



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

(11) PI 0621236-0 B1

(22) Data do Depósito: 08/12/2006

(45) Data de Concessão: 15/05/2018



(54) Título: "PROCESSO PARA DETERMINAR A QUANTIDADE DE FLUIDO DESPENDIDA PARA OPERAR UM DISPOSITIVO DE CONTROLE DE PROCESSO E SISTEMA PARA MEDIR A QUANTIDADE DE UM FLUIDO DE SUPRIMENTO DESPENDIDA NO CONTROLE DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSO"

(51) Int.Cl.: G01F 1/00; G01M 3/26

(30) Prioridade Unionista: 20/01/2006 US 11/336,558

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

(72) Inventor(es): MICHEL KEN LOVELL; CARTER B. CARTWRIGHT

“PROCESSO PARA DETERMINAR A QUANTIDADE DE FLUIDO DESPENDIDA PARA OPERAR UM DISPOSITIVO DE CONTROLE DE PROCESSO E SISTEMA PARA MEDIR A QUANTIDADE DE UM FLUIDO DE SUPRIMENTO DESPENDIDA NO CONTROLE DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] Esta invenção refere-se, em geral, à medição de consumo de fluido por equipamento de controle de processo e, mais particularmente, à determinação da quantidade de um fluido de suprimento gasto por instrumentos de processo particulares dentro de um sistema de controle, ou por um circuito de controle de processo completo.

FUNDAMENTOS

[0002] Sistemas de controle de processo usam tipicamente um fluido de suprimento tal como ar comprimido ou gás para operar componentes pneumáticos de controle de processo dentro do sistema de controle de processo. Sistemas de controle de processo operando em localidades remotas são também conhecidos por usar meios de processo para operar componentes tais como instrumentos pneumáticos e dispositivos pneumáticos tais como atuadores de válvula de retenção. Fluido de suprimento pneumático é consumido durante a operação (isto é uma porção do gás de suprimento é descarregado durante a operação e não capturada ou reciclada). Dependendo do processo que está sendo controlado, esta despesa com gases de suprimento pode ser problemática e cara em determinados casos. Por exemplo, na indústria do gás natural, alguns instrumentos pneumáticos operam usando gás natural como uma fonte pneumática de suprimento. Assim, a perda de fluidos de valor elevado como gás natural pode prover motivação econômica significativa aos operadores para detectar e medir exatamente o vazamento e, sempre que possível; limitar o consumo ou a sangria do gás natural: O impacto ambiental do vazamento do gás natural e as potenciais penalidades reguladoras por exceder limites em níveis de consumo ou emissão do gás natural criam incentivos adicionais para medir e limitar estas emissões. Adicionalmente, os operadores podem procurar medir a quantidade de gás natural consumido para quantificar

pagamentos pelos direitos minerais ou para facilitar o ajuste do equipamento de controle de processo a fim de otimizar o consumo de fluido durante a operação do instrumento.

[0003] A quantidade total de fluido ou gás de suprimento usada para operar um sistema de controle de processo pode ser dividida em duas categorias distintas: fluido de suprimento necessário para funcionar dispositivos de controle pneumáticos, tais como, uma válvula de retenção, e fluido de suprimento consumido ou gasto para operar o instrumento de controle pneumático. Por exemplo, em um sistema de controle de processo compreendendo uma válvula de retenção e um regulador de nível há uma quantidade de gás de suprimento que é usada para atuar ou mover a válvula de retenção e uma quantidade de gás de suprimento que é consumida durante a operação do regulador de nível para gerar o sinal pneumático para atuar a válvula de retenção. Tipicamente, estes dois valores não são distintamente identificáveis, e, conseqüentemente, o consumo de gás de suprimento do sistema de controle de processo é aproximado. Como tal, os métodos convencionais não fornecem uma estimativa precisa de consumo total de gás de suprimento de um dispositivo particular no sistema.

[0004] Um método convencional de medir o consumo de gás de suprimento dentro de um sistema de controle de processo é direcionar o gás descarregado de um instrumento pneumático através de um medidor de fluxo. Esta técnica de medição de fluxo tradicional pode ser muito imprecisa quando o fluxo descarregado é intermitente ou esporádico porque a largura de banda ou tempo de resposta do medidor de fluxo convencional é demasiado lento para registrar os desvios no fluxo. Adicionalmente, o gás descarregado inclui a quantidade de fluido de suprimento gasto pelo instrumento pneumático e a quantidade de fluido de suprimento usado para operar a válvula, tornando a discriminação individual entre estas duas quantidades muito difícil. Seria, por conseguinte, desejável termos um sistema e método confiável, para medir com precisão o consumo de gás de suprimento de um instrumento particular de controle de processo, ou outro dispositivo, dentro de um sistema de controle de processo.

SUMÁRIO

[0005] É apresentado um sistema e método para medir com precisão o gás de suprimento consumido por um componente de controle de processo particular dentro de um sistema de controle de processo. A precisão realçada da medição é derivada a partir da medição de consumo do componente de controle de processo em um modo de funcionamento normal do sistema de controle de processo. A quantidade de fluido gasta por um componente de controle de processo é separada por um sistema de controle de fluido da quantidade de gás de suprimento gasta para atuar outros componentes de controle de processo. A quantidade de fluido gasta por cada componente pode ser determinada medindo-se a diminuição do fluido dentro de um vaso tendo uma quantidade conhecida que supre independentemente gás de suprimento para cada componente durante sua operação.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DE DIVERSAS VISTAS DO DESENHO

[0006] A Fig. 1 é um diagrama de blocos que ilustra um sistema de controle de processo com um sistema de fonte de fluido primário e secundário para determinar o consumo de fluido durante o funcionamento normal do sistema de controle de processo;

[0007] A Fig. 2 é um diagrama esquemático que ilustra um sistema de controle de processo equipado com um exemplo de outro modo de realização de um sistema de medida de consumo de fluido contemplado pela presente invenção;

[0008] A Fig. 3 é um diagrama esquemático que ilustra um sistema de controle de processo com um modo de realização de um sistema de medida de consumo de fluido contemplado pela presente invenção;

[0009] A Fig. 4 é um fluxograma lógico que descreve as etapas operacionais do sistema de medida de consumo de fluido da Fig. 3 quando usado no teste de consumo de fluido por dispositivos tendo saídas proporcionais, isto é estranguladas;

[0010] A Fig. 5 é um fluxograma lógico que descreve as etapas operacionais do sistema de medida de consumo de fluido da Fig. 3 quando usado no teste de consumo de fluido pelos dispositivos tendo saídas discretas, isto é "ligadas" ou "desligadas"; e

[0011] A Fig. 6 é um fluxograma lógico que descreve as etapas operacionais do sistema de medida de consumo de fluido da Fig. 3 quando usado no teste de consumo total de fluido por um sistema de controle de processo;

[0012] A Fig. 7 é um diagrama esquemático de um sistema de controle de processo que ilustra um exemplo adicional de um sistema de medida de consumo de fluido contemplado pela presente invenção;

[0013] A Fig. 8 é um fluxograma lógico que descreve as etapas operacionais de um sistema de medida de consumo de fluido para determinar o consumo individual de fluido de componentes pneumáticos dentro do sistema de controle de processo mostrado na Fig. 7;

[0014] A Fig. 9 é um diagrama esquemático que ilustra um sistema de controle de processo em combinação com um exemplo de modo de realização de um sistema de medida de consumo de fluido contemplado pela presente invenção; e

[0015] A Fig. 10 é um fluxograma lógico que descreve as etapas operacionais do sistema de medida de consumo de fluido da Fig. 9.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS MODOS DE REALIZAÇÃO PREFERIDOS

[0016] Para finalidades desta invenção, o termo "fluido" é usado aqui para referir os meios gasosos usados para energizar dispositivos ou instrumentos pneumáticos dentro de um sistema de controle. O tipo de fluido provido pelo fonte de fluido controlado pode ser o mesmo que o tipo de fluido provido pelo fonte de fluido normal do instrumento, ou pode ser um fluido diferente. Por exemplo, o fluido provido pelo fonte de fluido controlado pode ser gás natural, nitrogênio, ou ar comprimido, e o fluido provido pelo fonte de fluido do instrumento pode ser o mesmo fluido provido pelo fonte de fluido controlado ou algum outro fluido compatível tal como os três fluidos mencionados acima. Deve ser compreendido por um perito na técnica, que alguém poderia prontamente converter quantidades de consumo de gás para refletir o consumo real durante operações normais quando o fonte de fluido controlado não for o meio do processo, tal como a utilização de ar comprimido ou de nitrogênio para operar componentes pneumáticos ao contrário do gás natural. O usuário precisaria apenas usar fatores de correção de gás conhecidos para considerar diferenças nas

propriedades do fluido. Adicionalmente, nesta invenção o termo "ativado" refere-se a colocar um componente particular de controle de fluido em um estado de controle de fluxo predeterminado. Por exemplo, uma válvula normalmente fechada é ativada quando seu sinal de controle associado comanda a válvula para mover de um estado fechado para um estado não-fechado. Uma pessoa experiente na técnica apreciaria que vários tipos de sinais de controle (isto é +/- polaridade) podem ser aplicados ao componente de controle de fluido para ativar/desativar ou mudar estados de fluxo sem fugir do espírito e escopo desta invenção.

[0017] O diagrama de blocos do sistema mostrado na Fig. 1, e descrito abaixo, ilustra um modo de realização do exemplo contemplado pela presente invenção para a medição de consumo de fluido de sistema de controle de processo 4 em um modo de funcionamento normal. Mais especificamente, o consumo de fluido dos componentes no sistema de controle de processo 4, tal como um dispositivo de controle de processo 5 ou um instrumento de controle de processo 9, pode ser medido individualmente. Para determinar a quantidade de gás de suprimento para operar o sistema de controle de processo 4, que é medido geralmente em metros cúbicos padrão por hora (m^3/h), é útil determinar a quantidade de gás de suprimento consumida por cada um dos componentes de controle de processo durante operação normal. Na presente invenção, um fluido de suprimento normal 8 e um fonte de fluido controlado 2 tendo um volume conhecido são colocados em comunicação fluídica com o sistema de controle de fluido 6. O sistema de controle de fluido 6 está, além disto, em comunicação com um sistema de controle de processo 4 compreendendo, pelo menos, um instrumento de controle de processo 9 acoplado operacionalmente a um dispositivo de controle de processo 5 tal como um conjunto de válvula de retenção incluindo uma válvula de retenção (não mostrada) e um atuador (não mostrado). Pode ser compreendido por alguém experiente na técnica que, conectando-se seletivamente o fonte de fluido controlado 2 através do sistema de controle de fluido 6 ao sistema de controle de processo 4, e operando-se o sistema de controle de processo 4 em modo de funcionamento normal, quaisquer mudanças na pressão ou no volume do fonte de fluido controlado 2 podem ser

diretamente relacionadas à quantidade de fluido usada para operar o sistema de controle de processo 4. Isto é, as mudanças na pressão ou volume do fluido no fonte de fluido controlado podem ser determinadas de uma medida absoluta resultante de uma quantidade conhecida ou de uma medida relativa resultante de uma quantidade inicial e de uma quantidade final. Pode-se, além disto, apreciar que o sistema de controle de fluido 6 pode, seletivamente, conectar componentes do sistema de controle de processo 4, tais como o instrumento de controle de processo 9 ou o dispositivo de controle de processo 5, ao fonte de fluido controlado 2 para determinar individualmente a quantidade de fluido consumida durante o funcionamento normal do sistema de controle de processo 4. Uma explicação mais detalhada de um sistema de medida de consumo de fluido está ilustrada na Fig. 2.

