



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

(11) PI 0214507-3 B1

(22) Data do Depósito: 19/12/2002

(45) Data de Concessão: 06/12/2016



(54) Título: MÓDULO DE MEDIÇÃO DE FLUXO ADAPTADO PARA OPERAR EM CONJUNÇÃO COM O CONJUNTO DA VÁLVULA DE CONTROLE, E, MÉTODO DE MEDIÇÃO DA VAZÃO DE UM FLUIDO ESCOANDO ATRAVÉS DE UMA PASSAGEM DE FLUXO DENTRO DE UM CONJUNTO DA VÁLVULA DE CONTROLE

(51) Int.Cl.: G05D 7/06

(30) Prioridade Unionista: 16/01/2002 US 10/050450

(73) Titular(es): FISHER CONTROLS INTERNATIONAL LLC

(72) Inventor(es): BRUCE FREDERICK GRUMSTRUP; PAUL ROBERT ADAMS

“MÓDULO DE MEDIÇÃO DE FLUXO ADAPTADO PARA OPERAR EM CONJUNÇÃO COM O CONJUNTO DA VÁLVULA DE CONTROLE, E, MÉTODO DE MEDIÇÃO DA VAZÃO DE UM FLUIDO ESCOANDO ATRAVÉS DE UMA PASSAGEM DE FLUXO DENTRO DE UM CONJUNTO DA VÁLVULA DE CONTROLE”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção diz respeito no geral a acessórios para conjuntos de válvula de controle e, mais particularmente, a um módulo e método de medição de fluxo para medir a vazão de um fluido através de uma passagem de fluxo regulada por um conjunto da válvula de controle.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] Nas indústrias de controle de processo, tais como, por exemplo, processos químicos, refinarias, indústrias de alimento e bebida, conjuntos de válvula de controle são rotineiramente empregados para controlar as características de fluxo de fluidos, tais como, por exemplo, gás, vapor, água, compostos químicos, etc. em um processo. Sistemas de controle de processo tipicamente monitoram parâmetros de controle de processo e coordenam a operação de dispositivos de controle de processo, tais como conjuntos de válvula de controle, em uma tentativa de garantir operação eficiente dos sistemas de controle de processo. Geralmente, é desejável monitorar a vazão de fluidos através de tubulações reguladas pelos conjuntos de válvulas de controle. Além do mais, alterações nas condições operacionais ou operações de processo podem exigir o monitoramento de vazões de fluidos em tubulações que anteriormente não exigiam monitoramento.

[0003] Um conjunto da válvula de controle típico geralmente inclui um conjunto da válvula, um atuador e um posicionador, tal como, por exemplo, um posicionador inteligente, um posicionador pneumático, ou um posicionador eletrônico analógico. O conjunto da válvula é tipicamente definido por uma entrada e uma saída, com uma passagem de fluxo estendendo-se entre a entrada e a saída. Um elemento de estrangulamento fica tipicamente disposto na passagem de fluxo para controlar a vazão do fluido. Uma haste da válvula ou um eixo da válvula tipicamente conecta o

elemento de estrangulamento a um atuador. O atuador geralmente move o elemento de estrangulamento incrementalmente a favor e incrementalmente contra a passagem de fluxo, controlando assim a vazão de um fluido escoando através da passagem de fluxo. Em casos em que um posicionador inteligente é usado, o posicionador geralmente recebe um ponto de ajuste de posição de um sistema de controle de processo como uma entrada e controla em resposta a operação do atuador para alterar a posição do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo. Posicionadores inteligentes geralmente incluem uma articulação de realimentação acoplada à haste da válvula ou ao eixo da válvula para gerar um sinal de realimentação de posição para indicar a posição do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo. O sinal de realimentação de posição é geralmente roteado de volta para o sistema de controle de processo via um posicionador inteligente.

[0004] Inúmeros diferentes dispositivos de medição de fluxo da tecnologia anterior encontram-se disponíveis para medir a vazão de um fluido através de uma tubulação pela regulagem de um conjunto da válvula. Exemplos de tais dispositivos de medição de fluxo da tecnologia anterior incluem medidores de vórtex, medidores de fluxo magnético, medidores de Coriolis e transmissores de pressão diferencial e placas de orifício. Entretanto, operações de controle de processo geralmente precisam ser interrompidas durante a instalação de dispositivos de medição de fluxo da tecnologia anterior em sistema de controle de processo operacional. A parada das operações de controle de processo geralmente levam a perdas monetárias associadas com baixa produção. Além do mais, os procedimentos associados com a instalação de tais fluxímetros da tecnologia anterior são geralmente complexos, demorados e caros, uma vez que eles tipicamente exigem o corte das tubulações e a instalação de flanges de solda para conectar os fluxímetros dentro das tubulações.

[0005] Um outro dispositivo de medição de fluxo da tecnologia anterior consiste de um posicionador inteligente que tem capacidade de medição de fluxo. Tipicamente, um posicionador inteligente da tecnologia anterior como esse inclui uma base de dados ou tabela ou equação que correlaciona a posição do elemento

de estrangulamento com o coeficiente de dimensionamento da válvula associado com o conjunto da válvula que está sendo usado. O posicionador inteligente da tecnologia anterior usa o sinal de realimentação de posição, representativo da posição do elemento de estrangulamento, para determinar coeficientes de dimensionamento da válvula associados. Uma vazão é derivada com base nos coeficientes de dimensionamento da válvula determinados, nas pressões à montante e à jusante do elemento de estrangulamento e de outras características do fluido. Entretanto, a instalação de um posicionador inteligente que tem capacidades de medição de fluxo em um sistema de controle de processo existente pode ser um procedimento demorado e relativamente caro. Um processo de instalação como esse geralmente necessitaria a interrupção das operações de controle de processo, geralmente resultando na perda de tempo de produção valiosa. É também provável que o custo de um posicionador inteligente que tenha capacidade de medição de fluxo seja igualmente cara, se não mais, do que do posicionador operante. Além do mais, o posicionador existente ou todo o conjunto da válvula de controle é geralmente removido por completo antes da instalação do posicionador inteligente da tecnologia anterior que tenha capacidades de medição, resultando na perda de um dispositivo de controle de processo funcional.

[0006] Assim, o que é necessário é um dispositivo de medição de fluxo barato que possa ser instalado em um sistema de controle de processo existente com relativa facilidade para operar em conjunção com dispositivos de controle de processo existentes, que ao mesmo tempo minimize ou elimine interrupções nas operações de controle de processo durante o processo de instalação e minimize descarte desnecessário de dispositivos de controle de processo funcionais.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0007] De acordo com um aspecto da invenção, um módulo de medição de fluxo é adaptado para operar em conjunção com um conjunto da válvula de controle para medir uma vazão de um fluido através de uma passagem de fluxo regulada pelo conjunto da válvula de controle. O conjunto da válvula de controle geralmente inclui um conjunto da válvula que inclui um elemento de estrangulamento móvel dentro da

passagem de fluxo e um posicionador inteligente adaptado para detectar a posição aproximada do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo e gerar em resposta um sinal de realimentação de posição representativo. O módulo de medição de fluxo inclui uma primeira porta de comunicação adaptada para receber um sinal de pressão à montante representativo de uma pressão detectada à montante do elemento de estrangulamento, uma segunda porta de comunicação adaptada para receber um sinal de pressão à jusante representativo de uma pressão detectada à jusante do elemento de estrangulamento e uma terceira porta de comunicação adaptada para receber o sinal de realimentação de posição representativo da posição aproximada do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo. Um controlador é acoplado comunicativamente à primeira, segunda e terceira porta de comunicação, e é adaptado para operar de acordo com um programa de computador embutido em um meio legível por computador. O programa de computador inclui uma primeira rotina que direciona o controlador para determinar um coeficiente de dimensionamento da válvula com base no sinal de realimentação de posição recebido e uma segunda rotina que direciona o controlador para emitir um sinal de vazão representativo da vazão do fluido escoando através da passagem de fluxo com base no coeficiente de dimensionamento da válvula determinado, o sinal de pressão a montante recebido e o sinal de pressão à jusante recebido.

