



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



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

CARTA PATENTE N.º PI 0206204-6

Patente de Invenção

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

(21) Número do Depósito : PI 0206204-6

(22) Data do Depósito : 08/01/2002

(43) Data da Publicação do Pedido : 11/07/2002

(51) Classificação Internacional : E21B 17/01; E21B 17/18

(30) Prioridade Unionista : 08/01/2001 GB 0100413.4; 07/02/2001 GB 0103020.4; 16/10/2001 GB 0124801.2

(54) Título : "TORRE DE TUBO ASCENDENTE MARÍTIMA".

(73) Titular : ACERGY FRANCE SA, Sociedade Francesa. Endereço: 1, Quai Marcel Dassault, F-92150 Suresnes Cedex., França (FR).

(72) Inventor : Jean-Luc Bernard Legras. Endereço: 1902 Ashford Hollow, Houston, TX 77077, Estados Unidos. Cidadania: Francesa.; Gregorie François Christian de Roux. Endereço: 15, Place d'Aligre, F-75012 Paris, França. Cidadania: Francesa.; Tegwen Bertrand Marie Miorcec De Kerdanet. Endereço: 51/53, Rue de Lourmel, F-75015 Paris, Estados Unidos. Cidadania: Francesa.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 25/11/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 25 de Novembro de 2014.

Assinado digitalmente por
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes

15 de Novembro
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
de 1889

"TORRE DE TUBO ASCENDENTE MARÍTIMA"

Introdução

A presente invenção refere-se a uma torre de tubo ascendente marítima ("marine riser tower"), do tipo empregado no transporte de fluidos de hidrocarboneto (gás e/ou óleo) de poços submarinos. A torre de tubo ascendente inclui tipicamente vários condutos para o transporte de fluidos, e diferentes condutos dentro da torre de tubo ascendente são empregados para transportar os fluidos de produção quentes e os fluidos de injeção, que são usualmente mais frios.

A torre pode fazer parte de um tubo ascendente que é denominado de híbrido, o qual tem partes superiores e/ou inferiores ("pontes") feitas de conduto flexível. O documento US-A-6082391 propõe uma Torre de Tubo Ascendente Híbrida específica que consiste em um núcleo central vazio, que sustenta um feixe de tubos ascendentes, alguns empregados para produção de óleo, alguns empregados para injeção de água e gás. Este tipo de torre foi desenvolvida e colocada no campo Girassol para sotavento de Angola. Um material isolante sob a forma de blocos de espuma sintética circunda o núcleo e os tubos e separa os condutos para fluidos quentes e frios. Outro material de fundamentos está para ser publicado no trabalho "*Hybrid Riser Tower: from Functional Specification to Cost per Unit Length*", de J-F Saint-Marcoux e M Rochereu, DOT XIII Rio de Janeiro, 18 de outubro de 2001.

O processo de fabricação e transporte de espuma é tal que a espuma se apresenta como componentes ou blocos que são montados uns nos outros na produção em um estaleiro. O

encaixe dos componentes na torre é tal que há aberturas resultantes de tolerâncias de fabricação e montagem. Um fluido capaz de fluir prontamente, como a água do mar, toma o lugar do ar nessas aberturas e um ciclo de convecção natural se desenvolve. A convecção natural sob a forma de sifões térmicos pode resultar em perdas térmicas muito elevadas.

Quando uma torre de tubo ascendente aloja tanto linhas de fluxo quentes quanto linhas de injeção de água fria, a água do mar fria circunda as linhas de injeção de água até o topo da torre. Quando da paralisação da produção, essa água fria naturalmente desce, sendo substituída pela água do mar mais quente que circunda as linhas de fluxo. Esse fluido mais frio acumula-se em volta dos condutos, como, por exemplo, a linha de produção na base da torre, e acelera a transferência de calor do fluido de produção no conduto. Isto torna difícil atender aos critérios de tempo de resfriamento do tubo ascendente, localmente.

Medidas tais como gaxetas podem ser tomadas para dissolver essa convecção, mas têm sucesso apenas limitado, e aumentam os custos da construção.

O documento GB-A-2346188 (2H) apresenta uma alternativa ao feixe da torre de tubo ascendente híbrida, especificamente um "tubo ascendente deslocado concêntrico". O tubo ascendente neste caso inclui uma linha de fluxo de produção única localizada dentro de um tubo externo. Outras linhas, tais como linhas de elevação de gás, de injeção química, de ensaio ou de controle hidráulico, são localizadas no espaço anular existente entre o núcleo e o tubo externo. A trajetó-

ria de fluxo principal do sistema é proporcionada pelo tubo central, e o espaço anular pode ser enchido com água ou material de isolamento térmico. As linhas de injeção de água, que são geralmente iguais em diâmetro à linha de fluxo, não são acomodadas e exigem, presumivelmente, sua própria estrutura ascendente.

O documento EP-A-0467635 apresenta um material isolante térmico para uso em feixes de tubulação e caixões ascendentes de tubulação. O material é um material à base de gel que pode ser empregado para encher o espaço entre as linhas existentes no tubo ascendente.

A finalidade da presente invenção é a de apresentar uma torre de tubo ascendente que tenha uma eficácia térmica segura e/ou uma eficácia térmica maior para um dado custo total. As modalidades específicas da invenção visam especificamente a eliminar a transferência de calor por convecção dentro e em volta da torre, de modo a se obter transferência de calor muito baixa. As modalidades específicas da invenção visam, por exemplo, a obter taxas de transferência de calor inferiores a $1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A invenção, sob um primeiro aspecto, apresenta uma torre de tubo ascendente na qual uma pluralidade de condutos de fluido rígidos, que incluem pelo menos uma linha de fluxo de produção, é sustentada em uma estrutura única, pelo menos um dos condutos sendo dotado de seu próprio isolamento dentro da estrutura.

Em modalidades específicas, linhas isoladas são empregadas para linhas de fluxo de produção de óleo e, de

preferência, também para linhas de elevação de gás. O isolamento pode ser proporcionado também para linhas de injeção, dependendo das condições operacionais de temperatura efetivas.

Uma aplicação específica da presente invenção está em Torres Ascendentes Híbridas, por exemplo do tipo independente, em que linhas flexíveis são ligadas ao tubo ascendente no topo e/ou na base.

O isolamento pode funcionar em lugar ou além do material flutuante que circunda o tubo ascendente como um todo.

O isolamento pode assumir a forma de um revestimento aplicado ao conduto, uma estrutura de duas paredes (tubo no tubo) ou uma combinação de ambos.

