

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

(21) **PI0803542-3 A2**



* B R P I 0 8 0 3 5 4 2 A 2 *

(22) Data de Depósito: 30/06/2008
(43) Data da Publicação: 09/03/2010
(RPI 2044)

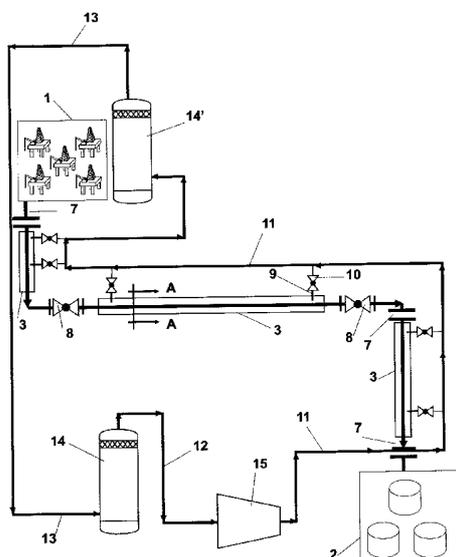
(51) *Int.Cl.:*
F16L 58/00 (2010.01)

(54) Título: **SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL**

(73) Titular(es): Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS

(72) Inventor(es): Jose Marcos Leite Pacheco

(57) Resumo: SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL. Na presente invenção é apresentado um sistema de monitoramento de vazamentos em dutos encamisados, também chamados de dutos de parede dupla, através da utilização de um duto de pequeno diâmetro (11) paralelo ao duto encamisado principal e conectado aos respiros (9) instalados em cada tubo encamisado (3) do oleoduto. Esses respiros (9) comunicam o duto de pequeno diâmetro (11) ao espaço intersticial (6) dos tubos encamisados (3) do oleoduto. O duto de pequeno diâmetro (11) pode formar um circuito fechado ou aberto com as centrais de monitoramento e controle (14,14'). O monitoramento de vazamentos pode ser feito através da aplicação de vácuo, de pressão ou pela circulação de um fluido de controle adequado no interior do duto de pequeno diâmetro (11).





**SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS
ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL
CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção se refere a um sistema destinado a detectar
5 pequenos (vazamentos graduais e/ou incipientes) ou grandes vazamentos
em oleodutos, gasodutos, polidutos e tubulações em geral, destinadas à
condução de fluidos, que utilizem dutos encamisados. Ela se destina, em
especial, à detecção de vazamentos nos sistemas de oleodutos,
gasodutos e polidutos utilizados na distribuição e coleta de petróleo,
10 derivados de petróleo e combustíveis em geral.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Dutos encamisados, também chamados de dutos de parede dupla,
estão sendo cada vez mais empregados no transporte de líquidos que
representam riscos para o meio ambiente, dentre os quais se inclui o
15 petróleo e seus derivados. Esses dutos são compostos de um primeiro
duto, chamado de duto principal ou de duto interno, que conduz o líquido e
de um segundo duto, chamado de duto externo, de diâmetro interno maior
que o diâmetro externo do primeiro e que envolve este. Dessa forma, entre
os dois fica um espaço, chamado de espaço intersticial, que retém o
20 líquido que está sendo transportado, no caso de vazamentos no duto
principal, impedindo que o mesmo vaze para o meio ambiente causando
tanto poluição como contaminação do lençol freático.

Como esses dutos freqüentemente ficam enterrados, são sujeitos a
processos de corrosão, principalmente o duto externo, que pode ter sua
25 resistência mecânica afetada e vir até mesmo a sofrer rachaduras, o que o
torna inútil como elemento de contenção. Nessa situação, é importante
que, na ocorrência de vazamentos no duto interno ou rachaduras no duto
externo, estes sejam detectados o mais rápido possível de modo a garantir
que o líquido que está sendo transportado não venha a contaminar o meio
30 ambiente.

TÉCNICA RELACIONADA

No caso de redes de dutos encamisados de pequena extensão, tais como aqueles utilizados em postos de combustíveis, vários processos são conhecidos para monitorar a integridade do espaço intersticial. Um desses sistemas consiste em instalar caixas de visita, impermeabilizadas, ao longo da rede. Nessas caixas, os tubos externos são descontinuados, de modo que em caso de vazamento no duto principal, o combustível escorra para dentro delas. As inspeções das caixas de visita permitem constatar a ocorrência de eventuais vazamentos. Um exemplo de tal sistema é descrito no documento de patente **US 4.971.477**, com o uso de um sensor nas caixas de visita que aciona um alarme no caso de vazamento de combustível para alguma caixa.

Outros exemplos desse tipo são mostrados nos documentos de patentes **US 5.263.794** e **US 5.297.896**, os quais apresentam, também, descrição de várias construções para os dutos de parede dupla usados.

Os sistemas acima empregados, contudo, não se mostram uma solução plenamente satisfatória, pois o vazamento só é constatado após algum tempo, já que é necessário um volume razoável de vazamento até que o combustível se acumule na caixa de visita. Ainda mais, o sistema não é eficiente para detectar irregularidades no duto externo.

Uma outra solução, é apresentada no documento de patente **US 5.343.191**. Aqui, o duto encamisado é dividido em vários segmentos, cada um dos quais é monitorado por um sensor que identifica tanto o vazamento do líquido sendo transportado, quanto à infiltração de umidade, no caso de dutos encamisados enterrados, que serve como indicação de irregularidades no duto externo. Tal solução tem sido usada para dutos encamisados de pequena extensão, já que em dutos encamisados de grande extensão a quantidade de sensores e suas respectivas conexões tornariam o sistema de monitoramento muito complexo.

