



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

(21) PI 0718827-7 A2



(22) Data de Depósito: 06/11/2007
(43) Data da Publicação: 04/02/2014
(RPI 2248)

(51) *Int.Cl.:*
B63B 35/44
E21B 17/01

(54) Título: TORRE DE COLUNA DE ASCENSÃO HÍBRICA E MÉTODOS PARA A INSTALAÇÃO DA MESMA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 10/03/2007 GB 0704670.9, 08/11/2006 US 60/857.572, 08/11/2006 US 60/857.572, 10/03/2007 GB 0704670.9

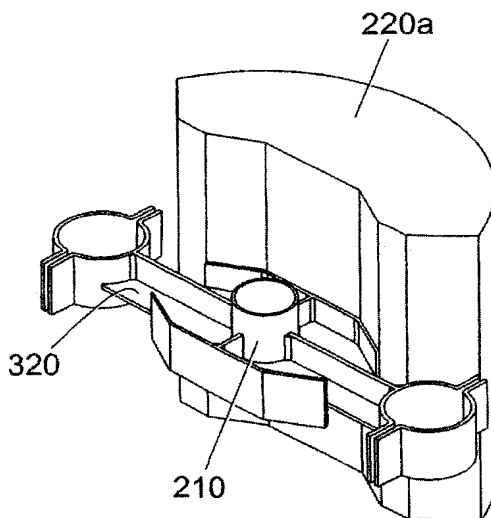
(73) Titular(es): Acergy France SA

(72) Inventor(es): Gregoire De-Roux, Jean-François Saint-Marcoux, Jean-Pierre Branchut

(74) Procurador(es): Nellie Anne Daniel-Shores

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007050675 de 06/11/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/056185de 15/05/2008



“TORRE DE COLUNA DE ASCENSÃO HÍBRIDA E MÉTODOS PARA A INSTALAÇÃO DA MESMA”

A presente invenção diz respeito a torres de coluna de ascensão híbrida e, em particular, torres de coluna de ascensão híbrida para um centro de perfuração.

5 Torres de coluna de ascensão híbrida são conhecidas e são parte da assim denominada coluna de ascensão híbrida, tendo partes superior e/ou inferior (“interligações entre equipamentos submarinos”) feitas de conduíte flexível e adequadas para o desenvolvimento de campo em águas profundas e ultraprofundas. A patente US 6.082.391 (Stolt/Doris) propõe uma Torre de Coluna de Ascensão Híbrida (HRT) em particular consistindo de um núcleo central vazio, suportando um feixe de tubos da coluna de ascensão, alguns usados para a produção de petróleo e alguns usados para a injeção de água e gás. Este tipo de torre foi desenvolvido e implementado, por exemplo, no campo Girassol em Angola. Material de isolamento na forma de blocos de espuma sintática envolve o núcleo e os tubos e separa os conduítes de fluido quente dos conduítes de fluido frio. Fundamentos adicionais foram publicados no documento “Hybrid Riser Tower: from Functional Specification to Cost per Unit Length” por J-F Saint-Marcoux e M Rochereau, DOT XIII Rio de Janeiro, em 18 de outubro de 2001. Versões atualizadas de tais colunas de ascensão foram propostas em WO 02/053869 A1. Os conteúdos de todos estes documentos são aqui incorporados pela referência como antecedentes da presente divulgação. Estes HRTs multifuros são muito grandes e de difícil manuseio, não podem ser fabricados em qualquer lugar e alcançam o limite das capacidades dos componentes.

Uma solução conhecida é usar inúmeras colunas de ascensão auto-sustentadas (SLORs) que, essencialmente, são HRTs monofuro. Um problema com estas estruturas é que, para um centro de perfuração (um grupo de poços), é exigido um grande número destas estruturas, uma para cada linha de produção, para cada linha de injeção e para cada linha de gás. Isto significa que cada estrutura precisa ser colocada muito próxima de estruturas adjacentes, resultando em maior risco de cada estrutura entrar no caminho ou interferir em outras estruturas, em função da proteção de esteira e da instabilidade de esteira.

Um outro problema com todos os HRTs é a vibração induzida por vórtice (caminhos alternantes de vórtices posteriores), que pode levar ao dano por fadiga de colunas de ascensão de perfuração e produção.

A invenção objetiva abordar os problemas supradescritos.

Em um primeiro aspecto da invenção, é provida uma coluna de ascensão compreendendo três conduítes arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor de um núcleo central, os ditos conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar, em que um primeiro dos ditos conduítes é uma linha de injeção de fluido, os ditos ou-

tros conduítes sendo linhas de produção.

As ditas linhas de produção podem prover um circuito de limpeza de tubulação.

Em uma modalidade principal, o dito primeiro conduíte é uma linha de injeção de água e os ditos outros conduítes consistem em linhas de produção. Duas tais linhas de produção podem ser providas. Pelo menos uma das ditas linhas de produção pode ser termicamente isolada. Em uma modalidade, ambas linhas de produção são termicamente isoladas. Alternativamente, somente uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada, a linha não isolada sendo usada como uma linha de serviço. O dito isolamento térmico pode ser na forma de uma estrutura tubo em tubo com o espaço anular usado como uma linha de subida de gás.

A dita coluna de ascensão pode compreender adicionalmente dispositivo de flutuação. O dito dispositivo de flutuação pode ser na forma de blocos localizados em intervalos ao longo do comprimento da coluna de ascensão. Os ditos blocos podem ser arranjados simetricamente ao redor do dito primeiro conduíte para formar uma seção transversal substancialmente circular. Preferivelmente, os ditos blocos de espuma são arranjados de forma não contígua ao redor do dito primeiro conduíte.

A dita coluna de ascensão pode compreender adicionalmente uma pluralidade de elementos estruturais de guia arranjados em intervalos ao longo do comprimento da dita coluna de ascensão, os ditos elementos estruturais colocando os ditos conduítes no lugar. Dispositivos deslizantes entre as colunas de ascensão e as estruturas de guia podem ser incluídos para permitir Movimento induzido por Vórtice deslizante e amortecido.

