REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0820416-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, 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 0820416-0

(22) Data do Depósito: 20/10/2008

(43) Data da Publicação do Pedido: 22/05/2009

(51) Classificação Internacional: E21B 17/01.

(30) Prioridade Unionista: GB 0722459.5 de 16/11/2007.

(54) Título: MÉTODO PARA SUPORTAR UM TUBO FLEXÍVEL E TUBO FLEXÍVEL

(73) Titular: GE OIL & GAS UK LIMITED, Empresa Britânica. Endereço: 2 High Street, Nailsea, Bristol BS48 1BS, REINO UNIDO(GB)

(72) Inventor: ZHIMIN TAN; MICHAEL DAVID POWELL; YANQIU ZHANG; THOMAS KOLANSKI.

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 27/11/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 27/11/2018

Assinado digitalmente por:
Alexandre Gomes Ciancio
Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"MÉTODO PARA SUPORTAR UM TUBO FLEXÍVEL E TUBO FLEXÍVEL"

A presente invenção refere-se a um tubo flexível do tipo adequado para transporte de fluidos de produção. Em particular, porém não exclusivamente, a presente invenção se refere a um método para suportar um tubo flexível de modo que uma quantidade de suporte proporcionada ao tubo flexível varie em resposta às alterações em uma ou mais condições experimentadas pelo tubo flexível.

Tradicionalmente, utilizam-se tubos flexíveis para transportar fluidos de produção, tais como petróleo e/ou gás e/ou água, a partir de um local para outro. O tubo flexível é particularmente útil em conectar um local submarino a um local à nível do mar. Genericamente, o tubo flexível é formado como uma montagem de um corpo de tubo flexível e um ou mais conectores de extremidade. O corpo de tubo é, tipicamente, formado como um compósito de materiais em camadas que formam um conduto contendo fluido e pressão. A estrutura de tubo permite grandes deflexões sem causar tensões de flexão que prejudicam a funcionalidade do tubo ao longo de sua vida útil. Em geral, porém não necessariamente, o corpo de tubo é construído como uma estrutura compósita incluindo camadas metálicas e poliméricas.

O tubo flexível pode ser utilizado como uma linha de escoamento. Sob determinadas condições, necessita-se que o tubo permaneça em uma altura controlada acima do leito do mar. Por exemplo, quando se transpuserem condições do leito do mar ambientalmente sensitivas ou ativas, agressivas e instáveis. Atualmente, isto é difícil de se obter através das técnicas conhecidas.

Um tubo ascendente consiste em um tubo flexível usado para conectar um sistema estrutural lateral superior complacente a um local no leito do mar. Um sistema de tubo ascendente pode ser designado para muitos tipos de estruturas de produção de flutuação e algumas configurações de tubo ascendente bem conhecidas consistem em tubos ascendentes catenários desprovidos de suspensores, tubos ascendentes "S" ociosos, tubos ascendentes "ondulados" ociosos, tubos ascendentes "ondulados" íngremes ou similares. Essas configurações são seletivamente adequadas para uso em profundidades rasas, medianas, profundas ou ultra-profundas.

Durante o uso, avalia-se que um tubo ascendente flexível é submetido a um carregamento dinâmico devido a uma série de condições possíveis, por exemplo, devido ao movimento de uma embarcação ou plataforma em uma superfície do mar. O movimento de surgência e o movimento de arfagem dessa embarcação com limitação superficial pode, particularmente, causar alterações de curvatura em uma configuração de tubo ascendente. Em geral, é vantajoso evitar alterações de formato ou controlar essas alterações com limites predeterminados.

Várias técnicas são conhecidas por mitigarem os efeitos de um movimento de arfa-

gem e surgência, tal como uma seleção cuidadosa do tipo de embarcação superficial e/ou aumentar a resistência geral das seções do tubo ascendente, particularmente próximas a uma área de toque no fundo do leito do mar.

Determinadas técnicas conhecidas para mitigar os efeitos de movimento da embarcação também incluem a fixação dos módulos de flutuabilidade em regiões selecionadas do tubo ascendente, por exemplo, próximas a uma seção de tipo, ou na parte intermediária, ou próxima à região de toque no fundo.