[0008] De acordo com um outro aspecto da invenção, é provido um método para medir uma vazão de um fluido através de uma passagem de fluxo regulada por um conjunto da válvula de controle. O conjunto da válvula de controle geralmente inclui um conjunto da válvula que inclui um elemento de estrangulamento móvel dentro da passagem de fluxo e um posicionador inteligente adaptado para detectar a posição aproximada do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo e gerar em resposta um sinal de realimentação de posição representativo. O método inclui as etapas de prover um módulo de medição de fluxo que inclui um controlador acoplado comunicativamente a uma memória e a primeira, segunda e terceira portas de comunicação. O módulo de medição de fluxo é acoplado comunicativamente ao

posicionador inteligente via a primeira porta de comunicação e recebe o sinal de realimentação de posição representativo da posição aproximada do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo via a primeira porta de comunicação. O módulo de medição de fluxo recebe um sinal de pressão à montante representativo da pressão detectada à montante do elemento de estrangulamento via a segunda porta de comunicação e um sinal de pressão à jusante representativo da pressão detectada à jusante do elemento de estrangulamento via a terceira porta de comunicação. Um coeficiente de dimensionamento da válvula é determinado com base na posição aproximada do elemento de estrangulamento indicada pelo sinal de realimentação de posição recebido. A vazão do fluido escoando através da passagem de fluxo é determinada com base na pressão à montante detectada, a pressão à jusante detectada e o coeficiente de dimensionamento da válvula determinado.

[0009] De acordo ainda com um outro aspecto da invenção, é provido um método para medir a vazão de um fluido escoando através de uma passagem de fluxo dentro de um conjunto da válvula de controle. O método inclui as etapas de fornecer um conjunto da válvula de controle que inclui um elemento de estrangulamento móvel dentro da passagem de fluxo e um posicionador inteligente adaptado para detectar uma posição do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo e fornecer um módulo de medição de fluxo. O módulo de medição de fluxo é acoplado comunicativamente ao posicionador inteligente sem interromper o fluxo de fluido através da passagem de fluxo. Um sinal de vazão representativo da vazão do fluido escoando através da passagem de fluxo é gerado com base nas pressões detectadas à montante e à jusante do elemento de estrangulamento e com base na posição detectada do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo do fluido.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[0010] Os recursos desta invenção, que acredita-se ser novos, estão apresentados com particularidade nas reivindicações anexas. A invenção pode ser mais bem entendida com referência à descrição seguinte, tida em conjunto com os

desenhos anexos, em que números de referência iguais identificam elementos iguais nas diversas figuras, e em que:

[0011] A figura 1 é um diagrama esquemático de um exemplo de um conjunto da válvula de controle dentro de um segmento de um sistema de controle de processo que pode ser adaptado para operar de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[0012] A figura 2 é um diagrama esquemático de um módulo de medição de fluxo que opera em conjunção com o conjunto da válvula de controle dentro do segmento do sistema de controle de processo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[0013] A figura 3 é uma representação em diagrama de blocos de um módulo de medição de fluxo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[0014] A figura 4 é um gráfico que ilustra um exemplo de uma relação entre diferentes posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de dimensionamento da válvula para um conjunto da válvula de controle específico.

[0015] A figura 5 é um fluxograma que ilustra um método de medição de uma vazão de um fluido escoando através de uma passagem de fluxo de acordo com uma modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0016] A figura 1 ilustra um exemplo de um conjunto da válvula de controle 10 dentro do segmento de um sistema de controle de processo 12 que pode ser adaptado para operar de acordo com uma modalidade da presente invenção. O conjunto da válvula de controle 10 em geral controla o fluxo de um fluido, tal como, por exemplo, um líquido ou um gás, através de uma tubulação de acordo com comandos recebidos de um sistema de controle 13.

[0017] O conjunto da válvula de controle 10 no geral inclui um conjunto da válvula com uma entrada 14 para conexão a uma tubulação à montante 16 e uma saída 18 para conexão a uma tubulação à jusante 20, com uma passagem de fluxo definida entre a entrada 14 e a saída 18. Um orifício 22 estabelece comunicação fluídica entre a entrada 14 e a saída 18. Um elemento de estrangulamento 24, tal

como, por exemplo, um disco de válvula ou um plugue de válvula, é geralmente anexado à base de uma haste da válvula ou de um eixo da válvula 26, e fica geralmente disposto abaixo do orifício 22. O elemento de estrangulamento 24 é em geral dimensionado para bloquear completamente o orifício 22, de maneira tal que, à medida em que o elemento de estrangulamento 24 se move em uma direção para cima em relação à sua posição inferior, o fluxo de fluido através da passagem de fluxo é gradualmente reduzido e eventualmente eliminado, à medida em que o elemento de estrangulamento 24 opera para fechar o orifício 22. Por outro lado, à medida em que o elemento de estrangulamento é gradualmente abaixado de sua posição superior, a área desbloqueada ou aberta do orifício 22 é gradualmente aumentada, aumentando-se assim o fluxo de fluido através da passagem de fluxo. Em decorrência disto, a área aberta do orifício 22 está diretamente relacionada com a posição do elemento de estrangulamento 24 dentro da passagem de fluxo, que, por sua vez, está relacionada com a vazão do fluido escoando através da tubulação. Um atuador 28 é acoplado de forma operante à outra extremidade da haste de válvula ou eixo da válvula 26, e tipicamente supre a força necessária para levantar ou abaixar a posição do elemento de estrangulamento 24. Deve-se notar que, embora uma configuração particular de um conjunto da válvula com um elemento de estrangulamento particular tenha sido descrita, o uso de configurações alternativas de válvulas de controle e tipos alternativos de elementos de estrangulamento são também consideradas de acordo com o escopo da invenção.

[0018] O conjunto da válvula de controle 10 também inclui um posicionador inteligente 30 que é acoplado comunicativamente tanto ao sistema de controle 13 como ao atuador 28. O sistema de controle 13 tipicamente monitora operações do processo e emite pontos de ajuste da posição ao conjunto da válvula de controle 10 para posicionar devidamente o elemento de estrangulamento 24 na tentativa de garantir operações de processo adequadas. O sinal do ponto de ajuste de posição é tipicamente recebido e processado pelo posicionador inteligente 30. Em resposta ao sinal do ponto de ajuste de posição, o posicionador inteligente 30 emite sinais de posicionamento ao atuador 29, que opera para posicionar devidamente o elemento

de estrangulamento 24. Um circuito de realimentação 32 em geral acopla a haste da válvula ou eixo da válvula 26 ao posicionador inteligente 30, de maneira tal que o posicionador inteligente 30 possa rastrear a posição real do elemento de estrangulamento 24 dentro da passagem de fluxo. Com base na posição detectada do elemento de estrangulamento 24, o posicionador inteligente 30 gera em resposta um sinal de realimentação de posição. O sinal de realimentação de posição pode ser encaminhado ao sistema de controle 13 mediante solicitação.

[0019] Referindo-se à figura 2, está mostrado um diagrama esquemático de um módulo de medição de fluxo 34 operando em conjunção com um conjunto da válvula de controle 10 dentro de um segmento do sistema de controle de processo 12 de acordo com uma modalidade da presente invenção. Em uma modalidade, sensores de pressão 36, 38 são providos à montante e à jusante da entrada 14 ou do elemento de estrangulamento 24. O sensor de pressão 36 detecta a pressão à montante do elemento de estrangulamento 24 e gera em resposta um sinal de pressão à montante P_1 . Similarmente, o sensor de pressão 38 detecta a pressão à jusante da saída 18 ou do elemento de estrangulamento 24 e gera em resposta um sinal de pressão à jusante P_2 . Além do mais, um sensor de temperatura 40 é provido à montante da entrada 14 ou do elemento de estrangulamento 24 para detectar a temperatura do fluido escoando e gera um sinal de temperatura T . Deve-se notar que, embora medições de temperatura do fluido sejam geralmente feitas à montante do elemento de estrangulamento 24, medições de temperatura do fluido feitas à jusante do elemento de estrangulamento 24 podem ser também usadas.

[0020] O módulo de medição de fluxo 34 é acoplado comunicativamente aos sensores de pressão 36, 38, ao sensor de temperatura 40 e a uma linha de dados que acopla comunicativamente o sistema de controle 13 ao posicionador inteligente 30. Isto permite que o módulo de medição de fluxo 34 solicite o sinal de realimentação de posição representativo da posição detectada do elemento de estrangulamento 24 dentro da passagem de fluxo do posicionador inteligente 30 via o elo de comunicação à linha de dados. Em uma outra modalidade, o módulo de medição de fluxo 34 está acoplado comunicativamente de forma direta ao

posicionador inteligente 30.