O dito núcleo estrutural também pode ser usado como um conduíte, tanto como uma linha de produção, linha de injeção quanto como uma linha de subida de gás.

Em um aspecto adicional da invenção, é provida uma coluna de ascensão compreendendo uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar, em que um primeiro dos ditos conduítes age como um núcleo estrutural central, os ditos outros conduítes sendo arranjados ao redor do dito primeiro conduíte.

Preferivelmente, os ditos outros conduítes são arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor do dito primeiro conduíte.

Em uma modalidade principal, o dito primeiro conduíte é uma linha de injeção de fluido e os ditos outros conduítes consistem em linhas de produção. A dita coluna de ascensão pode compreender duas tais linhas de produção. Pelo menos uma das ditas linhas de produção pode ser termicamente isolada. Em uma modalidade, ambas linhas de produção são termicamente isoladas. Alternativamente, somente uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada, a linha não isolada sendo usada como uma linha de serviço. O dito isolamento térmico pode ser na forma de uma estrutura tubo em tubo com um espaço anular

usado como uma linha de subida de gás. A dita linha de injeção de fluido pode ser uma linha de injeção de água ou gás.

5 A dita coluna de ascensão pode compreender adicionalmente dispositivo de flutuação. O dito dispositivo de flutuação pode ser na forma de blocos localizados em intervalos ao longo do comprimento da coluna de ascensão. Os ditos blocos podem ser arranjados simetricamente ao redor do dito primeiro conduíte para formar uma seção transversal substancialmente circular. Preferivelmente, os ditos blocos de espuma são arranjados de forma não contígua ao redor do dito primeiro conduíte.

As ditas linhas de produção podem prover um circuito de limpeza de tubulação.

10 Em um aspecto adicional da invenção, é provida uma coluna de ascensão compreendendo uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar, em que a dita coluna de ascensão é provida com dispositivo de flutuação ao longo de pelo menos uma parte do seu comprimento, o dito dispositivo de flutuação fazendo
15 com que a dita coluna de ascensão tenha uma seção transversal, no geral, circular, a circunferência da qual sendo não contígua.

No geral circular, neste caso, significa que o contorno geral da coluna de ascensão na seção transversal é circular (ou ligeiramente oval / ovóide) mesmo embora o contorno seja não contíguo e possa ter folgas consideráveis na forma circular.

20 O dito dispositivo de flutuação pode ser na forma de blocos localizados em intervalos ao longo do comprimento da coluna de ascensão. Os ditos blocos podem ser arranjados simetricamente ao redor do dito primeiro conduíte para formar uma seção transversal amplamente circular. Preferivelmente, os ditos blocos de espuma são arranjados de maneira tal que haja folgas entre blocos adjacentes para obter o dito perfil não contíguo.

25 Um primeiro dos ditos conduítes pode agir como um núcleo estrutural central, os ditos outros conduítes sendo arranjados ao redor do dito primeiro conduíte. Preferivelmente, os ditos outros conduítes são arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor do dito primeiro conduíte. Em uma modalidade principal, o dito primeiro conduíte é uma linha de injeção de fluido e os ditos outros conduítes consistem em linhas de produção. A dita linha
30 de injeção de fluido pode ser uma linha de injeção de água ou gás. Alternativamente, a dita coluna de ascensão pode compreender três conduítes arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor de um núcleo central, em que um primeiro dos ditos conduítes é uma linha de injeção de fluido, os ditos outros conduítes sendo linhas de produção.

35 Duas tais linhas de produção podem ser providas. Pelo menos uma das ditas linhas de produção pode ser termicamente isolada. Em uma modalidade, ambas linhas de produção são termicamente isoladas. Alternativamente, somente uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada, a linha não isolada sendo usada como uma linha de serviço. O

dito isolamento térmico pode ser na forma de uma estrutura tubo em tubo com o espaço anular usado como uma linha de subida de gás.

Em um aspecto adicional da invenção, é provido um método para a instalação de uma coluna de ascensão, a dita coluna de ascensão compreendendo uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar por um módulo de flutuação, a dita coluna de ascensão sendo montada em um local diferente do local da instalação e transportada para lá em uma configuração substancialmente horizontal em que o dito módulo de flutuação é anexado na dita coluna de ascensão por uma conexão não rígida antes de a dita coluna de ascensão ser colocada de pé em uma orientação de funcionamento substancialmente vertical.

A dita conexão entre o módulo de flutuação e a coluna de ascensão pode ser feita no local de instalação. A dita conexão não rígida pode ser feita usando uma corrente. A dita corrente pode ser provida em duas partes durante o transporte, com uma primeira parte conectada na coluna de ascensão (tanto direta quanto indiretamente) e uma segunda parte conectada no módulo de flutuação (tanto direta quanto indiretamente) ao mesmo tempo em que estão sendo transportadas. As ditas partes podem ter comprimentos aproximadamente iguais. As ditas partes podem ter aproximadamente de 10 m a 30 m de comprimento. As duas partes podem ser conectadas em uma embarcação de serviço. A fim de prover espaço para fazer a conexão, o tanque dispositivo de flutuação pode ser rotacionado primeiro. A dita rotação pode ser de até aproximadamente 90 graus.

O dito módulo de flutuação pode ser rebocado para o local de instalação com a coluna de ascensão. O dito módulo de flutuação pode ser rebocado atrás da dita coluna de ascensão conectando um cabo de reboque entre a coluna de ascensão e o módulo de flutuação, independente de quaisquer outros cabos de reboque.

Em uma modalidade na qual a coluna de ascensão e o módulo de flutuação são transportados juntos por uma primeira embarcação dianteira e por uma segunda embarcação traseira, o método pode compreender as seguintes etapas:

* a segunda embarcação, conectada por um primeiro cabo na extremidade de topo da coluna de ascensão durante o transporte, embréia no dito cabo e move-se na direção da coluna de ascensão;

* o módulo de flutuação é rotacionado aproximadamente 90 graus;

* a conexão permanente entre a coluna de ascensão e o módulo de flutuação é feita em uma embarcação de serviço;

* um segundo cabo, que conectou o topo do módulo de flutuação no topo da coluna de ascensão durante o transporte, é desconectado da dita coluna de ascensão e passa para a dita segunda embarcação;

* o dito primeiro cabo é desconectado;

* o processo de colocação da coluna de ascensão em pé começa.