[0018] No modo de realização ilustrado na Fig. 2, um instrumento de controle de processo 112, tal como um regulador de nível, é mostrado em comunicação fluídica com um dispositivo de processo de controle 114, compreendendo uma válvula de retenção 116 conectada a um atuador 128. Além disto, um fonte de fluido controlado 120, tal como um tanque 122; e um fonte de fluido de instrumento 118 são providos em comunicação fluídica seletiva com um instrumento de controle de processo 112 através de um sistema de controle de fluido 130. O sistema de controle de fluido 130 inclui um interruptor de pressão 136, três válvulas solenóides 138, 144, 148 duas válvulas de retenção 150, 152 e duas restrições 140, 142. Um perito na técnica pode apreciar que se manipulando o sistema de controle de fluido 130, o fonte de fluido de instrumento 118 e o fonte de fluido controlado 120 podem ser colocados seletivamente em comunicação fluídica com o dispositivo de controle de processo 114 e o instrumento de controle de processo 112 para determinar a quantidade de fluido consumida durante a operação normal de um ou outro componente.

[0019] Mais particularmente, as válvulas solenóide 138, 144, 148 do sistema de controle de fluido 130 são válvulas solenóide de dupla entrada, três portas, conhecidas na técnica. Ativando e desativando cada válvula solenóide, sua saída pode ser conectada seletivamente a qualquer uma das duas entradas. Consequentemente, neste modo de realização, e nos modos de realização

anteriores, pode-se compreender que os caminhos de fluido dentro dos sistemas de controle de fluidos descritos podem ser manipulados por um operador humano ou por um circuito de interface eletrônico para isolar ou conectar os suprimentos de fluido controlados para executar as medições de consumo de fluido. Por exemplo, no presente modo de realização, ativando-se a válvula solenóide 138 com um interruptor de energia (não mostrado), o fonte de fluido controlado 120 é conectado diretamente ao instrumento de controle de processo 112 e o suprimento de instrumento 118, que pode ser gás natural, é desconectado do instrumento de controle de processo 112; mas pode permanecer conectado ao dispositivo de controle se as válvulas solenóide restantes 144, 148 estiverem desativadas.

[0020] Geralmente, ao executar uma medição de consumo no presente exemplo de modo de realização, o fluido flui através do sistema de controle de fluido 130 a partir de um regulador de pressão ajustável sem sangria 132, tal como o sistema regulador de suprimento de instrumento de alta pressão tipo 1367 fabricado por Fisher®, uma divisão da Emerson Management of St Louis, MO. O regulador 132 é provido em série e a jusante do fonte de fluido controlado 120 para controlar a pressão de fonte de fluido no conjunto de válvula de retenção 114 e no instrumento de controle de processo 112 de modo que sua pressão a jusante da pressão seja substancialmente igual à pressão do gás de suprimento normal 118 controlado pelo regulador de gás de suprimento 131 tal como um regulador tipo 67 fabricado por Fisher®, uma divisão da Emerson Process Management de St Louis, MO. Adicionalmente, um primeiro transdutor de pressão 126, tal como um medidor de pressão, e um transdutor de temperatura 180, tal como um detector de temperatura remoto (RTD) são providos em comunicação fluídica com o fonte de fluido controlado 120 para registrar os parâmetros de pressão e temperatura durante medições de consumo. Pode ser apreciado que a determinação precisa das condições de temperatura e pressão dentro do tanque 122 durante as medições de consumo melhora a precisão dos cálculos de consumo de fluido.

[0021] Um perito na técnica pode, além disto, apreciar que no presente modo de realização, não apenas a manipulação do sistema de controle de fluido 130 pode ser

feita manualmente, mas o registro dos parâmetros de teste pode igualmente ser feito manualmente. Isto é, as válvulas solenóide 138, 144 do instrumento e do dispositivo, podem ser ativadas e desativadas comutando-se uma fonte de energia a cada válvula solenóide. 138, 144 por um operador humano. Além disto, o transdutor de temperatura 180 e os transdutores de pressão 126 e 166 podem ser sensores de temperatura e medidores de pressão convencionais conhecidos na técnica e leituras de temperatura e pressão podem ser manualmente registradas para cálculos do consumo.

[0022] Como descrito previamente, para conduzir-se uma medição de consumo com o presente modo de realização, a válvula solenóide 138 do instrumento, é ativada para comutar o fonte de fluido do instrumento de controle de processo 112 com o fonte de fluido controlado 120 do tanque 122. Para computar o fluido consumido pelo instrumento de controle de processo 112 durante a operação, a diminuição da pressão do fluido dentro do tanque 122 deve ser medida durante o funcionamento do dispositivo de controle de processo 114 pelo instrumento de controle de processo 112. Para imitar a operação normal do sistema ao executar a medição do consumo, o um, ou mais interruptores de pressão ajustáveis e uma ou mais das restrições de fluxo ajustáveis são fornecidos. Estes interruptores de pressão ajustáveis e restrições de fluxo ajustáveis são usados para ajustar o sistema de medida de consumo de fluido para imitar o desempenho dinâmico normal do instrumento de controle de processo 112 operando diretamente o dispositivo de controle de processo 114. Isto é, em uma medição de consumo de fluido, a saída do instrumento de controle de processo 112 é desconectada do dispositivo de controle de processo 114. Assim, o sistema de medida de consumo de fluido 110 está usando o sistema de controle de fluido 130 para responder às mudanças no sistema de controle de processo para manter a operação normal durante a medição do consumo. Esta característica será explicada abaixo em maior detalhe.

[0023] Consequentemente, o teste é iniciado quando a primeira válvula solenóide 138 é ativada (ou de outra maneira, configurada ou ajustada) para uma posição onde o fluido é suprido ao controlador 112 pelo fonte de fluido controlado

120. No início de uma medição de consumo, uma pressão inicial dentro do tanque 122 é medida e comunicada pelo primeiro transmissor de pressão 126 a um operador humano ou a um processador (não mostrado), e registrada. Os dados podem ser registrados em um relatório ou armazenados dentro de uma memória associada com o processador. Como indicado previamente, no presente modo de realização, não há nenhum controlador eletrônico de teste para iniciar e controlar o teste. Neste modo de realização, o processador apenas monitora o teste e coleta parâmetros de teste através de comunicação eletrônica entre o processador e o transmissor de pressão de pressão e temperatura, se assim conectado.

[0024] Enquanto o teste continua, a segunda válvula solenóide 144 é ativada para uma posição onde o fluido é fornecido pelo fonte de fluido do instrumento 118 à válvula de retenção 116 e ao atuador 128 em comunicação de operacionalidade com a válvula de retenção 116. O interruptor de pressão 136 provê a função de controle do presente modo de realização. Isto é, quando o sinal da pressão da saída do instrumento de controle de processo 112 se afasta de um valor pré-determinado ou ponto de ajuste do interruptor de pressão 136, este cria um sinal elétrico para atuar o solenóide de suprimento 148 para manipular o fonte de fluido para o conjunto de válvula de retenção 114 para manter a operação normal durante o teste. O sistema de controle de fluido 130 mantém características de funcionamento normais imitando a dinâmica do sistema de controle de processo em um modo de funcionamento normal provendo restrições de fluxo ajustáveis no caminho de fluxo. Isto é, um experiente na técnica apreciará que o sistema de controle de processo terá características dinâmicas específicas que devem ser mantidas para assegurar a precisão da medição do consumo.

[0025] Pode-se compreender, além disto, que a restrição de fluxo ajustável 140, 142 provê o operador do teste com facilidades para o ajuste da dinâmica do sistema de teste para corresponder com dinâmicas equivalentes do sistema de controle de processo durante a operação. Consequentemente, as restrições de fluxo ajustáveis 140, 142 são providas em comunicação fluídica com o fonte de fluido de instrumento 118 para atuar o dispositivo de controle de processo 114 quando o instrumento de

controle de processo 112 for desconectado para uma medição de consumo.

[0026] Adicionalmente, uma primeira válvula de retenção unidirecional 150 pode ser provida em uma entrada de uma das restrições de fluxo 140 para impedir refluxo através da restrição de fluxo 140, e uma segunda válvula de retenção unidirecional 152 pode ser provida em uma saída de uma das restrições de fluxo 142 para impedir o refluxo através da restrição de fluxo. 142 Assim, enquanto o teste está funcionando, o sistema de processo de controle mantém a operação. Se após um período de tempo predeterminado, o operador determina que o teste pare de funcionar, o primeiro transmissor de pressão 126 detecta uma pressão final do tanque e o transmissor de temperatura 180 detecta uns dados finais da temperatura do tanque. Os dados de pressão, temperatura, e tempo decorrido são registrados. Para calcular o consumo, um algoritmo executado pelo processador subtrai a pressão final do tanque 122 da pressão inicial do tanque 122, e pode ser compensado com os dados de temperatura registrados, para determinar a diminuição da pressão dentro do tanque 122.

[0027] Esta diminuição calculada da pressão dentro do tanque 122 é convertida usando-se correlações predeterminadas de pressão-para-volume para determinar a quantidade de fluido consumida do tanque pelo controlador durante o período de tempo predeterminado. Porque a medição do fluido está baseada na depleção da pressão dentro do tanque 122, qualquer vazamento dentro do sistema de controle de processo 110 será igualmente capturado. O desempenho medido é um reflexo do resultado da pior das hipóteses, responsável pelo vazamento na válvula de retenção 116, bem como, vazamentos na tubulação, canos, ou outro encanamento dentro do sistema de controle de processo 111. Isto é preferível à medição da exaustão do controlador 112, onde todo o vazamento do sistema não seria detectado na medição da emissão. Um perito no assunto poderia apreciar que o sistema de medida de consumo de fluido pode, também, ser automatizado.

[0028] Voltando ao sistema mostrado na Fig. 3, é mostrado outro exemplo contemplado pela presente invenção, O sistema de medida de consumo de fluido 210 consiste em um fonte de fluido controlado 220 e um fonte de fluido de

instrumento 218 sendo controlado por um sistema de controle de fluido 230. No exemplo do modo de realização, o sistema de controle de processo mostrado inclui, pelo menos, um instrumento de controle de processo 212, tal como um regulador de nível, e um dispositivo de controle de processo 214, tal como um conjunto de válvula de retenção, compreendendo um atuador 228 e uma válvula de retenção 216. Em operação normal, o dispositivo de controle de processo 214 responde aos sinais de comando pneumático do instrumento de controle de processo 212 para controlar o fluxo através da válvula de retenção 216. Geralmente, isto é realizado controlando-se uma fonte de fluido pressurizado ou de um gás de suprimento para atuar a válvula de retenção 216 em resposta a um sinal de entrada para o instrumento de controle de processo 212 a partir de um controlador de processo (não mostrado). No presente modo de realização, a fonte primária de gás de suprimento é através do fonte de fluido de instrumento 218, como mostrado, suprido a uma pressão substancialmente constante através de um regulador de gás de suprimento 231. Para determinar o consumo de fluido, o fonte de fluido de instrumento 218 é substituído temporariamente pelo fonte de fluido controlado 220, tal como o fluido provido em um tanque 222 ou outro vaso. Adiante, será descrito em maior detalhe o uso de uma fonte de fluido alternativa para identificar e determinar o gás de suprimento consumido ou usado pelo sistema. Mais particularmente, o sistema descrito na Fig. 3, pode ser usado para medir o consumo de fluido de dispositivos pneumáticos que têm saídas proporcionais, isto é, de estrangulamento substancialmente contínuas ou saídas discretas, isto é, “ligada” ou “desligada”, ou, substancialmente intermitentes.

[0029] Como mostrado, um fonte de fluido controlado 220, tal como um tanque 222, é provido em comunicação fluídica seletiva com, pelo menos, o instrumento de controle de processo 212. O tanque 222 está em comunicação fluídica com o instrumento de controle de processo 212 através de um regulador de pressão ajustável sem sangria 232, tal como o tipo 1367 descrito previamente. Similar ao modo de realização descrito dentro da Fig. 2, o regulador 232 é provido em série e a jusante ou na saída do fonte de fluido controlado 220 para controlar a pressão do

fonte de fluido no conjunto de válvula de retenção 214 de modo que a pressão a jusante seja substancialmente igual à pressão do gás de suprimento de instrumento 218 a jusante do regulador de gás de suprimento 231. Parâmetros do teste de fluido controlado, tais como pressão e temperatura do fluido, são detectados por um primeiro transmissor de pressão 226 e um transmissor de temperatura 280 que estejam em comunicação fluídica com o fonte de fluido controlado 220.