Um outro processo é proposto no documento de patente

US 5.927.762. Aqui, são usados elementos de conexão especiais para unir os diversos tubos que compõem o duto encamisado, os quais garantem a continuidade do espaço intersticial ao longo de toda rede. O espaço intersticial é fechado apenas nas extremidades da rede. Assim, basta aplicar vácuo ou pressão no espaço intersticial para monitorar a rede. Qualquer alteração na pressão ou vácuo será um indicativo de problemas. Essa solução se mostra adequada para dutos encamisados de pequena extensão. Em dutos encamisados de grande extensão é de se esperar que ele tenha uma resposta muito lenta, pois, dado ao grande volume do espaço intersticial, a variação da pressão devido a um vazamento pequeno demoraria a se tornar perceptível.

Em dutos de grande extensão, tais como oleodutos ligando um campo de petróleo às refinarias, a adoção de dutos encamisados vem se processando de maneira mais lenta e os sistemas de monitoramento mais usuais continuam a ser por meio do controle do volume (enviado e recebido) ou por inspeções manuais nos respiros (*vents*) instalados ao longo do duto encamisado. Dutos encamisados de grande extensão são construídos a partir de tubos encamisados, de comprimentos variados, cujas extremidades contam com flanges para ligação ao tubo encamisado seguinte. A junção dos flanges cria uma descontinuidade do espaço intersticial, dessa forma fazendo com que o espaço intersticial de cada tubo encamisado seja independente dos demais.

Um dos sistemas de monitoramento do espaço intersticial que tem sido usado nesses dutos encamisados é o proposto nos documentos **US 6.489.894**, **DE 2.161.564** e **DE 196.37.868**, cuja aplicação inicial foi o monitoramento de tanques de combustível de parede dupla. Nesse caso, um segundo duto de pequeno diâmetro é ligado a cada um dos elementos do duto e monitora o vácuo criado no espaço intersticial de cada um desses elementos. Um eventual vazamento num desses elementos criará uma variação de pressão que será detectada pela central de

monitoramento

O uso do vácuo para detecção de vazamentos em dutos encamisados não se mostra adequado para sistemas ou instalações submersos, tais como oleodutos transportando petróleo de plataformas para refinarias, especialmente devido à alta viscosidade do petróleo bruto, e as freqüentes obstruções dos dutos por depósitos de parafinas, ou pela formação de hidratos ou pelo congelamento da água ao qual o óleo está freqüentemente misturado. O sistema de vácuo, que é de pequeno diâmetro, certamente entupiria no caso de haver algum vazamento no duto encamisado e assim não se detectaria o vazamento.

Sendo assim, os sistemas de detecção já conhecidos não se mostram aplicáveis a inúmeras situações, sendo objeto da presente invenção um sistema mais flexível, que possa ser usado em qualquer uma das situações relacionadas acima e em outras mais.

15 **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

No sistema de detecção de vazamentos aqui proposto, é utilizado um duto de pequeno diâmetro paralelo ao duto encamisado principal e conectado às válvulas, instaladas, preferentemente, próximo a cada uma das extremidades de cada tubo encamisado. Essas válvulas comunicam o duto de pequeno diâmetro ao espaço intersticial. O duto de pequeno diâmetro pode formar um circuito fechado ou aberto. O monitoramento de vazamentos é feito através da circulação pela tubulação de pequeno diâmetro, por meio da aplicação de vácuo ou de pressão, de um fluido de controle adequado.

O sistema é de fácil monitoramento, efetuado pelo acompanhamento de variáveis tais como pressão, composição química e vazão do fluido de controle, e é capaz de detectar rapidamente qualquer tipo de vazamento, mesmo aqueles de mínimas proporções, além de aplicável aos sistemas empregando dutos encamisados utilizados atualmente.

30 **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A **Figura 1** mostra um fluxograma esquemático de um oleoduto ligando um campo de extração de petróleo aos tanques de armazenamento de uma refinaria, com o duto de inspeção, a ser instalado, indicado em linhas pontilhadas.

5 A **Figura 2** mostra o fluxograma esquemático do sistema de monitoração da presente invenção através do uso de um fluido de controle em circuito fechado.

10 A **Figura 3** mostra o fluxograma esquemático do sistema de monitoração da presente invenção através do uso de uma bomba de vácuo em um esquema unilateral.

A **Figura 4** mostra o fluxograma esquemático do sistema de monitoração da presente invenção através do uso de um compressor em um esquema bilateral.

15 A **Figura 5** mostra o fluxograma esquemático do sistema de monitoração da presente invenção através do uso de uma bomba de vácuo em um esquema bilateral.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

20 Visando facilitar a compreensão do invento, sua descrição detalhada será feita com base nas figuras que acompanham este relatório e que dele é parte integrante.

A presente descrição será feita mostrando a aplicação de um sistema para detecção de vazamentos em tubos encamisados (3) que ligam um campo (1) de extração de petróleo aos tanques de armazenamento (2) de uma refinaria. O sistema pode ser aplicado a
25 gasodutos, polidutos e tubulações em geral, destinadas à condução de fluidos, que utilizem dutos encamisados, bem como a vasos, tanques e reservatórios encamisados.

Conforme mostrado na Figura 1, um oleoduto liga um campo (1) de extração de petróleo aos tanques de armazenamento (2) de uma refinaria.
30 Os tubos encamisados (3) do oleoduto (corte A-A) são constituídos de um

tubo externo (4), um tubo interno (5), havendo entre eles um espaço intersticial (6). Os tubos encamisados (3) usualmente têm o tubo externo (4) em aço e o tubo interno (5) em polietileno de alta densidade. Os tubos encamisados (3) do oleoduto são conectados um ao outro por meio de flanges (7). Ao longo do oleoduto são, ainda, instaladas válvulas de controle (8) destinadas a controlar o fluxo de petróleo ou fechá-lo, em caso de vazamentos.