Avaliar-se-á que a seleção de um tipo de embarcação tem pouco impacto sobre a otimização do projeto. Da mesma forma, a fixação de módulos de flutuabilidade em regiões superiores de um tubo ascendente apresenta pouco efeito nos problemas próximos à região do leito do mar. Da mesma forma, o aumento da resistência geral da seção de tubo nas regiões inferiores aumenta os custos e pode ter um impacto sobre a expectativa de vida e integridade do tubo.

Quando se utiliza uma configuração ondulada de tubo ascendente, podem ocorrer problemas devido aos elementos de flutuabilidade fixados. Em particular, durante as aplicações em águas rasas, a configuração do tubo ascendente pode flutuar na superfície da água ou afundar até uma região do leito do mar devido à sensibilidade às alterações de densidade dos conteúdos. Da mesma forma, onde a profundidade de um sistema de tubo ascendente pode variar devido às alterações de densidade do fluido interno ou devido às alterações ambientais externas em ambientes de águas não-rasas, limita-se o uso de tubos ascendentes com elementos de auxílio de flutuabilidade.

Um objetivo da presente invenção consiste em mitigar pelo menos parcialmente os problemas supramencionados.

Um objetivo das modalidades da presente invenção consiste em proporcionar um método para suportar um tubo flexível de modo a permitir que uma quantidade de suporte proporcionada ao tubo flexível varie à medida que as condições experimentadas pelo tubo flexível se alteram.

Um objetivo das modalidades da presente invenção consiste em proporcionar um tubo ascendente de configuração ondulada que conecte um local no leito do mar a um local na superfície, e onde o suporte proporcionado por um módulo de flutuabilidade ou elemento de orientação varie com a finalidade de manter o tubo ascendente em uma configuração vantajosa sempre que possível.

Um objetivo das modalidades da presente invenção consiste em manter o tubo flexível em uma altura desejada acima de uma superfície, tal como um leito do mar.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, proporciona-se um método para suportar um tubo flexível, que compreende as etapas de: em resposta a uma alteração em pelo menos uma condição experimentada por um tubo flexível, variar uma quanti-

dade de suporte proporcionada a pelo menos um local no tubo flexível.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, proporciona-se um tubo flexível que serve para transportar fluidos de produção, que compreende: um tubo flexível suportado em pelo menos um local onde uma quantidade de suporte proporcionada ao tubo é variável em resposta a uma alteração em pelo menos uma condição experimentada pelo tubo flexível.

As modalidades da presente invenção proporcionam uma solução prática para aplicações em águas rasas de uma configuração ondulada de tubo ascendente onde a configuração de tubo ascendente pode, de outro modo, flutuar na superfície da água ou afundar até o leito do mar devido à sensibilidade às alterações de densidade dos conteúdos.

As modalidades da presente invenção proporcionam a vantagem de menores custos de instalação e menores tempos de instalação associados às configurações onduladas e proporcionam, ainda, uma vantagem de desempenho gozada por uma configuração de tubo ascendente ondulado em S.

As modalidades da presente invenção proporcionam um tubo ascendente adequado ao uso onde a profundidade do sistema de tubo ascendente possa variar devido às alterações de densidade do fluido interno e/ou alterações ambientais externas. Esse sistema complacente é benéfico em qualquer faixa de profundidade da água. Desta forma, pode-se controlar a altura do tubo flexível acima de um leito do mar ou um formato adotado pelo tubo flexível.

As modalidades da presente invenção serão descritas nas partes que se seguem do presente documento, apenas a título de exemplo, com referência aos desenhos em anexo, onde:

A FIGURA 1 ilustra um corpo de tubo flexível;

A FIGURA 2 ilustra um tubo ascendente de configuração ondulada; e

A FIGURA 3 ilustra o controle de altura acima de um leito do mar para uma linha de escoamento do tubo flexível.

Nos desenhos as referências numéricas semelhantes se referem a partes semelhantes.