Entende-se que a referência anterior a “topo” e “fundo” significa o topo e o fundo do item referido quando ele é instalado.

5 Em um aspecto adicional da invenção, é provido um método para o acesso a uma unidade de tubulação em espiral localizada substancialmente no topo de uma estrutura de coluna de ascensão, a dita estrutura de coluna de ascensão compreendendo uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar por um
10 módulo de flutuação, em que o dito método compreende anexar um cabo em um ponto substancialmente próximo ao topo da dita coluna de ascensão e exercer uma força no dito cabo para puxar a dita coluna de ascensão, ou uma parte de topo desta, de sua configuração substancialmente vertical normal para uma configuração afastada da vertical.

15 Deve-se entender que a configuração substancialmente vertical normal da coluna de ascensão cobre orientações afastadas da verdadeira vertical, mas ainda assim verticais em comparação com outros sistemas de coluna de ascensão.

O dito módulo de flutuação pode ser anexado na dita coluna de ascensão (direta ou indiretamente) por meio de uma conexão não rígida tal como uma corrente. Preferivelmente, o dito cabo é anexado em uma parte inferior do dito módulo de flutuação. Portanto, a tensão
20 no dito cabo também pode fazer com que o dito módulo de flutuação mova-se em uma distância lateralmente para longe do eixo geométrico vertical da dita coluna de ascensão, desse modo, permitindo o acesso à unidade de tubulação em espiral diretamente por cima.

A dita tensão pode ser exercida no dito cabo por meio de um guincho ou dispositivo similar. O dito guincho pode estar localizado em uma Embarcação Flutuante de Produção,
25 Armazenamento e Descarregamento (FPSO).

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Modalidades da invenção serão agora descritas, a título de exemplo somente, pela referência aos desenhos anexos, nos quais:

30 A figura 1 mostra um tipo conhecido de estrutura de coluna de ascensão em um sistema de produção de petróleo ao largo;

A figura 2 mostra uma estrutura de coluna de ascensão de acordo com uma modalidade da invenção;

35 As figuras 3a e 3b mostram, respectivamente, a estrutura de coluna de ascensão da figura 2 em seção transversal e uma seção da torre de coluna de ascensão em perspectiva;

As figuras 4a e 4b mostram, respectivamente, uma estrutura de coluna de ascensão alternativa em seção transversal e uma seção da torre de coluna de ascensão alternati-

va em perspectiva;

A figura 5 mostra uma estrutura de coluna de ascensão alternativa em seção transversal;

5 A figura 6 mostra uma estrutura de coluna de ascensão com tanque dispositivo de flutuação sendo rebocado para um local de instalação;

A figura 7 mostra com detalhes a montagem de conexão de reboque usada na figura 6;

As figuras 8a e 8b representam duas etapas no método de instalação de acordo com uma modalidade da invenção; e

10 As figuras 9a e 9b representam um método para o acesso à tubulação em espiral de acordo com uma segunda modalidade da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

15 A figura 1 ilustra uma estrutura flutuante ao largo 100 alimentada por feixes de colunas de ascensão 110, que são suportadas por bóias submarinas 115. Escoras 120 estendem-se do fundo do feixe de coluna de ascensão até as várias cabeças de poço 130. A estrutura flutuante é mantida no lugar por cabos de amarração (não mostrados), anexados em âncoras (não mostradas) no fundo do mar. O exemplo mostrado é de um tipo conhecido, no geral, do desenvolvimento Girassol, mencionado na introdução supradescrita.

20 Cada feixe de coluna de ascensão é suportado pela força para cima provida por sua bóia associada 115. Então, interligações flexíveis entre equipamentos submarinos 135 são usadas entre as bóias e a estrutura flutuante 100. A tensão nos feixes de ascensão é um resultado do efeito líquido da flutuabilidade combinado com o peso máximo da estrutura e das colunas de ascensão nas águas marinhas. Versados na técnica percebem que o feixe pode ter alguns metros de diâmetro, mas é uma estrutura muito fina em vista do
25 seu comprimento (altura) de, por exemplo, 500 m ou mesmo 1 km ou mais. A estrutura deve ser protegida de curvatura excessiva e a tensão no feixe é de ajuda a este respeito.

Torres de coluna de ascensão híbrida (HRTs), tais como aquelas supradescritas, foram desenvolvidas como estruturas monofuro ou como estruturas compreendendo diversas, entre seis e doze, colunas de ascensão arranjadas ao redor de um núcleo estrutural
30 central.

É normal que desenvolvimentos em águas profundas sejam planejados em fases e, freqüentemente, sejam construídos ao redor de um centro de perfuração. Usualmente, um centro de perfuração é de duas linhas de produção que podem passar por limpeza de tubulação (pelo menos uma sendo termicamente isolada) e uma linha de injeção.

35 A figura 2 mostra uma torre de coluna de ascensão híbrida multifuros simplificada projetada para um centro de perfuração. Ela compreende duas (neste exemplo) linhas de produção 220, uma linha de injeção de água 210, blocos dispositivo de flutuações 220, um

Conjunto de Terminação de Coluna de Ascensão Superior (URTA) 230 com seu próprio auto dispositivo de flutuação 240, um tanque dispositivo de flutuação 250 conectado na URTA por uma corrente 260, interligações entre equipamentos submarinos 270 conectando a URTA 230 em uma Unidade de Produção Flutuante (FPU) 280. Na extremidade inferior há um Conjunto de Terminação de Coluna de Ascensão Inferior (LRTA) 290, uma âncora de sucção ou âncora de gravidade ou outro tipo de âncora 300 e uma conexão de carretel rígida 310. Esta conexão de carretel 310 pode ser feita com um conector ou um sistema de associação automática (tal como o sistema conhecido como MATIS (RTM) e descrito em WO03/040602 aqui incorporada pela referência). Percebe-se que, em vez da linha de injeção de água 210, a torre de coluna de ascensão pode compreender uma linha de injeção de gás.

