e fecha a válvula de retorno de pressão para evitar a medição do fluxo polifásico. Quando a fonte fica novamente cheia, trazendo a pressão de volta para a pressão exigida para o estado líquido do gás comprimido liquefeito, qualquer material no estado gasoso retorna para o estado líquido. Dessa maneira, a bomba pode novamente ser iniciada e a válvula de retorno de pressão aberta para distribuição adicional do gás comprimido liquefeito.

O fluxômetro de massa Coriolis é capaz de uso como um densitômetro vibrante nos ambientes de fluxo polifásico incluindo combinações de gás e líquidos, gás e sólidos ou sólidos e líquidos. O fluxômetro inclui pelo menos um tubo de fluxo e um condutor para vibrar o tubo de fluxo em uma frequência fundamental correspondendo à densidade do material que flui através do tubo de fluxo. Os componentes eletrônicos de medição controlam o(s) tubo(s) de fluxo vibrante(s) para mudanças no valor de densidade do produto do fluido para determinar a existência de um fluxo polifásico através do medidor. Durante a operação do medidor, o valor de densidade é comparado contra um valor limiar onde o fluxo polifásico incluindo gás e líquido é indicado pelo valor da densidade medida que excede um valor limiar. Uma segunda comparação poderia ser feita contra um segundo valor limiar para indicar a existência do fluxo polifásico incluindo gás e sólidos, líquido e sólidos, ou líquido, gás e sólidos, que poderiam exibir efeitos de amortecimento similares aos dos sistemas de gás e líquido. Os componentes eletrônicos de medição respondem à existência do fluxo polifásico no(s) tubo(s) de fluxo e produzem sinais de saída para a bomba, a válvula de recirculação e a válvula de retorno de pressão para parar a distribuição do fluido ou redirecionar a distribuição do fluido de volta para a fonte para evitar a medição e distribuição de um fluxo polifásico.

Uma primeira vantagem do presente sistema de distribuição é que um eliminador de ar não é necessário. O presente sistema de distribuição é configurado para parar o

fluxo do produto do fluido através do sistema ou redirecionar o fluxo de volta para a fonte do fluido em resposta à detecção de um fluxo de produto polifásico. Dessa maneira, na primeira modalidade acima, o produto do fluido é redirecionado de volta para a fonte para estabelecer um fluxo de fluido substancialmente puro antes da distribuição para o destino e a medição. Na segunda modalidade acima, o sistema de distribuição de fluido pára a distribuição do fluido completamente em resposta à detecção de um fluxo de fluido polifásico. Uma segunda vantagem do presente sistema de distribuição é que o fluxômetro de massa Coriolis é planejado para uso em qualquer ambiente onde o fluxo polifásico existe. Dessa maneira, o presente sistema de distribuição não exige um filtro para evitar a intrusão de grão e outras matérias estranhas que possam danificar os componentes a jusante. Com a detecção da matéria estranha, o medidor controla a válvula de recirculação e a válvula de retorno de pressão onde incluída, para parar a distribuição do produto do fluido ou redirecionar a distribuição de volta para a fonte do fluido.

Portanto, um aspecto da presente invenção compreende:

um sistema de distribuição de fluido para medir o fluxo de produto de fluido substancialmente puro e evitar a medição de um fluxo de fluido polifásico durante a distribuição de um produto de fluido proveniente de uma fonte de fluido para um destino,

uma bomba conectada entre a fonte do fluido e o destino para distribuir o produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino,

um fluxômetro de massa Coriolis conectado entre a bomba e o destino e configurado para detectar o início do fluxo do fluido polifásico quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino,

caracterizado em que o dito sistema adicionalmente compreende:

uma válvula de retorno de pressão conectada entre o fluxômetro de massa Coriolis e o destino e configurada para abrir ou fechar sob o controle do fluxômetro de massa Coriolis;

um dispositivo no fluxômetro de massa Coriolis para controlar a bomba em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico para fazer com que a bomba pare a distribuição do produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino;

um dispositivo (407) no fluxômetro de massa Coriolis para controlar a válvula de retorno de pressão em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico para fazer com que a válvula de retorno de pressão se feche;

o dito dispositivo de controle de bomba e o dito dispositivo de controle da válvula de retorno de pressão evitam a medição do fluxo do fluido polifásico parando a distribuição do produto do fluido em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico;

uma válvula de recirculação (222) que é conectada ao fluxômetro de massa Coriolis, à fonte do fluido e ao destino, a dita válvula de recirculação é adaptada para direcionar o produto do fluido em uma primeira direção que termina

na fonte do fluido e em uma segunda direção que termina no destino; e

um dispositivo (407) no fluxômetro de massa Coriolis para controlar a válvula de recirculação em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico, para fazer com que a válvula de recirculação direcione o produto do fluido na primeira direção, onde o fluxômetro de massa Coriolis usa o dispositivo de controle de bomba e o dispositivo de controle da válvula de recirculação para evitar a medição do fluxo do fluido polifásico fazendo com que a válvula de recirculação direcione o produto do fluido na primeira direção de volta para a fonte do fluido.

De preferência, a válvula de retorno de pressão é configurada para produzir a contrapressão no sistema de distribuição de fluido.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são eletricamente conectados à válvula de recirculação e configurados para fornecer um primeiro sinal de saída para a válvula de recirculação em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico, que faz com que a válvula de recirculação direcione o produto do fluido na primeira direção de volta para a fonte do fluido.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são eletricamente conectados à bomba e configurados para fornecer um segundo sinal de saída para a bomba em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico, que faz com que a bomba pare a distribuição do produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são eletricamente conectados à válvula de retorno de pressão e configurados para fornecer um terceiro sinal de saída para a válvula de retorno de pressão em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico, que faz com que a válvula de retorno de pressão produza a contrapressão no sistema de distribuição de fluido.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são configurados para medir o valor de densidade do produto do fluido e, caso o valor de densidade seja maior do que o valor de densidade limiar superior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são configurados para medir o valor de densidade do fluido e, caso o valor de densidade seja menor do que o valor de densidade limiar inferior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são configurados para medir o valor de densidade do produto do fluido e, caso o valor de densidade seja igual ao valor de densidade limiar superior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

De preferência, os componentes eletrônicos de medição são configurados para medir o valor de densidade do produto do fluido e, caso o valor de densidade seja igual ao valor de densidade limiar inferior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

Um outro aspecto é:

Um método para medir o fluxo do produto do fluido durante a distribuição de um produto de fluido proveniente de uma fonte de fluido para um destino compreendendo as etapas de:

distribuir o produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino,

detectar o início do fluxo do fluido polifásico quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino,

fornecer um primeiro sinal de saída para uma bomba para parar a distribuição do produto do fluido em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico,

caracterizado em que o dito método compreende as etapas adicionais de:

fornecer um segundo sinal de saída para uma válvula de retorno de pressão para produzir a contrapressão em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico,

fornecer um terceiro sinal de saída para uma válvula de recirculação para direcionar o produto do fluido em uma primeira direção para a fon [9b] fluido quando o fluxo do fluido polifásico é detectado e para remover o dito terceiro sinal da dita válvula de recirculação para direcionar o dito produto do fluido em uma segunda direção terminando no dito destino quando o fluxo do fluido polifásico não é detectado.

De preferência, o valor de densidade mede o produto do fluido à medida que o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino e compara o valor da densidade medida com o valor de densidade limiar superior, em que o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor de

densidade medida sendo maior do que o valor de densidade limiar superior.

De preferência, medir o valor de densidade do produto do fluido à medida que o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino e comparar o valor da densidade medida com o valor de densidade limiar superior, em que o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor da densidade medida sendo igual ao valor de densidade limiar superior.

De preferência, medir o valor de densidade do produto do fluido à medida que o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino e comparar o valor de densidade medida com o valor de densidade limiar inferior, em que o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor da densidade medida sendo menor do que o valor de densidade limiar inferior.