[0030] Como contemplado por esta invenção, o transmissor de temperatura 280 provê dados para indicar a temperatura média do fluido dentro do fonte de fluido controlado 220. Leituras das temperaturas médias detectadas pelo transmissor de temperatura podem ser usadas para calcular a quantidade de fluido dentro do fonte de fluido controlado 220 em um determinado momento. O primeiro transmissor de pressão 226 provê os dados de pressão relacionados à pressão do fluido dentro do tanque 222.

[0031] No presente modo de realização, uma primeira válvula solenóide 238 no sistema de controle de fluido 230, tal como uma válvula de três portas tendo entradas duplas, provê controle seletivo da fonte de fluido para o instrumento de controle de processo 212. A primeira válvula solenóide 238 é posicionada na saída do regulador 232 e está em comunicação fluídica com o fonte de fluido de instrumento 218 e tanque 222 através do regulador 232. Quando ativada, a primeira válvula solenóide 238 comuta a fonte de fluido com o instrumento de controle de processo 212 de um fonte de fluido de instrumento 218, tal como um suprimento de gás natural, com o fonte de fluido controlado 220 do tanque 222. O sistema de controle de fluido 230 inclui um segundo transmissor de pressão 276 em comunicação com uma saída do instrumento de controle de processo 212 para medir o sinal de saída do instrumento de controle de processo 212 durante a medição de consumo de fluido. O sistema de controle de fluido 230 igualmente inclui uma segunda válvula solenóide 244, substancialmente similar à primeira válvula solenóide 238, em comunicação fluídica com a saída do instrumento de controle de processo 212 e um terceiro transmissor de pressão 266 é provido na saída da segunda válvula solenóide 244.

[0032] Quando estes componentes do sistema de controle de fluido 230 são ativados, a segunda válvula solenóide 244 comuta a fonte de fluido de uma saída do instrumento de controle de processo 212, com o fonte de fluido do instrumento 218, desconectando o instrumento de controle de processo 212 do dispositivo do controle de processo 214 para isolar o gás de suprimento de instrumento do gás de suprimento de dispositivo para permitir a discriminação precisa do fluido consumido durante a operação do circuito de controle de processo. Para reproduzir operação normal durante uma medição de consumo, o sistema de controle de fluido 230 deve suprir um sinal de controle pneumático ao atuador que imite o sinal de controle do instrumento de controle de processo 212. Este sinal de controle é reproduzido dentro do sistema de controle de fluido através de um circuito de ponte de fluido formado por quatro válvulas solenóide 204, 205, 206, 208 e um transdutor corrente-para-pressão ("I/P") 209. O circuito de ponte de fluido cria um circuito de fluido que permite que o sistema de medida de consumo de fluido 210 seja usado com dispositivos de controle de processo discretos ou estrangulados como explicado abaixo em maior detalhe. Isto é, o circuito de ponte de fluido cria um caminho de fluxo de fluido selecionável, posicionado entre a saída do regulador do gás de suprimento 231 e a entrada da segunda válvula solenóide 244.

[0033] O presente modo de realização inclui, adicionalmente, um controlador de teste eletrônico 211, tal como um controlador lógico programável tendo um processador associado, memória, e entradas e saídas de dados discretas, acopladas aos transmissores de pressão 226, 266, 276, às válvulas solenóide 238, 244, 204, 205, 206, 208, ao transdutor corrente-para-pressão 212, e ao transmissor de temperatura 280 para operar o sistema de medida de consumo de fluido 210. Como descrito abaixo, o controlador de teste eletrônico 211 pode prover modos operacionais múltiplos do sistema de controle de fluido 230. Por exemplo, em um modo operacional normal, o controlador de teste eletrônico 211 manipula o sistema de controle de fluido 230 para colocar o sinal de controle pneumático do instrumento de controle de processo 212 diretamente no controle do dispositivo de controle de processo 214. Em outro modo, um modo de medição de consumo de fluido, o

controlador eletrônico de teste 212 manipula o sistema de controle de fluido para desconectar a saída do instrumento de controle de processo 212 do conjunto de válvula de retenção 214 e o controlador de teste eletrônico 211 assume o controle do dispositivo de controle de processo 214 através do sistema de controle de fluido 230 para isolar o instrumento de controle de processo 212 para determinar o consumo de fluido. Adicionalmente, o controlador de teste eletrônico 211 pode usar sinais dos transmissores de pressão 226, 266, 276 dos sistemas de controle de fluidos para caracterizar o modo de funcionamento normal do sistema de controle de processo para finalidades diagnósticas ou para determinar falhas dentro do sistema de teste em um modo de diagnóstico.

[0034] Voltando ao fluxograma na Fig. 4, a lógica nele descrita explica como o sistema de medida de consumo de fluido 210 é usado em combinação com um instrumento de controle de processo 212 que opera como um dispositivo de estrangulamento, para conduzir uma medição de consumo de fluido. Na inicialização do teste, as primeiras, segundas, quartas, quintas, e sextas válvulas solenóide, 238, 244, 205, 208, 206 são ativadas e a terceira válvula solenóide 204 é desativada para direcionar o fonte de fluido de instrumento normal 218, através do transdutor corrente-para-pressão 209 para a segunda válvula solenóide 244. Quando o teste do sistema de consumo de fluido 210 é usado com um instrumento de controle de processo tipo estrangulado ou contínuo, o transdutor corrente-para-pressão 209 provê um sinal de controle substancialmente contínuo ao dispositivo de controle de processo 214 para duplicar um modo de funcionamento normal do sistema de controle de processo imitando a saída do instrumento de controle de processo 212. Deve ser compreendido que a quinta válvula solenóide 205 do sistema de controle de fluido 230 bloqueia a saída de I/P 212 de descarregar através da terceira válvula solenóide 204 durante a operação direcionando, deste modo, o fluxo de fluido através do circuito corrente-para-pressão para atuar o conjunto de válvula de retenção 214. Assim, manipulando-se o sistema de controle de fluido, 230 como descrito previamente, o sistema de medida de consumo de fluido 210 tem as fontes de fluido para o instrumento de controle de processo 212 e para o dispositivo de

controle de processo 214 isoladas para permitir a discriminação precisa do fluido consumido pelo instrumento de controle de processo 212 durante o funcionamento normal do sistema de controle processo.

[0035] Continuando na Fig. 4, a etapa seguinte da medida de consumo exige que uma pressão e uma temperatura iniciais do tanque sejam detectadas pelo primeiro transmissor de pressão 226 e transmissor de temperatura 280 e comunicadas ao controlador de teste eletrônico 211. Os dados iniciais da pressão e temperatura do tanque podem ser registrados armazenando-se os dados em uma memória associada com o processador no controlador de teste eletrônico 211. A hora do começo da medição de consumo de fluido também é registrada, armazenando-se, também, a hora e a data do início da medição do consumo de fluido na memória associada com o processador.

[0036] Enquanto a medição de consumo continua em operação, o sinal de saída do instrumento de controle de processo 212 é detectado pelo segundo transmissor de pressão 276 e comunicado ao controlador de teste eletrônico 211. Adicionalmente, o terceiro transmissor de pressão 266 detecta a pressão do fluido na saída da segunda válvula solenóide 244, e comunica os dados que correspondem a esta pressão ao controlador de teste eletrônico 211. Um perito na técnica pode apreciar que o teste condicional e o circuito fechado iterativo descritos na Fig: 4 demonstram que o controlador de teste eletrônico está executando o controle em circuito fechado do dispositivo de controle de processo 214 durante a medição de consumo de fluido com o instrumento de controle de processo 212 já não em comunicação direta com o dispositivo de controle de processo 214. Isto é, o controlador de teste eletrônico 211 compara iterativamente os dados recebidos do segundo transmissor de pressão 276 com os dados recebidos do terceiro transmissor de pressão 266 em uma maneira de circuito fechado para controlar a medição do consumo.

[0037] Por exemplo, a fim de manter o controle do dispositivo de controle de processo 214 durante a medição do consumo, o controlador de teste eletrônico 211 determina se há uma diferença entre a pressão detectada pelo segundo transmissor

de pressão 276 (isto é, a pressão do fluido na saída do instrumento de controle de processo. 212), e a pressão detectada pelo terceiro transmissor de pressão 266 (isto é, a pressão do fluido na saída da segunda válvula solenóide 244) uma correção ou ajuste para o sinal de controle pneumático fornecido através do transdutor corrente-para-pressão 209 devendo ser feita. Assim, se uma diferença ou erro é detectado, o controlador de teste eletrônico 211 ajusta um sinal eletrônico enviado para o transdutor corrente-para-pressão 212 para manter o funcionamento da válvula 216 enquanto mede o consumo do instrumento de controle de processo 212. Na etapa seguinte, o controlador de teste eletrônico 211 conduz uma verificação para determinar se tempo predeterminado do controlador de teste eletrônico 211 expirou indicando mesmo se, ou não, a medição de consumo ainda está em andamento (isto é status de teste. "LIGADO"). Se o teste ainda está em execução, o processador compara outra vez os dados recebidos dos segundos e terceiros transmissores de pressão 266, 276 para continuar o controle do processo. Esta ação continua até que o tempo predeterminado expire e o controlador de teste eletrônico 211 termine a medição do consumo.

[0038] Quando o controlador de teste eletrônico 211 determina que o teste terminou (isto é status de teste = "desligado"), todas as válvulas solenóide 238, 244, 204, 205, 206, e 208 são desativadas. Esta ação coloca o suprimento de instrumento normal 218 em comunicação direta com o instrumento de controle de processo 212 e a saída do instrumento de controle de processo 212 é conectada diretamente ao dispositivo do controle de processo 214. Estas conexões colocam o sistema de controle de processo em modo de funcionamento normal e o sistema de medida de consumo de fluido 210 está efetivamente desconectado do circuito fechado de controle de processo. Para terminar a medição do consumo, o primeiro transmissor de pressão 226 detecta uma pressão final do tanque, o transmissor de temperatura 280 detecta uma temperatura final do tanque, e ambas as medidas são comunicadas e registradas pelo controlador de teste eletrônico 211 junto com a hora da conclusão do teste.

[0039] Com a conclusão do teste, o controlador de teste eletrônico 211 calcula o

consumo de fluido do instrumento de controle de processo 212 baseado nas pressões inicial e final do tanque, e no tempo de teste decorrido com correções adicionais baseadas na temperatura do gás de suprimento coletada durante a medição do consumo. Para realçar a precisão da medição, os cálculos de consumo consideram a quantidade de gás situada entre a saída do instrumento de controle de processo 212, o segundo transmissor de pressão 276, a válvula solenóide 244, e o conduto ou tubulação conectado entre os mesmos. Os volumes da passagem da válvula solenóide, da tubulação, e da passagem do transmissor de pressão, sendo predeterminados e substancialmente constantes, são removido dos cálculos de consumo por subtração aritmética. Alguém experiente na técnica pode apreciar que durante a medição do consumo, a válvula solenóide 244 está ativada fechando a passagem de fluido entre o instrumento de controle de processo 212 e o atuador 228, "esvaziando" eficazmente a conexão, eliminando, deste modo, a necessidade de computar o volume instantâneo do atuador durante a medição para determinar a quantidade de gás consumida pelo instrumento de controle do processo 212 durante o funcionamento real da válvula 216.