Cada tubo encamisado (3) do oleoduto conta com respiros (9) fixados a um tubo externo (4), que possui pequeno diâmetro e permite a comunicação com o espaço intersticial (6), este encimado por uma válvula de inspeção (10). Esses respiros (9) são utilizados como elementos de ligação entre o espaço intersticial de cada tubo encamisado (3) do oleoduto e o duto de inspeção (11). O duto de inspeção (11) é constituído por uma tubulação de pequeno diâmetro, dentro da qual circula o fluido de controle (FC), que interconecta todos os respiros (9) a uma ou a duas centrais de monitoramento e controle (14, 14').

As centrais de monitoramento e controle (14, 14') são responsáveis pela análise do fluido de controle de forma a identificar possíveis vazamentos no oleoduto. De maneira geral, as variáveis do fluido de controle monitoradas podem ser quaisquer variáveis físicas que sejam transmitidas ou "percebidas" pelo mesmo, como perda de massa, fluxo, contra-fluxo, vazão, pressão, composição química, nível, dilatação do fluido de controle, etc..

A central de monitoramento e controle (14, 14') pode ser inteiramente automatizada, ou alternativamente, ter parte ou toda a sua operação comandada por operadores no próprio local, manualmente. Por exemplo, numa central de monitoramento e controle (14, 14') automatizada, os aparelhos de análise podem ser medidor de pressão ou de nível, detector de hidrocarboneto, medidor diferencial de pressão, entre outros, instalados num vaso ou tubulação nas extremidades do duto de

inspeção (11), enviando os dados para um PLC (controlador lógico programável) supervisor que acionaria um alarme em uma tela de computador ou painel, que estaria numa sala de controle. O refino da automação pode ter interligações e intertravamento com bombas ou no fechamento de válvulas, etc. O vazamento é detectado por este elemento primário (pressostato, chave de nível, medidor de fluxo, medidor de vazão, diferencial de pressão, detector de hidrocarboneto, etc.) instalado no reservatório ou no duto encamisado próximo à central de monitoramento e controle (14, 14'), conforme mostrado nas figuras anexas, e indicará a detecção por qualquer desvio das condições "normais" (sem interferências físicas externas ou internas) no regime de funcionamento do sistema de monitoramento, seja ela detectada por: pressão alta ou baixa, nível alto ou baixo, teor de hidrocarboneto no fluido de controle, vazão menor ou maior, etc.

No caso de dutos encamisados nos quais o tubo interno (5) é do tipo "Liner de Polietileno", a parede externa do liner fica em contato com a parede interna do tubo externo (4), e o eventual rompimento do *Liner de Polietileno*, com o vazamento do fluido sendo transportado para o espaço intersticial (6), leva o fluido de imediato para o respiro (9), de onde ele sai pelas válvulas (10), que estão abertas, indo para o duto de inspeção (11). Nesse caso, o fluido de controle não necessita circular pelo espaço intersticial (6). O vazamento do fluido sendo transportado para o duto de inspeção (11) provoca alterações nas condições normais de escoamento do fluido de controle. No caso de um gasoduto, o gás contamina o fluido de controle; e no caso de petróleo, este poderá bloquear / dificultar a circulação do fluido de controle, aumentar a sua pressão, ou ainda contaminá-lo.

Em outras construções, nas quais haja um espaço intersticial (6) razoável entre os tubos interno (5) e externo (4), pode ser conveniente fazer o fluido de controle circular no interior dele, especialmente se o fluido

sendo transportado for líquido, já que isso facilita o contato entre o fluido de controle e o fluido sendo transportado e, conseqüentemente, a sinalização de modificações nas condições normais de operação do fluido de controle, que sejam a pressão, vazão e composição química. Isso pode ser obtido usando-se válvulas, ou outro tipo de dispositivo, que restrinja total ou parcialmente a circulação do fluido de controle pelo duto de inspeção (11) no espaço entre os respiros (9) de um mesmo tubo encamisado (3) do duto encamisado, forçando-o para dentro do espaço intersticial (6).

10 O presente sistema pode ter diversas configurações, sendo quatro destas exemplificadas e detalhadas a seguir.

A primeira configuração exemplificada é ilustrada na Figura 2. Ela conta com duas centrais de monitoramento e controle (14, 14'), uma em cada extremidade do duto de inspeção (11), as quais são interligadas entre si por uma tubulação auxiliar (13). A primeira central de monitoramento e controle (14) é conectada a um compressor (15), por meio da tubulação de conexão (12), e o compressor (15), por sua vez é conectado a uma das extremidades do duto de inspeção (11). A outra extremidade do duto de inspeção (11) é conectada à segunda central de monitoramento e controle (14'), formando, assim, um circuito fechado.

20 O compressor tem a função de fazer circular o fluido de controle ao longo do circuito fechado constituído pelo duto de inspeção (11), tubulação de conexão (12), centrais de monitoramento e controle (14, 14') e tubulação auxiliar (13). Como é usual nas instalações com compressores, na sua saída está uma válvula de retenção (19), para evitar contra-fluxo. Dessa forma, o fluido de controle arrasta pelo menos parte do material que vazou para o espaço intersticial (6) até as centrais de monitoramento e controle (14, 14'), onde sua presença será detectada pelos aparelhos de análise. Além disso, o fluido de controle indica a existência de furos nos tubos encamisados (3) do oleoduto, pela queda de pressão entre as

30

centrais de monitoramento e controle (14, 14'). O fluido de controle deve ser escolhido de acordo com cada aplicação específica, sendo que na maioria das aplicações exemplificadas usou-se ar ou nitrogênio.