Da forma supramencionada, HRTs convencionais usualmente compreendem um núcleo estrutural central com inúmeras linhas de produção e injeção arranjadas ao seu redor. Entretanto, nesta estrutura, a linha de injeção de água 210 duplica como um núcleo central para a estrutura HRT, com as duas linhas de produção arranjadas em ambos lados e no mesmo plano para produzir uma seção transversal chata.

Os inventores identificaram que, para um pequeno reservatório isolado, o número mínimo de linhas exigidas é três, duas linhas de produção para permitir limpeza de tubulação e uma linha de injeção para manter a pressão.

As próprias colunas de ascensão podem ser fabricadas em terra firme como tubo-em-tubo horizontalmente deslizante incorporando linhas anulares de subida de gás, embora linhas separadas de subida de gás também possam ser contempladas. A conexão de topo de um tubo-em-tubo anular pode ser realizada soldando um suporte ou por uma conexão mecânica.

As figuras 3a e 3b mostram, respectivamente, a torre de coluna de ascensão em seção transversal e uma seção da torre de coluna de ascensão em perspectiva. Elas mostram as duas linhas de produção 200, a linha de injeção de água / núcleo central 210, a estrutura de guia 320 e blocos de espuma dispositivo de flutuações 220a, 220b. A estrutura de guia 320 mantém as três linhas 200, 210 no lugar em uma linha. Uma pluralidade destas estruturas guias 320 está compreendida no HRT, arranjada em intervalos retangulares ao longo do seu comprimento.

Também pode-se ver que os blocos dispositivo de flutuações 220a, 220b são arranjados de forma não contígua ao redor da linha de injeção de água / núcleo da coluna de ascensão. Para um HRT montado em terra firme, a montagem da coluna de ascensão deve ser flutuante para que, no caso da perda da HRT pelos rebocadores que a está rebocando, elas não afundem. O dispositivo de flutuação da HRT uma vez instalado é provido pela adição do dispositivo de flutuação 230 ao longo da montagem da coluna de ascensão e pelo

dispositivo de flutuação provido pelo elemento de dispositivo de flutuação 250 no topo. A anexação de blocos de espuma dispositivo de flutuações nas próprias colunas de ascensão reduzirá a compressão no tubo núcleo, mas a seção hidrodinâmica ficará muito assimétrica. Portanto, é preferível que os blocos de espuma sejam anexados no tubo núcleo / estrutura 5 guia da forma mostrada.

O fato de que os blocos de espuma são arranjados de forma não contígua ao redor da HRT (bem como são aplicados de forma não contígua ao longo do seu comprimento) minimiza a ocorrência de Vibração Induzida por Vórtice (VIV) na torre de coluna de ascensão. Uma seção transversal completamente circular convencional ocasiona uma esteira, 10 enquanto que a interrupção deste contorno circular interrompe a esteira, resultando em inúmeras correntes em redemoinho menores, em vez de uma maior e, conseqüentemente, menor arraste. A seção transversal da coluna de ascensão ainda deve manter um perfil amplamente circular (ou ligeiramente ovóide), já que não há maneira de conhecer a direção da corrente da água, então é preferível que a estrutura seja tão insensível à direção quanto 15 possível.

A distância entre as estruturas guia é governada pela quantidade de compressão no tubo núcleo. Dispositivos guia são exigidos entre a estrutura guia e a coluna de ascensão.

As figuras 4a e 4b mostram uma modalidade alternativa àquela supradescrita em 20 que duas linhas de produção 200 e uma única linha de injeção de água / linha de injeção de gás 210 é arranjada simetricamente ao redor de um núcleo estrutural 410. Como antes, há estruturas guia 400 e blocos de espuma dispositivo de flutuações 220a, 220b, 220c arranjados de forma não contígua ao redor do núcleo 410. Nesta modalidade, é possível que o núcleo estrutural seja usado como uma linha, caso uma linha adicional seja desejada.

A figura 5 mostra uma variação da modalidade representada nas figuras 3a e 3b. 25 Nesta variação, em vez de duas linhas de produção isoladas idênticas, são providas somente uma linha de produção isolada 200 e uma linha de serviço não isolada 500. Como antes, a linha de injeção de água / gás 210 age como um núcleo estrutural para a torre de coluna de ascensão e são providas estruturas guia 510 em intervalos ao longo do comprimento dos 30 blocos dispositivo de flutuações 220a, 220b ali anexados. Em condições normais, a produção vem por meio da linha isolada. A linha de serviço é sempre preenchida com óleo morto (não propensos a formar hidratos). Mediante o fechamento, óleo morto da linha de serviço é ré-empurrado para a linha de produção.

Percebe-se que a coluna de ascensão híbrida é construída em terra firme e, então, 35 rebocada para seu local de instalação onde ela é colocada de pé e instalada. A fim de ser rebocada, a coluna de ascensão é feita de forma neutramente flutuante (ou em certas tolerâncias). O reboque é feito por pelo menos dois rebocadores, um na frente e um na traseira.

A figura 6 mostra (em parte) uma coluna de ascensão híbrida sendo rebocada para um local de instalação antes de ser colocada de pé e instalada. Ela mostra a coluna de ascensão 600 e, no que será o seu topo quando instalada, uma montagem de instalação de coluna de ascensão superior (URTA) 610. Anexado a ela por meio do cabo de reboque do tanque dispositivo de flutuação 620 está o tanque dispositivo de flutuação de topo principal 630 flutuando na superfície do mar. A URTA 610 também é anexada em um rebocador traseiro 650 (o rebocador frontal não é mostrado) cerca de 650 metros atrás da URTA por meio do cabo do reboque da coluna de ascensão 640. Uma seção da ligação de corrente permanente principal 660a, anexada ao tanque dispositivo de flutuação 630 e para fazer a conexão permanente entre este e a URTA 610, também pode ser vista ainda não conectada. Percebe-se que o cabo de reboque do tanque dispositivo de flutuação 620 está de fato anexada ao topo do tanque dispositivo de flutuação 630, isto é o tanque dispositivo de flutuação 630 está invertido comparado com a própria coluna de ascensão 600.