[0040] Deveria ser apreciado, além disto, que em um modo de funcionamento e de diagnóstico simultâneos, o segundo transmissor de pressão 276 e/ou o terceiro transmissor de pressão 266 podem ser usados para indicar o desempenho do sistema de teste 210. Por exemplo, um sinal do terceiro transmissor de pressão 266 pode ser usado como um sinal de falha para indicar um bloqueio ou uma falha de qualquer um dos instrumentos pneumáticos do sistema de medida de consumo de fluido 210. Adicionalmente, um sinal do segundo transmissor de pressão 276 pode ser usado independente ou conjuntamente com o sinal do terceiro transmissor de pressão 266 como um sinal de falha. Um uso exemplificativo do sinal independente pode incluir o processamento do sinal com medição baseada no tempo para indicar o status da falha do instrumento de controle de processo 212 que está sendo testado. O sinal do segundo transmissor de pressão 276 pode igualmente ser usado conjuntamente com o sinal do terceiro transmissor de pressão 266 para isolar falhas dentro do sistema de medida de consumo de fluido 210 devido à separação dos

caminhos de fluxo entre os dois transmissores de pressão dentro do sistema de medida de consumo de fluido 210. Mais significativamente, a monitoração contínua dos sinais de pressão para os transmissores de pressão, 226, 266, e 276, e os estados padrões das solenóides, 238, 244, 204, 205, 206, e 208 permitem ao controlador de teste eletrônico 211 abortar uma medição de consumo no evento de falha do sistema de teste e retornar ao circuito fechado de controle de processo para um modo de funcionamento normal sem perturbar a operação do processo de sistema de controle.

[0041] Voltando à Fig. 5, e referindo-nos à Fig. 3, está ilustrada a lógica de controle para a medição de consumo de fluido por um instrumento de controle de processo tendo uma saída, discreta (isto é "LIGADA" ou "DESLIGADA"). Em uma primeira etapa, a primeira válvula solenóide 244 e a segunda válvula solenóide 238 do sistema de controle de fluido 230 estão ativadas, e as válvulas solenóide restantes 204, 205, 206, e 208 estão desativadas para remover o dispositivo corrente-para-pressão 210 do caminho de fluido e, por conseguinte, direcionar o fonte de fluido de instrumento 218 exclusivamente para a entrada da terceira válvula solenóide 204. Deve-se compreender que, durante a medição de consumo para um instrumento de controle de processo tendo uma saída discreta, o dispositivo de controle de processo 214 é controlado por conexões intermitentes para o gás de suprimento.

[0042] No início do teste, dados iniciais da pressão do tanque, os dados iniciais da temperatura do tanque, um tempo do começo ou inicial são comunicados ao controlador de teste eletrônico 211. Adicionalmente, um contador de ciclo pode ser implementado dentro do circuito fechado de controle do controlador de teste eletrônico 211. Pode-se compreender que o contador de ciclo pode ser indicativo do número de ciclos que um instrumento de controle pneumático, por exemplo; o número total de ciclos de "descarga" em um sistema de controle de processo incluindo um regulador de nível (por exemplo, quando o fluido é descarregado do tanque cujo nível está sendo controlado), executa durante a operação de medida de consumo de fluido. Estes dados permitirão aos operadores do teste normalizar os

cálculos de consumo de fluido durante a duração do teste o que talvez possa ser útil na comparação de dados de consumo para tipos diferentes de dispositivos de controle pneumáticos (isto é determinar a quantidade de fluido consumida por ciclo de descarga). Como tal, o contador de ciclo é zerado (isto é ajustado para zero) no início de cada teste.

[0043] A seguir, dados que correspondem à pressão do fluido na saída do instrumento de controle de processo 212 detectada pelo segundo transmissor de pressão 276 e comunicada ao controlador de teste eletrônico 211, é comparada a um valor que corresponde a uma pressão de controle predeterminada, como 110,32kPa. Para manter o controle do sistema de controle de processo durante o teste, o controlador de teste eletrônico 211 faz um teste condicional para determinar se a pressão do fluido na saída do instrumento de controle de processo 212 se afastou da pressão predeterminada. Por exemplo, se a pressão detectada for mais baixa do que o limiar, a terceira válvula solenóide 204 é ativada por um período de tempo predeterminado, como 2,1 segundos, para suprir ao atuador 228, pressão para mover o elemento de controle da válvula (não mostrado). A pressão predeterminada, por exemplo 100,32kPa, e o período de tempo predeterminado ou de interrupção são selecionados preferivelmente para limitar o funcionamento normal do instrumento de controle de processo 212 como caracterizado pelo controlador eletrônico 211, como descrito previamente. Na etapa seguinte, o contador de ciclo é incrementado por uma contagem. O processador conduz, então, uma verificação para confirmar se a medição de consumo ainda está em execução, e se o teste estiver ainda em execução, o controlador de teste eletrônico 211 continua a exercer o circuito fechado de controle comparando iterativamente os dados transmitidos pelo segundo transmissor de pressão 276, correspondentes à pressão do fluido na saída do instrumento de processo de controle 212, com a pressão predeterminada e a emitir comandos de sinal de pressão para manter o controle até o teste terminar.

[0044] Com a conclusão da medição do consumo, todas as válvulas solenóide 238, 244, 204, 205, 206, e 208 são desativadas para retornar à operação normal do sistema de controle de processo onde o instrumento de controle de processo 212

está diretamente conectado ao dispositivo do controle de processo 212 e o suprimento de instrumento 218 está, conectado ao sistema de controle de processo. Uma pressão final do tanque, temperatura final do tanque, a contagem de ciclo, e à hora da conclusão da medição de consumo são registradas pelo controlador de teste eletrônico 211. O controlador de teste eletrônico 211 usa, então, as pressões inicial e final do tanque, o tempo de teste decorrido e dados da temperatura para calcular o consumo de fluido pelo instrumento de controle de processo 212. Por exemplo, após um período de tempo predeterminado de funcionamento normal do sistema de controle de processo, a pressão final medida do tanque 222 é subtraída da pressão inicial do tanque 222 para determinar a diminuição da pressão dentro do tanque 222. Compreende-se que a diminuição da pressão durante um período fixo do tempo é substancialmente proporcional ao fluido total gasto do tanque ou consumido durante a operação do processo para controlar os componentes. O dado registrado da temperatura é usado para ajustar as medidas de pressão baseadas antes dos cálculos do consumo. Subsequentemente, o processador dentro do controlador de teste eletrônico 211 pode calcular o consumo de fluido total e calcula o tempo decorrido de teste, e provê os dados em um formato utilizável, como um relatório de teste.

[0045] Devido à medição do fluido ser baseada na depleção da pressão dentro do tanque 222, qualquer vazamento dentro do sistema de controle de processo 210 será capturado. O desempenho medido é um reflexo do resultado da pior das hipóteses, considerando o vazamento na válvula de retenção 216, bem como, vazamentos na tubulação, cano, ou outro encanamento dentro do sistema de controle de processo 210. Isto é preferível à medição da exaustão do instrumento de controle de processo 212, onde qualquer vazamento do sistema poderia passar despercebido na medição da emissão. Como descrito previamente, manipulando-se as várias válvulas solenóide no modo de realização do sistema de medida de consumo de fluido 210 da Fig. 3, alguém pode medir o consumo de um dispositivo pneumático particular dentro de um circuito fechado de controle. Adicionalmente, alternando-se a sequência de funcionamento das válvulas solenóide pode-se prover

uma medida de consumo de todo o circuito fechado de controle. A Fig. 6 é usada para ilustrar a lógica operacional usada pelo controlador de teste eletrônico 211 no exercício do sistema de medida de consumo de fluido mostrado na Fig. 3 para medir o consumo total do instrumento de controle de processo 212 e dispositivo do controle de processo 214.

[0046] Consequentemente, na inicialização da medição de consumo total de fluido, a primeira válvula solenóide 238 está ativada e as válvulas solenóide restantes 244, 204, 205, 206 e 208 estão desativadas, o que direciona a pressão do fluido do tanque de suprimento 222 através do instrumento de controle de processo 212 para o dispositivo de controle de processo 214 em um modo de teste que imite o modo de funcionamento normal (isto é, a saída do instrumento de controle pneumático 212 está em comunicação fluídica direta com o atuador 228). Pelo menos uma leitura inicial de pressão do tanque é comunicada pelo primeiro transmissor de pressão 226 ao controlador de teste eletrônico 211. O transmissor de temperatura 280 detecta uma temperatura inicial dentro do tanque 222, e esses dados iniciais de temperatura são transmitidos igualmente ao processador. Os dados iniciais de pressão e temperatura do tanque são registrados pela armazenagem dos dados em uma memória associada com o processador. O tempo decorrido da medição de consumo de fluido também é registrado na memória associada com o processador. Finalmente, todas as válvulas solenóide 288, 244, 264, 205, 206, 208 são desativadas retornando o sistema de controle de processo a um modo de funcionamento normal.

[0047] Uma leitura da pressão final do tanque é comunicada pelo primeiro transmissor de pressão 226 ao controlador de teste eletrônico 211, como descrito previamente. Além disto, uma medida final do transmissor de temperatura 280 é comunicada ao controlador de teste eletrônico 211. A pressão final do tanque, dados da temperatura, o tempo decorrido da medição de consumo de fluido total, são novamente registrados, armazenando-se os dados em uma memória associada ao processador. Como explicado previamente, a mudança na pressão em relação ao tempo de medição de consumo total, em vista dos dados de temperatura; provê uma

medição do gás de suprimento total consumido pelo instrumento de controle pneumático 212 e pelo conjunto de válvula de retenção 214.

[0048] Pode-se, além disto, apreciar que o sistema de medida de consumo de fluido 210 pode ser inteira ou substancialmente independente. O conjunto de válvula de retenção 214, tal como uma válvula de retenção 216 e o atuador 228, o instrumento de controle de processo 212 e o fonte de fluido de instrumento 218 podem, todos, ser estacionários e o sistema de medida de consumo de fluido 210 pode ser um sistema de teste móvel. Isto é, o sistema de medida de consumo de fluido 210 pode ser empacotado em um arranjo compacto, portátil que possa ser facilmente transportado para o local do sistema de controle de processo, como em um local de poço ou uma localização particular dentro de uma usina de controle de processo. Para facilitar o transporte do sistema de medida de consumo de fluido, este equipamento pode ser postado em um reboque móvel, uma plataforma, ou em um patim (não mostrado). Em aplicações móveis, o fonte de fluido controlado 220 e o sistema de fluido controlado 230 podem ser empacotados em um arranjo compacto, portátil que pode facilmente ser transportado ao local do sistema de controle de processo e energizado por um gerador ou outra fonte de energia alternativa para operar um compressor (não mostrado) para carregar o tanque 222 ou recarregar uma ou mais baterias usadas para energizar a eletrônica do sistema e/ou para energizar as válvulas solenóide 238, 244, 204, 205, 206, 208. Alternativamente, o tanque 222 podia ser carregado com ar comprimido por meio de um compressor acionado por, por exemplo, um gerador a gasolina.

[0049] Os vários modos de realização aqui apresentados não estão limitados aos sistemas de controle de processos de emissões ou medição de consumo de fluidos tendo controladores e válvulas de retenção. Os sistemas e métodos aqui apresentados poderiam ser usados para medir o consumo de fluido de uma multidão de dispositivos de campo operados por fluido. Por exemplo, além de controladores, os sistemas e métodos aqui descritos podem ser empregados para medir o consumo de gases de bombas operadas pneumaticamente, transdutores, interruptores, e semelhante.

[0050] Os sistemas e os métodos contemplados por esta invenção podem igualmente ser configurados para medir simultaneamente o consumo de dispositivos múltiplos. Por exemplo, um múltiplo de tanques ou outros vasos pode ser provido para cada dispositivo no sistema de controle de processo para medir o consumo individual de fluido durante operação normal. Um sistema para a medida de consumo de fluido para dispositivos múltiplos pode provar ser particularmente vantajoso. Por exemplo, monitorando-se o consumo relativo de fonte de fluido controlado para cada dispositivo sob modos diferentes de operação ou sob parâmetros de ajuste diferentes, o consumo de todo o processo pode ser determinado. Esta implementação do sistema de medida de consumo de fluido pode prover dados para permitir o ajuste do circuito fechado de controle de processo para minimizar o consumo de gás dentro do sistema de controle de processo.