5 O compressor pode ser substituído por uma bomba de vácuo, embora essa alternativa pareça ser menos eficiente.

A segunda configuração exemplificada é ilustrada na Figura 3. É uma construção mais simples que a anterior, em circuito aberto. Em uma extremidade do duto de inspeção (11), antes do primeiro respiro (9a), fica a admissão do fluido de controle que, usualmente, é o próprio ar
10 atmosférico. Assim, a admissão do fluido de controle pode ser uma simples tomada de ar com um filtro para impedir a admissão de poeira e umidade. Na outra extremidade fica a central de monitoramento e controle (14), uma bomba de vácuo (16) e a tubulação de conexão (12) entre ambos. A bomba de vácuo promove a circulação do fluido de controle no
15 interior do duto de inspeção (11) até a central de monitoramento e controle (14). O fluido de controle, após passar pela central de monitoramento e controle (14) e pela bomba de vácuo (16) é descartado para local adequado.

A terceira configuração exemplificada, mostrada na Figura 4, é
20 similar à primeira (Figura 2), porém, transformada em um circuito aberto pela eliminação da tubulação auxiliar (13). Nesse caso, é conveniente que o compressor (15) seja levado para antes da primeira central de monitoramento e controle (14), a fim de possibilitar que as condições ao longo do duto de inspeção (11) sejam mantidas uniformes. Além disso,
25 como o fluido de controle nessa configuração usualmente será o próprio ar atmosférico, o compressor (15) já dispõe de uma tomada de ar com um filtro para impedir a admissão de poeira e umidade.

A quarta configuração exemplificada, mostrada na Figura 5, é igual à terceira (Figura 4), porém, trocando-se o compressor (15) por uma bomba
30 de vácuo (16). Nesse caso é necessária a introdução de uma tomada de

ar provida com um filtro, para impedir a admissão de poeira e umidade, antes da segunda central de monitoramento e controle (14').

A escolha da configuração do sistema a ser utilizada depende de algumas considerações, tanto de natureza técnica quanto econômica, além da necessidade de atender às exigências da legislação ambiental. A título ilustrativo serão apresentadas a seguir, algumas aplicações do sistema e as variáveis envolvidas na escolha da configuração mais adequada para cada caso.

No caso de gasodutos ou fluidos bifásicos que tenham em sua composição maior teor de fase gasosa, os dispositivos mais viáveis para se detectar o vazamento no sistema de monitoramento do fluido de controle seriam detectores de hidrocarbonetos, sensores de pressão ou de vazão. Neste sistema, as bombas de vácuo compartilhadas com vácuo intermitente, no sistema de fluido de controle, seriam mais viáveis economicamente e de melhor eficiência energética sem prejudicar a eficiência da detecção de vazamento.

Os sistemas de monitoramento bilaterais são obviamente mais sensíveis e confiáveis devido à redundância de sensores e de seu duplo posicionamento em relação ao duto encamisado. O sistema de circuito fechado seria o mais confiável, porém o mais dispendioso e também o mais complexo na sua instalação em relação aos de sistema aberto. Os tipos mais econômicos e simples são os unilaterais e de sistema aberto.

No caso de oleodutos, nos quais a composição do fluido em sua maior parte é constituída pela fase líquida, os dispositivos mais viáveis para se detectar o vazamento no duto encamisado pelo sistema de monitoramento do fluido de controle seriam os sensores pressão ou de diferenciais de pressão e os medidores de vazão. Nestes casos, a bomba de vácuo seria menos indicada e menos confiável do que aqueles em que se tem um fluido de controle circulando no sistema, pois, pelas longas distâncias, típicas nos oleodutos, o vazamento de líquido para o espaço

intersticial seria pouco perceptível devido ao seu difícil escoamento, e conseqüentemente, ao pouco volume que seria deslocado para dentro do duto de pequeno diâmetro do fluido de controle. Neste caso, se houvesse um fluido de controle circulando ele seria obstruído pelo vazamento e faria
5 o diferencial de pressão subir acentuadamente, bem como a interrupção de sua vazão.

O sistema de detecção da presente invenção permite que se trabalhe com o fluido de controle circulando continuamente ou intermitentemente. A opção por uma ou outra vai depender das
10 necessidades de monitoramento de cada aplicação específica. Pode-se, até mesmo, usar um fluido não-circulante, onde o fluido de controle é fechado ou confinado dentro do duto de inspeção (11) e com medições de pressão na central de monitoramento e controle (14, 14') ou, se o fluido de controle for um líquido, pela medição de coluna de líquido, nível em
15 tubulação com coluna de líquido ou nível em reservatório ou vaso de controle com nível nas centrais de monitoramento e controle (14, 14').

Conforme ilustrado nas Figuras 3, 4, e 5, o duto de inspeção (11) pode dispor de válvulas de bloqueio (17), de forma a permitir o isolamento de trechos. Assim, em caso de a central de monitoramento e controle (14,
20 14') acusar a existência de vazamentos, os trechos podem ser sucessivamente isolados até se localizar o trecho onde está ocorrendo o vazamento. A inspeção pode ser efetuada manualmente, especialmente em oleodutos pouco extensos e que atravessem regiões de fácil acesso. Em caso de oleodutos muito extensos ou que atravessem regiões
25 inóspitas é preferível o uso de válvulas de bloqueio (17) automatizadas, que possam ser operadas a partir de uma sala de controle. Conforme ilustram as Figuras 4 e 5, com a instalação das válvulas de bloqueio (17), é necessária a instalação, também, de válvulas intermediárias (18) que servem para a drenagem, teste, verificação, e eventual desvio (*by-pass*)
30 do trecho isolado.

Ressalva-se que em oleodutos muito extensos, onde se utilizam várias estações de rebombeio, é conveniente instalar um sistema de detecção de vazamento separado para cada setor do oleoduto compreendido entre duas estações de rebombeio. E, mesmo que não haja 5 estações de rebombeio, considerações de ordem operacional podem indicar a conveniência de se instalar centrais de monitoramento e controle (14, 14') intermediárias ao longo do oleoduto.

Ressalve-se que a segunda, terceira e quarta alternativas impõem a necessidade de tratamento do fluido de controle antes de ele ser 10 despejado no meio ambiente na eventualidade de haver a possibilidade de ele carrear materiais poluentes ou perigosos em níveis acima dos permitidos e isso deve ser previsto no projeto de instalações usando essas alternativas.