[0021] O posicionador inteligente 30 é geralmente acionado em laço na mesma linha usada para acoplar comunicativamente o por. inteligente 30 ao sistema de controle 13. Em casos em que o módulo de medição de fluxo 34 é acoplado diretamente à linha que acopla o posicionador inteligente 30 ao sistema de controle 13, o módulo de medição de fluxo 34 pode também ser acionado por laço pelo sistema de controle 13. Uma modalidade alternativa do módulo de medição de fluxo 34 pode ser acionada por uma fonte de energia independente, tal como, por exemplo, por um suprimento de corrente contínua ou uma célula solar ou uma unidade de bateria.

[0022] Além do mais, o módulo de medição de fluxo 34 pode também ser acoplado comunicativamente de forma direta ao sistema de controle 13, de maneira tal que, uma vez que o módulo de medição de fluxo 34 tenha determinado a vazão do fluido escoando através da tubulação, a vazão pode ser comunicada ao sistema de controle 13, caso desejado. Em uma modalidade alternativa, as comunicações do módulo de medição de fluxo 34 diretas ao sistema de controle 13 podem ser roteadas ao sistema de controle 13 via o posicionador inteligente 30, eliminando-se assim a necessidade de criar um elo de comunicação direta entre o módulo de medição de fluxo 34 e o sistema de controle 13. O sistema de controle 13 pode rotear os dados de vazão para outros dispositivos dentro do sistema de controle de processo, tais como, por exemplo, uma bomba ou um outro controlador. Um dispositivo como esse pode usar os dados de vazão para ajustar seus próprios parâmetros operacionais na tentativa de garantir operações de controle de processo adequadas. Em uma outra modalidade, a vazão pode ser armazenada localmente em uma memória dentro do módulo de medição de fluxo 34. Tais dados de vazão armazenados podem ser recuperados diretamente do módulo de medição de fluxo 34 via um dispositivo de recuperação de dados local, tal como, por exemplo, um assistente digital pessoal (PDA), um computador de mão ou outro dispositivo de recuperação de dados portátil. Também em uma outra modalidade, o módulo de medição de fluxo 34 pode incluir uma unidade de exibição que exhibe a vazão

determinada do fluido escoando através da tubulação. Em uma outra modalidade, o módulo de medição de fluxo 34 pode ser acoplado comunicativamente a um outro dispositivo, tais como, por exemplo, uma bomba ou um outro controlador, dentro do sistema de controle de processo 12, ou um sistema de monitoramento do dispositivo. Isto permitiria que o módulo de medição de fluxo 34 comunicasse dados de vazão a tais dispositivos.

[0023] Em uma outra modalidade, o módulo de medição de fluxo 34 pode incluir os sensores de pressão 36, 38 e o sensor de temperatura 40 como componentes. No caso de um sistema de controle operacional, incluindo um conjunto da válvula, não já estar configurado para ser monitorado em relação a pressões e temperatura de fluido à montante e à jusante por ocasião da instalação do módulo de medição de fluxo 34, os sensores de pressão 36, 38 e o sensor de temperatura 40 podem ser instalados sem a necessidade de interromper as operações de processo.

[0024] Referindo-se à figura 3, está mostrado uma representação do diagrama de blocos de um módulo de medição de fluxo 34 de acordo com uma modalidade da presente invenção. O módulo de medição de fluxo 34 em geral inclui um controlador 42, tal como, por exemplo, um processador, acoplado comunicativamente a uma memória 44 e a uma pluralidade de porta de comunicação 46-54. A memória 44 inclui diversos módulos de software, incluindo um módulo de software de operação 56, um módulo de dados 58 para armazenar uma pluralidade de diferentes posições do elemento de estrangulamento, uma pluralidade de coeficientes de dimensionamento da válvula e associações entre cada posição do elemento de estrangulamento armazenada e um ou mais coeficientes da válvula. Em uma outra modalidade, um módulo de software que inclui operações de software com base em uma equação representativa da relação entre as diferentes posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de dimensionamento da válvula podem ser usados para determinar o coeficiente de dimensionamento da válvula associado com uma posição do elemento de estrangulamento detectada. A gravidade específica do fluido escoando através do conjunto da válvula de controle 10 pode também ser armazenada no módulo de dados 58. Além do mais, nesses casos em que a

temperatura do fluido escoando através da passagem de fluxo é relativamente constante, o valor da temperatura relativamente constante pode ser igualmente armazenado, eliminando-se assim a necessidade de um sensor de temperatura.

[0025] As portas de comunicação 46, 48, 50, 52, 54 são acopladas comunicativamente aos sensores de pressão 36, 38, ao sensor de temperatura 40, ao posicionador inteligente 30 e ao sistema de controle 13, respectivamente. Embora portas de comunicação individuais estejam descritas como dedicadas para comunicações com dispositivos específicos, configurações de comunicação alternativas, incluindo compartilhamento de portas de comunicação por múltiplos dispositivo em comunicação com o módulo de medição de fluxo 34, são também consideradas dentro do escopo da invenção. Além do mais, configurações de memória alternativas para armazenar software operacional e os diferentes tipos de dados são também considerados dentro do escopo da invenção.

[0026] Uma porta de interface 60 é acoplada comunicativamente ao controlador 42. A porta de interface 60 pode ser usada para realizar um descarregamento de software dos coeficientes de dimensionamento da válvula, posições do elemento de estrangulamento, equações do coeficiente de fluxo, dados de gravidade específica e/ou valores de temperatura de fluido relativamente constantes no módulo de dados 58. Em uma modalidade alternativa, o descarregamento do software pode ser feito pelo sistema de controle 13 via a porta de comunicação 54. Em uma outra modalidade, os dados necessários podem ser introduzidos no módulo de medição de fluxo 34 manualmente por um usuário via uma interface de usuário local ou remota. Também em uma outra modalidade, diferentes conjuntos de coeficientes de dimensionamento da válvula ou equações de coeficientes de fluxo associados com diferentes posições do elemento de estrangulamento para inúmeros diferentes conjuntos de válvula de controle podem ser pré-armazenados na memória 44. O usuário pode então selecionar o conjunto apropriado de coeficientes de dimensionamento da válvula ou pré-armazenados ou equação de coeficiente de fluxo para uso com o tipo de conjunto da válvula de controle que está sendo usado. Similarmente, as gravidades específicas para inúmeros tipos diferentes de fluidos

podem também ser pré-armazenadas na memória 44. O usuário é então provido com a opção de entrar com o tipo de fluido escoando através do conjunto da válvula de controle, e a gravidade específica apropriada é automaticamente selecionada para uso pelo módulo de medição de fluxo 34.

[0027] O módulo de medição de fluxo 34 em geral aceita o sinal de pressão à montante P_1 , o sinal de pressão à jusante P_2 , o sinal de temperatura T e o sinal de realimentação de posição proveniente do posicionador inteligente 30 como entrada e gera em resposta um sinal de vazão representativo da vazão do fluido escoando através do conjunto da válvula de controle 10 como uma saída. O sinal de vazão é tipicamente encaminhado ao sistema de controle 13. Conforme é bem conhecido na tecnologia, os coeficientes de dimensionamento da válvula são tipicamente determinados experimentalmente para cada tipo e tamanho de válvula de controle. A relação entre a posição do elemento de estrangulamento dentro da passagem de fluxo para um coeficiente de dimensionamento da válvula pode em geral ser representada por uma curva. Um exemplo de uma curva como essa está mostrado na figura 4. Por exemplo, quando o elemento de estrangulamento estiver em uma posição POS_1 , o coeficiente de dimensionamento da válvula é C_1 . O módulo de medição de fluxo 34 armazena os coeficientes de dimensionamento da válvula associados com uma pluralidade de diferentes posições do elemento de estrangulamento para o tipo e tamanho da válvula de controle particular que está sendo usada dentro de sua memória 44. Tais dados podem ser armazenados em um formato tabular. Dependendo das exigências específicas da aplicação, o número de associações de posições do elemento de estrangulamento com o coeficiente de dimensionamento da válvula armazenado ou introduzido no módulo de medição de fluxo 34 pode variar. A gravidade específica do fluido escoando através do conjunto da válvula de controle 10 e a temperatura do fluido, em casos em que a temperatura de fluido é relativamente constante, pode também ser introduzida e armazenada na memória 44. Em uma modalidade alternativa, uma equação representativa da relação entre as posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de dimensionamento da válvula pode ser derivada. Um módulo de software pode ser

programado para realizar as operações associadas com uma equação derivada como essa. Em outras palavras, o módulo de software poderia aceitar uma posição do elemento de estrangulamento como uma entrada e determinar um coeficiente de dimensionamento da válvula associado usando a equação derivada.