No decorrer deste relatório descritivo, será feita referência a um tubo flexível. Compreender-se-á que um tubo flexível consiste em uma montagem de uma porção de um corpo de tubo e um ou mais conectores de extremidade, em cada um desses uma extremidade do corpo de tubo é terminada. A FIGURA 1 ilustra como um corpo de tubo 100 é formado de acordo com uma modalidade da presente invenção a partir de um compósito de materiais em camadas que formam um conduto contendo pressão. Embora sejam ilustradas uma série de camadas particulares na FIGURA 1, deve-se compreender que a presente invenção é amplamente aplicável a estruturas compósitas de corpo de tubo incluindo duas ou mais ca-

madas. Deve-se notar, ainda, que as espessuras das camadas são mostradas apenas por propósitos ilustrativos.

Conforme ilustrado na FIGURA 1, o corpo de tubo inclui, tipicamente, uma camada de carcaça mais interna 101. A carcaça proporciona uma construção metálica integrada que pode ser usada como a camada mais interna que serve para evitar, total ou parcialmente, o colapso de um revestimento protetor de pressão interna 102 devido à descompressão do tubo, pressão externa, pressão de blindagem de tensão e cargas de esmagamento mecânico. Avaliar-se-á que as modalidades da presente invenção são aplicáveis a 'furos lisos' assim como a aplicações em 'furos ásperos'.

O revestimento protetor de pressão interna 102 age como uma camada retentora de fluido e compreende, tipicamente, uma camada polimérica que garante a integridade interna do fluido. Deve-se compreender que esta camada pode compreender uma série de subcamadas. Avaliar-se-á que quando a camada opcional de carcaça for utilizada, geralmente o revestimento protetor de pressão interna é denominado como uma camada de barreira. Em operação sem esta carcaça (suposta operação de furo liso), o revestimento protetor de pressão interna pode ser denominado como um liner.

A camada de blindagem de pressão 103 consiste em uma camada estrutural com um ângulo de assentamento próximo a 90º que aumenta a resistência do tubo flexível em pressão interna e externa cargas de esmagamento mecânico. A camada também suporta estruturalmente o revestimento protetor de pressão interna e consiste, tipicamente, em uma construção metálica integrada.

O corpo de flexível também pode incluir uma ou mais camadas de fita 104 e uma primeira camada de blindagem de tensão 105 e uma segunda camada de blindagem de tensão 106. Cada camada de blindagem de tensão consiste em uma camada estrutural com um ângulo de assentamento tipicamente entre 20º e 55º. Cada camada é usada para sustentar as cargas de tensão e a pressão interna. As camadas de blindagem de tensão são, tipicamente, contra-enroladas em pares.

O corpo de tubo flexível também inclui, tipicamente, um revestimento protetor externo 107 que compreende uma camada polimérica usada para proteger o tubo contra penetração de água do mar e outros ambientes externos, corrosão, abrasão e danos mecânicos. Pode-se incluir, também, uma ou mais camadas 108 de isolamento.

Cada tubo flexível compreende pelo menos uma porção, algumas vezes denominada como um segmento ou seção de corpo de tubo 100 junto a um conector de extremidade em pelo menos uma extremidade do tubo flexível. Um conector de extremidade proporciona um dispositivo mecânico que forma a transição entre o corpo de tubo flexível e um conector. As diferentes camadas de tubo conforme mostrado, por exemplo, na FIGURA 1 são terminadas no conector de extremidade de tal modo que transfira a carga entre o tubo flexível e o

conector.

A FIGURA 2 ilustra uma montagem de tubo ascendente 200 adequada para transportar fluidos de produção, tais como petróleo e/ou gás e/ou água a partir de um local submarino 201 até uma instalação flutuante 202. Por exemplo, na FIGURA 2, o local submarino 201 consiste em uma conexão a uma linha de escoamento submarina. A linha de escoamento flexível compreende um tubo flexível situado, completa ou parcialmente, no fundo do mar 203 ou enterrado abaixo do fundo do mar. A instalação flutuante pode ser proporcionada por uma plataforma e/ou bóia ou, conforme ilustrado na FIGURA 2, uma embarcação. O tubo ascendente 200 é proporcionado como um tubo ascendente, ou seja, um tubo flexível que conecta a embarcação à instalação no fundo do mar.