A figura 7 mostra com detalhes a instalação da URTA 610. Ela mostra uma placa triangular com pivô 700 que conecta a URTA 610 (e, portanto, a coluna de ascensão 600) com o tanque dispositivo de flutuação 630 e com o reboque traseiro 650 pelo cabo de reboque do tanque dispositivo de flutuação 620 e pelo cabo de reboque da coluna de ascensão 640, respectivamente. A outra seção da ligação de corrente permanente 660b também é mostrada anexada ao topo da URTA 610.

Usando uma corrente para conectar o tanque dispositivo de flutuação na coluna de ascensão (em vez de, por exemplo, uma junta flexível) e fazendo a ligação de corrente grande o suficiente (cada seção 630a, 630b tendo cerca de 20 metros de comprimento), torna-se possível anexar o tanque dispositivo de flutuação 230 na coluna de ascensão 600 unindo estas duas seções 630a, 630b no local de instalação antes da colocação de pé. Assim, é desnecessário ter uma embarcação de instalação pesada com guindaste para segurar e instalar o tanque dispositivo de flutuação durante a colocação de pé. Somente embarcações de serviço são exigidas. Também permite-se a possibilidade de rebocar o tanque dispositivo de flutuação com a coluna de ascensão para o local de instalação, assim, reduzindo custos. Além do mais, o uso de uma corrente em vez de uma conexão rígida prescinde da necessidade de uma junta de afunilamento.

As figuras 8a e 8b mostram o reboque traseiro e o aparelho da figura 6 durante duas etapas do método de instalação. Este método de instalação é como segue: o tanque dispositivo de flutuação move-se de volta (possivelmente por uma embarcação de serviço) e o reboque traseiro 650 embréia no cabo de reboque da coluna de ascensão 640 e move-se de volta 150 m na direção da coluna de ascensão 600. A embreagem do cabo de reboque faz com que a URTA 610 se levante na direção da superfície da água. Então, o tanque dispositivo de flutuação 630 é rotacionado 90 graus (novamente, a embarcação de serviço prova-

velmente fará isto) para proporcionar espaço para que seja feita a conexão de corrente permanente.

Com o tanque dispositivo de flutuação 630 rotacionado, as embarcações de serviço embréiam a seção de 60 m da corrente permanente 660a do tanque dispositivo de flutuação 630 e a seção de 60 m da corrente permanente 660b na URTA 610. A ligação de corrente permanente entre o tanque dispositivo de flutuação 630 e a URTA 610 (e, portanto, a coluna de ascensão 600) é feita nos pelicanos hidráulicos da embarcação de serviço. A situação resultante é mostrada na figura 4a. Ela mostra o tanque dispositivo de flutuação 630 em 90 graus com a conexão de corrente permanente 660 no lugar. O reboque traseiro 650 (agora a cerca de 100 m da URTA 610) ainda está conectado na URTA 610 pelo cabo de reboque da coluna de ascensão 640. O cabo de reboque do tanque dispositivo de flutuação 620 ainda está conectado entre o tanque dispositivo de flutuação 630 e a URTA 610 e agora está frouxa.

Agora, o cabo de reboque frouxo do tanque dispositivo de flutuação 620 é desconectado da placa triangular pivô 700 e então, é repassada para o reboque traseiro 650. Portanto, agora este cabo 620 está conectado entre o reboque traseiro 650 e o topo do tanque dispositivo de flutuação 630. Então, este cabo 620 é elevado esticado. Então, o cabo de reboque da coluna de ascensão 640 é liberada. Esta situação é mostrada na figura 4b. Percebe-se que agora a tensão passa pelo cabo de reboque do tanque dispositivo de flutuação 620, pelo tanque dispositivo de flutuação 620 e pela corrente permanente 660. Então, a placa triangular pivô 700 é removida para dar espaço à manilha do tanque dispositivo de flutuação permanente, e a manilha do tanque dispositivo de flutuação permanente é presa. Agora, o processo de colocação de pé pode começar com o reboque traseiro arreando a âncora do chumbador. O processo de colocação de pé é descrito na patente US 06.082.391 e é aqui incorporada pela referência.

Um problema com a Torre de Coluna de Ascensão Híbrida supradescrita (com conexão de corrente no tanque dispositivo de flutuação) é o acesso à tubulação em espiral. Isto foi feito previamente tendo acesso à unidade de tubulação em espiral diretamente por cima da URTA de forma vertical. Neste caso, o tanque dispositivo de flutuação estava rigidamente conectado na junta de afunilamento. Entretanto, o acesso verticalmente por cima não é possível com o tanque dispositivo de flutuação anexado em uma corrente também diretamente por cima da URTA de forma vertical.

As figuras 9a e 9b representam um método para o acesso à unidade de tubulação em espiral por uma Torre de Coluna de Ascensão Híbrida que tem seu tanque dispositivo de flutuação anexado de forma não rígida, por exemplo, com uma corrente, como neste exemplo. Ele mostra a parte de topo da torre de coluna de ascensão instalada (que pode ter sido instalada pelo método supradescrito) e, em particular, a coluna de ascensão 600, a URTA

610, o tanque dispositivo de flutuação 630, a ligação de corrente permanente 660, o acesso à tubulação em espiral 700 e cabo temporário 710 de um guincho 730 na Embarcação Flutuante de Produção, Armazenamento e Descarregamento (FPSO) 720 até o fundo do tanque dispositivo de flutuação 630.

5 O método compreende anexar o cabo temporário 710 do guincho 730 na FPSO 720 até o fundo do tanque dispositivo de flutuação 630 e usar o guincho 730 para puxar este cabo 710, fazendo com que a montagem da coluna de ascensão mova-se para fora da vertical. Isto provê a folga necessária 740 para o acesso à tubulação em espiral.