De preferência, medir o valor da densidade do produto do fluido à medida que o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino e comparar o valor da densidade medida com o valor da densidade limiar inferior, em que o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor de densidade medida sendo igual ao valor de densidade limiar inferior.

Um outro aspecto é:

Um sistema de distribuição de fluido para medir um fluxo de produto de fluido substancialmente puro e evitar a medição de um fluxo de fluido polifásico durante a distribuição de um produto de fluido proveniente de uma fonte de fluido para um destino, o sistema de distribuição de fluido compreendendo:

uma bomba conectada entre a fonte do fluido e o destino para distribuir o produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino,

uma válvula de retorno de pressão conectada entre o fluxômetro de massa Coriolis e o destino e configurada para abrir ou fechar sob o controle do fluxômetro de massa Coriolis, e

o fluxômetro de massa Coriolis é conectado entre a bomba e o destino e configurado para detectar o início do fluxo do fluido polifásico quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino,

caracterizado em que o dito sistema de distribuição de fluido adicionalmente compreende:

um dispositivo no fluxômetro de massa Coriolis para controlar a bomba em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico, para fazer com que a bomba pare a distribuição do produto do fluido proveniente da fonte para o destino;

um dispositivo no fluxômetro de massa Coriolis para fechar a válvula de retorno de pressão em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico, para fazer com que a válvula de retorno de pressão feche;

o dito fluxômetro de massa Coriolis evita a medição do fluxo do fluido polifásico operando o dispositivo de controle da bomba e o dispositivo de controle da válvula de retorno de pressão para parar a distribuição do produto do fluido em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico.

De preferência, uma válvula de recirculação que é conectada ao fluxômetro de massa Coriolis, à fonte do fluido

e ao destino, a dita válvula de recirculação é configurada para direcionar o produto do fluido em uma primeira direção que termina na fonte do fluido e em uma segunda direção que termina no destino;

O dito fluxômetro de massa Coriolis evita a medição do fluxo polifásico controlando o valor de recirculação no início do fluxo polifásico, para fazer com que a válvula de recirculação direcione o fluxo do fluido na dita primeira direção de volta para a dita fonte de fluido e, quando o fluxo de fluido polifásico não é detectado, para fazer com que a dita válvula de recirculação direcione o fluxo do fluido na dita segunda direção para o dito destino.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 representa um sistema de distribuição de fluido da técnica anterior,

A FIGURA 2 representa um fluxômetro de massa Coriolis de acordo com a presente invenção,

A FIGURA 3 representa uma primeira modalidade de um sistema de distribuição de fluido de acordo com a presente invenção,

A FIGURA 4 representa um fluxograma ilustrando um exemplo de operação da modalidade da Figura 3 de acordo com a presente invenção,

A FIGURA 5 representa uma segunda modalidade de um sistema de distribuição de fluido de acordo com a presente invenção, e

A FIGURA 6 representa um fluxograma ilustrando um exemplo de operação da modalidade da Figura 5 de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção será agora descrita mais completamente a seguir com referência aos desenhos acompanhantes, nos quais modalidades da invenção são mostradas. Esses peritos na técnica verificarão que a invenção poderia ser configurada em muitas formas diferentes e não deve ser interpretada como limitada às modalidades representadas aqui. Ao contrário, essas modalidades são proporcionadas de modo que essa descrição seja total e completa, e transmita totalmente o escopo da invenção para esses peritos na técnica. Nos desenhos, números semelhantes referem-se a elementos semelhantes por todos eles. Adicionalmente, esses peritos na técnica verificarão que vários aspectos descritos abaixo poderiam ser combinados para formar múltiplas variações da invenção.

SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR - FIG. 1:

A FIG. 1 ilustra um exemplo de um sistema de distribuição de fluido típico da técnica anterior 100. No sistema de distribuição de fluido 100, uma bomba 101 conectada a uma fonte 107 produz a pressão exigida para mover o produto do fluido 108 através do sistema de distribuição 100 proveniente da fonte do fluido 107 para um destino 110. Um filtro 102 conectado à bomba 101 propicia a filtragem da intrusão de grão e outras matérias estranhas que possam danificar os componentes a jusante, tal como o medidor 104. O medidor

104 é tipicamente um dispositivo de medição volumétrico de turbina ou de deslocamento positivo que mede o volume do produto do fluido que passa através do sistema de distribuição 100 proveniente da fonte 107 para o destino 110.

Um eliminador de ar 103 remove o ar carreado através da diminuição da velocidade do produto do fluido 108 para um estado relativamente calmo, permitindo assim que o produto do fluido 108 se acumule em uma câmara 105 no eliminador de ar 103. A diminuição substancial na velocidade faz com que as bolhas de ar presas ou vapor se elevem para fora do produto do fluido 108 e sejam coletadas na parte superior da câmara 105. Quando o vapor do ar desloca o volume do fluido, uma válvula operada por flutuador 106 se abre para ventilar o vapor de ar da câmara 105. Dependendo do tipo do produto do fluido 108 sendo distribuído, o vapor de ar é ventilado para a atmosfera ou para um recipiente de retenção separado (não mostrado). Quando o ar é descarregado da câmara 105, a pressão é liberada, permitindo que o nível do fluido se eleve e feche a válvula operada por flutuador 106.

FLUXÔMETRO CORIOLIS DE ACORDO COM A PRESENTE INVENÇÃO - FIG 2:

A FIG. 2 ilustra um fluxômetro de massa Coriolis 200 compreendendo uma bomba 221, uma primeira válvula 220 e uma segunda válvula 222. O fluxômetro de massa Coriolis 200 compreende um conjunto de fluxômetro 201 e os componentes eletrônicos de medição 202. Os componentes eletrônicos de medição 202 são conectados ao conjunto do medidor 201 através das trajetórias 203 para proporcionar a densidade, a ta-

xa de fluxo de massa, a taxa de fluxo de volume, fluxo de massa totalizado e outras informações através da trajetória 204. Os componentes eletrônicos de medição 202 são também conectados à bomba 221 através da trajetória 218 para produzir os sinais de saída que controlam a bomba 221, fazendo com que a bomba 221 ligue e desligue. Finalmente, os componentes eletrônicos de medição 202 são conectados à válvula 220 através da trajetória 219 e à válvula 222 através da trajetória 223, para produzir sinais de saída que controlam a válvula 220 e a válvula 222. O conjunto do fluxômetro 201 inclui um par de flanges 205 e 206, um tubo de distribuição 207 e tubos de fluxo 208 e 209. Um condutor 210 e sensores de escolha 211 e 212 são conectados aos tubos de fluxo 208 e 209. As barras de escora 213 e 214 servem para definir os eixos W e W', ao redor dos quais cada um dos tubos de fluxo 208 e 209 oscila.

Quando o conjunto do fluxômetro 201 é inserido em um sistema de canalização (não mostrado), que transporta o produto do fluido sendo medido, o produto do fluido entra no conjunto do fluxômetro 201 através do flange 206 e passa através do tubo de distribuição 207. O produto do fluido é direcionado para entrar nos tubos de fluxo 208 e 209 e flui através dos tubos de fluxo 208 e 209 e de volta para dentro do tubo de distribuição 207, onde ele sai do conjunto do fluxômetro 201 através do flange 205.

Os tubos de fluxo 208 e 209 são selecionados e apropriadamente montados no tubo de distribuição 207, de modo a terem substancialmente a mesma distribuição de massa,

momentos de inércia e módulos elásticos ao redor dos eixos de curvatura W-W e W'-W', respectivamente. Os tubos de fluxo 208 e 209 se estendem para fora do tubo de distribuição 207 em um modo essencialmente paralelo. Os tubos de fluxo 208 e 209 são conduzidos pelo condutor 210 em direções opostas ao redor de seus eixos de curvatura respectivos W e W' e no que é chamado a primeira dobra fora de curvatura do conjunto do fluxômetro 201. O condutor 210 é uma de muitas disposições bem conhecidas. Um exemplo do condutor 210 é um ímã montado no tubo de fluxo 208 e uma bobina oposta montada no tubo de fluxo 209. A corrente alternada passada através da bobina oposta faz com que ambos os tubos de fluxo 208 e 209 oscilem. Um sinal de acionamento adequado é aplicado ao condutor 210 pelos componentes eletrônicos de medição 202, via trajetória 215.