A montagem de tubo ascendente 200 ilustrada na FIGURA 2 é disposta em uma configuração ondulada. De forma notável, a linha contínua ilustra um tubo ascendente de configuração ondulada íngreme, enquanto a linha pontilhada 204 ilustra uma configuração ondulada ociosa. O formato adotado pelo tubo ascendente é determinado pelos módulos de flutuabilidade 205 presos ao longo de seu comprimento. Como resultado de inclui um ou mais desses módulos de flutuabilidade, pelo menos uma onda que consiste em uma região de crista 206 e uma região de vale 207 é formada entre a região de toque no fundo ao redor do local submarino 201 e a embarcação flutuante 202. Avaliar-se-á que as modalidades da presente invenção são aplicáveis a uma ou mais regiões onduladas em um tubo ascendente.

Cada módulo de flutuabilidade 205 proporciona uma flutuabilidade adicional ao tubo flexível. Os módulos de flutuabilidade são conhecidos pelos indivíduos versados na técnica e podem ser presos ao tubo flexível em uma variedade de formas conhecidas.

Conforme ilustrado na FIGURA 2, de acordo com as modalidades da presente invenção, as correntes de peso 208 que consistem em um comprimento de elos integrados são presas a uma série de módulos de flutuabilidade. Uma corrente de peso 208 pode ser presa a cada módulo de flutuabilidade preso ao tubo ascendente ou pode ser seletivamente presa a apenas um ou mais módulos de flutuabilidade. O peso associado à massa da corrente no comprimento da corrente cancela a flutuabilidade proporcionada pelo módulo de flutuabilidade ao qual a corrente de peso é presa e a flutuabilidade inerente do tubo flexível.

Uma seção 209 da corrente de peso 208 se ergue livremente para baixo a partir do módulo de flutuabilidade em direção ao leito do mar 203. Outra porção 210 da corrente de peso se situa sobre a superfície do leito do mar 203. Desta maneira, uma parte da corrente de peso fica situada sobre o leito do mar. Avaliar-se-á que à medida que as condições experimentadas pelo tubo flexível são alteradas, tal como quando a densidade dos conteúdos no interior do tubo flexível forem alteradas, o resultado será uma tendência para os módulos de flutuabilidade e o tubo flexível se moverem para cima afastando-se do leito do mar ou para

baixo em direção ao leito do mar. À medida que ocorre este movimento, mais ou menos corrente se situará sobre o leito do mar. Por exemplo, quando a densidade dos conteúdos do tubo ascendente for reduzida, a flutuabilidade será equilibrada pelo peso adicional da corrente à medida que a mesma é erguida a partir do leito do mar. Quando a densidade dos conteúdos do tubo ascendente aumentar, a flutuabilidade será equilibrada pelo peso reduzido da corrente à medida que a corrente adicional for assentada no leito do mar. Desta maneira, o suporte proporcionado ao tubo flexível é automática e continuamente ajustado com a finalidade de manter o tubo flexível em uma configuração desejada ou pelo menos em uma configuração dentro de limites limiares predeterminados.

Conforme ilustrado na FIGURA 2, como uma alternativa a uma corrente de peso estendendo-se a partir do módulo de flutuabilidade até o leito do mar, uma seção de topo 211 de uma corrente de peso pode ser substituída ou proporcionada por um filamento flexível alternativo, tal como uma corda sintética, fio, cabo ou similares. Uma corrente de peso 212 é presa a uma região de extremidade inferior do filamento 211 de tal modo que, mais uma vez, uma porção da corrente de peso fique situada no leito do mar.

Da mesma forma, ilustrada na FIGURA 2 encontra-se uma corrente de peso 213 que pode ser presa diretamente ao tubo flexível ao invés de ser presa a um módulo de flutuabilidade.