A torre de tubo ascendente pode incluir um núcleo estrutural tubular. Um ou mais dos condutos (como, por exemplo, linhas de produção e/ou de elevação de gás) podem ser localizados no interior do núcleo, de modo que ele seja isolado também do ambiente e das linhas d'água. Esta feição é o objeto de um pedido copendente.

Estas e outras feições vantajosas são definidas nas reivindicações anexas.

Descrição Resumida dos Desenhos

As modalidades da invenção serão agora descritas, à guisa de exemplificação apenas, por referência aos desenhos anexos, nos quais:

A Figura 1 ilustra esquematicamente uma instalação em águas profundas que inclui uma embarcação de produção e

armazenamento flutuante e feixes de tubos ascendentes de tubulação rígidos em um campo de óleo em águas profundas;

A Figura 2 é uma elevação lateral mais detalhada de uma instalação do tipo mostrado na figura 1, que inclui
5 uma torre de tubo ascendente de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção;

A Figura 3 é uma vista em corte transversal de um feixe de tubos ascendentes adequados para uso na instalação das figuras 1 e 2;

10 As Figuras 4, 5 e 6 são vistas em corte transversal de disposições de feixe de tubos ascendentes alternativas à mostrada na figura 3;

A Figura 7 é um corte transversal longitudinal parcial de uma linha de fluxo isolada para uso no feixe de
15 tubos ascendentes da figura 3 ou 4, na qual o isolamento inclui uma estrutura de tubo em tubo;

A Figura 8 ilustra uma modificação da torre de qualquer um dos exemplos acima, na qual os blocos de espuma se estendem somente por sobre partes da extensão da torre.

20 Descrição Detalhada das Modalidades

Com referência à figura 1, os que lidam com a técnica reconhecerão uma vista recortada de uma instalação de leito do mar que compreende várias cabeças de poço, tubulações dotadas de válvulas e outras peças de equipamento de
25 tubulação, indicadas pelos números de referências 100 a 108. Elas são localizadas em um campo de óleo no leito do mar 110.

Torres ascendentes verticais construídas de acordo com a presente invenção são apresentadas em 112 e 114, para

transporte de fluidos de produção até a superfície e para transportar gás de elevação, água de injeção e produtos químicos de tratamento, tais como o metanol, da superfície até o leito do mar. O pé de cada tubo ascendente, 112, 114, é
5 ligado a vários locais de cabeça de poço/injeção, indicados pelos números de referência de 100 a 108, pelas tubulações horizontais 116, etc.

Outras tubulações, 118, 120, podem ser ligadas a outros locais de poço em uma parte afastada do leito do mar.
10 À superfície do mar 122, o topo de cada torre de tubo ascendente é sustentado por uma bóia, 124, 126. Essas torres são pré-fabricadas em instalações costeiras, rebocadas até seu local de funcionamento e em seguida instaladas no leito do mar, com âncoras no fundo e flutuação no topo.

15 Uma embarcação de produção e armazenamento flutuante (FPSO), indicada pelo número de referência 128, é amarrada por dispositivos não mostrados, ou mantidas doutro modo no lugar à superfície. A FPSO 128 proporciona instalações de produção, armazenamento e acomodação para os poços de 100 a
20 108. A FPSO 128 é ligada aos tubos ascendentes por linhas de fluxo flexíveis, 132, etc., para a transferência de fluidos entre a FPSO e o leito do mar, por meio dos tubos ascendentes 112 e 114.

Conforme mencionado acima, podem ser necessárias
25 tubulações individuais não só para os hidrocarbonetos produzidos a partir dos poços no leito do mar, mas também para diversos fluidos auxiliares, que ajudam na produção e/ou manutenção da instalação existente no leito do mar. Por razões

de conveniência, várias tubulações que transportam o mesmo ou vários tipos diferentes de fluido são agrupadas em "feixes", e os tubos ascendentes 112 e 114 nesta modalidade compreendem feixes de condutos para fluidos de produção, gás de elevação, água de injeção e produtos químicos de tratamento, como o metanol.

Conforme é notoriamente sabido, é necessária uma isolação térmica eficaz em volta das linhas de fluxo horizontais e verticais, de modo a se impedir que os fluidos de produção quentes se resfriem, se espessem e até mesmo se solidifiquem excessivamente antes que sejam recuperados para a superfície.

Agora com referência à Figura 2 dos desenhos, é mostrado mais detalhadamente um exemplo específico de uma instalação de torre de tubo ascendente híbrida, conforme amplamente ilustrado na figura 1.

A instalação de leito marinho inclui a cabeça de poço 201, o sistema de produção 205 e o sistema de injeção 202. O sistema de injeção inclui uma linha de injeção, indicada pelo número de referência 203, e um carretel de injeção de tubo ascendente, indicado pelo número de referência 204. A cabeça de poço 201 inclui o dispositivo de ligação ascendente 206, com uma torre de tubo ascendente, 207, ligada a ele. A torre de tubo ascendente pode, por exemplo, estender-se por 1 200 m a partir do leito do mar quase até a superfície do mar. Uma FPSO, 208, localizada nas superfícies ligadas por meio de uma ponte flexível, 209, e um feixe de pontes dinâmico, 210, à torre de tubo ascendente 207, na ou

próximo da extremidade da torre de tubo ascendente afastada do leito do mar. Além disto, a FPSO 208 é ligada, por meio de um umbilical dinâmico (produção e injeção), 211, à torre de tubo ascendente 207 em um ponto na direção da altura média da torre. Os umbilicais de injeção e produção estáticos 212 ligam a torre de tubo ascendente 207 ao sistema de injeção 202 e ao sistema de produção 205 no leito do mar.

A FPSO 208 é ligada, pela linha de exportação auxiliada por flutuação 213, à bóia dinâmica 214, a linha de exportação 213 sendo ligada à FPSO pela junta flexível 215.

A Figura 3 mostra em corte transversal uma das torres ascendentes 112 ou 114. O tubo com núcleo metálico central é designado como C e é vazio, sendo apresentado para fins estruturais apenas. Se vedado e enchido com ar, ele também proporciona flutuação. Dispostas em volta do núcleo encontram-se as linhas de fluxo de produção P, as linhas de elevação de gás G, as linhas de injeção de água W e os umbilicais U.