[0051] Mais especificamente, a Fig. 7 e a Fig. 8 ilustram este sistema e descrevem a lógica de controle para medir com precisão o consumo de fluido individual de todos os componentes pneumáticos de um sistema de controle de processo, consistindo de um conjunto de válvula do controle 314 e de um dispositivo de controle de processo “ligado-desligado” 312. Na Fig. 7, um sistema de medida de consumo de fluido 310 é mostrado incorporando dois suprimentos de fluido controlados 320A, 320B supridos por dois tanques 322A, 322B. No presente modo de realização, a pressão de saída dos suprimentos de fluido controlados 320A, 320E são controlados separadamente por reguladores de pressão ajustáveis sem sangria 332A, 332B e providos em conexão em série na saída dos tanques 322A, 322B, respectivamente. Como descrito previamente, os reguladores de pressão 332A, 332B asseguram que a pressão de saída seja substancialmente igual à pressão do gás de suprimento de instrumento 318 e o regulador de gás de suprimento 331 é usado normalmente para prover gás de suprimento ao circuito fechado de controle do processo.

[0052] O presente modo de realização inclui igualmente os transmissores de pressão 326A, 326B e transmissores de temperatura 380A, 380B em comunicação direta com cada fonte de fluido controlado 320A, 320E para registrar os parâmetros

de teste, como explicado previamente, para calcular o fluido consumido em um modo de funcionamento normal. Adicionalmente, duas válvulas solenóide de suprimento 338A, 338B, como válvulas de três portas tendo entradas duplas, colocadas em cada fonte de fluido controlado 320A, 320B e um fonte de fluido de instrumento 318 em comunicação seletiva com o dispositivo do controle de processo 312 e o conjunto de válvula de retenção 314, respectivamente, para controlar a fonte de fonte de fluido para cada componente no sistema de controle de processo.

[0053] A entrada de uma terceira válvula solenóide 344, outra válvula de três portas de dupla posição, é provida em comunicação fluídica com a saída do instrumento de controle de processo 312 para direcionar o sinal de saída pneumático do instrumento de controle de processo 312 para o dispositivo de controle de processo 314. Durante uma medição de consumo de fluido, a terceira válvula solenóide 344 desconecta o sinal de saída do instrumento de controle de processo 312 do dispositivo de controle de processo 314. Assim, quando ativada, a terceira válvula solenóide 344 comuta de uma posição na qual o fluido é suprido ao conjunto de válvula de retenção 314 de uma saída do instrumento de controle de processo 312, para uma posição em que o fluido é suprido indiretamente ao conjunto de válvula de retenção 314 a partir do segundo fonte de fluido alternativo 320B.

[0054] Como descrito previamente, um controlador de teste eletrônico 311 registra um sinal de saída do transmissor de pressão 376 durante um modo de funcionamento normal e controla a pressão de suprimento para o atuador através do sistema de controle de fluido restante 330, como descrito abaixo em maior detalhe, para imitar a operação normal do circuito fechado de controle de processo durante o teste. No caso de uma falha do sistema de medida de consumo de fluido, todo o sistema de controle de fluido recomeçará em um modo padrão onde todas as válvulas solenóide assumem um estado desativado para colocar o fonte de fluido de instrumento 318 e o instrumento de controle de processo 312 em comunicação direta com o dispositivo de controle de processo 314 para operação normal. Como mostrado na Fig. 7, um controlador de teste eletrônico 311 é acoplado

operativamente aos transmissores de pressão 326, 366, 376, às válvulas solenóide 338A, 338B, 304, 344, e aos transmissores de temperatura 380A, 380B para operar o sistema de medida de consumo de fluido 310.

[0055] Descrito similarmente acima, o controlador de teste eletrônico 311 pode prover modos operacionais múltiplos. Por exemplo, em um modo operacional normal, o instrumento de controle de processo 312 provê o sinal de controle pneumático diretamente ao conjunto de válvula de retenção 314. Em um modo de teste, o controlador de teste eletrônico 311 pode detectar o sinal de controle do instrumento de controle de processo 312 através de um transmissor de pressão 376 e prover o sinal de controle pneumático ao dispositivo de controle de processo através de um caminho de fluxo independente do instrumento de controle de processo 312. O controlador de teste eletrônico 311 pode usar sinais de uma pluralidade de transmissores de pressão 326, 366, 376 para caracterizar o modo de funcionamento normal do sistema de controle de processo ou para finalidades diagnósticas para determinar falhas dentro do sistema de teste. Por exemplo, durante um modo de funcionamento normal, sinais de controle específicos para o instrumento de controle de processo 312 proveriam sinais de saída pneumáticos específicos para o dispositivo do controle de processo 314. Estes dados poderiam ser registrados e usados para ajustar otimizada o circuito fechado de controle de processo para o consumo de fonte de fluido. Alternativamente, o desvio dos valores previstos pode ser indicativo de falhas no sistema de controle de processo ou no sistema de medida de consumo de fluido 310.

[0056] Voltando à Fig. 8, a lógica de controle para o sistema de medida de consumo de fluido 310 para a medição de consumo de fluido pelo sistema de controle de processo compreendido de um conjunto de válvula de retenção 314 e de um dispositivo do controle de processo 312 tendo uma saída discreta (isto é "LIGADA" ou "DESLIGADA") são ilustrados. Em uma primeira etapa, as válvulas solenóide de suprimento 338A, 338B e a válvula solenóide de saída 344 estão ativadas e a válvula solenóide de controle 304 está desativada, direcionando, deste modo, os suprimentos de fluido controlados 320A, 320B para o dispositivo do

controle de processo 312 e o conjunto de válvula de retenção 314, respectivamente.

[0057] Dados da pressão inicial do tanque a partir dos transmissores de pressão 326A, 326B, e dados da temperatura inicial do tanque são detectados pelos transmissores de temperatura 380A, 380B e a hora do começo da medição de consumo são todos registrados pelo controlador de teste eletrônico 311, como descrito previamente. Novamente, um contador de ciclo pode ser implementado dentro do controlador de teste eletrônico 311 para contar o número total de ciclos de "descarga" durante o teste. O contador geralmente é "zerado" no início do teste e incrementado com cada ciclo do teste até que o teste tenha terminado.

[0058] A medição de consumo de fluido começa de maneira substancialmente similar ao modo de realização descrito na Fig. 2 e na Fig. 4 para um instrumento de controle do processo "ligado-desligado". Isto é, sob o controle do controlador de teste eletrônico 311, a pressão de controle detectada pelo dispositivo transmissor de pressão 366 é comparada a um limiar predeterminado de pressão (isto é 100,32kPa) por um período de tempo predeterminado. Se o limiar for excedido, nenhuma ação de controle é tomada e o contador de ciclo é incrementado e o teste continua a execução. Se a pressão de saída estiver abaixo do limiar, a solenóide de dispositivo 304 é ativada e o fluido do dispositivo de fonte de fluido controlado 320B é provido por um período de tempo predeterminado para executar e ajustar ou tomar a ação corretiva. Enquanto o teste continua em operação, o controlador de teste eletrônico 311 faz correções repetitivas do sinal de pressão, quando necessário, através do sistema de controle de fluido 330 para controlar o conjunto de válvula de retenção com o suprimento independente a partir do segundo suprimento alternativo 320B.

[0059] Este processo continua até que a medição de consumo esteja completa. Com a conclusão da medição do consumo, todas as válvulas solenóide 338A, 338B, 344, e 304 são desativadas. As pressões finais do tanque e as temperaturas finais do tanque são registradas e a hora da conclusão a medição do consumo, é registrada. Novamente, o contador ou valor acumulado do contador é registrado. O controlador de teste eletrônico 11 utiliza, então, as pressões inicial e final do tanque e dados da temperatura para calcular o consumo de fluido pelo instrumento de

controle de processo 302 e pelo conjunto de válvula do controle 314 como descrito previamente.

[0060] Os vários modos de realização aqui apresentados não estão limitados aos sistemas de controle de processo de emissões ou a medição de consumo de fluido tendo controladores e válvulas de retenção. Os sistemas e os métodos aqui apresentados poderiam ser usados para medir o consumo de fluido de uma multidão de dispositivos do campo operados por fluido. Por exemplo, além de controladores, os sistemas e os métodos aqui descritos podem ser empregados para medir o consumo de gás de bombas operadas pneumaticamente, transdutores, interruptores, e semelhantes.

[0061] Voltando à Fig. 9, outro modo de realização contemplado pela presente invenção ilustra o sistema de medida de consumo de fluido 410 que pode ser aplicável para medir o consumo de fluido de um dispositivo de controle pneumático 412, como uma bomba de glicol. No presente modo de realização, um fonte de fluido controlado 420, tal como um tanque 422, é provido em comunicação seletiva com o dispositivo de controle pneumático 412 através de um sistema de controle de fluido 430 consistindo de uma válvula solenóide de três porta, de posição dupla, individual, 438 do tipo descrito previamente. A válvula solenóide 438 pode ser ativada por um interruptor manual, como descrito previamente, ou conectada a um controlador de teste eletrônico (não mostrado). Esta versão simplificada de um sistema de medida de consumo de fluido também provê um regulador de pressão ajustável 432, como descrito previamente, em série na saída do fonte de fluido controlado 420, para regular a pressão a jusante do fonte de fluido controlado para casar com a pressão regulada do fonte de fluido de instrumento 418 que vem do regulador de suprimento do instrumento 431. Adicionalmente, transmissores de pressão e temperatura convencionais 426 e 480 são conectados ao fonte de fluido controlado para registrar os parâmetros de teste necessários para calcular o volume restante de fluido no tanque 422 com conclusão da medição do consumo.

[0062] Como ilustrado na lógica de controle do fluxograma da Fig. 10, com a inicialização de uma medição de consumo, a válvula solenóide 438 é ativada,

comutando, desse modo, a fonte de fluido para dispositivo pneumático 412 do fonte de fluido de instrumento 418 com o fonte de fluido controlado 420. O transmissor de pressão 426, provido na saída do fonte de fluido controlado 420, detecta e transmite uma pressão inicial do fluido dentro do tanque 422 e o transmissor de temperatura 480 detecta uma temperatura inicial dentro do tanque 422 quando o teste começa.

[0063] Os dados de temperatura inicial e da pressão inicial podem ser transmitidos para um processador (não mostrado) que é parte de um controlador de teste eletrônico e registrados, por armazenamento dos dados, em uma memória associada com o controlador de teste eletrônico. A hora do começo da medição de consumo de fluido também é registrada por armazenamento da data e hora do começo do teste na memória associada com o controlador de teste eletrônico.

[0064] Permite-se que a medição de consumo opere por um período de tempo desejado com o dispositivo pneumático 412 operando no modo de funcionamento normal. Na conclusão da medição do consumo, a válvula solenóide 438 é desativada, comutando desse modo a fonte de fluido para o dispositivo pneumático 412 do fonte de fluido controlado 420 de volta ao fonte de fluido de instrumento 418. Os dados finais de pressão e temperatura são coletados do transmissor de pressão 426 e do transmissor de temperatura 480 e podem ser comunicados ao processador. Os dados finais da pressão e da temperatura do tanque, bem como, a hora da conclusão da medição do consumo, podem ser registrados, por armazenamento na memória associada com o controlador de teste eletrônico: Usando-se as medições de fluido inicial e final e o tempo decorrido do teste, o consumo de fluido do dispositivo pneumático pode ser calculado e provido em um formato utilizável, tal como em um relatório de teste.

[0065] Métodos alternativos para determinar a quantidade de fluido dentro de um tanque ou de outro vaso de fonte de fluido controlado estão considerados dentro do escopo da presente invenção. Por exemplo, o pedido de patente co-pendente U. S. 10/545.117, de Fisher Controls LLC, a cessionária da presente invenção, e que é aqui incorporado pela referência (na medida em que ele não incorpora adicionalmente, pela referência, outros pedidos de patente), apresenta um sistema e

método para determinar a quantidade de fluido dentro de um recipiente baseado no tempo necessário para levar a pressão dentro do recipiente a uma pressão predeterminada.