Nenhum, um, ou uma série de módulos de flutuabilidade podem ser selecionados junto aos pesos das correntes de peso presas com a finalidade de otimizar o desempenho. Os módulos de flutuabilidade aplicados ajudam a determinar que a configuração sempre permaneça em um estado flutuante mesmo quando o peso do tubo alcançar seu estado mais pesado possível, por exemplo, devido ao crescimento marinho, perda de flutuabilidade, densidade dos conteúdos e o peso das correntes suspensas. As próprias correntes de peso podem ser projetadas no leito do mar durante a instalação de modo a garantir que uma seção das correntes permaneça no leito do mar na configuração mais leve do tubo ascendente. O comprimento da corrente no leito do mar será determinado para a maior carga potencial, por exemplo, nos conteúdos do tubo ascendente.

Durante a instalação, fixa-se um comprimento de corrente a cada módulo de flutuabilidade selecionado ou ao próprio tubo flexível à medida que o mesmo deixa um convés de instalação de uma embarcação de instalação e antes de o mesmo alcançar a superfície da água. O restante da corrente é, então, rebaixado na água após o mesmo ser fixado ao tubo flexível ou ao módulo de flutuabilidade. O tubo ascendente é, então, arreado continuamente até que o próximo módulo de flutuabilidade alcance o convés de instalação para fixação da corrente de peso.

A FIGURA 3 ilustra um uso alternativo das modalidades da presente invenção no qual se proporciona um suporte ao tubo flexível 300 disposto como uma linha de escoamen-

to 300. A linha de escoamento é dotada de suportes com a finalidade de garantir que um peso h acima do leito do mar 203 seja mantido a uma distância fixa ou pelo menos dentro de uma faixa de distâncias. As modalidades da presente invenção são particularmente úteis quando um tubo transpuser condições do leito do mar ambientalmente sensitivas ou desfavoráveis em aplicações em águas rasas, profundas ou ultra-profundas. Conforme mostrado na FIGURA 3, uma área de coral 301 pode ser obstruída, de modo bem sucedido, de tal modo que nem o coral nem o tubo flexível entrem em contato. Com a finalidade de ajudar a fixar a linha de escoamento flexível em posição, um ou mais cabos de ancoragem 302 são utilizados para fixar a posição lateral da linha de escoamento 300.

O sistema da corrente de peso e flutuabilidade inerente ou módulos de flutuabilidade adicionais agem como um dispositivo de auto-ajuste de flutuabilidade/peso que sirva para manter automaticamente uma configuração de linha de escoamento de tubo flexível de funcionamento, tubo de ponte ou tubo ascendente. O sistema mobiliza automaticamente o peso adicional à medida que uma ou mais correntes são erguidas do leito do mar, na medida em que os conteúdos do tubo reduzem. A quantidade de flutuabilidade adicionada para compensar o peso da corrente pode ser reduzida substituindo-se um comprimento superior (não-ativo) de corrente por um fio ou corda sintética ou similares. O sistema pode ser usado para qualquer circunstância onde se necessita que um tubo flexível permaneça a uma altura desejada acima do leito do mar ou em um formato controlado acima do leito do mar. Isto é possível sob condições de tubo ascendente com configuração ondulada ou onde uma linha de escoamento deva transpor condições do leito do mar ambientalmente sensitivas ou ativas, agressivas e instáveis.

De acordo com as modalidades da presente invenção, a variação de suporte proporcionada a um tubo flexível pode ser controlada em uma ampla variedade de formar , não necessariamente incluindo elementos de peso e flutuabilidade, porém, ao invés disso, orientando-se os elementos, tais como molas, elementos elásticos ou meios similares. Por exemplo, uma alternativa pode ser qualquer membro de auto-correção ou auto-ajuste que seja fixado ao tubo ou elementos auxiliares de tubo, com a finalidade de ajustar a força a jusante experimentada pelo tubo. Esta alternativa por ser:

- Estrutura tipo cabo pesado, corrente e corda de arfagem

- Barra ou bloco de aço pesado/concreto ou qualquer outro formato. Estes também têm alguma função de auto-ajuste quando forem parcialmente deixados a partir do leito do mar.

Ao longo da descrição e das reivindicações deste relatório descritivo, as palavras "compreender" e "conter" e suas variações, por exemplo, "que compreende" e "compreende", significam "que incluem, mas não se limitam a", e não se destinam a (e não) excluir outras porções, aditivos, componentes, partes integrais ou etapas.