O fluxômetro de massa Coriolis 200 é configurado para distinguir um fluxo de produto substancialmente puro de um fluxo de fluido polifásico comparando variações na frequência de vibração dos tubos de fluxo 208 e 209 com a densidade mutante que ocorre quando um fluxo de produto substancialmente puro torna-se um fluxo de produto polifásico. Quando não existe fluxo através do fluxômetro 200, todos os pontos ao longo dos tubos de fluxo 208 e 209 oscilam com fase idêntica. Quando o fluido começa a fluir, as acelerações Coriolis fazem com que cada ponto ao longo dos tubos de fluxo 208 e 209 tenha uma fase diferente. A fase no lado de entrada dos tubos de fluxo 208 e 209 atrasa o condutor 210, enquanto a fase no lado de saída dos tubos de fluxo 208 e

209 avança o condutor 210. Os sensores de escolha 211 e 212 produzem sinais senoidais representativos do movimento dos tubos de fluxo 208 e 209. A diferença de fase entre os sinais do sensor é proporcional à taxa de fluxo de massa do fluido através dos tubos de fluxo 208 e 209. Mudanças na densidade do fluxo do fluido fazem com que as frequências dos modos naturais variem.

Operacionalmente, o condutor 110 vibra os tubos de fluxo 208 e 209 em uma frequência fundamental correspondendo a uma densidade do produto do fluido que flui através dos tubos de fluxo 208 e 209. Os componentes eletrônicos de medição 202 controlam o ganho de acionamento nos tubos de fluxo vibrantes 208 e 209 para uma mudança no valor para determinar uma mudança na densidade indicando a existência de um fluxo polifásico através dos tubos de fluxo 208 e 209. A mudança na densidade é comparada com um valor limiar superior onde o fluxo polifásico incluindo gás e líquido é indicado pelo valor de densidade alterado que excede o valor limiar superior. Uma segunda comparação é feita com um valor limiar inferior para indicar a existência do fluxo polifásico incluindo gás e sólidos, líquido e sólidos, ou líquido, gás e sólidos, que exibem efeitos de amortecimento similares a esses dos sistemas de gás e líquido. Dessa maneira, os componentes eletrônicos de medição 202 poderiam usar um ou ambos entre o valor limiar superior ou o valor limiar inferior para determinar o início de um fluxo de produto polifásico. Esses limiares de densidade são predeterminados pelo usuário ou fabricante do fluxômetro de massa Coriolis 200 e são pro-

gramados nos componentes eletrônicos de medição 202. Os componentes eletrônicos de medição 202 respondem ao início do fluxo polifásico para produzir sinais de saída para a bomba 221, e as válvulas 220 e 222 para parar a distribuição do produto do fluido ou redirecionar a distribuição de volta para a fonte do fluido.

Os componentes eletrônicos de medição 202 recebem os sinais de velocidade direito e esquerdo que aparecem nas trajetórias 216 e 217, respectivamente. Os componentes eletrônicos de medição 202 produzem o sinal de acionamento na trajetória 215, fazendo com que o condutor 210 oscile os tubos de fluxo 208 e 209. Os componentes eletrônicos de medição 202 processam os sinais de velocidade esquerdo e direito para calcular a taxa de fluxo de massa. A trajetória 204 proporciona um dispositivo de entrada e um de saída que permite que os componentes eletrônicos de medição 202 façam interface com um operador. Além disso, os componentes eletrônicos de medição 202 geram sinais de saída sobre a trajetória 218 para a bomba 221, sobre a trajetória 223 para a válvula 222 e sobre a trajetória 219 para a válvula 220. Os sinais de saída são gerados em resposta à detecção de um fluxo polifásico pelos componentes eletrônicos de medição 202. Os sinais de saída fazem com que a bomba 221, a válvula 222 e a válvula 220 parem o fluxo do produto do fluido para evitar a medição de um fluxo de produto polifásico ou redirecionam o fluxo do produto para evitar a distribuição para o destino e medição. Como se tornará evidente a partir da descrição seguinte, durante a carga, os componentes eletrônicos de medi-

ção 202 poderiam fazer com que a válvula 222 redirecionasse o fluxo do produto de volta para a fonte do fluido para estabelecer um fluxo de produto substancialmente puro antes da distribuição para um destino e medição. Em um outro exemplo, os componentes eletrônicos de medição 202 poderiam fazer com que a bomba 221 desligasse e a válvula 220 fechasse para substancialmente evitar toda distribuição e medição de um fluxo de produto polifásico.

A descrição da FIG. 2 é proporcionada meramente como exemplo da operação de um fluxômetro de massa Coriolis e não é planejada para limitar o ensinamento da presente invenção. A presente invenção é igualmente aplicável a outros tipos de fluxômetros de massa incluindo medidores de tubo único. Adicionalmente, a presente invenção é igualmente aplicável a sistemas de distribuição de fluido tendo múltiplas bombas e/ou múltiplas válvulas.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE FLUIDO - FIG. 3

A FIG. 3 ilustra um exemplo de um sistema de distribuição de produto de fluido de acordo com a presente invenção, isto é, sistema de distribuição de fluido 300. O sistema de distribuição de fluido 300 compreende uma fonte de fluido 301 de um produto de fluido 303, uma bomba 221, o fluxômetro de massa Coriolis 200, uma válvula de recirculação 222, uma válvula de retorno de pressão 220 e um destino 306 para o produto do fluido 303. Esses peritos na técnica verificarão que o sistema de distribuição de fluido 300 poderia ser um sistema independente ou poderia ser montado em uma unidade móvel tal como um veículo.

A fonte do fluido 301 poderia ser qualquer fonte configurada para conter o produto do fluido 303. Por exemplo, a fonte do fluido 301 poderia ser configurada para conter um gás de petróleo liquefeito, óleo bruto, querosene, leite, gasolina, melados de milho, glicoses, substâncias químicas agrícolas, bem como outros produtos líquidos. Similarmente, a fonte do fluido 301 poderia ser um tanque de armazenamento para desfazer-se do produto do fluido 303 para um caminhão-tanque, um vagão ferroviário ou um navio de transporte marítimo. Em outros exemplos, a fonte do fluido 301 poderia ser o caminhão-tanque, o vagão ferroviário ou o navio de transporte marítimo que está se desfazendo do produto do fluido 303 para um tanque de armazenamento. Da mesma forma, o destino 306 poderia ser qualquer destino configurado para receber o produto do fluido 303. Por exemplo, o destino 306 poderia ser o caminhão-tanque, o vagão ferroviário, o navio de transporte marítimo ou o tanque de armazenamento. Alguns exemplos do produto do fluido 303, incluem sem limitação, gasolina, querosene, óleo combustível leve, produtos de diesel, gás de petróleo liquefeito, óleo bruto, óleo diesel, óleo combustível, leite, melados de milho, glicoses, substâncias químicas agrícolas ou numerosos outros produtos de fluido.

A bomba 221 é uma bomba convencional configurada para receber sinais de saída do fluxômetro 200 e, em resposta aos sinais de saída, fazer com que a bomba 221 ligue e desligue. Em alguns exemplos da presente invenção, o fluxômetro 200 poderia também controlar a velocidade na qual a bomba 221 distribui o produto do fluido através do sistema

de distribuição de fluido 300. A bomba 221 poderia ser centrífuga ou acionada por motor como um problema de escolha de projeto. A bomba 221 deve ser de um tamanho apropriado para produzir uma taxa máxima de fluxo que está dentro da capacidade estimada do fluxômetro 200. Esses peritos na técnica verificarão que a bomba 221 e o fluxômetro 200 poderiam ser de uma variedade de estimativas de capacidade de acordo com o produto do fluido específico 303 acomodado. A válvula de recirculação 222 é uma válvula de recirculação convencional que é configurada para receber sinais de saída do fluxômetro 200 e, em resposta aos sinais de saída do fluxômetro 200, direcionar o fluxo do produto do fluido 303 para a fonte do fluido 301 ou o destino 306. A válvula de retorno de pressão 220 é uma válvula de retorno de pressão convencional configurada para receber sinais de saída do fluxômetro 200 e abrir ou fechar em resposta aos sinais de saída, para evitar o fluxo de retorno do produto do fluido 303 no sistema de distribuição de fluido 300.