[0066] O sistema e o método apresentados naquele pedido de patente poderiam ser empregados uma ou múltiplas vezes em conjunto ou em adição aos outros métodos aqui descritos, a fim de determinar a quantidade de fluido alternativo consumida durante um período de tempo predeterminado de modo a derivar o consumo de fluido de um controlador e/ou de um sistema de controle de processo completo. Alguém experiente na técnica apreciaria que o dispositivo do controle de processo inclui, mas não de modo limitativo, um controlador, como um regulador de nível, ou um controlador de posição, mas pode igualmente incluir quaisquer outros instrumentos pneumáticos, tais como bombas, reforçadores de volume, transdutores, ou interruptores.

[0067] Várias modificações e adições aos sistemas e métodos aqui descritos podem ser feitas sem fugir do espírito e escopo desta invenção. Consequentemente, esta descrição deve ser considerada apenas como exemplo, não limitando, de modo algum, o escopo das reivindicações anexas

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para determinar a quantidade de fluido despendida para operar um dispositivo de controle de processo (114) de um sistema de controle (4), caracterizado pelo fato de compreender:

prover um sistema de controle (4) tendo um instrumento de controle de processo (112) e pelo menos um dispositivo de controle de processo (114);

prover uma fonte de fluido (120) em comunicação seletiva com o instrumento de controle de processo (112);

prover um meio (166) para medir a pressão em uma saída do instrumento de controle de processo (112) para medir uma pressão de saída do instrumento de controle de processo (112) e comunicar um sinal de pressão medida correspondente à pressão de saída medida;

determinar uma pressão inicial da fonte de fluido (120);

suprir o fluido ao dispositivo de controle de processo (114);

operar o sistema de controle (4) por um período de tempo predeterminado;

comunicar a um processador pelo menos um de um sinal correspondente a uma diferença entre a pressão do fluido proveniente da fonte de fluido (120) após a extensão de tempo predeterminada e a pressão inicial, e um primeiro sinal à pressão inicial e um segundo sinal correspondente à pressão do fluido proveniente da fonte de fluido (120) após um período de tempo predeterminado;

comunicar o sinal de transmissor de pressão ao processador; e

calcular uma diferença entre um valor correspondente a uma pressão do fluido removido da fonte de fluido (120) durante o período de tempo predeterminado e um valor correspondente à pressão de saída do controlador medida pelo transmissor de pressão (126).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da determinação da quantidade de fluido proveniente da fonte de fluido (120) após o período de tempo predeterminado incluir prover um transmissor de pressão adicional em comunicação com uma saída da fonte de fluido (120).

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fluido suprido ao dispositivo de controle de processo (114) ter uma composição diferente daquela do fluido suprido ao instrumento de processo (112).

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fluido incluir pelo menos um dentre um grupo de nitrogênio e ar comprimido.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fluido suprido ao instrumento de processo (112) incluir gás natural.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fonte de fluido ao instrumento de processo (112) incluir prover o fluido ao instrumento de controle de processo (112) e prover adicionalmente, o fluido do controlador ao instrumento do processo (112).

7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fonte de fluido ao dispositivo de controle de processo incluir prover um suprimento de um gás de instrumento, distinto do fluido, em comunicação com uma entrada do instrumento de controle de processo (112).

8. Sistema (130) para medir a quantidade de um fluido de suprimento despendida no controle de um sistema de controle de processo incluindo pelo menos um dispositivo de controle de fluido (114) e um instrumento de controle de processo (112), caracterizado pelo fato de compreender:

um primeiro fonte de fluido (118);

um segundo fonte de fluido (120), o segundo fonte de fluido (120) sendo de um volume e pressão predeterminados;

meios (138, 144, 148) para colocar pelo menos um do primeiro ou segundo fonte de fluido (120) em comunicação fluídica seletiva com o sistema de controle de processo; e

meios para medir uma mudança na pressão de pelo menos do primeiro ou segundo fonte de fluido (118, 120) para operar pelo menos um dentre um dispositivo de controle de fluido (114) ou o instrumento de controle de processo (112).

9. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato dos meios para colocar pelo menos um do primeiro ou segundo fonte de fluido (118, 120)

em comunicação fluídica seletiva com o sistema de controle de processo compreender uma pluralidade de válvulas solenóide (138, 144, 148) operacionalmente acopladas a um dispositivo de controle de comunicação (211).

10. Sistema de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato do dispositivo de controle de comunicação (211) compreender um controlador eletrônico compreendendo adicionalmente, pelo menos um processador, uma memória, circuito de controle discreto.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato do controlador eletrônico se comunicar com os meios para medir uma mudança na pressão de pelo menos um do primeiro ou segundo fonte de fluido.

12. Sistema de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato dos meios para medir uma mudança na pressão compreender pelo menos um transmissor de pressão (126).

13. Sistema de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de pelo menos um dispositivo de controle de comunicação compreender um comutador de pressão.

14. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato do controlador eletrônico prover uma pluralidade de modos operacionais, incluindo pelo menos um modo de operação normal, um modo de teste, e pelo menos um modo de diagnóstico.