Ao longo da descrição e das reivindicações deste relatório descritivo, a forma no singular abrange a forma no plural exceto onde o contexto indicar em contrário. Em particular, onde se utilizar um artigo indefinido, o relatório descritivo deve ser compreendido como contemplando a pluralidade assim como a singularidade, exceto onde o contexto indicar em contrário.

Os recursos, partes integrais, características, compostos, porções químicas ou grupos descritos de acordo com um aspecto, modalidade ou exemplo particular da invenção devem ser compreendidos como sendo aplicáveis a qualquer outro aspecto, modalidade ou exemplo descritos no presente documento, exceto onde forem incompatíveis ao mesmo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para suportar um tubo flexível em uma configuração ondulada para transporte de fluidos de produção de um local submarino (201) para instalação flutuante (202), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

em resposta a uma alteração em flutuabilidade experimentada por um tubo flexível, aumentar e/ou diminuir uma quantidade de suporte proporcionada em uma pluralidade de locais no tubo flexível por meio de aumentar e/ou diminuir uma força aplicada na direção para baixo ao tubo flexível, provida por uma corrente de peso (208, 212, 213) ou elemento de orientação, se estendendo entre a parte do tubo flexível ou módulo de flutuabilidade (205) preso ao tubo flexível e a uma região do leito do mar (203).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda, as etapas de:

durante um período de tempo, variar continua e automaticamente o suporte proporcionado ao tubo flexível à medida que as condições experimentadas pelo tubo variam.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda, as etapas de:

variar o suporte proporcionado ao tubo flexível aumentando-se e/ou reduzindo-se um peso suspenso no dito local.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda, as etapas de:

aumentar e/ou reduzir o suporte proporcionado ao tubo flexível reduzindo-se e/ou aumentando-se, respectivamente, uma quantidade de peso proporcionada por uma corrente de peso (208, 212, 213) suspensa a partir de uma porção do tubo flexível ou um módulo de flutuabilidade (205) preso ao tubo flexível.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda, as etapas de:

suportar uma porção da corrente de peso (208, 212, 213) em uma região do leito do mar (203), sendo que uma proporção da corrente de peso (208, 212, 213) suportada no leito do mar (203) determina a quantidade de peso suspenso a partir do tubo flexível ou módulo de flutuabilidade (205).

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda, as etapas de:

variar o suporte proporcionado ao tubo flexível variando-se uma força descendente, proporcionada por um elemento de orientação, aplicada ao tubo flexível.

7. Tubo flexível suportado em uma configuração ondulada que serve para transportar fluidos de produção de um local submarino (201) para uma instalação flutuante (202), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um tubo flexível suportado em uma pluralidade de locais por uma corrente de peso (208, 212, 213) ou elemento de orientação se estendendo entre uma parte do tubo flexível ou um módulo de flutuabilidade (205) preso ao tubo flexível e a uma região do leito do mar (203), onde uma quantidade de suporte proporcionada ao tubo é aumentada e/ou diminuída em resposta a uma alteração na flutuabilidade experimentada pelo tubo flexível como resultado de um acréscimo e/ou decréscimo de uma força aplicada na direção para baixo pelo tubo flexível pela corrente de peso (208, 212, 213) ou elemento de orientação.

8. Tubo flexível, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda:

uma quantidade de suporte proporcionada ao tubo flexível que varia continua e automaticamente à medida que as condições experimentadas pelo tubo variam.

9. Tubo flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda:

pelo menos um módulo de flutuabilidade (205) preso em um local respectivo ao tubo flexível.

10. Tubo flexível, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda:

uma corrente de peso (208, 212, 213) presa ao módulo de flutuabilidade.

11. Tubo flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda:

pelo menos uma corrente de peso (208, 212, 213) presa em um local respectivo ao tubo flexível.

12. Tubo flexível, de acordo com a reivindicação 10 ou 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende, ainda:

um comprimento de cada corrente de peso (208, 212, 213) que é selecionado de tal modo que uma porção de cada corrente de peso (208, 212, 213) seja suportada em uma região do leito do mar (203).