[0028] Conforme mencionado anteriormente, o sinal de realimentação de posição é representativo da posição do elemento de estrangulamento detectada dentro da passagem de fluxo. O módulo de medição de fluxo 34 essencialmente usa os dados de posição do elemento de estrangulamento recebidos para determinar o(s) coeficiente(s) de dimensionamento da válvula associado(s). Em casos em que o fluido escoando através do conjunto da válvula de controle 10 é um líquido, o coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido, C_v , associado com a posição do elemento de estrangulamento detectada é tipicamente determinado.

[0029] Quando o fluido escoando através do conjunto da válvula de controle 10 for um gás, dois tipos de coeficientes de dimensionamento da válvula são geralmente necessários para determinar a vazão do gás através da passagem de fluxo, um coeficiente de dimensionamento da válvula para gás C_g e um coeficiente de recuperação da válvula C_1 . Em casos em que o coeficiente de recuperação da válvula C_1 associado com um caracterizado pelo fato de que é relativamente constante em uma ampla faixa de posições do elemento de estrangulamento, o valor do coeficiente de recuperação da válvula relativamente constante C_1 é tipicamente armazenado na memória e o módulo de medição de fluxo 34 determina um coeficiente de dimensionamento da válvula para gás, C_g , associado com a posição do elemento de estrangulamento detectada.

[0030] Em casos em que o coeficiente de recuperação da válvula C_1 varia com a posição do elemento de estrangulamento, valores dos coeficientes de recuperação da válvula C_1 associados com diferentes posições do elemento de estrangulamento podem ser armazenados na memória. Em uma outra modalidade, um módulo de software, programado para realizar operações associadas com uma equação representativa da relação entre diferentes posições do elemento de estrangulamento e coeficientes de recuperação da válvula C_1 podem ser usados para derivar o

coeficiente de recuperação da válvula C_1 associado com a posição do elemento de estrangulamento detectada. De qualquer maneira, mediante recebimento de uma posição do elemento de estrangulamento detectada, o módulo de medição de fluxo 34 determina um coeficiente de dimensionamento da válvula para gás associado C_g e um coeficiente de recuperação da válvula associado C_1 .

[0031] Deve-se notar que, para um fluido particular, o coeficiente de recuperação da válvula C_1 é tipicamente determinado dividindo o coeficiente de dimensionamento da válvula para gás C_g pelo coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido C_v . Portanto, em uma modalidade alternativa, tanto os coeficientes de dimensionamento da válvula para líquido C_v como os coeficientes de dimensionamento da válvula para gás C_g podem ser introduzidos para o gás escoando em um conjunto da válvula de controle particular 10. O módulo de medição de fluxo 34 pode determinar o coeficiente de recuperação da válvula C_1 para uma posição do elemento de estrangulamento particular dividindo o coeficiente de dimensionamento da válvula para gás particular C_g pelo coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido associado C_v . Em uma outra modalidade, um módulo de software pode ser programado de acordo com equações representativas das relações entre a posição do elemento de estrangulamento e o coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido C_v e entre a posição do elemento de estrangulamento e o coeficiente de fluxo da válvula para gás C_g . O módulo de medição de fluxo poderia então usar o módulo de software programado para determinar o coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido C_v e o coeficiente de dimensionamento da válvula para gás C_g associado com uma posição do elemento de estrangulamento detectada.

[0032] Referindo-se à figura 5, está descrito um método de medição da vazão de um fluido através de uma tubulação regulada por um conjunto da válvula de controle 10 usando o módulo de medição de fluxo 34. Um módulo de medição de fluxo 34 é selecionado na etapa 62 e é acoplado comunicativamente ao posicionador inteligente 30 via a porta de comunicação 52 na etapa 64. O elo de comunicação entre o posicionador inteligente 30 e o módulo de medição de fluxo 34 pode ser

estabelecido durante operações de processo normais. Além do mais, as comunicações entre o módulo de medição de fluxo 34 e o sistema de controle 13 podem ser roteadas via o posicionador inteligente 30. Em uma modalidade alternativa, um elo de comunicação direta é criado entre o módulo de medição de fluxo 34 e o sistema de controle 13.

[0033] Uma pluralidade de posições do elemento de estrangulamento é introduzida e armazenada na memória 44 do módulo de medição de fluxo 34 na etapa 66. O número de posições do elemento de estrangulamento introduzidas para armazenamento depende do nível de precisão da medição de fluxo exigida, e pode variar de aplicação para aplicação. Na etapa 68, uma pluralidade de coeficientes de dimensionamento da válvula é introduzida e armazenada na memória 44, de maneira tal que cada posição do elemento de estrangulamento seja associada com pelo menos um coeficiente de dimensionamento da válvula. Por exemplo, em casos em que o fluido que está sendo medido é um líquido, um coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido é introduzido para cada posição do elemento de estrangulamento. Em casos em que o fluido que está sendo medido é um gás e o coeficiente de recuperação da válvula C_i é relativamente constante, o valor do coeficiente de recuperação da válvula relativamente constante C_i e os valores para os coeficientes de dimensionamento da válvula para gás C_g associados com cada posição do elemento de estrangulamento são introduzidos. Em casos em que o coeficiente de recuperação da válvula C_i varia com a posição do elemento de estrangulamento, um valor para o coeficiente de recuperação da válvula C_i e para um coeficiente de dimensionamento da válvula para gás C_g são introduzidos para cada posição de estrangulamento. Ainda em uma outra modalidade, valores para coeficientes de dimensionamento da válvula para gás C_g e coeficientes de dimensionamento da válvula para líquido C_v associados com as posições do elemento de estrangulamento para um tipo particular de conjunto da válvula são introduzidos e o valor do coeficiente de recuperação da válvula C_i associado com uma posição do elemento de estrangulamento detectada derivado.

[0034] Em uma modalidade, os coeficientes de dimensionamento da válvula

associados com cada uma das posições do elemento de estrangulamento são introduzidos na memória do módulo de medição de fluxo 44 via um descarregamento do software. O descarregamento do software pode ser feito via a porta de interface 60 ou pode ser feita pelo sistema de controle 13 via a porta de comunicação 54. As posições do elemento de estrangulamento podem também ser introduzidas na memória do módulo de medição de fluxo 44 via um descarregamento do software. Em uma outra modalidade, as posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de dimensionamento da válvula associados podem ser introduzidas individualmente por um usuário via uma interface de usuário local ou remota acoplada comunicativamente ao módulo de medição de fluxo 34 via a porta de interface 60.

[0035] Também em uma outra modalidade, diferentes conjuntos de coeficientes de dimensionamento da válvula associados com uma pluralidade de posições do elemento de estrangulamento podem ser pré-armazenados no módulo de medição de fluxo 44 para diferentes tipos e tamanhos de conjuntos de válvula de controle. Nesta modalidade, o usuário tem a opção de entrar com o tipo e tamanho do conjunto da válvula de controle desejado, e o módulo de medição de fluxo 34 seleciona automaticamente o conjunto correto dos coeficientes de dimensionamento da válvula.

[0036] Em uma modalidade alternativa, equações representativas das relações entre (i) diferentes posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de dimensionamento da válvula para líquido (C_v), (ii) diferentes posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de dimensionamento da válvula para gás C_g , e/ou (iii) diferentes posições do elemento de estrangulamento e os coeficientes de recuperação da válvula C_l para um tipo particular de conjunto da válvula podem ser derivados. Dependendo das características do fluido e das características de escoamento de uma aplicação de medição de fluxo particular, as equações exigidas são programadas em módulos de software no módulo de medição de fluxo 34. Assim, o módulo de medição de fluxo 34 é provido com a capacidade de determinar os coeficientes de dimensionamento da válvula necessários com base nas posições

do elemento de estrangulamento detectadas.

[0037] A gravidade específica do fluido a ser medida é também introduzida no módulo de medição de fluxo 34 na etapa 70. Em uma modalidade alternativa, as gravidades específicas de diversos fluidos diferentes podem ser pré-armazenadas no módulo de medição de fluxo 34, de maneira tal que o usuário simplesmente tenha que seleccionar o fluido apropriado, e o módulo de medição de fluxo 34 automaticamente seleciona a gravidade específica.