A fonte do fluido 301, a bomba 221, o fluxômetro 200, a válvula de recirculação 222, a válvula de retorno de pressão 220 e o destino 306 são conectados como ilustrado pela FIG. 3 por canalização convencional. Esses peritos na técnica verificarão que a canalização é selecionada de acordo com o produto do fluido 303 sendo acomodado, e assim, vários tipos diferentes de canalização poderiam ser usados como um problema de escolha de projeto. Especificamente, a entrada da bomba 221 é conectada à fonte do fluido 301 pela canalização 307 e a saída da bomba 221 é conectada à entrada

do fluxômetro 200 pela canalização 308. A saída do fluxômetro 200 é conectada à válvula de retorno de pressão 220 pela canalização 314. A válvula de retorno de pressão 220 é conectada à entrada da válvula de recirculação 222 pela canalização 309. A válvula de recirculação 222 proporciona uma conexão de t em três sentidos entre a canalização 309, a canalização 310 e a canalização 311. A canalização 310 termina na fonte do fluido 301 e a canalização 311 termina no destino 306. Vantajosamente, a válvula de recirculação 222 evita a distribuição simultânea do produto do fluido 303 para o destino 306 e a fonte do fluido 301.

O fluxômetro de massa Coriolis 200 é eletricamente conectado à bomba 221 pela trajetória 218 para produzir os sinais de saída que controlam a bomba 221. O fluxômetro de massa Coriolis 200 é também eletricamente conectado à válvula de retorno de pressão 220 pela trajetória 219 para produzir os sinais de saída que controlam a válvula de retorno de pressão 220. Finalmente, o fluxômetro de massa Coriolis 200 é eletricamente conectado à válvula de recirculação 222 pela trajetória 223 para produzir os sinais de saída que controlam a válvula de recirculação 222.

Alguém perito na técnica verificará que o sistema de distribuição de fluido 300 é ideal para produtos de fluido que têm a tendência de formar espuma durante a distribuição ou até que o sistema 300 seja carregado. Nesses ambientes, o fluxômetro 200 evita a distribuição para o destino 306 e a medição até que o fluxo substancialmente puro seja estabelecido. Alguns exemplos de produtos de fluido que têm

a tendência de formar espuma durante a distribuição incluem leite, querosene e gasolina. Entretanto, esses peritos na técnica igualmente verificarão que o sistema de distribuição de fluido 300 também seria aplicável a qualquer tipo de distribuição de fluido entre uma fonte e um destino.

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE FLUIDO FIG. 4:

A FIG. 4 é um fluxograma ilustrando a operação do sistema de distribuição de fluido 300 de acordo com a presente invenção. Na FIG. 4, a operação começa na etapa 400. Na etapa 401, a bomba 221 é iniciada para começar a distribuição do produto do fluido 303 através do sistema de distribuição de fluido 300. Na etapa 402, a válvula de recirculação 222 fica em posição para distribuir o produto do fluido 303 através da canalização 310 de volta para a fonte do fluido 301. Vantajosamente, isso permite a recirculação do produto do fluido de volta para a fonte do fluido 301 durante a carga do sistema ou partida para descarregar o ar deixado dos usos anteriores para fora do sistema de distribuição de fluido 300 para estabelecer um fluxo substancialmente puro do produto do fluido 303. Na etapa 403, o fluxômetro 200 controla o valor de densidade do produto do fluido 303 para determinar o tipo de fluxo, por exemplo, um fluxo de produto polifásico ou fluxo substancialmente puro do produto do fluido 303. Se na etapa 403 um fluxo substancialmente puro é detectado, o fluxômetro 200 produz um sinal de saída para a válvula de recirculação 222 que faz com que a válvula de recirculação 222 mude posições e distribua o produto do fluido 303 para o destino 306, na etapa 404. Substancialmen-

te de modo simultâneo na etapa 405, o fluxômetro 200 começa a medição do produto do fluido 303 distribuído para o destino 306. Se na etapa 403 um fluxo polifásico do produto do fluido 303 é detectado, a etapa 402 é repetida.

Se na etapa 406 a quantidade desejada do produto do fluido 303 é distribuída para o destino 306, o fluxômetro 200 produz um sinal de saída para a válvula de retorno de pressão 220, a bomba 221 e a válvula de recirculação 222. O sinal de saída para a bomba 221 faz com que a bomba 221 desligue e pare a distribuição do produto do fluido 303 através do sistema de distribuição de fluido 300. O sinal de saída para a válvula de retorno de pressão 220 faz com que a válvula de retorno de pressão 220 feche para evitar o fluxo de retorno do produto do fluido 303 no sistema de distribuição de fluido 300. O sinal de saída para a válvula de recirculação 222 faz com que a válvula de recirculação 222 alterne posições, de modo que o produto do fluido 303 novamente será distribuído de volta para a fonte do fluido 301 durante a partida do sistema. O processo termina na etapa 408.

SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS COMPRIMIDO LÍQUIDO FIG. 5:

A FIG. 5 ilustra um sistema de distribuição de gás comprimido líquido (LPG) 500. Os sistemas de distribuição de LPG, tal como o sistema de distribuição de LPG 500, são projetados para distribuir produtos de petróleo que são gasosos em temperaturas atmosféricas normais, mas que podem ser facilmente liquefeitos pela aplicação de pressões moderadas. Alguns exemplos desses produtos incluem sem limitação, Buta-

no, Propano e Amônia Anidra. Esses peritos na técnica verificarão que o sistema de distribuição de LPG 500 poderia ser um sistema independente ou poderia ser montado em uma unidade móvel tal como um veículo.

O sistema de distribuição de LPG 500 compreende uma fonte 501 de LPG 511, uma bomba 221, um fluxômetro de massa Coriolis 200, uma válvula de retorno de pressão 220 e um destino 504 para o LPG 511. A fonte 501 poderia ser qualquer fonte configurada para conter o LPG 511. Por exemplo, a fonte 501 poderia ser um tanque de armazenamento para se desfazer do LPG 511 para um caminhão-tanque, um vagão ferroviário ou um navio de transporte marítimo. Em outros exemplos, a fonte 501 poderia ser o caminhão-tanque, o vagão ferroviário ou o navio de transporte marítimo que está se desfazendo do LPG 511 para o destino 504. Da mesma forma, o destino 504 poderia ser qualquer destino configurado para receber o LPG 511. Por exemplo, o destino 504 poderia ser o caminhão-tanque, o vagão ferroviário, o navio de transporte marítimo ou o tanque de armazenamento.

A bomba 221 é uma bomba convencional configurada para receber sinais de saída do fluxômetro 200 e em resposta aos sinais de saída fazer com que a bomba 221 ligue e desligue. Em alguns exemplos da presente invenção, o fluxômetro 200 poderia também controlar a velocidade na qual a bomba 221 distribui o LPG 511 através do sistema de distribuição 500. A bomba 221 poderia ser centrífuga ou acionada por motor como um problema de escolha de projeto. A bomba 221 deve ser de um tamanho apropriado para produzir uma taxa máxima

de fluxo que está dentro da capacidade estimada do fluxômetro 200. Esses peritos na técnica verificarão que a bomba 221 e o fluxômetro 200 poderiam incluir uma variedade de estimativas de capacidade de acordo com a quantidade do LPG 511 acomodado no sistema de distribuição de LPG 500. A válvula de retorno de pressão 220 é uma válvula de retorno de pressão convencional configurada para receber sinais de saída do fluxômetro 200 e abrir ou fechar em resposta aos sinais de saída para evitar o fluxo de retorno do LPG 511 no sistema de distribuição de LPG 500.