Os exemplos e figuras aqui descritos não representam um limitante 15 para o escopo da invenção, podendo o sistema aqui apresentado sofrer modificações, tendo alguns de seus elementos constituintes substituídos por outros com a mesma função técnica, em especial os materiais utilizados, suas dimensões, formas e proporções.

REIVINDICAÇÕES

- 1- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, **caracterizado por** compreender um duto de inspeção (11), de pequeno diâmetro, paralelo a um duto encamisado (3), sendo o duto de inspeção conectado aos respiros (9) do duto encamisado (3) e as centrais de monitoramento e controle (14, 14'), e onde circula um fluido de controle no interior do referido duto de inspeção (11) até as centrais de monitoramento e controle (14, 14').
- 2- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a circulação do fluido de controle ser efetuada por um compressor (15).
- 3- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a circulação do fluido de controle ser efetuada por uma bomba de vácuo (16).
- 4- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a central de monitoramento e controle (14, 14') ser automatizada.
- 5- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** a central de monitoramento e controle (14, 14') ser operada manualmente.
- 6- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** uma central de monitoramento e controle (14, 14') ser instalada em cada extremidade do duto de inspeção (11), sendo elas interligadas por uma tubulação auxiliar

(13), de forma a formar um circuito fechado com o duto de inspeção (11) para a circulação do fluido de controle.

5 7- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com as reivindicações 1 e 3, **caracterizado por** o fluido de controle ser admitido em uma extremidade do duto de inspeção (11) antes do primeiro respiro (9a), e uma central de monitoramento e controle (14) estar conectada a outra extremidade do duto de inspeção (11).

10 8- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado por** cada extremidade do duto de inspeção (11) ser conectada a uma central de monitoramento e controle (14, 14'), e um compressor (15) ser alocado antes da primeira central de monitoramento e controle (14), de forma a
15 caracterizar um circuito aberto.

9- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com as reivindicações 1 e 3, **caracterizado por** cada extremidade do duto de inspeção (11) ser conectada a uma central de
20 monitoramento e controle (14, 14'), e uma bomba de vácuo (16) ser alocada antes da primeira central de monitoramento e controle (14).

10- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com as reivindicações 6 a 9, **caracterizado por** o fluido de
25 controle circular em modo contínuo.

11- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 6 a 9, **caracterizado por** o fluido de controle circular em modo intermitente.

30 12- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS

ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com as reivindicações 5 a 8, **caracterizado por** o fluido de controle não-circulante estar confinado no duto de inspeção (11).

5 **13- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS**
ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o duto de inspeção (11) dispor de válvulas de bloqueio (17).

10 **14- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS**
ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado por** o duto de inspeção (11) dispor de válvulas intermediárias (18) para a drenagem, teste, verificação, e eventual desvio do trecho isolado.

15 **15- SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS**
ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado por** se substituir o compressor (15) por uma bomba de vácuo (16).