As linhas de fluxo P e as linhas de elevação de gás G neste exemplo são revestidas diretamente com o material de isolamento adicional I. Este pode ser um revestimento sólido de polipropileno (PP) ou semelhante, ou pode ser um material mais altamente isolante, como espuma de PUR ou material microporoso. Estações de revestimento de PP são lugar comum, e revestimentos tão espessos quanto 50-120 mm proporcionarão isolamento substancial. As designações C, P, W, G, F, U e I são empregadas em toda a descrição e nos desenhos com o mesmo significado.

As diversas linhas P, G, W e U são mantidas em uma disposição fixa em volta do núcleo. No exemplo ilustrado, as linhas são afastadas e isoladas umas das outras por blocos conformados F de espuma sintética ou semelhante, que também
5 proporciona flutuação à estrutura.

Em geral, dois casos podem ser considerados:

- Ou as exigências de isolamento (tanto de regime permanente quanto de resfriamento) podem ser satisfeitas com o revestimento de isolamento,
10 caso em que não há virtualmente possibilidade de desenvolvimento de convecção natural para fora da linha. Gaxetas e material de carga dispendiosos são então eliminados.
- Ou o isolamento deve ser complementado por um
15 outro material isolante, como os blocos de espuma sintética F.

Neste último caso:

- Durante o regime permanente, a perda de transferência de calor por convecção natural é,
20 no entanto, reduzida pelo isolamento nos tubos porque:
 - A diferença de temperatura é reduzida;
 - O efeito das perdas térmicas na junção de dois blocos de espuma é reduzido;
- Quando da paralisação da produção, a inércia
25 térmica da linha, aumentada pela inércia térmica da espuma, reduz a transferência de calor,

tornando mais fácil atender ao tempo de resfriamento.

Em ambos os casos, o monitoramento da temperatura e da pressão centrais pode ser facilmente efetuado pelo embutimento de uma fibra óptica com efeito de Bragg.

Evidentemente, as combinações e os tipos específicos de conduto são apresentados à guisa de exemplo apenas, e as providências efetivas serão determinadas pelas exigências operacionais de cada instalação. O leitor especializado entenderá prontamente de que maneira o desenho da instalação no topo e na base da torre de tubo ascendente pode ser adaptado da técnica anterior, inclusive o documento US 6 082 391, mencionado acima, e estes não são discutidos mais detalhadamente aqui.

Em uma modalidade alternativa, o núcleo pode acomodar algumas das linhas e, em particular, as linhas de fluxo de produção P e/ou as linhas de elevação G. Este é o objeto dos pedidos copendentes GB 0100414,2 e GB 0124802,0 (63753GB e 63753GB2) do requerente do presente pedido. Nos casos em que a convecção da água nas aberturas entre os blocos de espuma F leva a um fluxo de calor significativo, essas aberturas podem ser engaxetadas com um material como a graxa, de modo a se evitar a convecção. Esta técnica é objeto do pedido copendente número PCT/EP01/09575, do requerente do presente pedido, que reivindica prioridade dos documentos GB0018999,3 e GB 0116307,0, não publicados na data de prioridade do presente pedido.

As Figuras 4 e 5 ilustram dois cortes transversais alternativos, em que o espaço no interior do núcleo é empregado para acomodar alguns dos condutos.

Na Figura 4 é mostrada uma construção de tubo ascendente que tem um tubo com núcleo oco C. Localizadas dentro do tubo com núcleo encontram-se as linhas de produção P e as linhas de elevação de gás G, e localizadas fora do tubo com núcleo encontram-se as quatro linhas de injeção de água W e os três umbilicais U. Os espaços entre a linha, tanto internamente quanto externamente ao tubo com núcleo P, são também enchidos com blocos F de espuma sintética, que são conformados de modo a atenderem às exigências de desenho específicas para o sistema. Deve-se observar que, neste exemplo, os blocos de espuma localizados externamente em volta do tubo com núcleo C foram divididos diametralmente de modo a se encaixarem em volta do núcleo entre as linhas de injeção de água, que não exigem elas mesmas isolamento substancial do ambiente. Não há linhas isoladas dentro da espuma fora do núcleo, e não há aberturas circunferentes entre os blocos de espuma, como as que seriam necessárias para isolar as linhas de produção e de elevação de gás localizadas fora do núcleo.

As linhas de fluxo de produção P, neste exemplo, também conduzem seu próprio isolamento I, que é revestido com uma camada de polipropileno, de um tipo conhecido *per se*, que também se soma às suas propriedades de isolamento. Camadas de PP relativamente espessas podem ser formadas, por exemplo de 50-120 mm de espessura. Uma espuma de isolamento

mais elevado e outros revestimentos podem ser empregados, conforme explicado a seguir.

A Figura 5 dos desenhos mostra um terceiro exemplo, no qual somente as linhas de elevação de gás G são localizadas no tubo com núcleo C, e as linhas de produção P são localizadas externamente ao tubo com núcleo C, com as linhas de injeção de água W e os umbilicais U. A figura mostra o uso do isolamento de espuma F no interior do tubo com núcleo C, mas ficará entendido que o uso de isolamento de material do tipo de graxa ou cera é uma outra opção. Neste exemplo, uma vez que as linhas de produção P estão mais próximas do ambiente e das linhas d'água, elas são dotadas de isolamento melhorado I, como de PUR ou outra espuma. Um isolamento de tubo em tubo (essencialmente uma construção de duas paredes) é também possível aqui.

Conforme será entendido pelos que conhecem a técnica, a especificação funcional da torre de maneira geral exigirá um ou dois conjuntos de linhas, e pode incluir tipicamente, dentro de cada conjunto de linhas, linhas de fluxo gêmeas, para se permitir a limpeza, e uma linha de injeção. Uma linha de injeção de água única pode ser suficiente, ou mais de uma podem ser apresentadas.

A Figura 6 dos desenhos mostra em corte transversal um feixe de três linhas simples. Nesta disposição, o tubo com núcleo C sustenta apenas duas linhas de produção P e uma linha de injeção W, que são distribuídas de maneira uniforme em volta dele em uma configuração triangular. As linhas P e W são circundadas pelos blocos de isolamento F. A

necessidade dos blocos F para se obter isolamento é reduzida pelo revestimento nas linhas de produção P, reduzindo-se a quantidade de material de espuma necessário para fins de isolamento. A quantidade de espuma é assim reduzida ao que é necessário para flutuação e sustentação mecânica.