A fonte 501, a bomba 221, o fluxômetro 200, a válvula de retorno de pressão 220 e o destino 504 são conectados como ilustrado pela FIG. 5 por canalização convencional configurada para acomodar o LPG 511. Especificamente, a entrada da bomba 221 é conectada à fonte 501 pela canalização 502 e a saída da bomba 221 é conectada à entrada do fluxômetro 200 pela canalização 503. A saída do fluxômetro 200 é conectada à válvula de retorno de pressão 220 pela canalização 512. A válvula de retorno de pressão 220 é conectada ao destino 504 pela canalização 513.

O fluxômetro 200 é eletricamente conectado à bomba 221 pela trajetória 218 para produzir os sinais de saída que controlam a bomba 221. O fluxômetro 200 é também eletricamente conectado à válvula de retorno de pressão 220 pela trajetória 219 para produzir os sinais de saída que controlam a válvula de retorno de pressão 220.

Vantajosamente, o sistema de LPG 500 não exige uma válvula de recirculação, eliminador de ar ou um filtro. O

LPG 511 tipicamente não contém vapores de ar carreados até que a fonte 501 esteja vazia. Quando a fonte 501 é esvaziada e a pressão na fonte 501 aproxima-se da pressão atmosférica, o LPG 511 retorna para um estado gasoso. Quando a fonte 501 é novamente pressurizada durante o processo de recarga, o LPG 511 retorna para um estado líquido. Vantajosamente, o sistema de LPG 500 detecta o fluxo polifásico quando a fonte 501 é esvaziada e desliga a bomba 221 e fecha a válvula de retorno de pressão 220 para evitar a medição e distribuição do fluxo polifásico. Depois que a fonte 501 é novamente pressurizada durante o processo de recarga, o sistema de LPG 500 pode ser novamente reiniciado para distribuir LPG para o destino 504.

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE LPG FIG. 6:

A FIG. 6 é um fluxograma ilustrando a operação do sistema de distribuição de LPG 500 de acordo com a presente invenção. Na FIG. 6 a operação começa na etapa 600. Na etapa 601 a bomba 221 é iniciada para começar a distribuição do LPG 511 através do sistema de distribuição 500. Na etapa 602, o LPG 511 é distribuído da fonte 501 para o destino 504 via a bomba 221, o medidor 200 e a válvula de retorno de pressão 220. Na etapa 603, o fluxômetro 200 mede o volume do LPG 511 distribuído para o destino 504. Na etapa 604, o fluxômetro 200 controla o valor de densidade do LPG 511 para determinar o tipo de fluxo, por exemplo, um fluxo de produto polifásico ou fluxo substancialmente puro de LPG 511. Se na etapa 604 o valor da densidade do LPG 511 exceder os valores de densidade limiares superior ou inferior indicando um flu-

xo de LPG polifásico, o processamento continua na etapa 606. Na etapa 606 o fluxômetro 200 produz um sinal de saída para a bomba 221. O sinal de saída para a bomba 221 faz com que a bomba 221 desligue e pare a distribuição do LPG 511 através do sistema 500. Substancialmente de modo simultâneo na etapa 606, o fluxômetro 200 produz um sinal de saída para a válvula de retorno de pressão 220. O sinal de saída para a válvula de retorno de pressão 220 fecha a válvula de retorno de pressão 220 para evitar o fluxo de retorno do LPG 511 através do sistema 500, e o processo termina na etapa 607.

Se na etapa 604 um fluxo de LPG polifásico não é detectado, o processamento continua na etapa 605. Se a quantidade desejada de LPG 511 é distribuída para o destino 504 na etapa 605, o processamento continua na etapa 606 para desligar a bomba 221 e fechar a válvula de retorno de pressão 220 como descrito acima. Se na etapa 605 a quantidade desejada de LPG 511 não é distribuída, o processamento continua na etapa 602, e a distribuição do LPG 511 é continuada.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de distribuição de fluido (300) para medir o fluxo de produto de fluido substancialmente puro e evitar a medição de um fluxo de fluido polifásico durante a distribuição de um produto de fluido proveniente de uma fonte de fluido (301) para um destino (306), o sistema de distribuição de fluido compreendendo:

uma bomba (221) conectada entre a fonte do fluido e o destino para distribuir o produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino,

um fluxômetro de massa Coriolis (200) conectado entre a bomba e o destino e configurado para detectar o início do fluxo do fluido polifásico quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino,

CARACTERIZADO pelo fato de que o dito sistema adicionalmente compreende:

uma válvula de repercussão (220) configurada para abrir ou fechar sob o controle do fluxômetro de massa Coriolis;

uma válvula de recirculação (222) conectada à fonte do fluido e ao destino e através da válvula de repercussão (220) até o fluxômetro de massa Coriolis, a dita válvula de recirculação (222) é adaptada para direcionar o produto de fluido em uma primeira direção que termina na fonte do fluido e em uma segunda direção que termina no destino;

o fluxômetro de massa Coriolis é adaptado para controlar a bomba em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico para fazer com que a bomba pare a dis-

tribuição do produto do fluido proveniente da fonte para o destino;

é adaptado para controlar a válvula de repercussão em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico para fazer com que a válvula de repercussão feche;

em que o fluxômetro de massa Coriolis evita a medição do fluxo do fluido polifásico parando a distribuição do produto do fluido em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico;

dito fluxômetro de massa Coriolis é também adaptado para controlar a válvula de recirculação em resposta à detecção do início do fluxo do fluido polifásico para fazer com que a válvula de recirculação direcione o produto do fluido na primeira direção, onde o fluxômetro de massa Coriolis evita a medição do fluxo do fluido polifásico fazendo com que a válvula de recirculação direcione o produto do fluido na primeira direção de volta para a fonte do fluido.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a válvula de repercussão é configurada para produzir a contrapressão no sistema de distribuição de fluido.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fluxômetro de massa Coriolis adicionalmente compreende:

componentes eletrônicos de medição (202) eletricamente conectados na válvula de recirculação (222) e configurados para fornecer um primeiro sinal de saída para a válvula de recirculação em resposta a detecção do início do fluxo

do fluido polifásico que faz com que a válvula de recirculação direcione o produto do fluido na primeira direção de volta para a fonte do fluido.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os componentes eletrônicos de medição (202) são eletricamente conectados na bomba (221) e configurados para fornecer um segundo sinal de saída para a bomba em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico que faz com que a bomba pare a distribuição do produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os componentes eletrônicos de medição (202) são eletricamente conectados na válvula de repercussão (220) e configurados para fornecer um terceiro sinal de saída para a válvula de repercussão em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico que faz com que a válvula de repercussão produza a contrapressão no sistema de distribuição de fluido.

6. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os componentes eletrônicos de medição (202) são configurados para medir o valor de densidade do produto do fluido e se o valor de densidade é maior do que o valor de densidade limiar superior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

7. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os componentes eletrônicos de medição são configurados para medir o va-

lor de densidade do fluido e se o valor de densidade é menor do que o valor de densidade limiar inferior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

8. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os componentes eletrônicos de medição (202) são configurados para medir o valor de densidade do produto do fluido e se o valor de densidade é igual ao valor de densidade limiar superior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

9. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os componentes eletrônicos de medição (202) são configurados para medir o valor de densidade do produto do fluido e se o valor de densidade é igual ao valor de densidade limiar inferior, fornecer pelo menos um dentre o primeiro, o segundo e o terceiro sinais de saída.