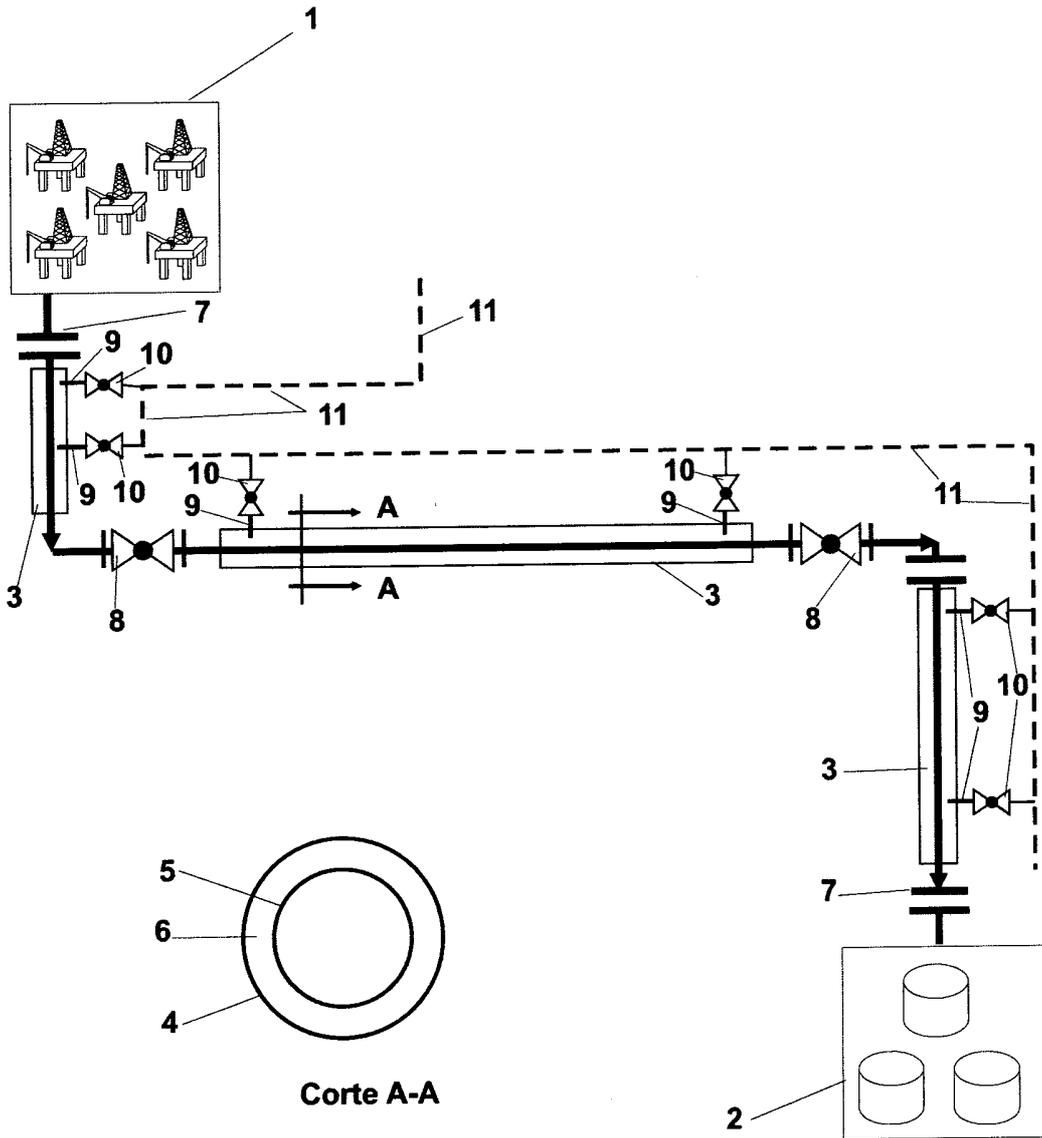


FIG. 1

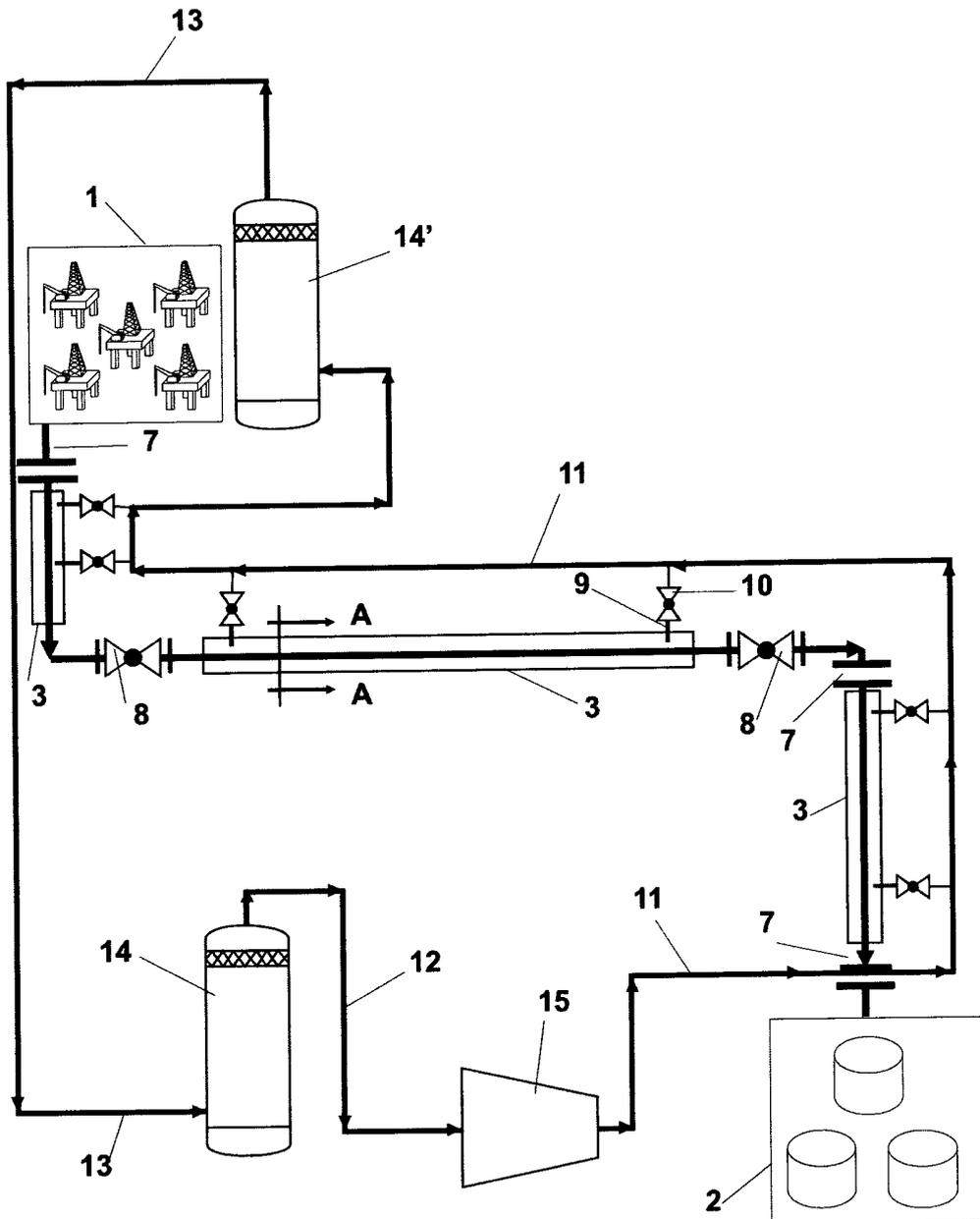


FIG. 2

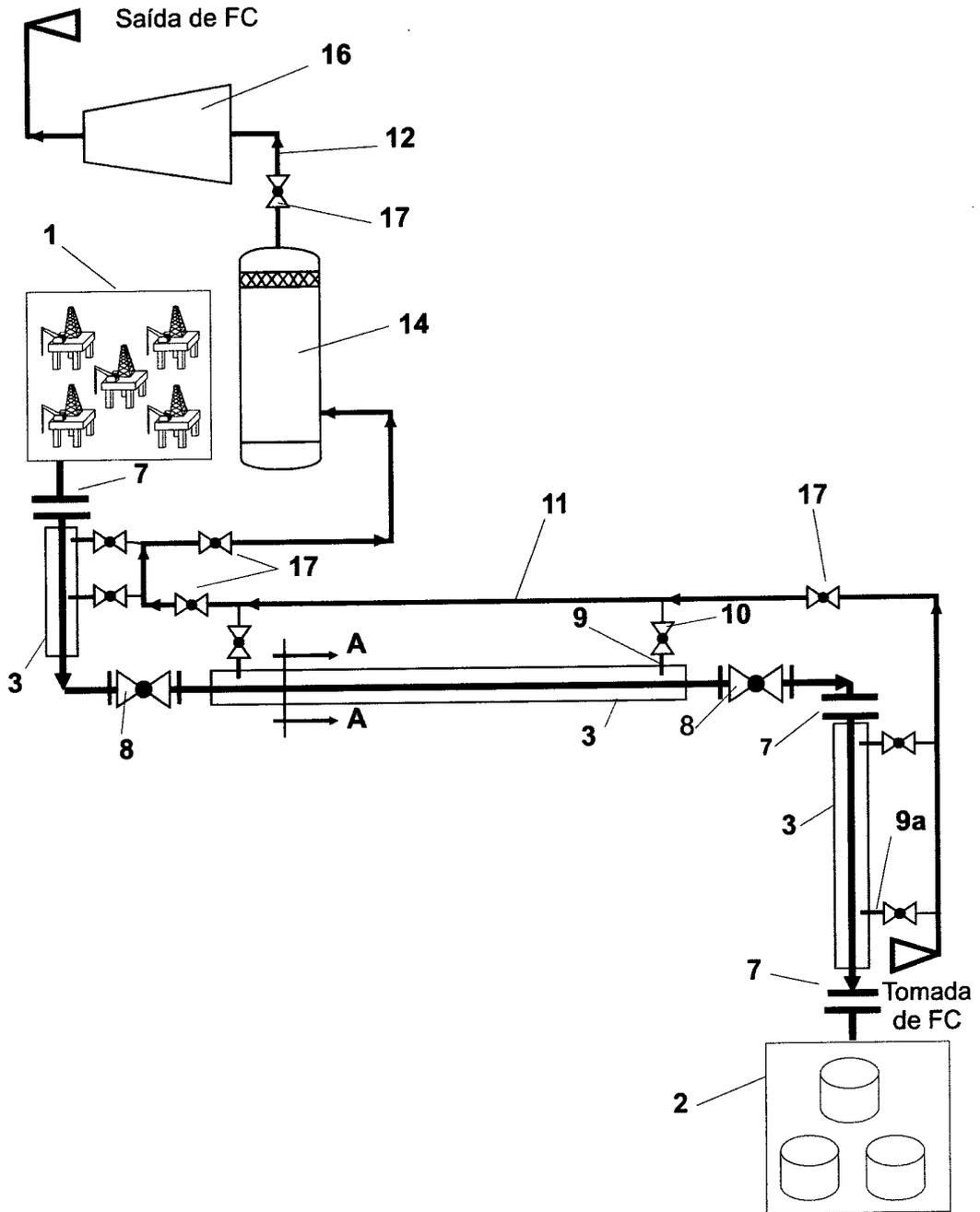


FIG. 3

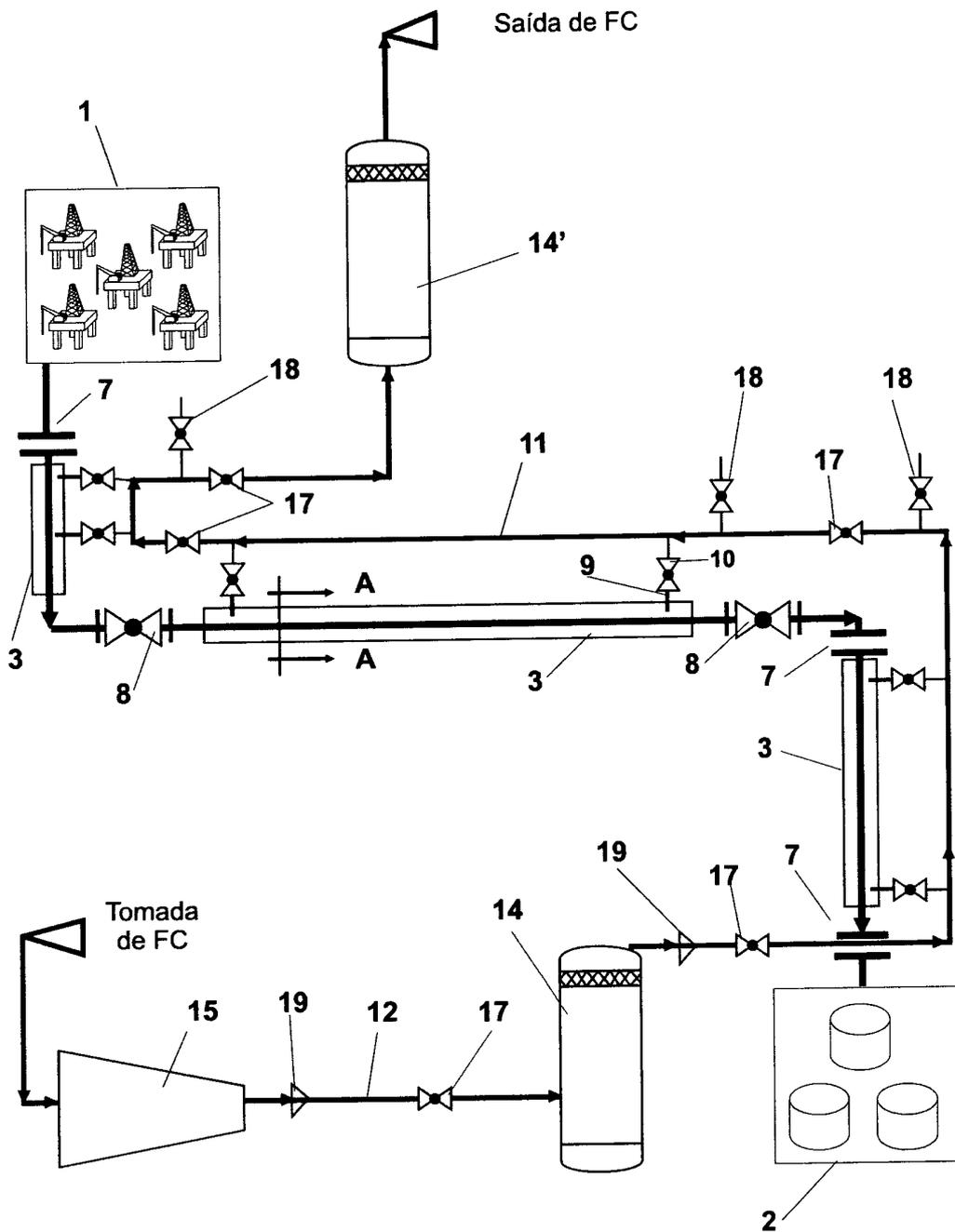


FIG. 4

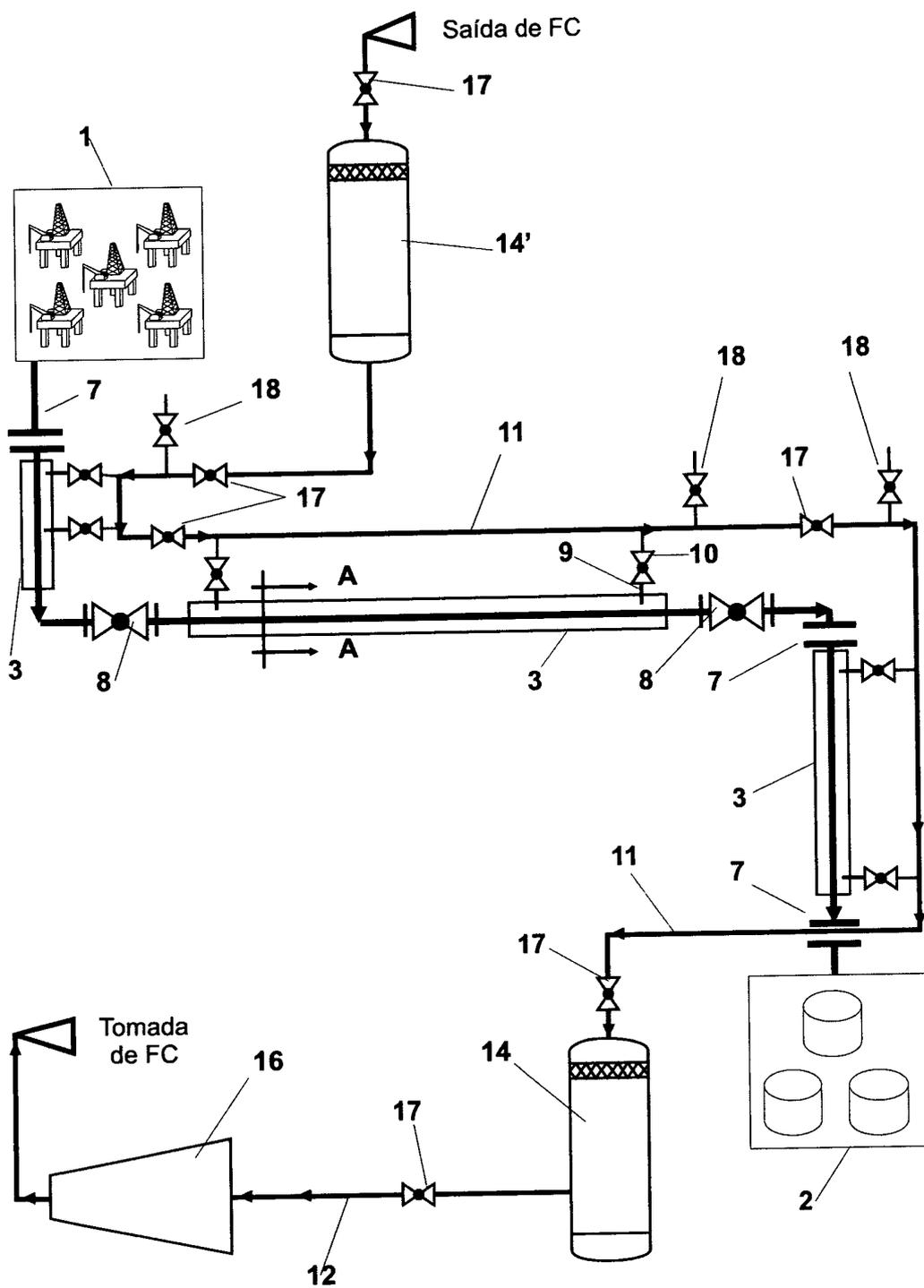


FIG. 5

RESUMO**SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM DUTOS
ENCAMISADOS PELO MONITORAMENTO DO ESPAÇO INTERSTICIAL**

Na presente invenção é apresentado um sistema de monitoramento
5 de vazamentos em dutos encamisados, também chamados de dutos de
parede dupla, através da utilização de um duto de pequeno diâmetro (11)
paralelo ao duto encamisado principal e conectado aos respiros (9)
instalados em cada tubo encamisado (3) do oleoduto. Esses respiros (9)
comunicam o duto de pequeno diâmetro (11) ao espaço intersticial (6) dos
10 tubos encamisados (3) do oleoduto. O duto de pequeno diâmetro (11)
pode formar um circuito fechado ou aberto com as centrais de
monitoramento e controle (14, 14'). O monitoramento de vazamentos pode
ser feito através da aplicação de vácuo, de pressão ou pela circulação de
um fluido de controle adequado no interior do duto de pequeno diâmetro
15 (11).