A Figura 7 dos desenhos mostra uma construção alternativa de uma linha de fluxo isolada adequada para uso com o tubo ascendente descrito acima, assim como em outros tipos semelhantes de aplicação, esta construção para a linha de fluxo pode ser descrita como uma disposição de "tubo em tubo", conhecida *per se* na técnica. Esta disposição é geralmente apresentada em seções pré-fabricadas 700 para encaixe, seja, por exemplo, por soldagem, mútuo, e a figura 7 mostra em corte transversal longitudinal, a junta entre duas dessas seções, que naturalmente se estendem à esquerda e à direita da imagem.

Cada seção compreende um tubo central, 701, para o transporte de fluidos, tais como fluidos de produção, e um segundo tubo, 702, em que o tubo 701 é alojado ao longo da parte majoritária de seu comprimento. As extremidades 703 do tubo 701 estendem-se até além do segundo tubo 702 e permitem que as seções 700 do tubo 701 sejam presas uma na outra em uma relação de extremidade com extremidade, de modo a se formar uma tubulação. O segundo tubo 702 é dobrado para baixo em suas extremidades 704, de modo a ser soldado no lado externo do tubo 701, próximo das extremidades 703, e assim define um espaço, indicado pelo número de referência 705,

entre os dois tubos. Este espaço 705 proporciona e/ou aloja o isolamento para a tubulação.

Em uma modalidade, uma camada, 706, de um material isolante, pode ser apresentada sobre a superfície externa do tubo 701 dentro do espaço 705. O material isolante pode ser
5 um material microporoso, como, por exemplo, o ISOPLEX (marca registrada da Microtherm), que é um material do tipo de cerâmica. Com este tipo de disposição, uma abertura ainda estará presente entre a camada 706 e a superfície interna do tubo
10 702. Este espaço 705 pode ser um espaço simples enchido com ar ou outro gás. A pressão neste espaço 705 pode ser uma pressão atmosférica normal, ou um vácuo parcial pode ser criado de modo a se reduzirem as perdas de calor por convecção.

Em uma disposição alternativa, o espaço 705 pode
15 ser enchido com um material de espuma, como, por exemplo, uma espuma de poliuretano, de modo a se obter o isolamento.

De modo a se proteger e isolar a área em volta da junta na linha de fluxo, ela é encerrada e fixada dentro de uma junta, indicada pelo número de referência 700. A junta
20 700 compreende uma luva, 711, que tem uma luva circundante externa, 712, que, como ocorre com a seção, define um espaço, indicado pelo número de referência 714, no qual o material isolante é localizado, como, por exemplo, uma camada, 714, de ISOFLEX, conforme mostrado na figura 7, ou espuma de
25 poliuretano, e duas golas de extremidade de encolhimento térmico, 710. A disposição de luva 711, 712 e as golas de encolhimento térmico 710 são localizadas em volta de uma das seções antes da soldagem de duas seções. Quando a soldagem

está completa, os componentes são levados a deslizar até o seu lugar em volta da junta no tubo. Um material de resina epoxídica é injetado no espaço 707 definido entre a disposição de luva e a linha de fluxo de modo a encher esse espaço.

5 As golas de encolhimento térmico 710 são então aquecidas de modo que encolham e vedem a disposição de luva à linha de fluxo.

Qualquer uma das linhas de fluxo isoladas nas modalidades descritas pode ser de construção, conforme acaba
10 de ser descrito com referência à figura 7 dos desenhos.

A Figura 8 ilustra uma construção de torre escalonada, compatível com qualquer um dos exemplos das figuras 2, 3 e 4, mostrando-se que não é necessário que os blocos de espuma F se estendam ao longo de toda a torre. Neste exemplo, o material isolante de espuma é apresentado em seções
15 distintas, espaçadas ao longo do comprimento da torre de tubo ascendente. Vantagens da torre escalonada incluem custo reduzido e flutuação controlável. Uma outra vantagem de se fazer variar o corte transversal ao longo do comprimento da
20 torre é uma tendência reduzida a vibração induzida por redemoinho, sob a influência de correntes d'água. Nas modalidades em que algumas das linhas mais quentes estão fora do núcleo, o isolamento individual ou em grupo das linhas é evidentemente necessário, pelo menos nas seções existentes entre os blocos de espuma, como no pedido copendente mencionado
25 do acima.

REIVINDICAÇÕES

1. Torre de tubo ascendente marítima (112, 114, 207) para uso na produção de hidrocarbonetos a partir de poços costa afora, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma pluralidade de condutos de fluido que inclui pelo menos uma linha de fluxo de produção (P) é sustentada em uma única estrutura de suporte, e em que pelo menos um dos ditos condutos é dotado de seu próprio isolamento (I; 705, 706) independente da dita estrutura de suporte, e em que os condutos de fluido incluem pelo menos uma linha de injeção de água, e em que a dita torre de tubo ascendente marítima (112, 114, 207) compreende adicionalmente material flutuante (F) circundando a estrutura de suporte pelo menos em alguns pontos ao longo de seu comprimento.

2. Torre de tubo ascendente, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o conduto isolado é uma linha de fluxo de produção de óleo (P).

3. Torre de tubo ascendente, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o conduto isolado é uma linha de elevação de gás (G).

4. Torre de tubo ascendente, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os condutos de fluido incluem pelo menos uma linha de injeção de água (W).

5. Torre de tubo ascendente, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os condutos incluem pelo menos duas linhas de produção isoladas (P).

6. Torre de tubo ascendente, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a torre de tubo ascendente (112, 114, 207) tem um núcleo estrutural (C).

5 7. Torre de tubo ascendente, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a torre de tubo ascendente (112, 114, 207) tem um núcleo tubular (C), e o núcleo (C) acomoda alguns dos condutos, e não outros.

10 8. Torre de tubo ascendente, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o núcleo (C) acomoda uma pluralidade de linhas de elevação de gás (G), enquanto linhas de produção afins (P) são individualmente isoladas e localizadas fora do núcleo (C).

15 9. Torre de tubo ascendente, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o conduto (701, 702) que tem seu próprio isolamento tem uma construção de tubo em tubo.

20 10. Torre de tubo ascendente, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o isolamento (I) inclui um revestimento aplicado ao conduto.

25 11. Torre de tubo ascendente, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito material flutuante (F) é apresentado como blocos de espuma espaçados ao longo do comprimento da estrutura de suporte.

 12. Torre de tubo ascendente, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de o material de espu-

ma (F) é apresentado em seções distintas espaçadas ao longo do comprimento da estrutura de suporte.