[0038] O módulo de medição de fluxo 34 solicita e recebe o sinal de realimentação de posição representativo da posição aproximada proveniente do elemento de estrangulamento 24 dentro da passagem de fluxo do posicionador inteligente 30 via a porta de comunicação 52 na etapa 72. Na etapa 74, o sinal de pressão à montante P_1 , representativo da pressão detectada à montante do elemento de estrangulamento 24 é recebida pelo módulo de medição de fluxo 34 via a porta de comunicação 46. Na etapa 76, o sinal de pressão à jusante P_2 , representativo da pressão detectada à jusante do elemento de estrangulamento 24 é recebida via a porta de comunicação 48. O sinal de temperatura T , representativo da temperatura do fluido escoando através do conjunto da válvula de controle 10, é recebido pelo módulo de medição de fluxo 34 via a porta de comunicação 50, na etapa 78. Nos casos em que a temperatura do fluido escoando através da passagem de fluxo é relativamente constante, o valor da temperatura do fluido relativamente constante pode ser armazenado na memória e recuperado de acordo com a necessidade para aplicações de medição de fluxo particulares.

[0039] Na etapa 80, com base nos dados de posição do elemento de estrangulamento recebidos via o sinal de realimentação de posição, o controlador 42 determina o(s) coeficiente(s) de dimensionamento da válvula apropriado(s). Por exemplo, no caso em que o fluido que está sendo medido é um líquido, o coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido C_v associado com a posição do elemento de estrangulamento a ser recuperada. Em casos em que o fluido que está sendo medido é um gás, dependendo das características da aplicação de medição de fluxo, um ou mais coeficientes de dimensionamento da válvula para líquido C_v , o

coeficiente de dimensionamento da válvula para gás C_g e/ou o coeficiente de recuperação da válvula C_i associados com a posição do elemento de estrangulamento detectada são determinados.

[0040] Na etapa 82, o módulo de medição de fluxo determina a vazão do fluido escoando através da tubulação com base na pressão à montante detectada P_1 , pressão à jusante detectada P_2 , a temperatura do fluido T e o(s) coeficiente(s) de dimensionamento da válvula determinado(s). Deve-se notar que a temperatura do fluido T somente é necessária para determinar a vazão se o fluido que está sendo medido for um gás. Mais especificamente, se o fluido que está sendo medido for um líquido, o módulo de medição de fluxo 34 calcular a vazão Q de acordo com a equação de dimensionamento de líquido da maneira indicada a seguir.

$$Q = C_v \sqrt{(P_1 - P_2) / G}$$

onde

Q é a vazão do líquido,

C_v é o coeficiente de dimensionamento da válvula para líquido associado com a posição detectada do elemento de estrangulamento,

P_1 é a pressão à montante detectada,

P_2 é a pressão à jusante detectada, e

G é a gravidade específica do líquido.

[0041] Se o fluido que está sendo medido for um gás, o módulo de medição de fluxo 34 calcula a vazão Q de acordo com a equação de dimensionamento de gás indicada a seguir.

$$Q = \sqrt{\frac{520}{GT}} C_g P_1 S I N \left[\left(\frac{3417}{C_i} \right) \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}} \right] \text{Gaus}$$

onde

Q é a vazão do gás,

C_g é o coeficiente de dimensionamento da válvula para gás associado com a posição detectada do elemento de estrangulamento,

C_i é o coeficiente de recuperação da válvula associado com a posição detectada do elemento de estrangulamento,

G é a gravidade específica do gás,

T é a temperatura do fluido,

P_1 é a pressão à montante detectada, e

P_2 é a pressão à jusante detectada.

[0042] Uma vez que o módulo de medição de fluxo 34 tenha determinado a vazão do fluido escoando através da passagem de fluxo dentro do conjunto da válvula de controle 10, o módulo de medição de fluxo 34 gera um sinal de vazão representativo da vazão determinada. O sinal da vazão pode ser encaminhado ao sistema de controle 13 caso desejado.

[0043] Em uma modalidade alternativa, um módulo de medição de fluxo pode ser adaptado para operar em conjunção com um conjunto da válvula de controle que inclui um posicionador analógico. O sistema de controle geralmente monitora as operações do processo e emite pontos de ajuste de posição ao conjunto da válvula de controle para posicionar devidamente um elemento de estrangulamento dentro de uma passagem de fluxo para controlar a vazão de um fluido através de uma tubulação. O módulo de medição de fluxo é acoplado comunicativamente ao sistema de controle para também receber os dados de pontos de ajuste de posição emitidos pelo sistema de controle. O módulo de medição de fluxo usa os dados de ponto de ajuste de posição recebidos para determinar uma posição aproximada do elemento de estrangulamento, dentro da passagem de fluxo. A posição aproximada do elemento de estrangulamento é então usada para determinar os coeficientes de dimensionamento da válvula associados e derivar a vazão da maneira previamente descrita.

[0044] Deve-se notar que, embora métodos de determinação de vazões de acordo com a equação de dimensionamento de líquido e uma equação de dimensionamento de gás tenham sido descritos, o uso de formas alternativas de equações de dimensionamento, tais como para vapor, as derivadas de diferentes empresas, as derivadas com base em diferentes padrões de indústria, que fica aparentes aos especialistas, são também consideradas dentro do escopo da invenção. Além do mais, módulos de medição de fluxo adaptados para operar com

coeficientes de dimensionamento da válvula que exigem correlações com base em fatores, tais como viscosidade, centelhamento e cavitação, etc., são também considerados dentro do escopo da invenção.

[0045] Ainda outras modificações e modalidades alternativas da invenção ficarão aparentes aos especialistas na tecnologia em vista da descrição apresentada. A descrição deve ser tida apenas como ilustrativa, e tem como objetivo ensinar aos especialistas na tecnologia a melhor maneira de realizar a invenção. Os detalhes da estrutura e método podem variar substancialmente sem fugir do espírito da invenção, e o uso exclusivo de todas as modificações que se enquadrem no escopo das reivindicações anexas é reservado.

REIVINDICAÇÕES

1. Módulo de medição de fluxo (34) adaptado para operar conjuntamente com um conjunto da válvula de controle existente (10) tendo um sistema de controle associado (13), o conjunto da válvula de controle (10) incluindo um conjunto de válvula que inclui um elemento de estrangulamento (24) móvel dentro da passagem de fluxo e um posicionador inteligente (30) adaptado para detectar a posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) dentro da passagem de fluxo e gerar em resposta um sinal de realimentação de posição representativo, o sistema de controle (13) sendo comunicativamente conectado ao posicionador inteligente (30) para entregar um sinal de ponte de ajuste de posição ao posicionador inteligente (30) e receber o sinal de realimentação de posição do posicionador inteligente (30), o módulo de medição de fluxo (34) caracterizado pelo fato de que compreende:

uma primeira porta de comunicação (46) adaptada para receber um sinal de pressão à montante representativo de uma pressão detectada à montante do elemento de estrangulamento (24);

uma segunda porta de comunicação (48) adaptada para receber um sinal de pressão à jusante representativo de uma pressão detectada à jusante do elemento de estrangulamento (24);

uma terceira porta de comunicação (52) adaptada para receber o sinal de realimentação de posição representativo da posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) dentro da passagem de fluxo sem romper o fluxo de fluido através da passagem de fluxo; e

um controlador (42) acoplado comunicativamente à primeira, segunda e terceira portas de comunicação (46, 48, 52), o controlador (42) configurado para:

determinar um coeficiente de dimensionamento da válvula com base no sinal de realimentação de posição recebido; e

determinar a vazão do fluido escoando através da passagem de fluxo com base no coeficiente de dimensionamento de válvula determinado, no sinal de pressão à montante recebido e no sinal de pressão à jusante recebido.

2. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente uma memória (44) acoplada comunicativamente ao controlador (42), a memória (44) sendo adaptada para armazenar uma pluralidade de diferentes posições do elemento de estrangulamento e uma pluralidade de coeficientes de dimensionamento de válvula, onde cada posição do elemento de estrangulamento armazenada é associada com pelo menos um coeficiente de dimensionamento da válvula.

3. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a memória (44) é adaptada para receber a pluralidade de coeficientes de dimensionamento de válvula associados com cada uma de uma pluralidade de posições do elemento de estrangulamento via um descarregamento de software.

4. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a memória (44) é adaptada para receber a pluralidade de coeficientes de dimensionamento de válvula associados com cada uma da pluralidade de posições do elemento de estrangulamento introduzidas individualmente por um usuário via uma interface de usuário.

5. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a memória (44) é adaptada para armazenar um primeiro conjunto de coeficientes de dimensionamento de válvula selecionáveis para uso com uma primeira válvula de controle e um segundo conjunto de coeficientes de dimensionamento de válvula selecionáveis para uso com uma segunda válvula de controle.

6. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para recuperar da memória (44) o coeficiente de dimensionamento da válvula associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento como indicada pelo sinal de realimentação de posição.

7. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para determinar o

coeficiente de dimensionamento da válvula associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento de acordo com uma equação representativa de uma relação entre uma posição do elemento de estrangulamento (24) e um coeficiente de dimensionamento da válvula associado.

8. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente um primeiro sensor de pressão (36) adaptado para detectar a pressão à montante do elemento de estrangulamento (24) e gerar em resposta o sinal de pressão à montante.

9. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente um segundo sensor de pressão (38) adaptado para detectar a pressão à jusante do elemento de estrangulamento e gerar em resposta o sinal de pressão à jusante.

10. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a terceira porta de comunicação (52) é adaptada para ser acoplada comunicativamente ao posicionador inteligente (30) para receber o sinal de realimentação de posição.

11. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui a terceira porta de comunicação (52) é adaptada para ser acoplada comunicativamente ao sistema de controle (13) para receber o sinal de realimentação de posição.

12. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente uma memória (44), a memória (44) sendo adaptada para armazenar uma gravidade específica do fluido escoando através da passagem de fluxo.

13. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido com base no sinal de realimentação de posição recebido.

14. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o controlador é configurado para emitir um sinal de

vazão representativo da vazão Q de um fluido escoando através da passagem de fluxo de acordo com

$$Q = C_v \sqrt{(P_1 - P_2) / G}$$

onde

Q é a vazão do líquido,

C_v é o coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento,

P_1 é a pressão à montante detectada,

P_2 é a pressão à jusante detectada, e

G é a gravidade específica do fluido líquido.

15. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma quarta porta de comunicação (50) adaptada para receber um sinal de temperatura representativo de uma temperatura detectada do fluido escoando através da passagem de fluxo.

16. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente um sensor de temperatura (40) adaptado para detectar a temperatura do fluido à montante do elemento de estrangulamento (24) e gerar em resposta o sinal de temperatura.

17. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente uma memória (44), a memória (44) sendo adaptada para armazenar uma temperatura do fluido.

18. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula para gás com base no sinal de realimentação de posição recebido.

19. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido com base no sinal de realimentação de posição recebido e gerar um coeficiente de recuperação de válvula com base no coeficiente de dimensionamento de válvula para gás determinado e no

coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido determinado.

20. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para determinar um coeficiente de dimensionamento de gás e um coeficiente de recuperação de válvula com base no sinal de realimentação de posição recebido.

21. Módulo de medição de fluxo (34) de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o controlador (42) é configurado para emitir um sinal de vazão representativo da vazão Q de um fluido de gás escoando através da passagem de fluxo de acordo com:

$$Q = \sqrt{\frac{520}{GT}} C_g P_1 \text{SIN} \left[\left(\frac{3417}{C_1} \right) \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}} \right] \text{Graus}$$

onde

Q é a vazão do gás,

C_g é o coeficiente de dimensionamento da válvula para gás associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento,

C_1 é o coeficiente de recuperação da válvula associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento,

G é uma gravidade específica do gás,

T é uma temperatura do fluido escoando através da passagem de fluxo,

P_1 é a pressão à montante detectada, e

P_2 é a pressão à jusante detectada.

22. Método de medição da vazão de um fluido através de uma passagem de fluxo regulada por um conjunto da válvula de controle existente (10) possuindo um sistema de controle associado (13), o conjunto da válvula de controle (10) incluindo um conjunto da válvula que inclui um elemento de estrangulamento (24) móvel dentro da passagem de fluxo e um posicionador inteligente (30) adaptado para detectar a posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) dentro da passagem de fluxo e gerar em resposta um sinal de realimentação de posição representativo, o sistema de controle (13) sendo comunicativamente acoplado ao posicionador inteligente (30) para entregar um sinal de ponto de ajuste de posição

ao posicionador inteligente (30) e receber o sinal de realimentação de posição a partir do posicionador inteligente (30), o método caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

prover um módulo de medição de fluxo (34) que inclui um controlador (42) acoplado comunicativamente a uma memória (44) e a primeira, segunda e terceira portas de comunicação (52, 46, 48);

acoplar comunicativamente o módulo de medição de fluxo (34) ao posicionador inteligente (30) via a primeira porta de comunicação (52) sem romper um fluxo de fluido através da passagem de fluido;

receber o sinal de realimentação de posição representativo da posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) dentro da passagem de fluxo via a primeira porta de comunicação (52);

receber um sinal de pressão à montante representativo da pressão detectada à montante do elemento de estrangulamento (24) via a segunda porta de comunicação (46);

receber um sinal de pressão à jusante representativo da pressão detectada à jusante do elemento de estrangulamento (24) via a terceira porta de comunicação (48);

determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula com base na posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) como indicada pelo sinal de realimentação de posição recebido; e

determinar uma vazão do fluido escoando através da passagem de fluxo com base na pressão à montante detectada, na pressão à jusante detectada e no coeficiente de dimensionamento de válvula determinado.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de armazenar uma pluralidade de posições do elemento de estrangulamento em uma memória (44) acoplada comunicativamente ao controlador (42) e armazenar uma pluralidade de coeficientes de dimensionamento de válvula na memória, onde cada posição do elemento de estrangulamento armazenada é associada com pelo menos um coeficiente de

dimensionamento de válvula.

24. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula inclui adicionalmente a etapa de recuperar da memória (44) o coeficiente de dimensionamento de válvula associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) como indicada pelo sinal de realimentação de posição.

25. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de receber a pluralidade de coeficientes de dimensionamento de válvula associados com cada uma da pluralidade de posições do elemento de estrangulamento via um descarregamento do software.

26. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que compreende a etapa de receber a pluralidade de coeficientes de dimensionamento de válvula associados com cada uma da pluralidade de posições do elemento de estrangulamento como introduzida individualmente por um usuário via uma interface de usuário.

27. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de armazenar um primeiro conjunto de coeficientes de dimensionamento de válvula selecionáveis para uso com uma primeira válvula de controle e armazenar um segundo conjunto de coeficientes de dimensionamento de válvula selecionáveis para uso com uma segunda válvula de controle.

28. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de selecionar o primeiro conjunto armazenado de coeficientes de dimensionamento de válvula selecionáveis se uma primeira válvula de controle for usada para regular o fluxo de fluido na passagem de fluxo.

29. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula inclui adicionalmente a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) de

acordo com uma equação representativa da relação entre uma posição do elemento de estrangulamento e um coeficiente de dimensionamento de válvula associado.

30. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente a etapa de acoplar comunicativamente o módulo de medição de fluxo (34) ao sistema de controle (13) sem interromper o fluxo de fluido através da passagem de fluxo.

31. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente a etapa de armazenar uma gravidade específica de um fluido escoando através da passagem de fluxo em uma memória (44), a memória (44) sendo acoplada comunicativamente ao controlador (42).

32. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula compreende adicionalmente determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido com base na posição aproximada do elemento de estrangulamento (24) como indicada pelo sinal de realimentação de posição recebido.

33. Método de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar a vazão do fluido através da passagem de fluxo compreende adicionalmente determinar a vazão Q de um fluido líquido de acordo com:

$$Q = C_v \sqrt{(P_1 - P_2) / G}$$

onde

Q é a vazão do líquido,

C_v é o coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento,

P₁ é a pressão à montante detectada,

P₂ é a pressão à jusante detectada, e

G é uma gravidade específica do líquido.

34. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de receber um sinal de temperatura

representativo de uma temperatura detectada do fluido escoando através da passagem de fluxo via uma quarta porta de comunicação (50), a quarta porta de comunicação (50) sendo acoplada comunicativamente ao controlador (42).

35. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de armazenar a temperatura aproximada do fluido escoando através da passagem de fluxo em uma memória (44), a memória (44) sendo acoplada comunicativamente ao controlador (42).

36. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula inclui adicionalmente determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula para gás com base na posição aproximada do elemento de estrangulamento como indicada pelo sinal de realimentação de posição recebido.