10. Método para medir o fluxo do produto do fluido durante a distribuição de um produto de fluido proveniente de uma fonte de fluido para um destino, o método compreendendo as etapas de:

distribuir (402, 602) o produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino;

detectar (403, 604) o início do fluxo do fluido polifásico quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino;

fornecer (407, 606) um primeiro sinal de saída para uma bomba para parar a distribuição do produto do fluido em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico;

CARACTERIZADO pelo fato de que o dito método compreende as etapas adicionais de:

fornecer (407, 606) um segundo sinal de saída para uma válvula de repercussão para produzir a contrapressão em resposta a detecção do início do fluxo do fluido polifásico,

fornecer (407, 606) um terceiro sinal de saída para uma válvula de recirculação para direcionar o produto do fluido em uma primeira direção para a fonte do fluido quando o fluxo do fluido polifásico é detectado e para remover o dito terceiro sinal da dita válvula de recirculação para direcionar o dito produto do fluido em uma segunda direção terminando no dito destino quando o fluxo do fluido polifásico não é detectado.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detectar o início do fluxo do fluido polifásico compreende:

medir (604) o valor de densidade do produto do fluido quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino; e

comparar (604) o valor da densidade medida com o valor de densidade limiar superior, onde o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor de densidade medida sendo maior do que o valor de densidade limiar superior.

12. Método, de acordo com a reivindicação 10 ou 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detectar o início do fluxo do fluido polifásico compreende:

medir (604) o valor de densidade do produto do fluido quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino; e

comparar (604) o valor da densidade medida com o valor de densidade limiar superior, onde o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor da densidade medida sendo igual ao valor de densidade limiar superior.

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detectar o início do fluxo do fluido polifásico compreende:

medir (604) o valor de densidade do produto do fluido quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino; e

comparar (604) o valor de densidade medida com o valor de densidade limiar inferior, onde o fluxo do fluido polifásico é indicado pelo valor da densidade medida sendo menor do que o valor de densidade limiar inferior.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de detectar o início do fluxo do fluido polifásico compreende:

medir (604) o valor da densidade do produto do fluido quando o produto do fluido é distribuído da fonte do fluido para o destino; e

comparar (604) o valor da densidade medida com o valor da densidade limiar inferior, onde o fluxo do fluido

polifásico é indicado pelo valor de densidade medida sendo igual ao valor de densidade limiar inferior.

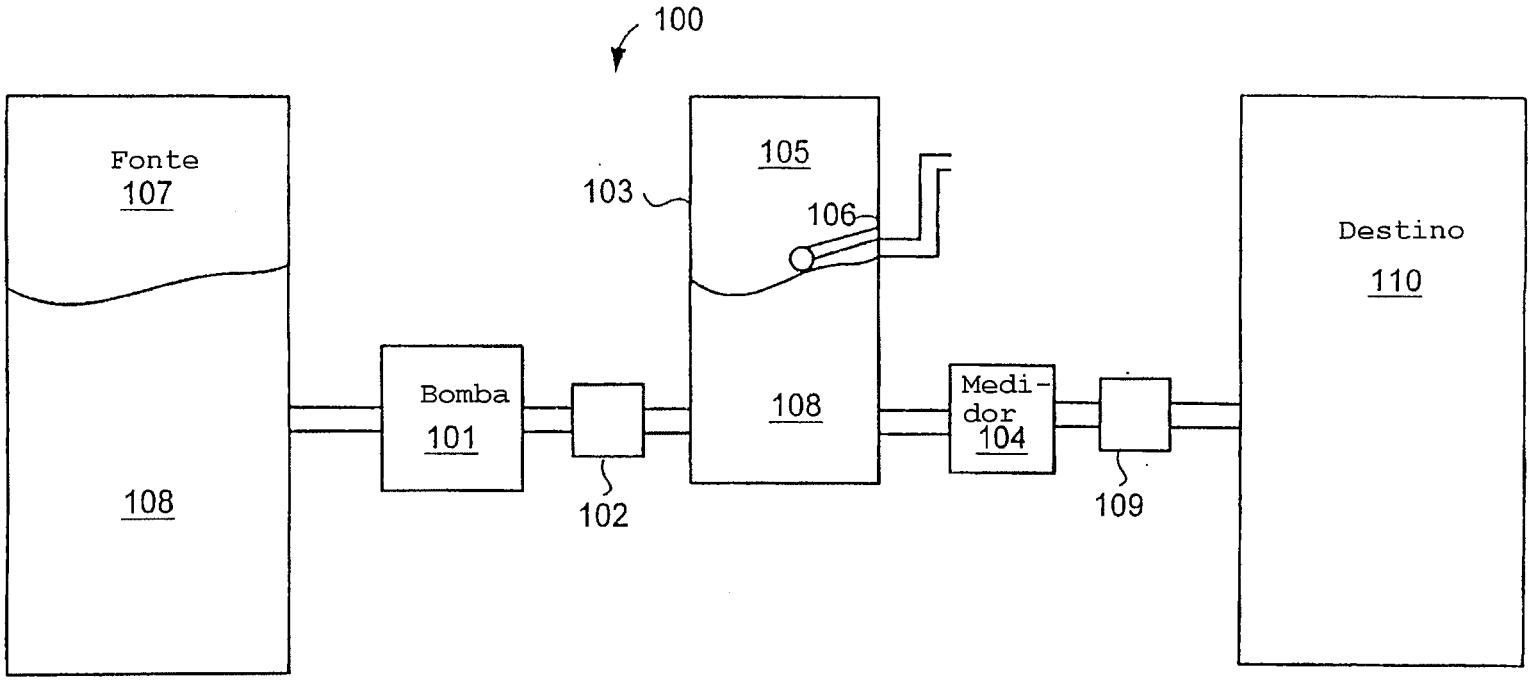

FIG. 1
Técnica anterior

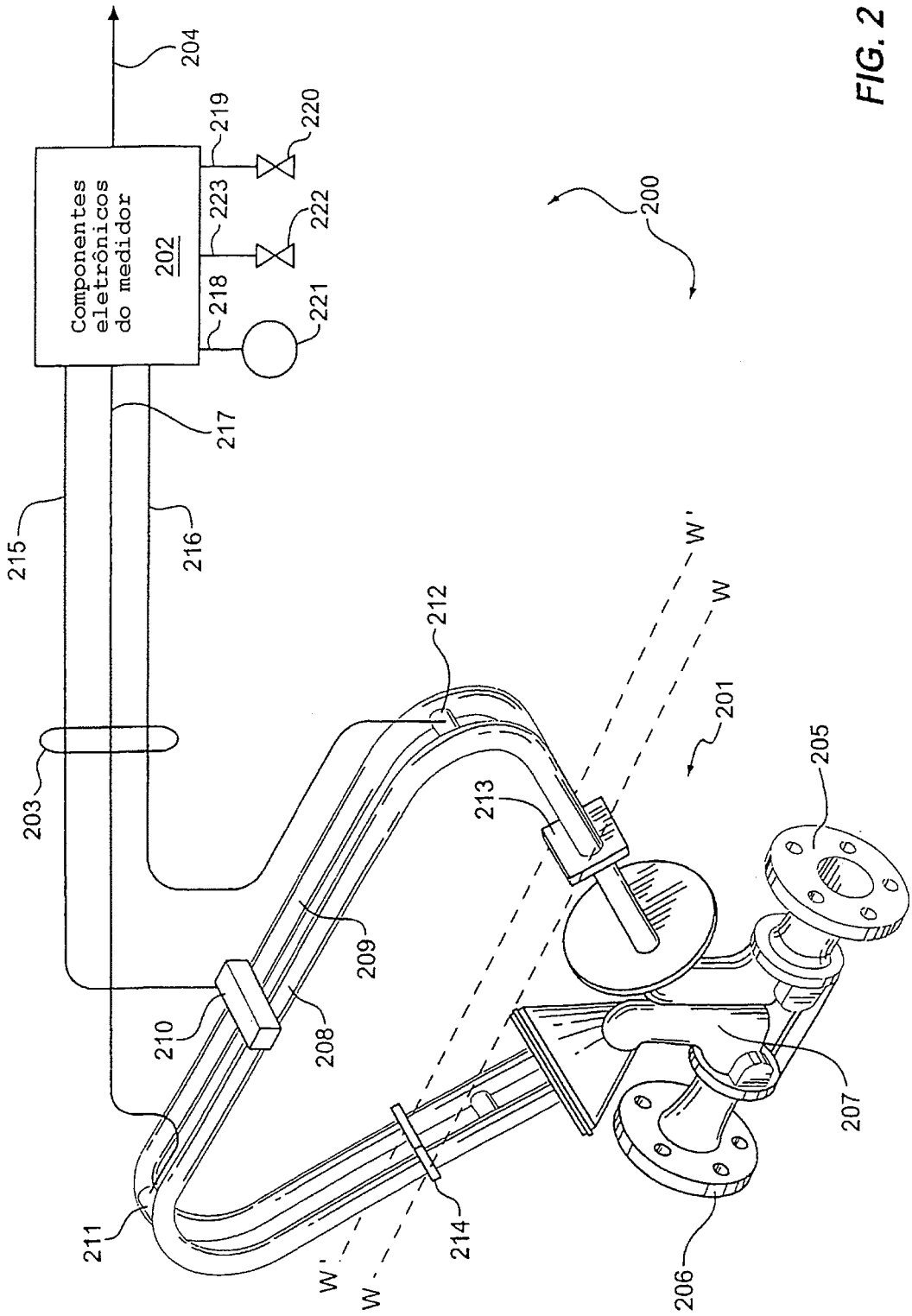
Componentes eletrônicos do medidor
202
204
219
220
223
222
218
221
217
215
216
200
203
212
W'
W
201
205
213
209
210
208
207
211
214
206
W'
W