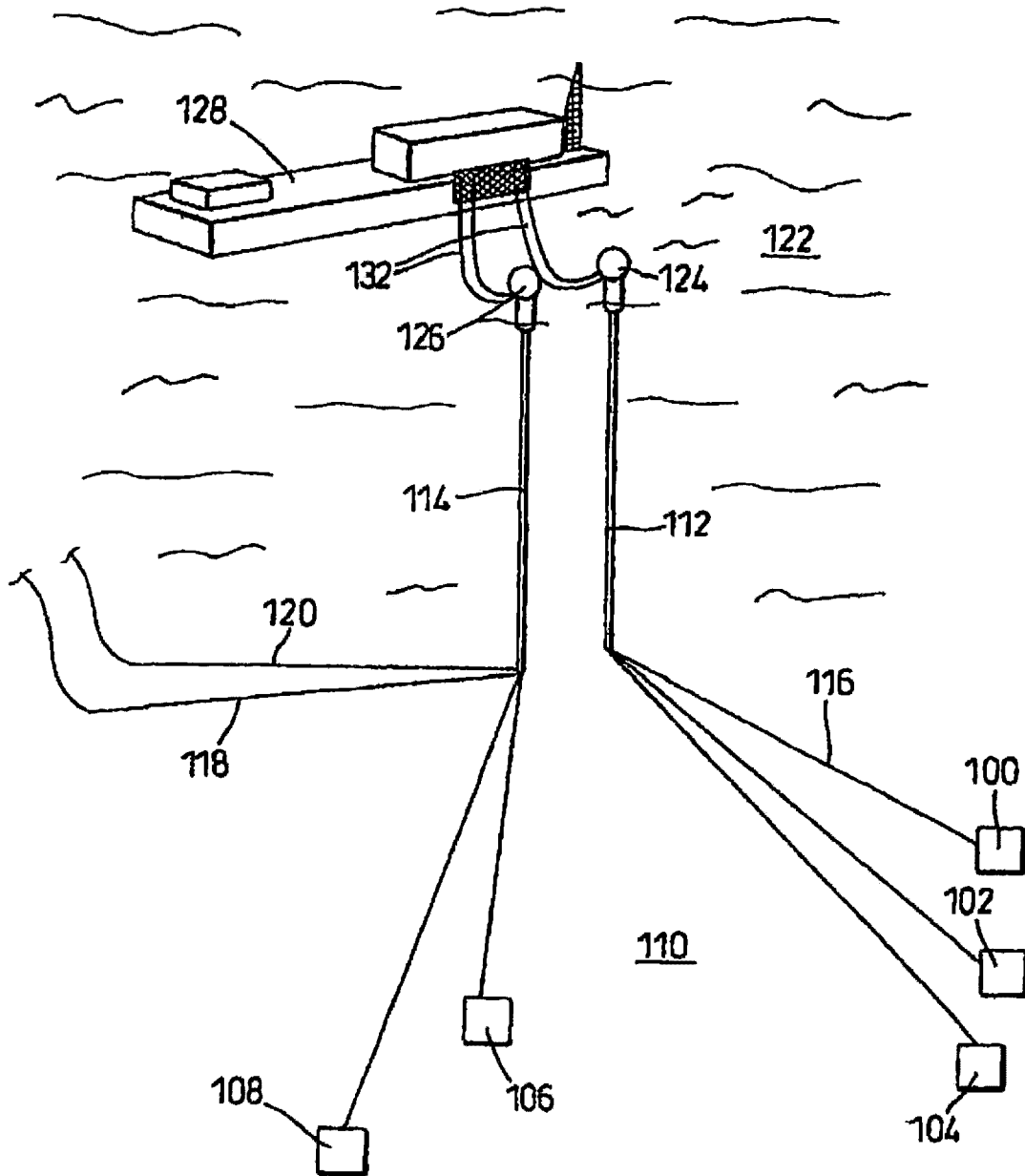


Fig. 1

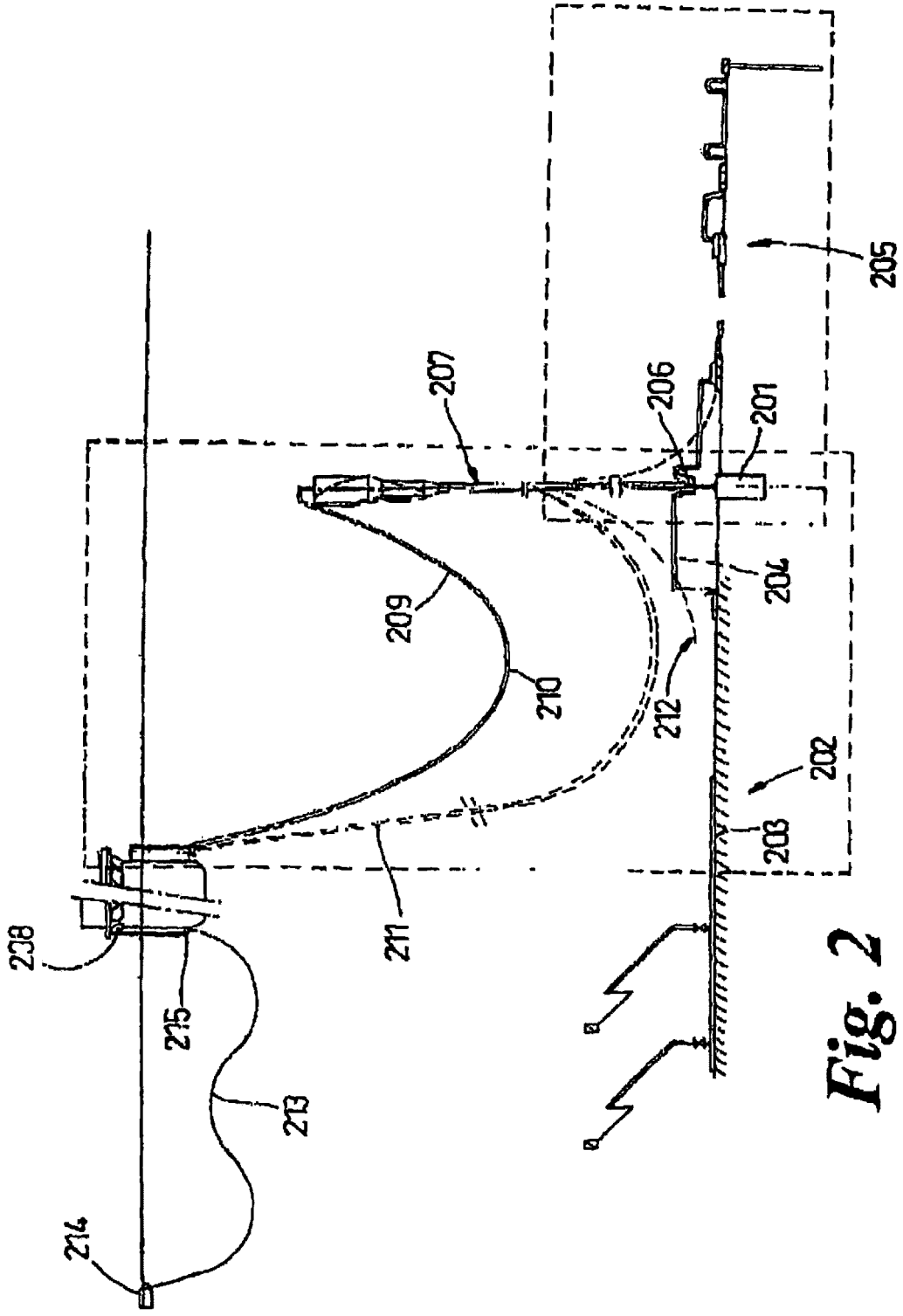


Fig. 2

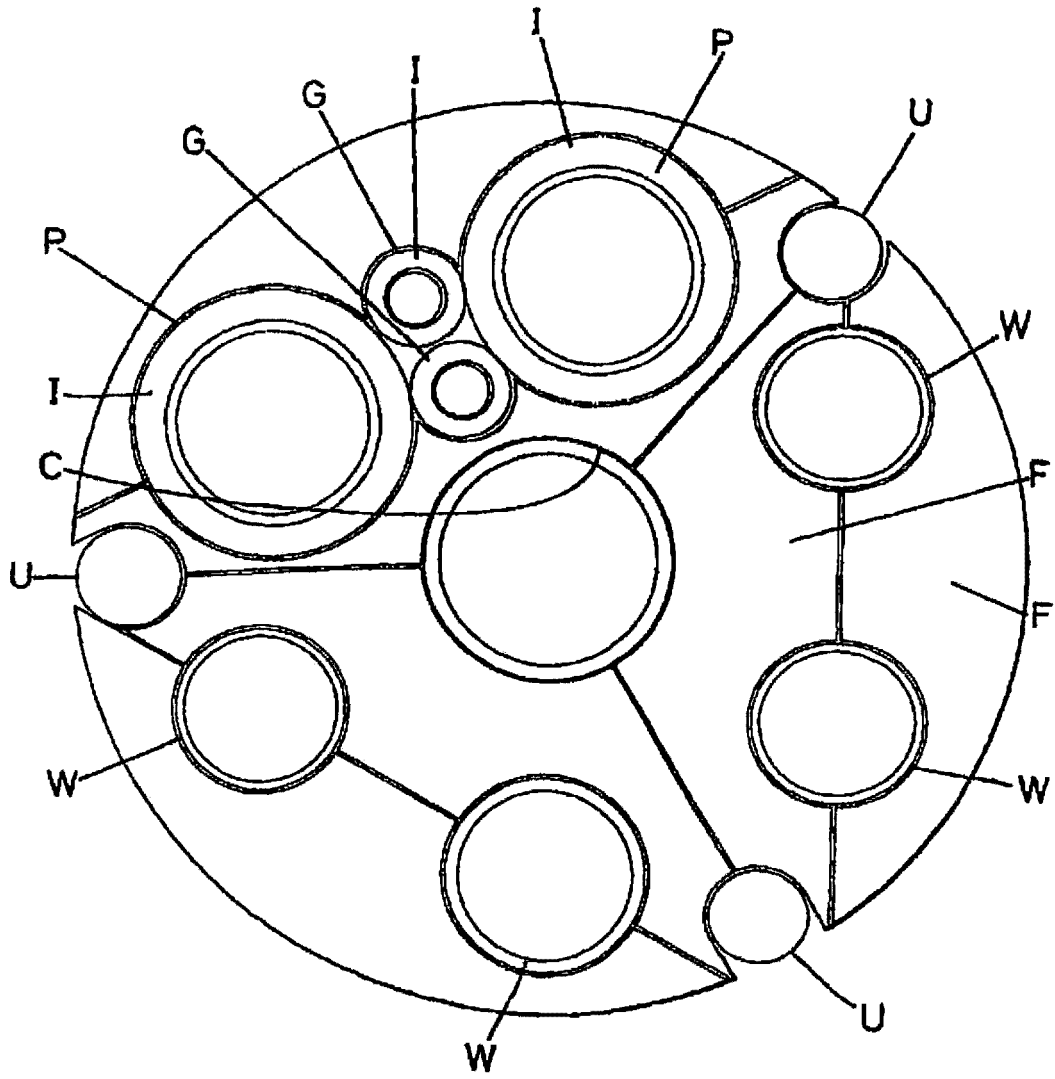


Fig. 3

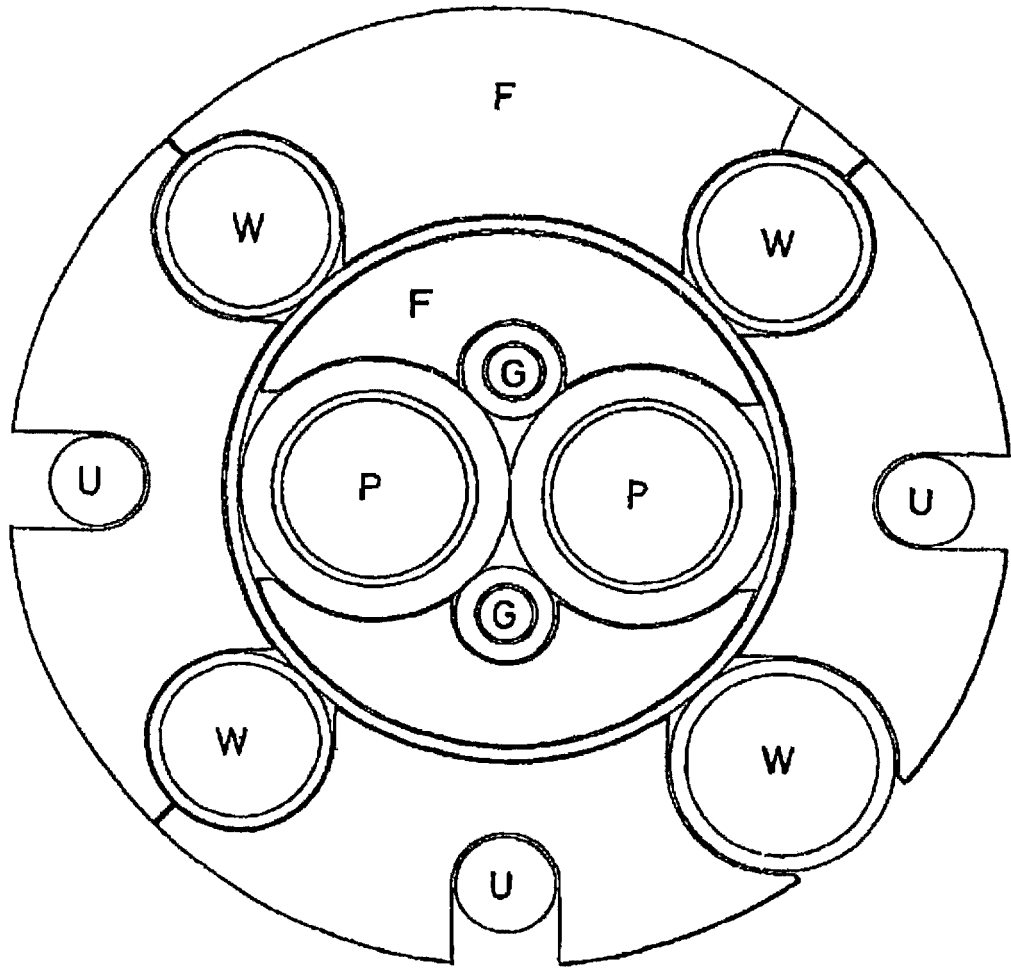


Fig. 4

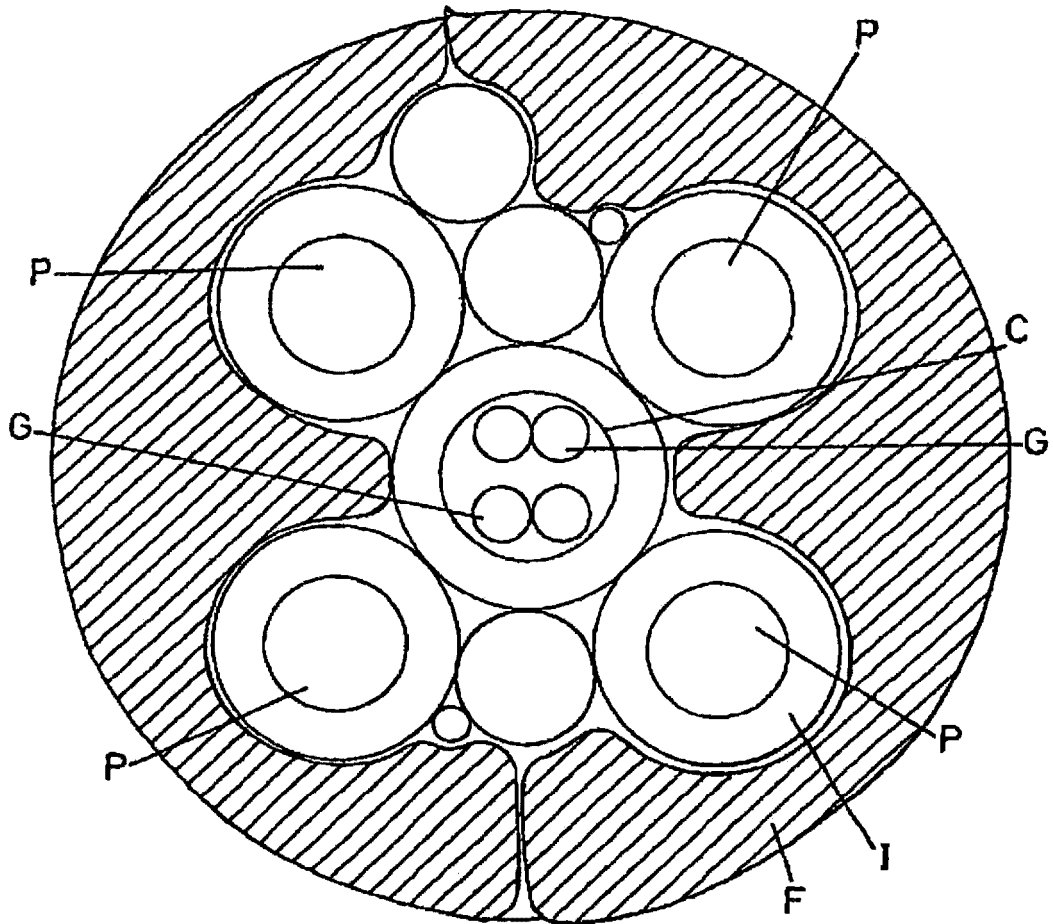