37. Método de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula compreende adicionalmente as etapas de:

determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido com base na posição aproximada do elemento de estrangulamento como indicada pelo sinal de realimentação de posição recebido; e

gerar um coeficiente de recuperação de válvula com base no coeficiente de dimensionamento de válvula para gás determinado e no coeficiente de dimensionamento de válvula para líquido determinado.

38. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar o coeficiente de dimensionamento de válvula inclui adicionalmente determinar um coeficiente de dimensionamento de válvula para gás e um coeficiente de recuperação de válvula com base na posição aproximada do elemento de estrangulamento como indicada pelo sinal de realimentação de posição recebido.

39. Método de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar a vazão do fluido através da passagem de fluxo compreende adicionalmente determinar a vazão Q de um fluido gás escoando

através da passagem de fluxo de acordo com

$$Q = \sqrt{\frac{520}{GT}} C_s P_1 \text{SIN} \left[\left(\frac{3417}{C_1} \right) \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}} \right] \text{Graus}$$

onde

Q é a vazão do gás,

C_g é o coeficiente de dimensionamento da válvula para gás associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento,

C_1 é o coeficiente de recuperação da válvula associado com a posição aproximada do elemento de estrangulamento,

G é uma gravidade específica do gás,

T é a temperatura do fluido escoando através da passagem de fluxo,

P_1 é a pressão à montante detectada, e

P_2 é a pressão à jusante detectada.

40. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente a etapa de armazenar a vazão determinada em uma memória de módulo de medição de fluxo (44).

41. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente a etapa de exibir a vazão determinada em uma unidade de exibição do módulo de medição de fluxo.

42. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que inclui adicionalmente as etapas de acoplar comunicativamente o módulo de medição de fluxo (34) a um dispositivo do sistema de controle de processo e comunicar a vazão determinada ao dispositivo do sistema de controle de processo.