10 Os inventores reconhecem que com o tanque dispositivo de flutuação 630 conectado por uma corrente 660, o cabo temporário 710 deve ser anexada no fundo do tanque dispositivo de flutuação 630. Caso ela seja conectada ao topo do tanque dispositivo de flutuação 630, o tanque tende a somente rotacionar, embora a conexão na URTA 610 signifique que o tanque dispositivo de flutuação 630 tende a permanecer diretamente sobre a tubulação em espiral e ainda impedindo o acesso a ela.

15 As modalidades supradescritas são somente para ilustração e outras modalidades e variações são possíveis e contempladas sem fugir do espírito e do escopo da invenção. Por exemplo, não é essencial que o tanque dispositivo de flutuação seja rebocado com a coluna de ascensão para o local de instalação (embora, provavelmente, esta seja a opção de menor custo). O tanque dispositivo de flutuação pode ser transportado separadamente e
20 anexado antes da colocação de pé.

REIVINDICAÇÕES

1. Coluna de ascensão, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar, em que
5 um primeiro dos ditos conduítes age como um núcleo estrutural central, os ditos outros conduítes sendo arranjados ao redor do dito primeiro conduíte.

2. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos outros conduítes são arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor do dito primeiro conduíte.

10 3. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito primeiro conduíte é uma linha de injeção de fluido e os ditos outros conduítes consistem em linhas de produção.

4. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a dita coluna de ascensão compreende duas tais linhas de produção.

15 5. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que pelo menos uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada.

6. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as ditas linhas de produção provêem um circuito de limpeza de tubulação.

20 7. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer um das reivindicações 4 a 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que ambas linhas de produção são termicamente isoladas.

8. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada, a linha não isolada sendo usada como uma linha de serviço.

25 9. Coluna de ascensão, de acordo com uma das reivindicações 5, 6, 7 ou 8 **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito isolamento térmico é na forma de um tubo na estrutura de tubo com o espaço anular usado como uma linha de subida de gás.

10. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 9, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a dita linha de injeção de fluido é uma linha de injeção de água.

30 11. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 9, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a dita linha de injeção de fluido é uma linha de injeção de gás.

12. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende adicionalmente dispositivo de flutuação.

35 13. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito dispositivo de flutuação é na forma de blocos localizados em intervalos ao longo do comprimento da coluna de ascensão.

14. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 13, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos blocos são arranjados simetricamente ao redor do dito primeiro conduíte para formar uma seção transversal substancialmente circular.

5 **CHARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos blocos de espuma são arranjados de forma não contígua ao redor do dito primeiro conduíte.

10 16. Coluna de ascensão, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que compreende três conduítes arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor de um núcleo central, os ditos conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar, em que um primeiro dos ditos conduítes é uma linha de injeção de fluido, os ditos outros conduítes sendo linhas de produção.

17. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 16, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que as ditas linhas de produção provêem um circuito de limpeza de tubulação.

15 18. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 16 ou 17, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o dito primeiro conduíte é uma linha de injeção de água e os ditos outros conduítes consistem em linhas de produção.

20 19. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 16, 17 ou 18, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que pelo menos uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada.

20. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 19, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que ambas linhas de produção são termicamente isoladas.

25 21. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 19, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que somente uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada, a linha não isolada sendo usada como uma linha de serviço.

22. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 19, 20 ou 21, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o dito isolamento térmico é na forma de um tubo na estrutura de tubo com o espaço anular usado como uma linha de subida de gás.

30 23. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 22, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que compreende adicionalmente dispositivo de flutuação.

24. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 23, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que o dito dispositivo de flutuação é na forma de blocos localizados em intervalos ao longo do comprimento da coluna de ascensão.

35 25. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 24, **CHARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos blocos são arranjados simetricamente ao redor do dito primeiro conduíte para formar uma seção transversal substancialmente circular.

26. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 24 ou 25,

CARACTERIZADA pelo fato de que os blocos de espuma de auxílio são arranjados de forma não contígua ao redor do dito primeiro conduíte.

27. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 26, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende adicionalmente uma pluralidade de elementos estruturais de guia arranjados em intervalos ao longo do comprimento da dita coluna de ascensão, os ditos elementos estruturais de guia colocando os ditos conduítes no lugar.

28. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 27, **CARACTERIZADA** adicionalmente pelo fato de que o dito núcleo estrutural também é usado como um conduíte, tanto como uma linha de produção, como uma linha de injeção quanto como uma linha de subida de gás.

29. Coluna de ascensão, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar em que a dita coluna de ascensão é provida com dispositivo de flutuação ao longo de pelo menos uma parte do seu comprimento, o dito dispositivo de flutuação fazendo com que a dita coluna de ascensão tenha uma seção transversal, no geral, circular, a circunferência da qual sendo não contígua.

30. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito dispositivo de flutuação é na forma de blocos localizados em intervalos ao longo do comprimento da coluna de ascensão.

31. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 30, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos blocos são arranjados simetricamente ao redor do dito primeiro conduíte para formar a dita seção transversal amplamente circular.

32. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 30 ou 31, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos blocos de espuma são arranjados de maneira tal que eles tenham folgas entre blocos adjacentes para obter o dito perfil não contíguo.

33. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 a 32, **CARACTERIZADA** pelo fato de que um primeiro dos ditos conduítes age como um núcleo estrutural central, os ditos outros conduítes sendo arranjados ao redor do dito primeiro conduíte.

34. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 33, **CARACTERIZADA** pelo fato de que os ditos outros conduítes são arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor do dito primeiro conduíte.

35. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 33 ou 34, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito primeiro conduíte é uma linha de injeção de fluido e os ditos outros conduítes consistem em linhas de produção.

36. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 a 32, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a dita coluna de ascensão compreende três conduítes arranjados de forma substancialmente simétrica ao redor de um núcleo central, em que um primeiro dos ditos conduítes é uma linha de injeção de fluido, os ditos outros conduítes sendo linhas de produção.

37. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 35 e 36, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a dita linha de injeção de fluido é uma linha de injeção de água.

38. Coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 35 e 36, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a dita linha de injeção de fluido é uma linha de injeção de gás.

39. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 35 a 38, **CARACTERIZADA** pelo fato de que duas tais linhas de produção são providas.

40. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 39, **CARACTERIZADA** pelo fato de que pelo menos uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada.

41. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADA** pelo fato de que ambas linhas de produção são termicamente isoladas.

42. Coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma das ditas linhas de produção é termicamente isolada, a linha não isolada sendo usada como uma linha de serviço.

43. Coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 40 a 42, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o dito isolamento térmico é na forma de um tubo na estrutura tubo com o espaço anular usado como uma linha de subida de gás.

44. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita coluna de ascensão compreende uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar por um módulo de flutuação, a dita coluna de ascensão sendo montada em um local diferente do local da instalação e transportada para lá em uma configuração substancialmente horizontal em que o dito módulo de flutuação é anexado na dita coluna de ascensão por uma conexão não rígida antes da dita coluna de ascensão ser colocada de pé em uma orientação de funcionamento substancialmente vertical.

45. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 44, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita conexão entre o módulo de flutuação e a coluna de ascensão é feita no local de instalação.

46. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 44 ou 45, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita conexão não rígida é feita

usando uma corrente.

47. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 46, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita corrente é provida em duas partes durante o transporte, com uma primeira parte conectada direta ou indiretamente na coluna de ascensão e uma segunda parte conectada direta ou indiretamente no módulo de flutuação durante o transporte.

48. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 47, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que as ditas partes têm comprimentos aproximadamente iguais.

49. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 47 ou 48, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que as ditas partes têm cada uma aproximadamente 10 m a 30 m de comprimento.

50. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com as reivindicações 47, 48 ou 49, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que as duas partes são conectadas em uma embarcação de serviço.

51. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 47 a 50, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a fim de prover espaço para fazer a conexão, o tanque de flutuação é rotacionado antes da conexão.

52. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 51, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita rotação é de até aproximadamente 90 graus.

53. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 44 a 52, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito módulo de flutuação é rebocado para o local de instalação com a coluna de ascensão.

54. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com a reivindicação 53, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito módulo de flutuação é rebocado atrás da dita coluna de ascensão conectando uma linha de reboque entre a coluna de ascensão e o módulo de flutuação independente de quaisquer outras linhas de reboque.

55. Método para a instalação de uma coluna de ascensão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 44 a 54, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a coluna de ascensão e o módulo de flutuação são transportados juntos por uma primeira embarcação dianteira e por uma segunda embarcação traseira, o método compreendendo as seguintes etapas:

* a segunda embarcação, conectada por um primeiro cabo na extremidade de topo da coluna de ascensão durante o transporte, embréia no dito cabo e move-se na direção da coluna de ascensão;

* o módulo de flutuação é rotacionado aproximadamente 90 graus;

* a conexão permanente entre a coluna de ascensão e o módulo de flutuação é fei-

ta em uma embarcação de serviço;

* um segundo cabo, que conectou o topo do módulo de flutuação no topo da coluna de ascensão durante o transporte, é desconectado da dita coluna de ascensão e passado para a dita segunda embarcação;

5 * o dito primeiro cabo é desconectado;

* o processo de colocação da coluna de ascensão em pé começa.

10 56. Método para o acesso a uma unidade de tubulação em espiral localizada substancialmente no topo de uma estrutura de coluna de ascensão, a dita estrutura de coluna de ascensão compreendendo uma pluralidade de conduítes estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar por um módulo de flutuação, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito método compreende anexar um cabo em um ponto substancialmente próximo do topo da dita coluna de ascensão e exercer uma força no dito cabo para puxar a dita coluna de ascensão, ou uma parte de topo dela, da sua configuração substancialmente vertical normal para uma configuração afastada da vertical.

15 57. Método, de acordo com a reivindicação 56, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito módulo de flutuação é anexado direta ou indiretamente, na dita coluna de ascensão por meio de uma conexão não rígida.

20 58. Método, de acordo com a reivindicação 57, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita conexão não rígida compreende uma corrente.

59. Método, de acordo com as reivindicações 56, 57 ou 58, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito cabo é anexado em uma parte inferior do dito módulo de flutuação.

25 60. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 56 a 59, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a tensão no dito cabo também faz com que o dito módulo de flutuação mova-se em uma distância lateralmente para longe do eixo geométrico vertical da dita coluna de ascensão, desse modo, permitindo o acesso à unidade de tubulação em espiral diretamente por cima.

30 61. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 56 a 60, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita força é exercida no dito cabo por meio de um guincho ou dispositivo similar.

62. Método, de acordo com a reivindicação 61, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito guincho é localizado em uma Embarcação Flutuante de Produção, Armazenamento e Descarregamento (FPSO).