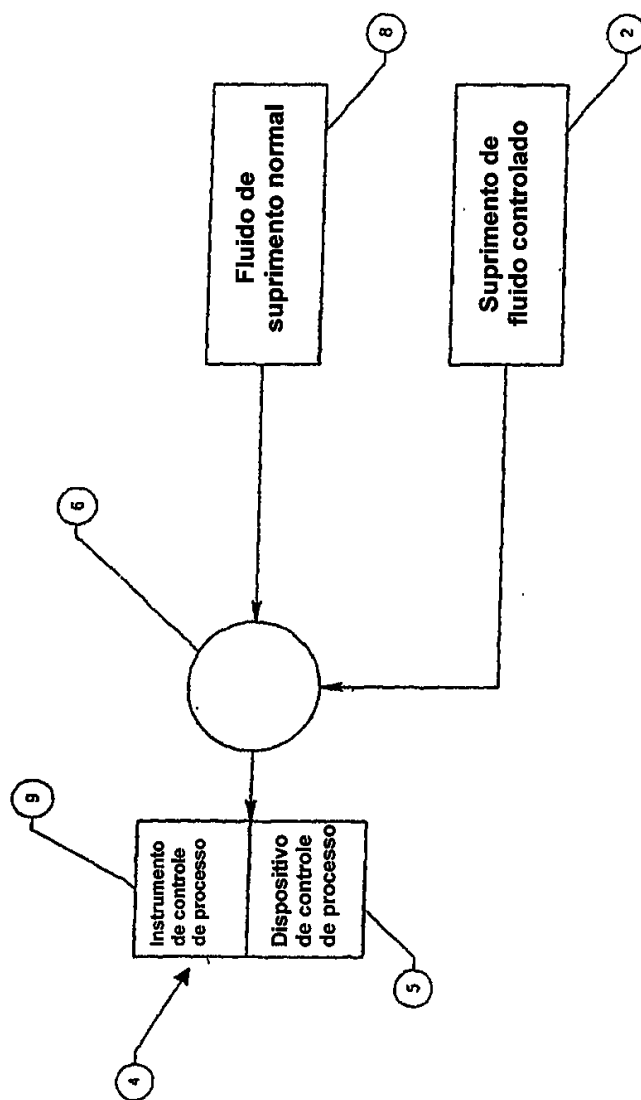


FIG.1

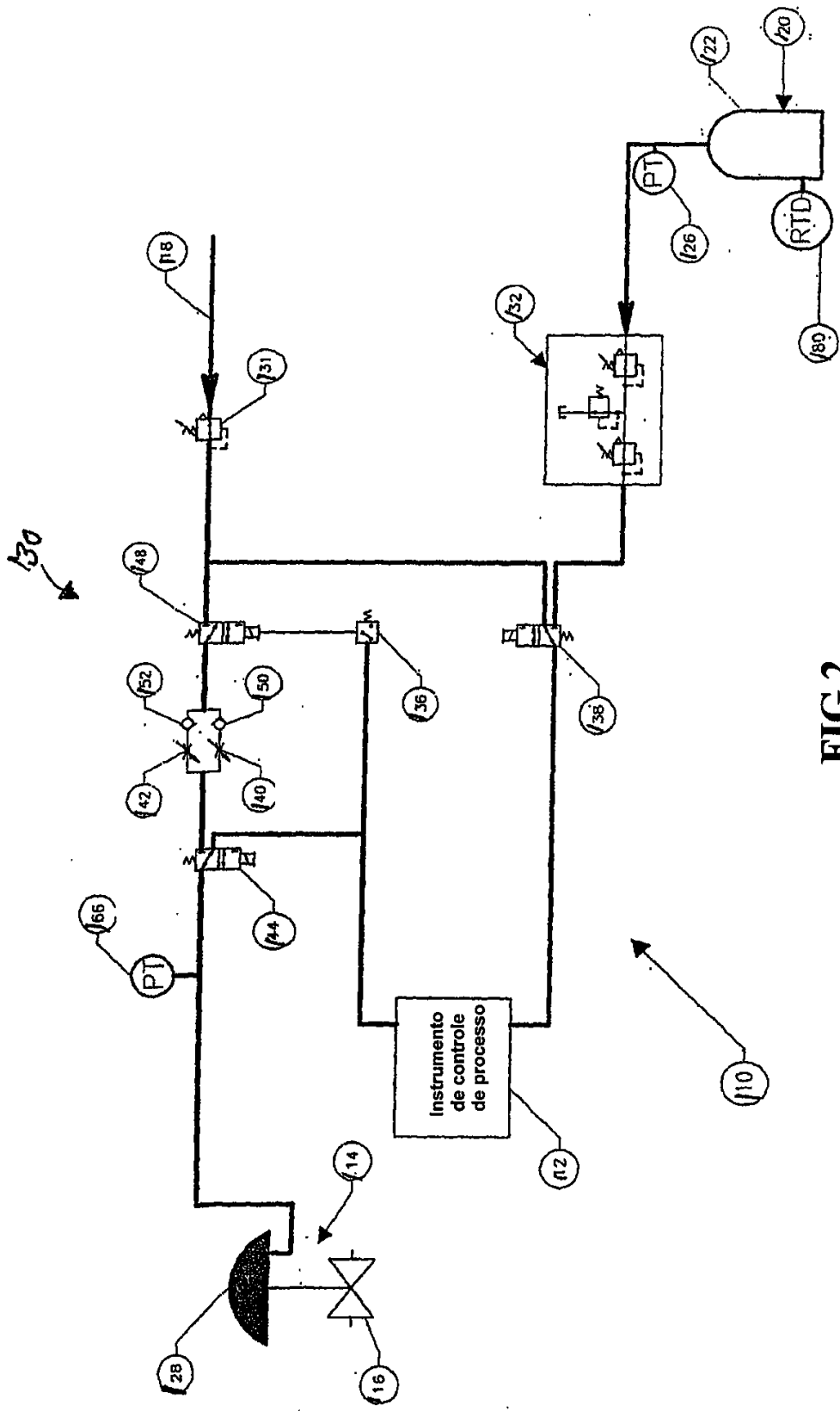


FIG.2

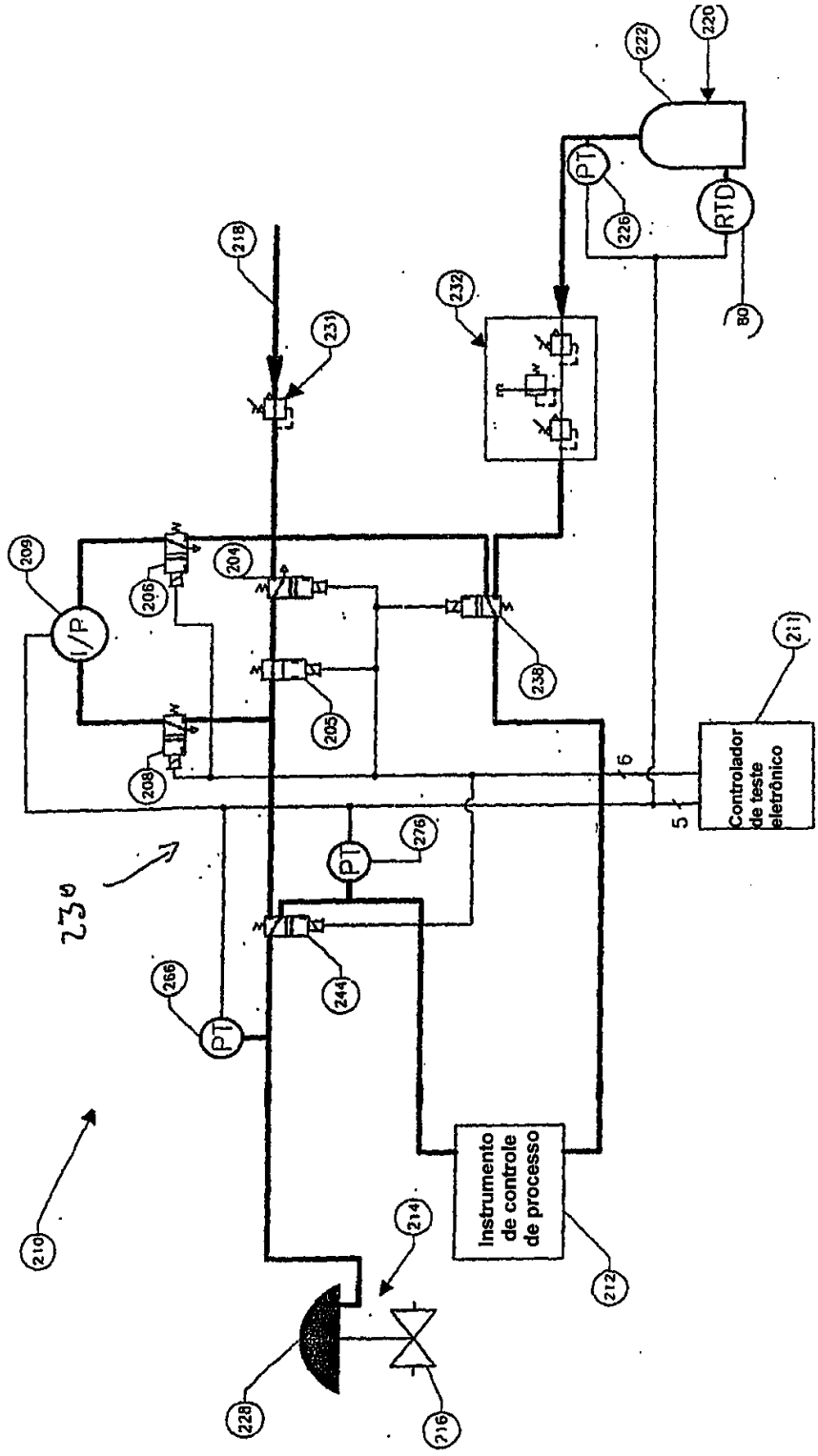


FIG.3

FIG.4

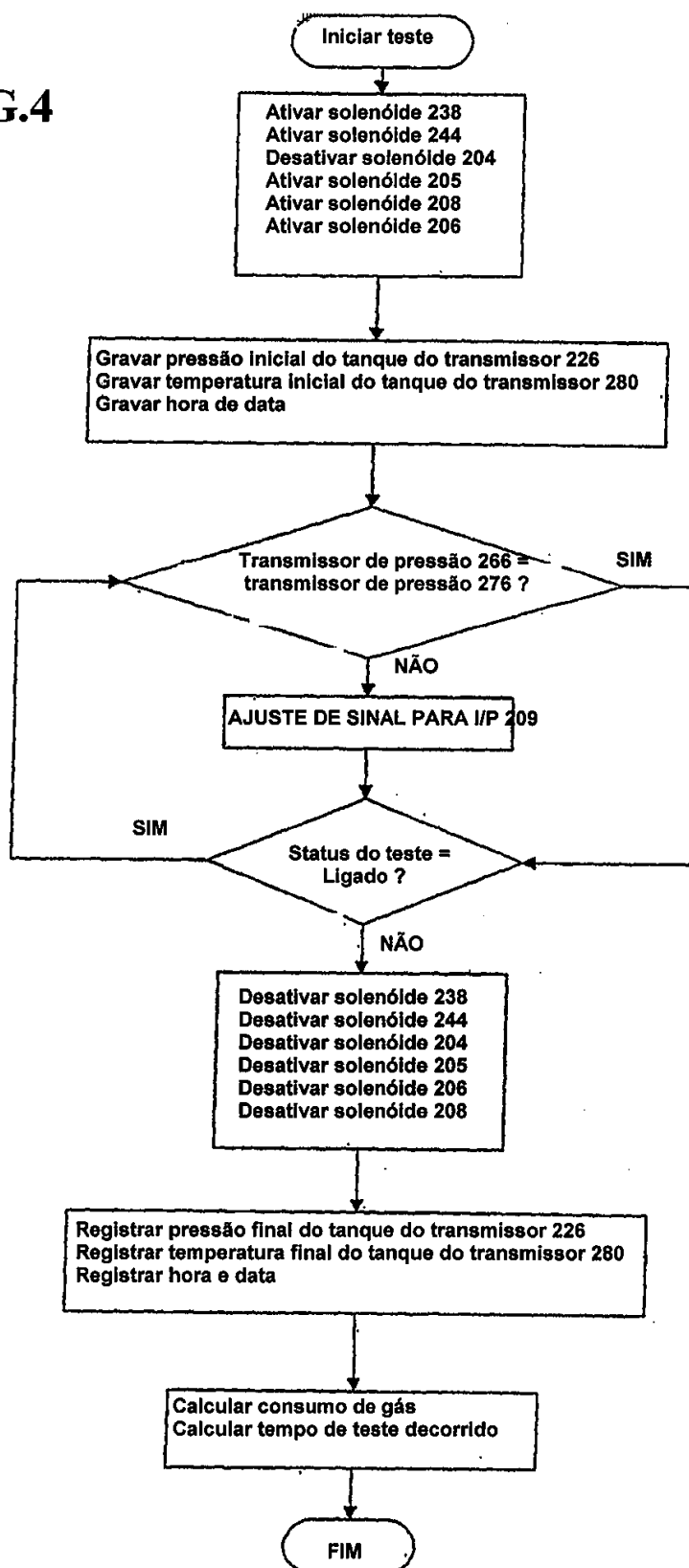


FIG.5

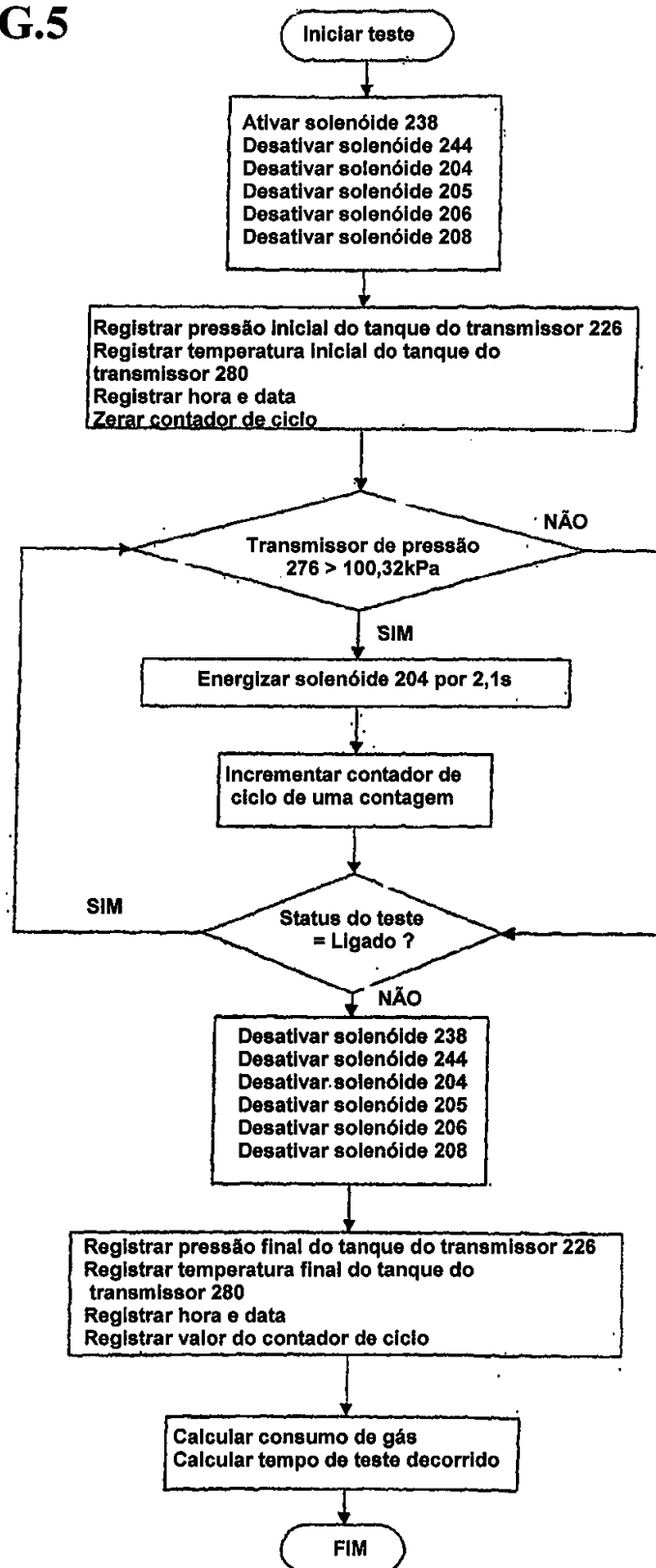
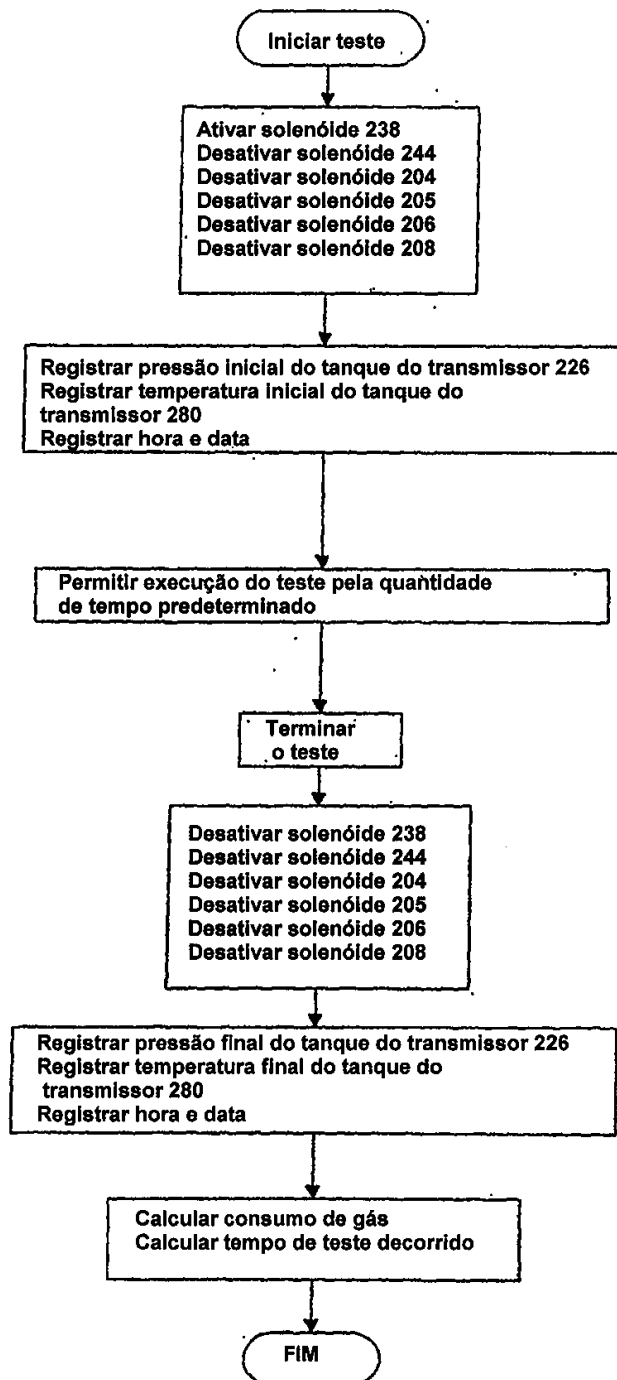