13. Tubo de ponte ou tubo ascendente ou linha de escoamento, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende o tubo flexível, do tipo definido em qualquer uma das reivindicações 7 a 12.

14. Tubo ascendente, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que está disposto em uma configuração ondulada.

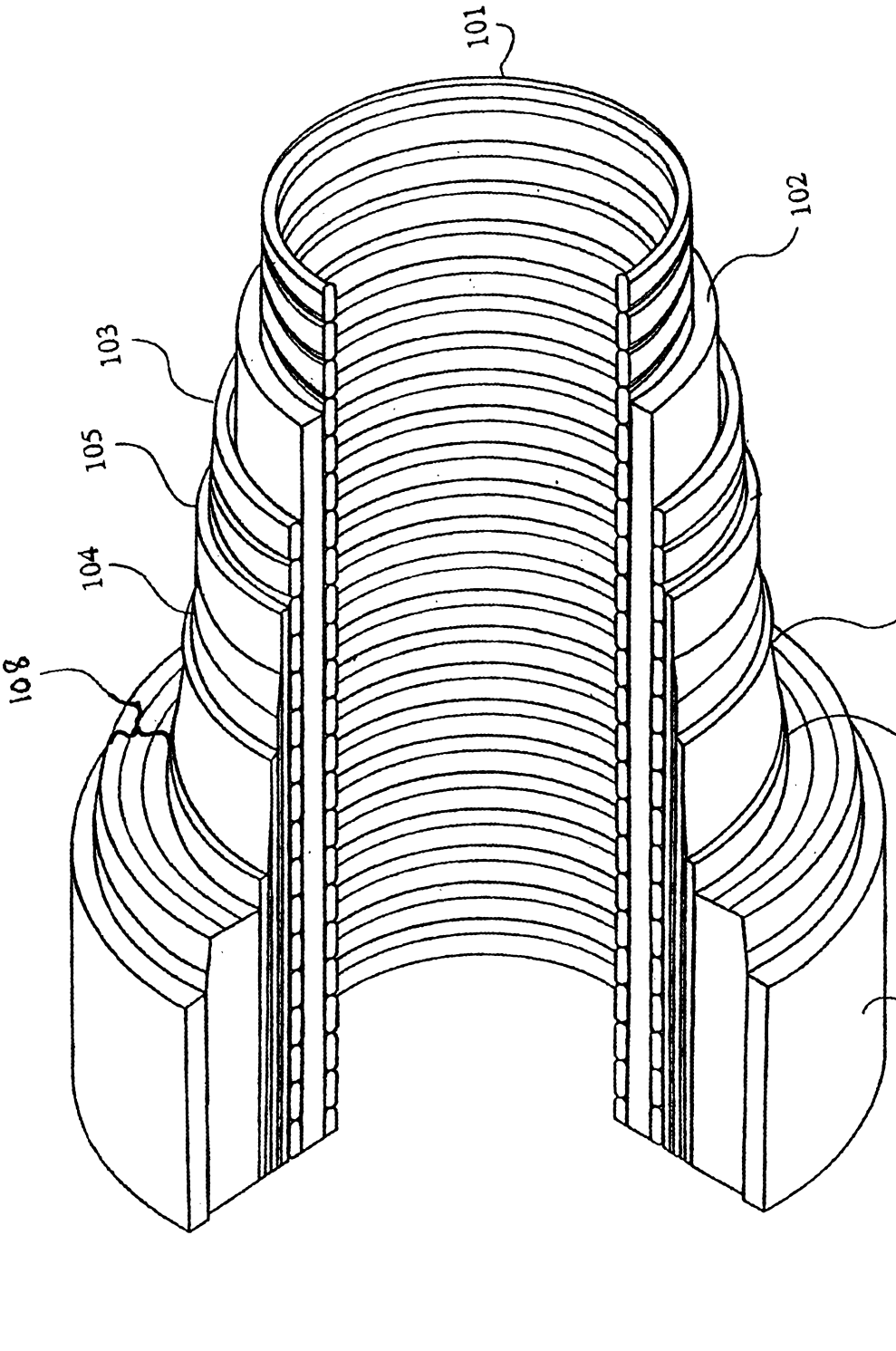


Fig. 1

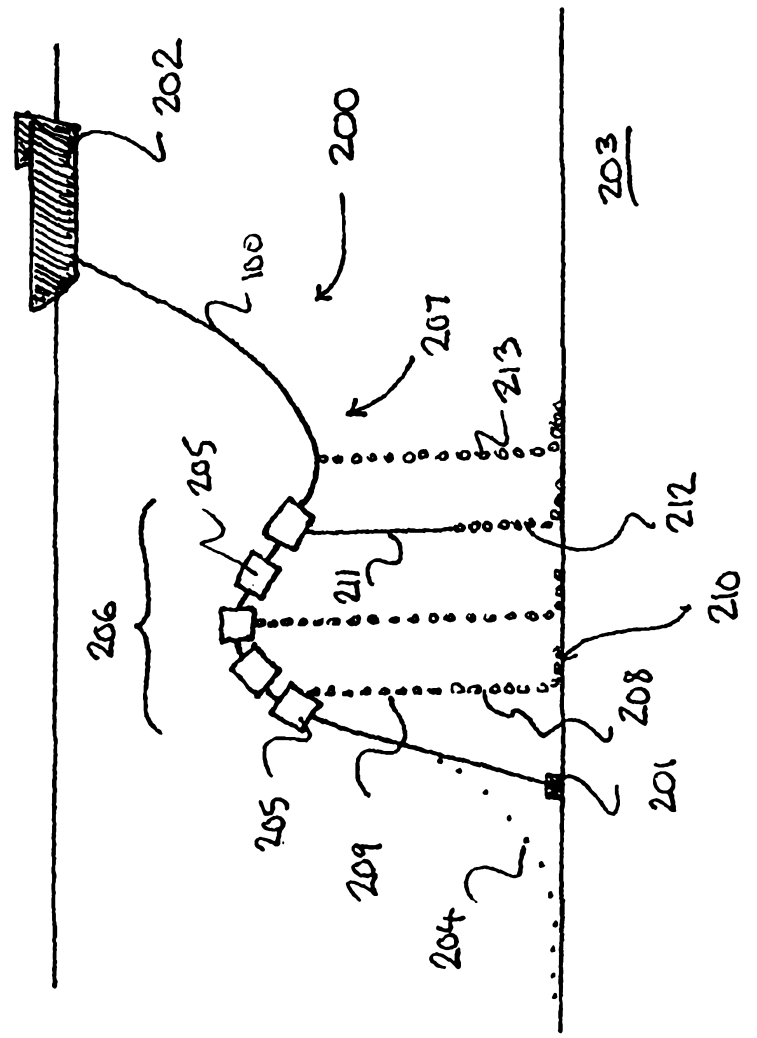


Fig 2.

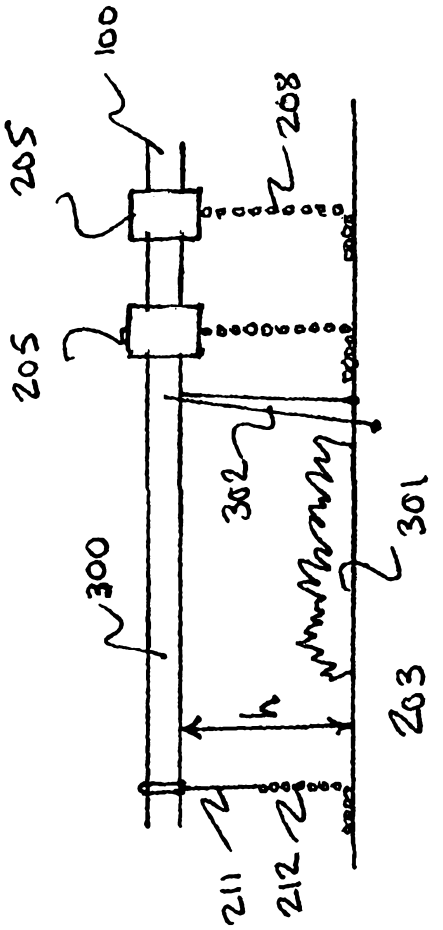


Fig 3.