Fig. 5

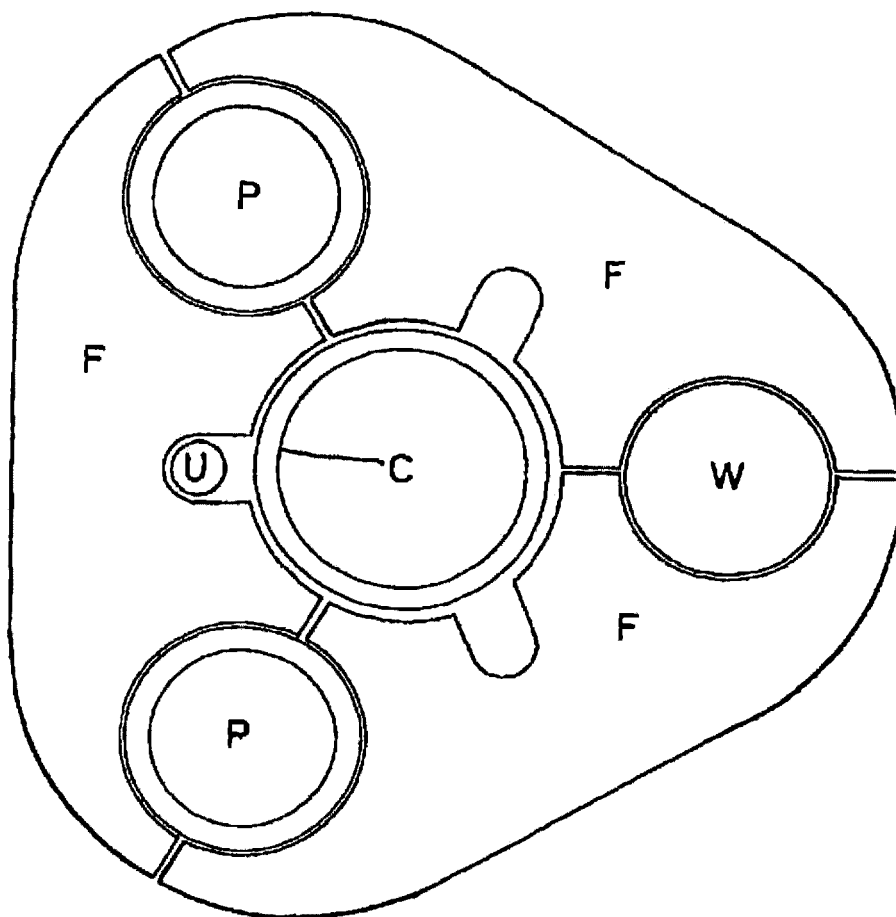


Fig. 6

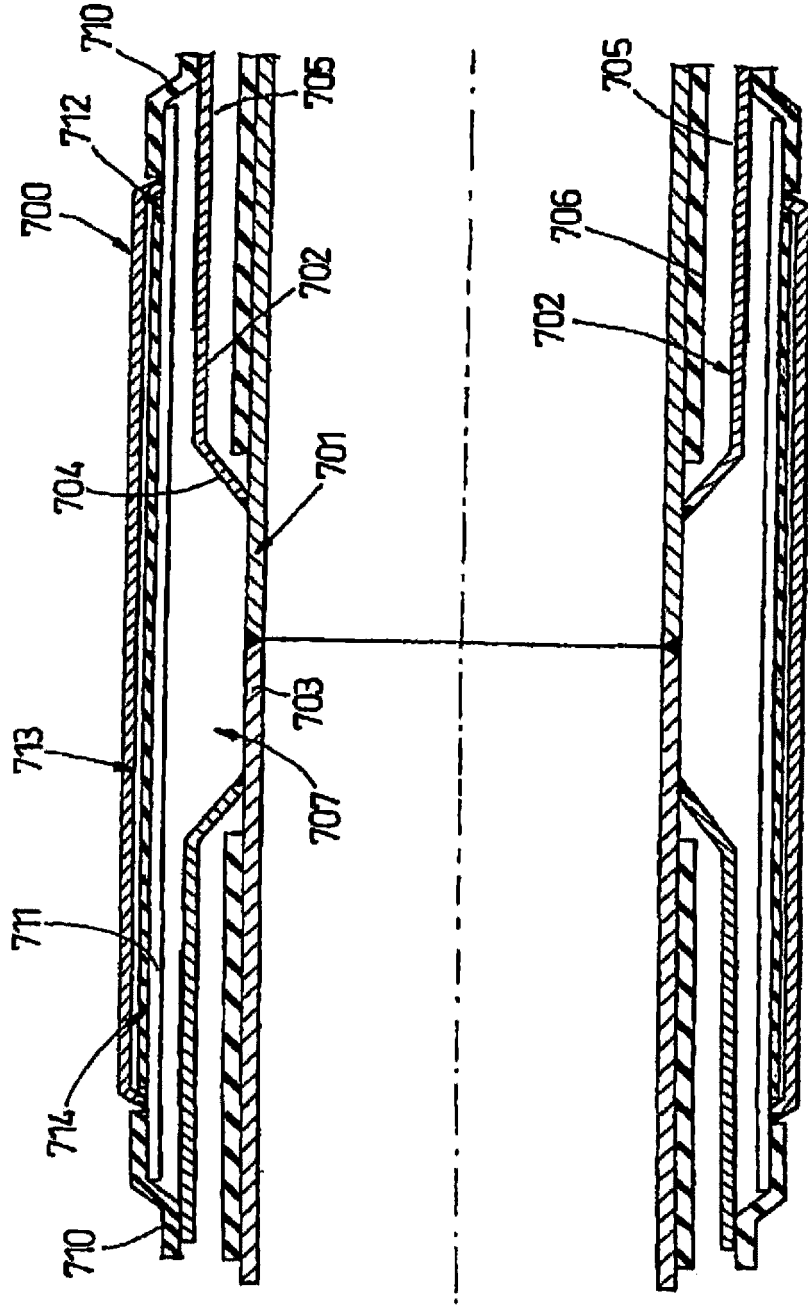


Fig. 7

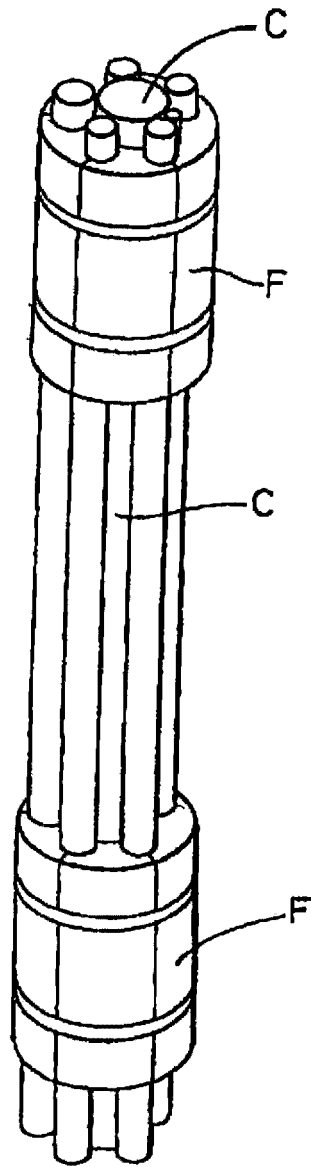


Fig. 8

RESUMO

"TORRE DE TUBO ASCENDENTE MARÍTIMA"

A presente invenção refere-se a uma torre de tubo ascendente marítima (112, 114) para uso na produção de hidrocarbonetos a partir de poços costa afora. A torre de tubo ascendente (112, 114) inclui uma pluralidade de condutos para fluidos que pode compreender linhas de fluxo de produção (P), linhas de elevação de gás (G), linhas de injeção de água (W) e/ou umbilicais (U). Os condutos são sustentados em uma estrutura única, e pelo menos um dos condutos é dotado de seu próprio isolamento dentro da estrutura.