FIG.6



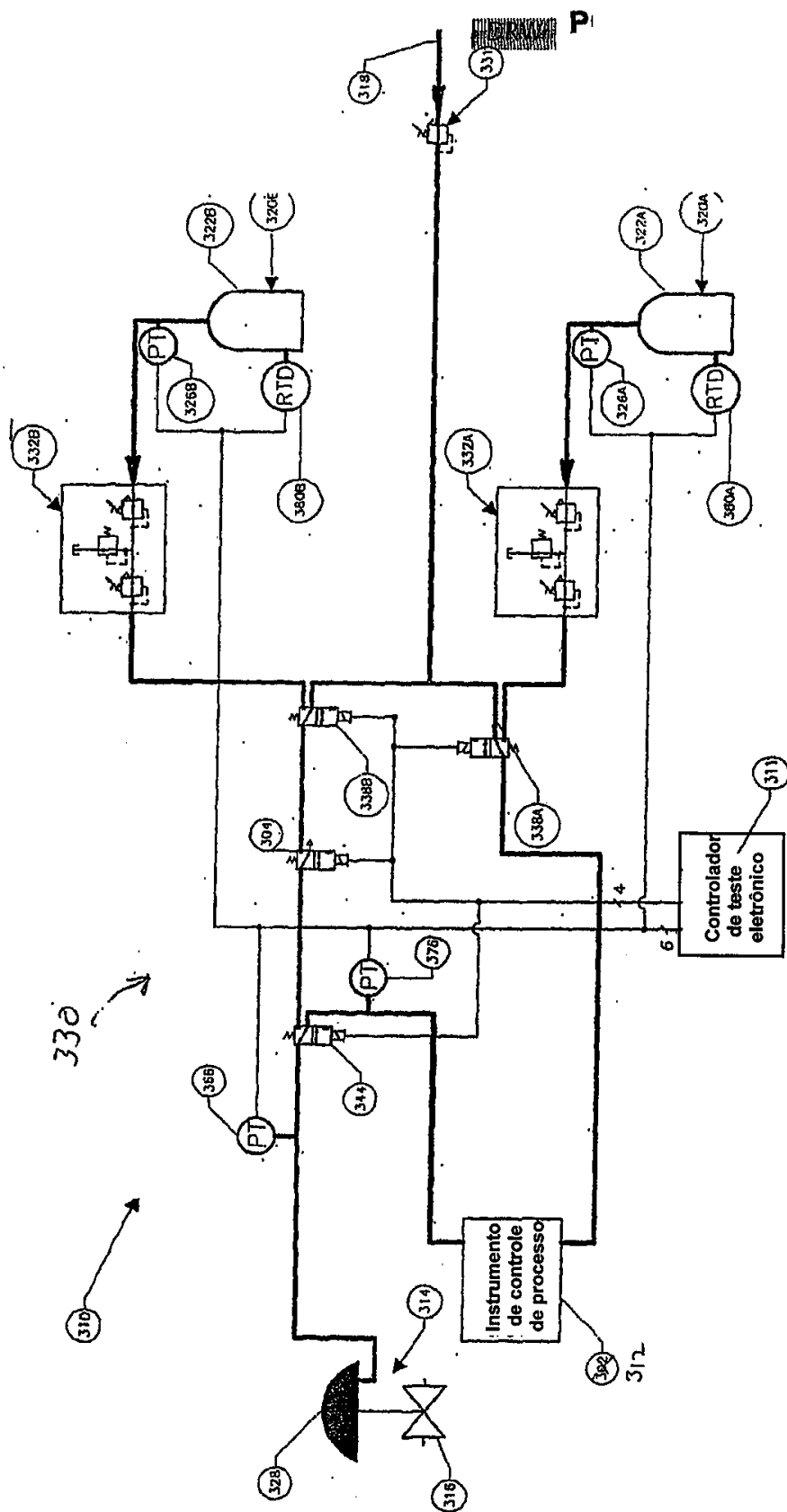
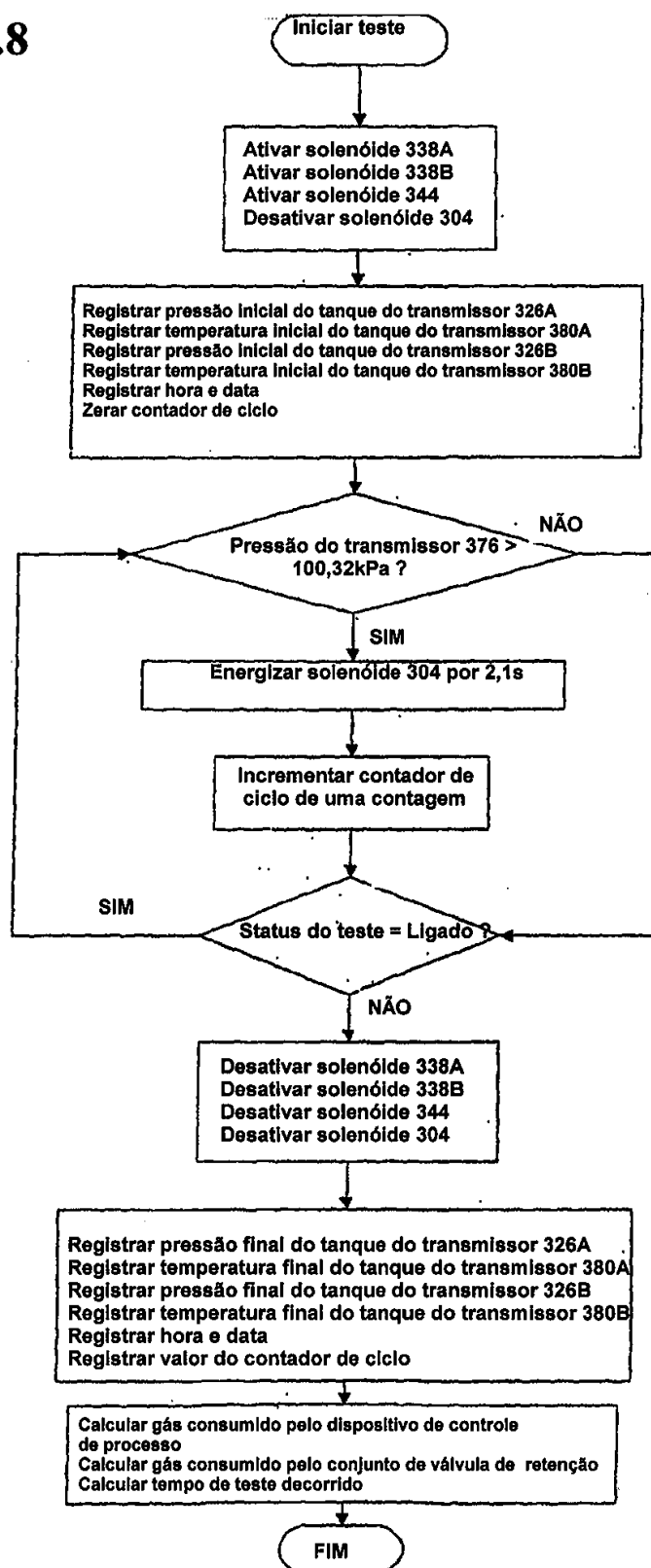


FIG.7

FIG.8



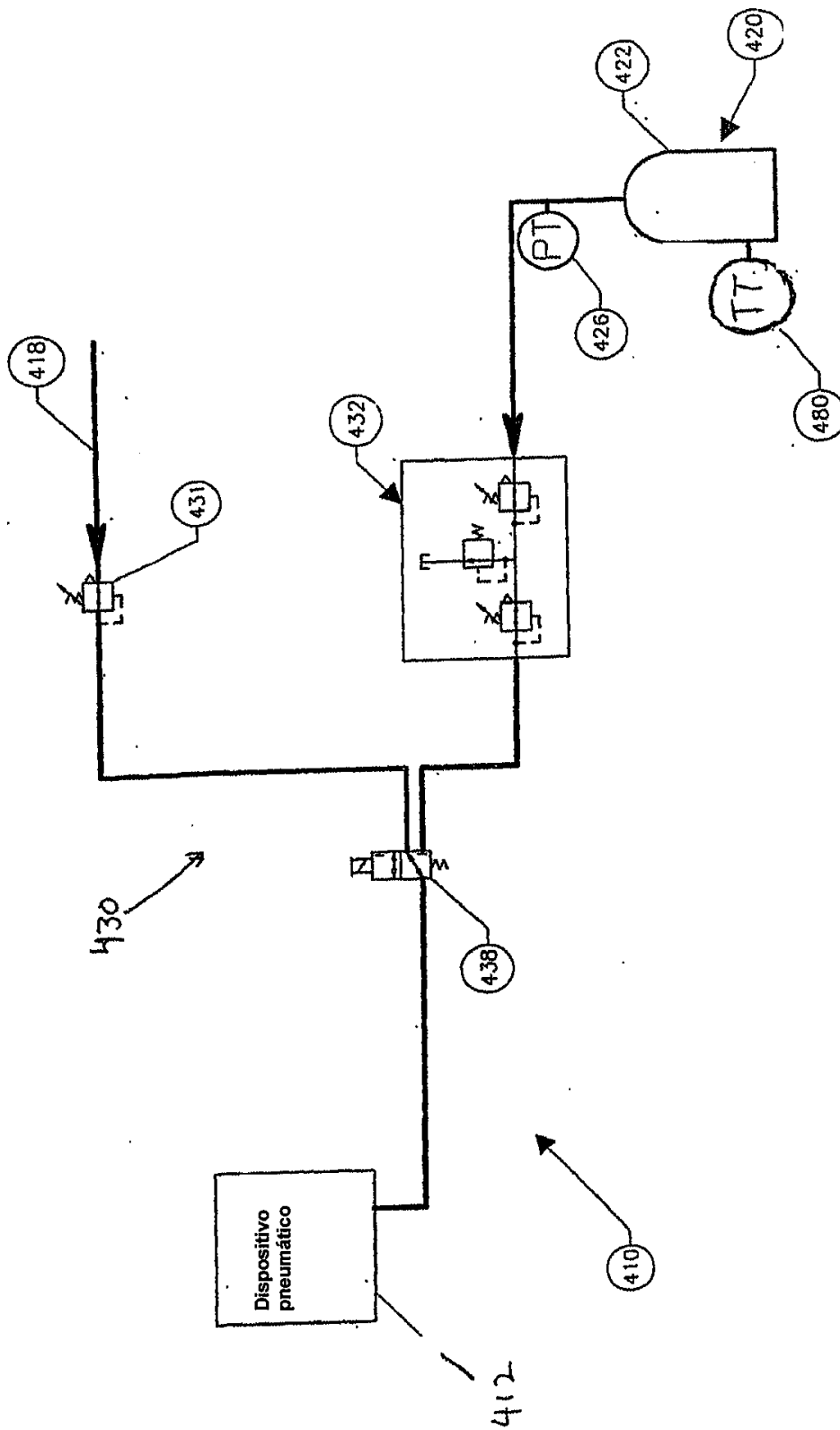


FIG.9

FIG.10