FIG. 2

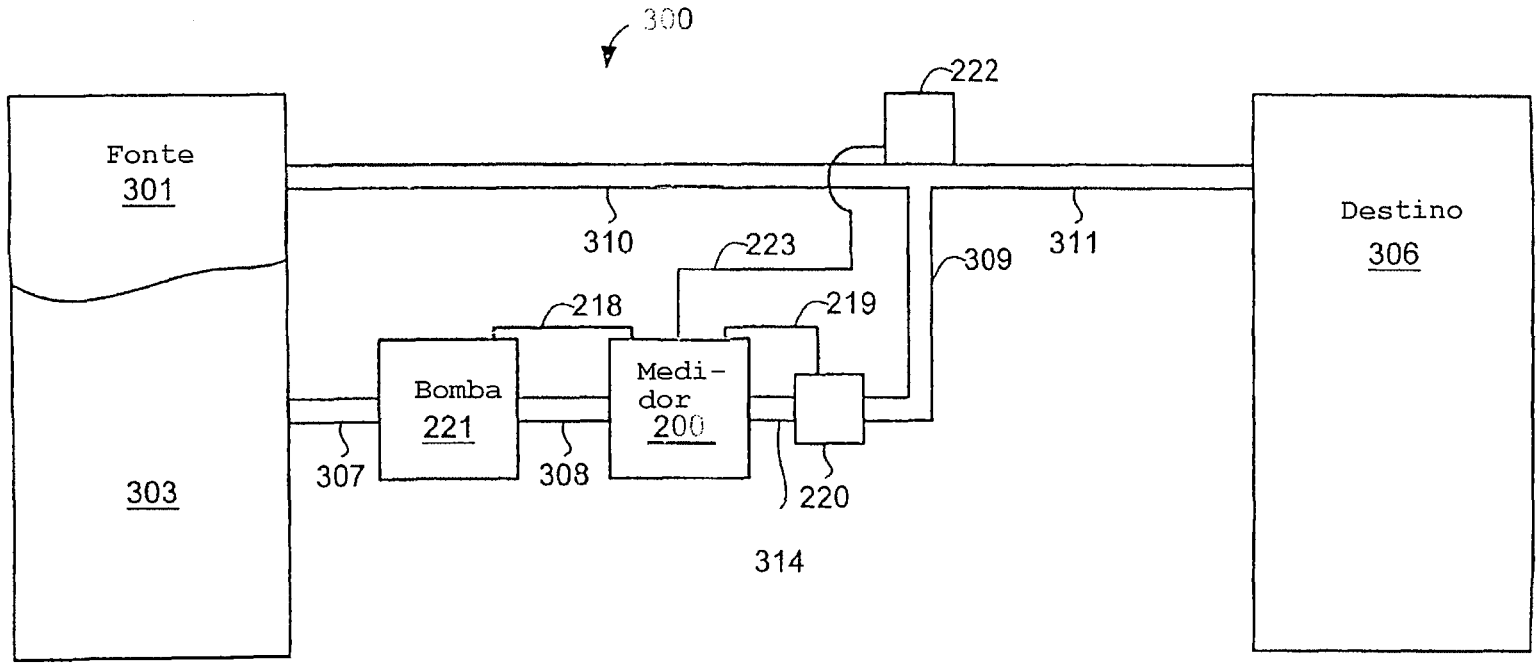
300
Fonte
301
303
222
310
223
309
311
Destino
306
218
219
Bomba
221
Medi-
dor
200
307
308
220
314

FIG. 3

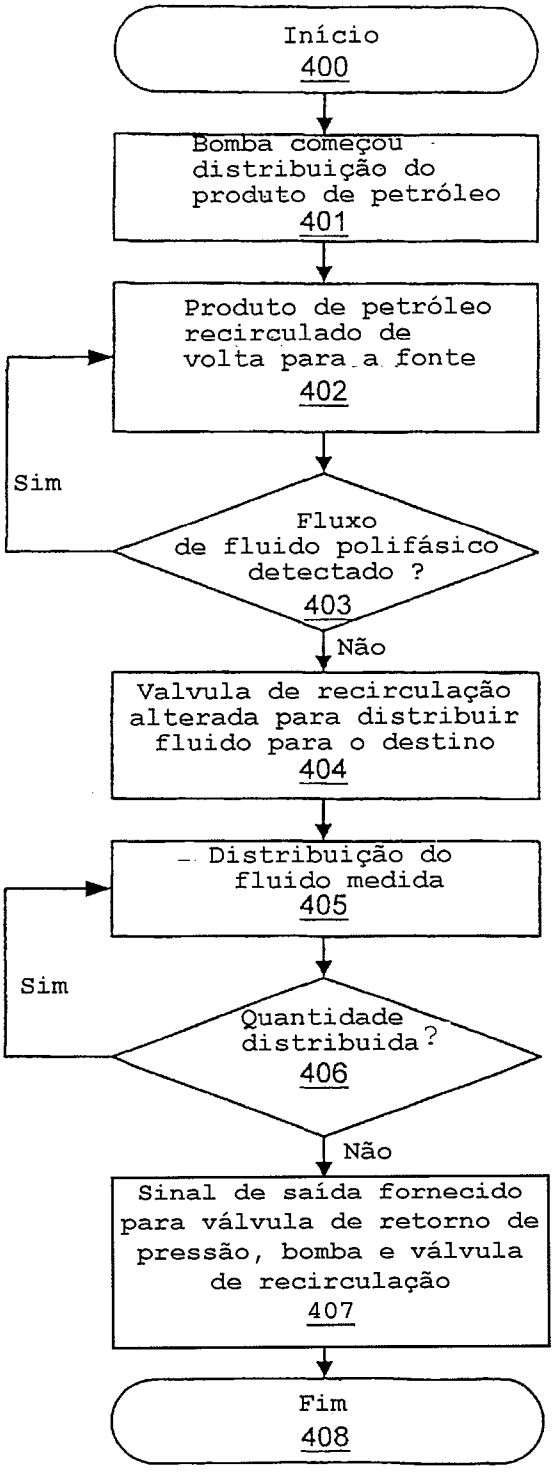
Início
400
Bomba começou distribuição do produto de petróleo
401
Produto de petróleo recirculado de volta para a fonte
402
Sim
Fluxo de fluido polifásico detectado ?
403
Não
Valvula de recirculação alterada para distribuir fluido para o destino
404
Distribuição do fluido medida
405
Sim
Quantidade distribuida ?
406
Não
Sinal de saída fornecido para válvula de retorno de pressão, bomba e válvula de recirculação
407
Fim
408