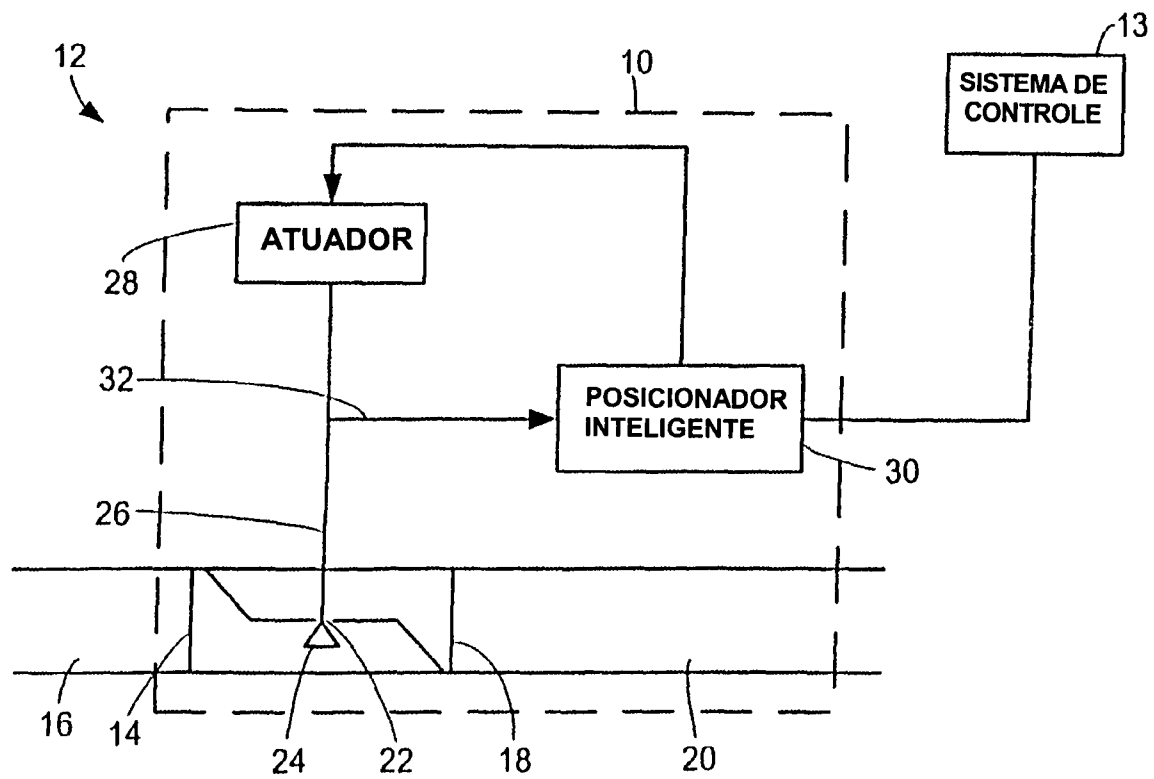


FIG. 1

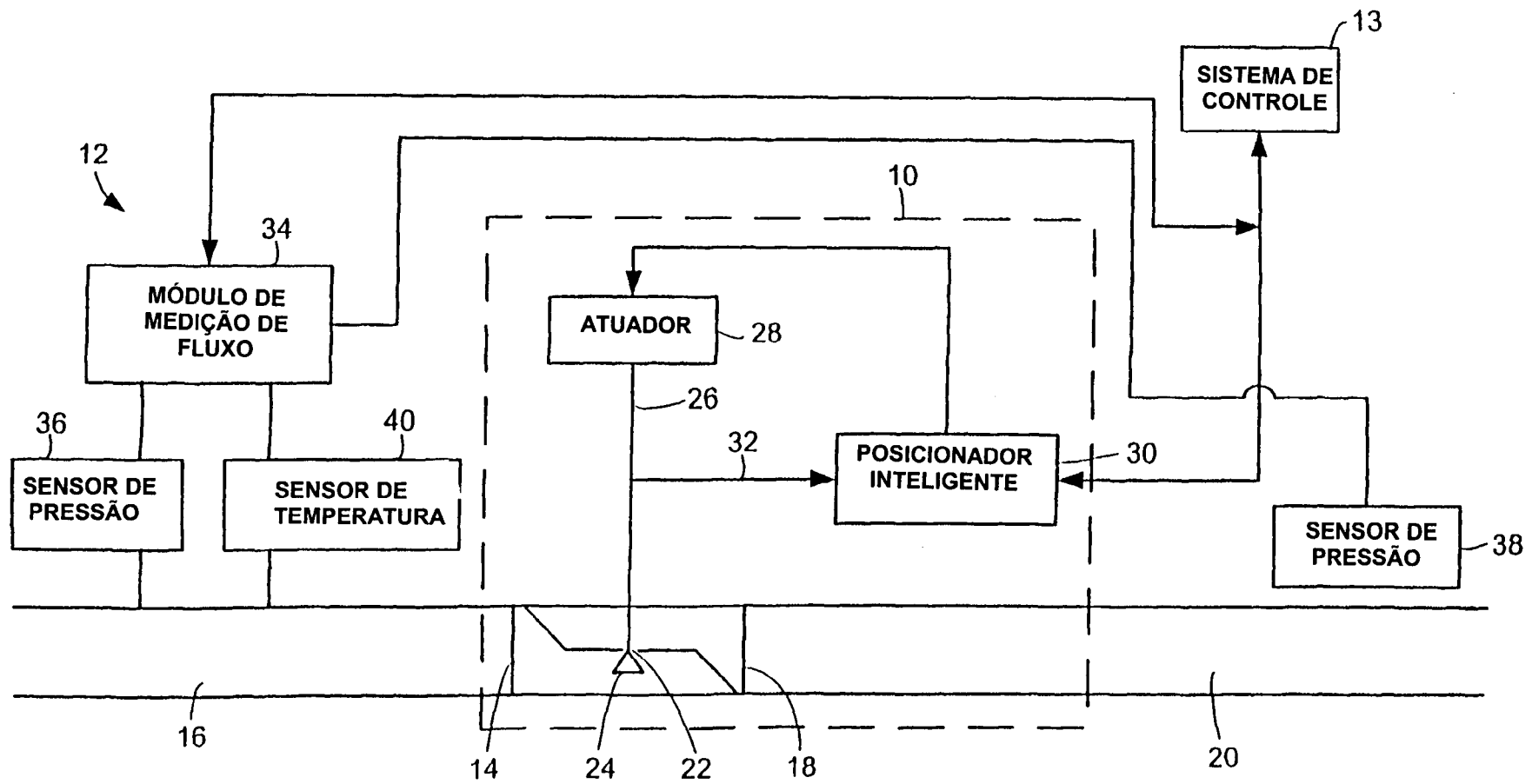


FIG. 2

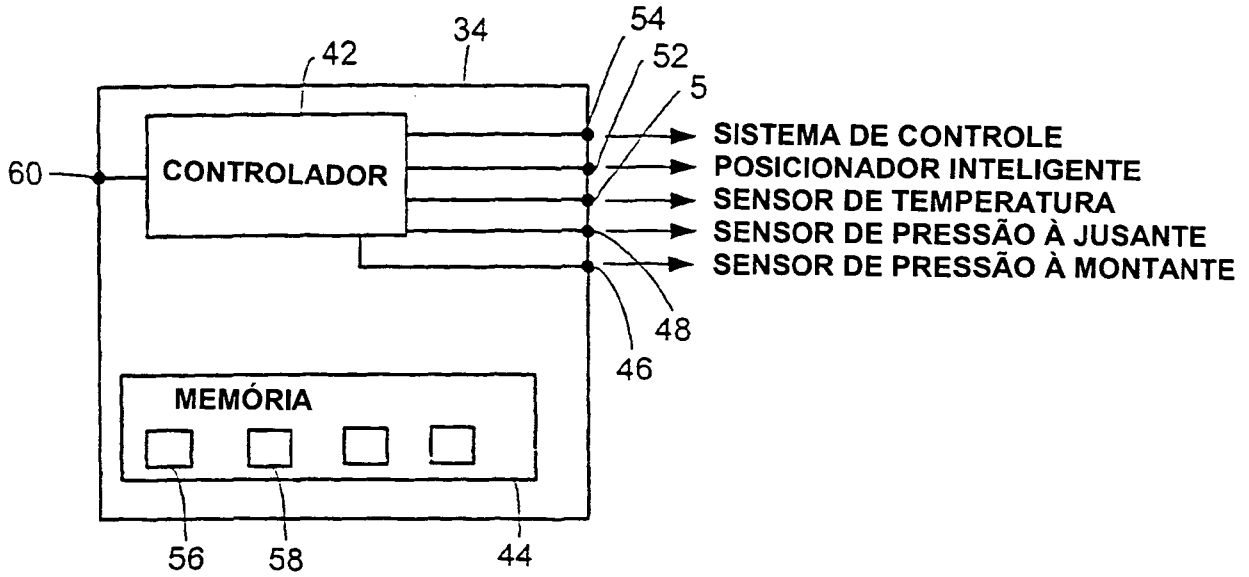


FIG. 3

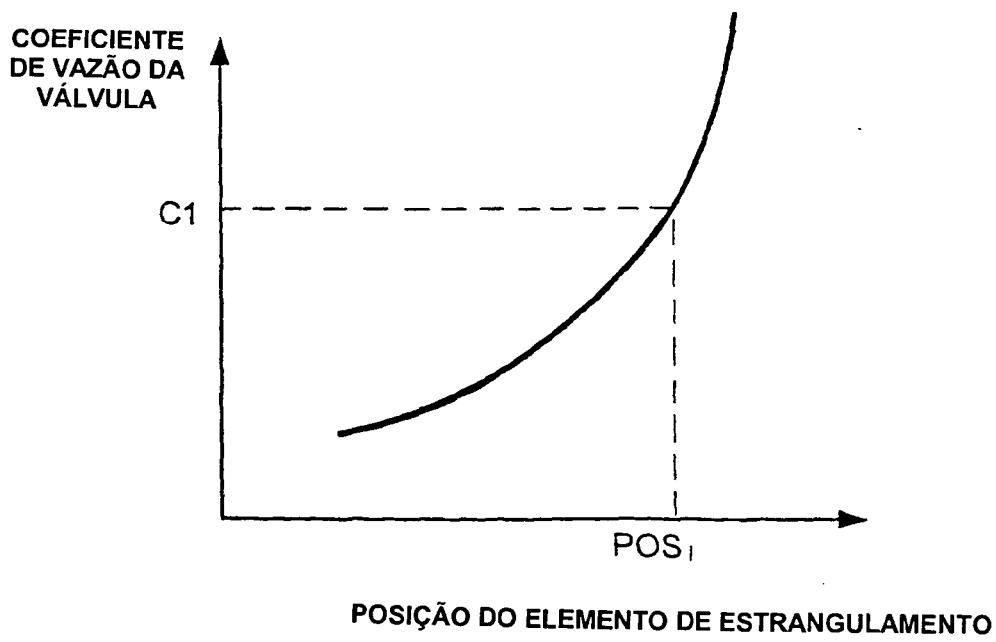


FIG. 4

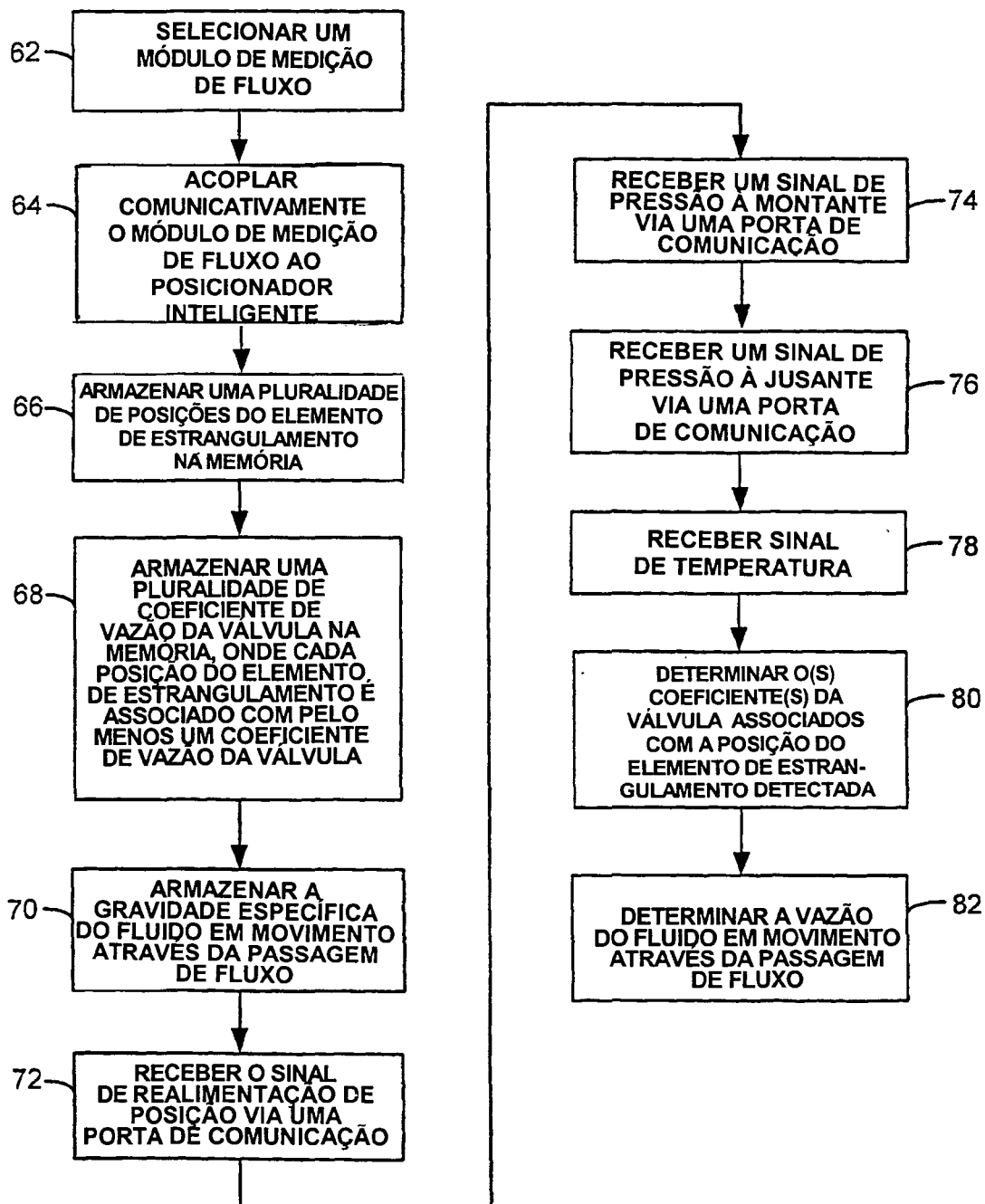


FIG. 5