FIG. 4

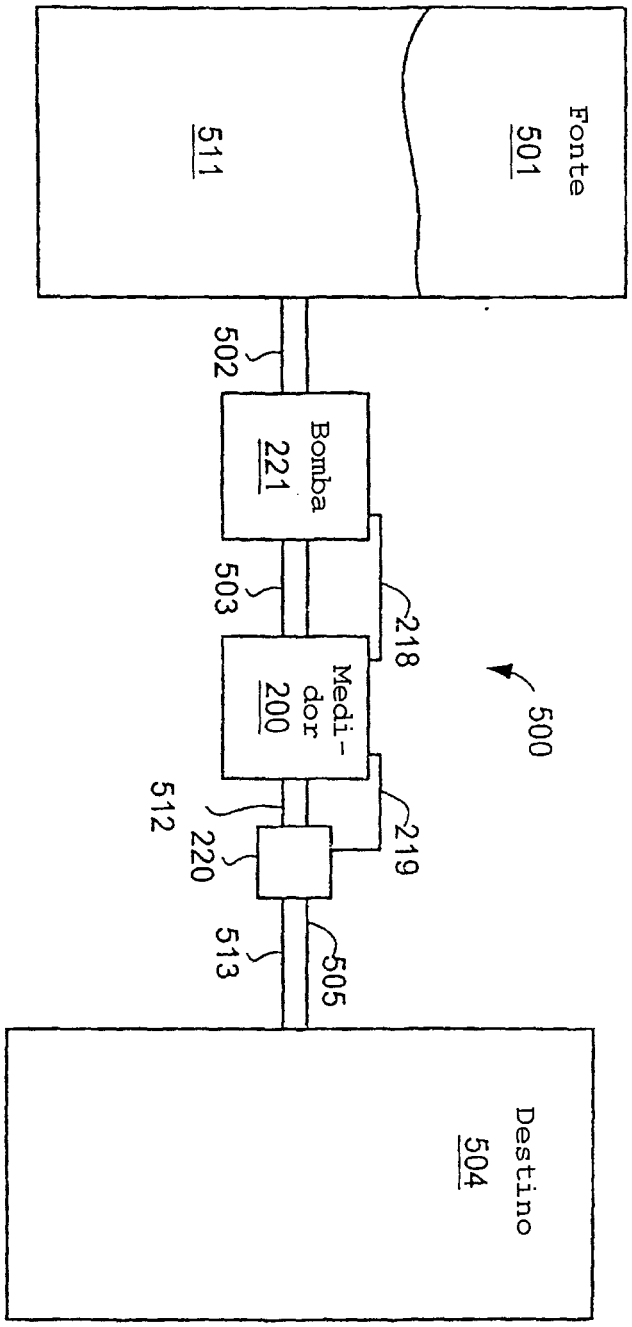
Fonte
501
511
502
Bomba
221
503
218
Medi-
dor
200
219
500
512
220
513
505
Destino
504

FIG. 5

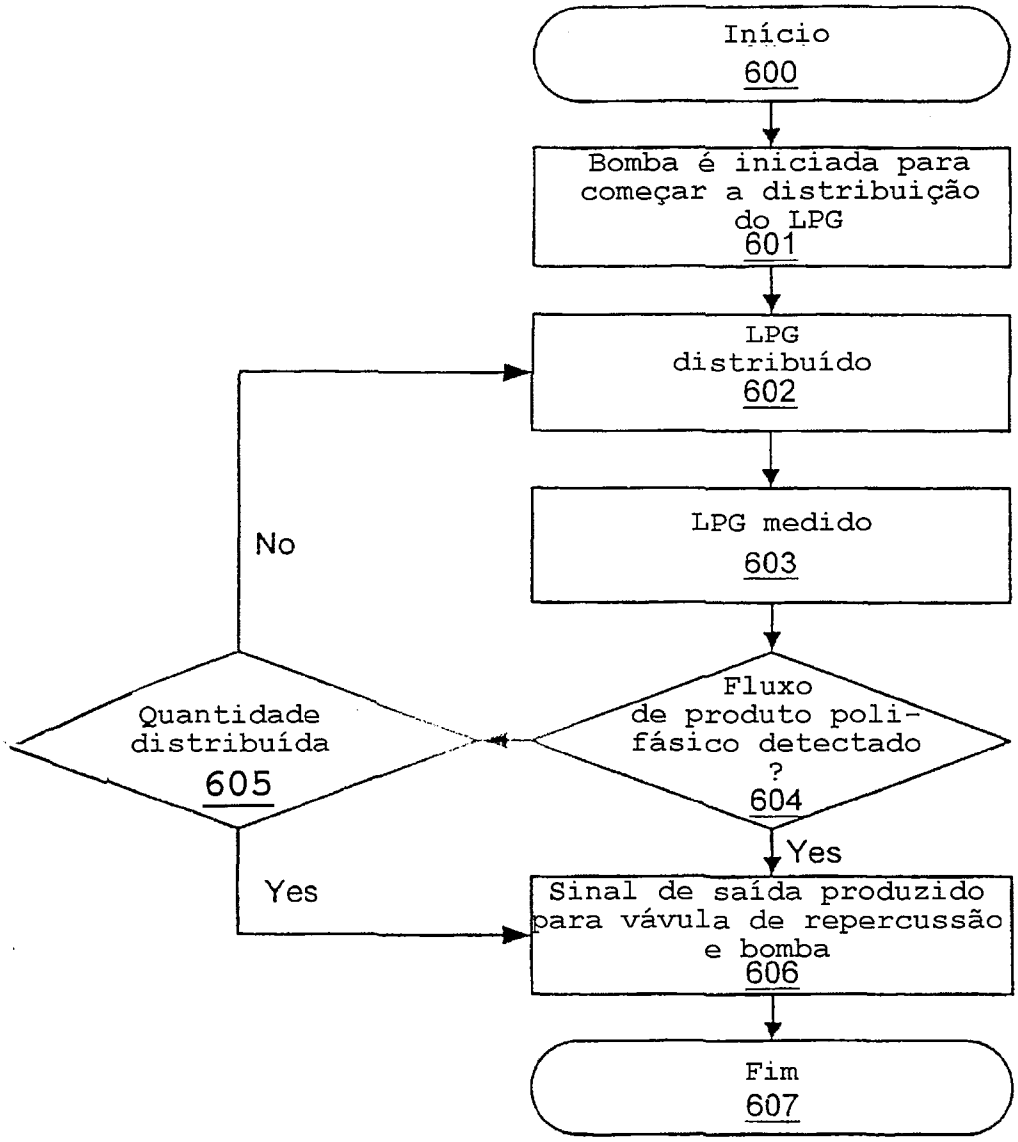
Início
600
Bomba é iniciada para começar a distribuição do LPG
601
LPG distribuído
602
LPG medido
603
Fluxo de produto poli-fásico detectado ?
604
Yes
Quantidade distribuída
605
No
Yes
Sinal de saída produzido para vávula de repercussão e bomba
606
Fim
607

FIG. 6

RESUMO

"SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE FLUIDO e MÉTODO PARA MEDIR O FLUXO DO PRODUTO DO FLUIDO DURANTE A DISTRIBUIÇÃO DE UM PRODUTO DE FLUIDO"

Descreve-se um sistema de distribuição de fluido (300), que compreende um fluxômetro de massa Coriolis (200), uma bomba (221), uma válvula de recirculação (222), e/ou uma válvula de retorno de pressão (220). O sistema de distribuição de fluido impede a medição do fluxo de fluido polifásico sem a necessidade de um eliminador de ar e filtro. O fluxômetro de massa Coriolis mede o valor de densidade do produto do fluido sendo distribuído de uma fonte de fluido para um destino. O fluxômetro de massa Coriolis compara o valor da densidade medida com pelo menos um entre um valor de densidade limiar superior e um valor de densidade limiar inferior. Se o valor da densidade medida excede o pelo menos um entre o valor de densidadesuperior ou o valor de densidade inferior, o fluxômetro automaticamente desliga a bomba e fecha a válvula de retorno de pressão para parar a distribuição do produto do fluido proveniente da fonte do fluido para o destino para evitar a medição de um fluxo de fluido polifásico.