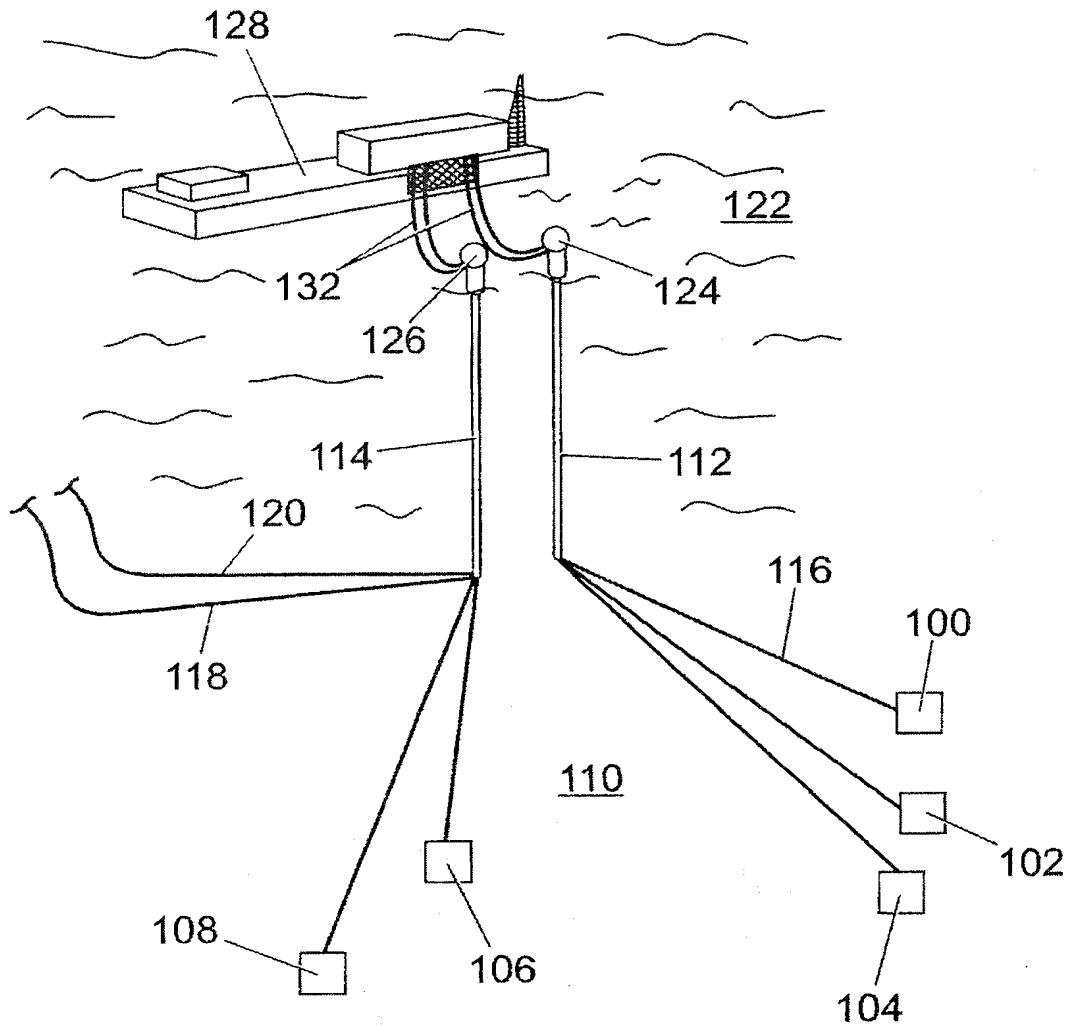


Fig. 1

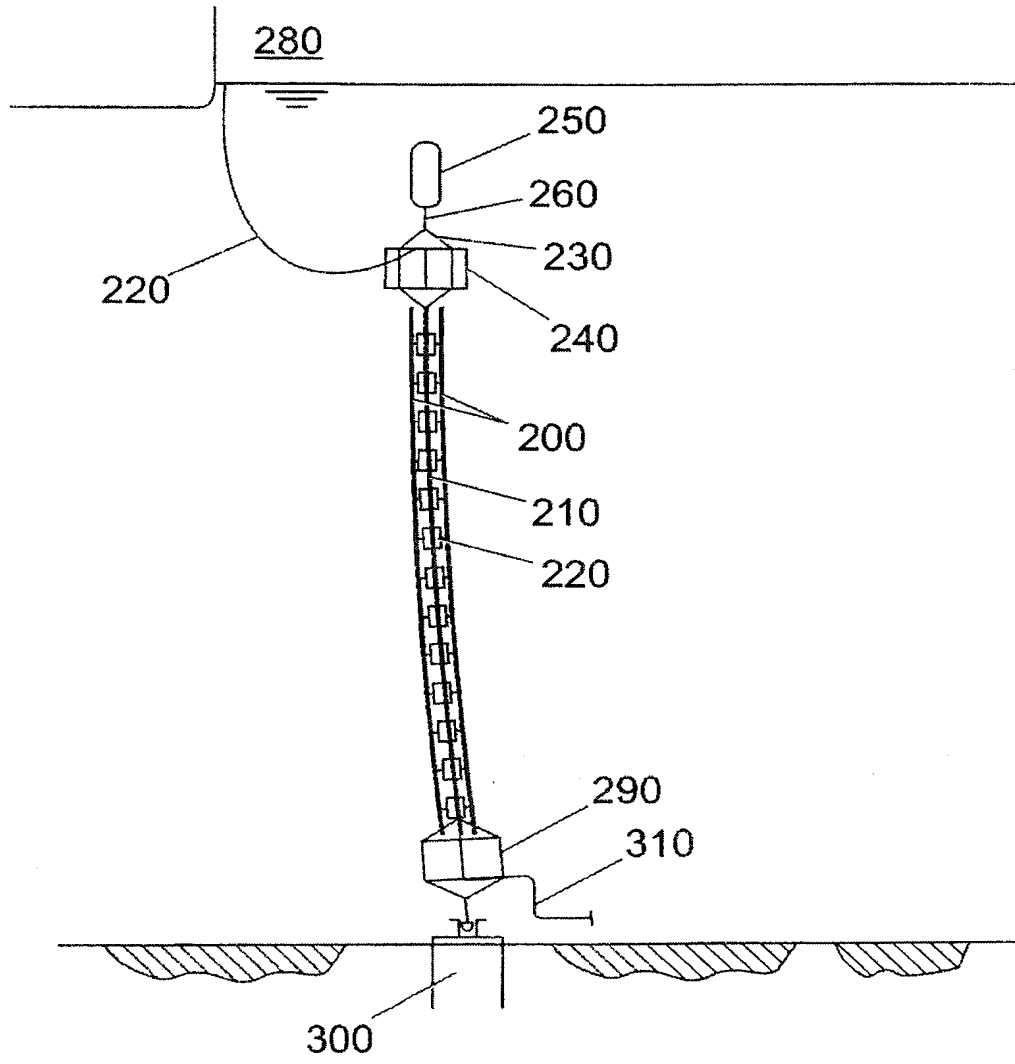


Fig. 2

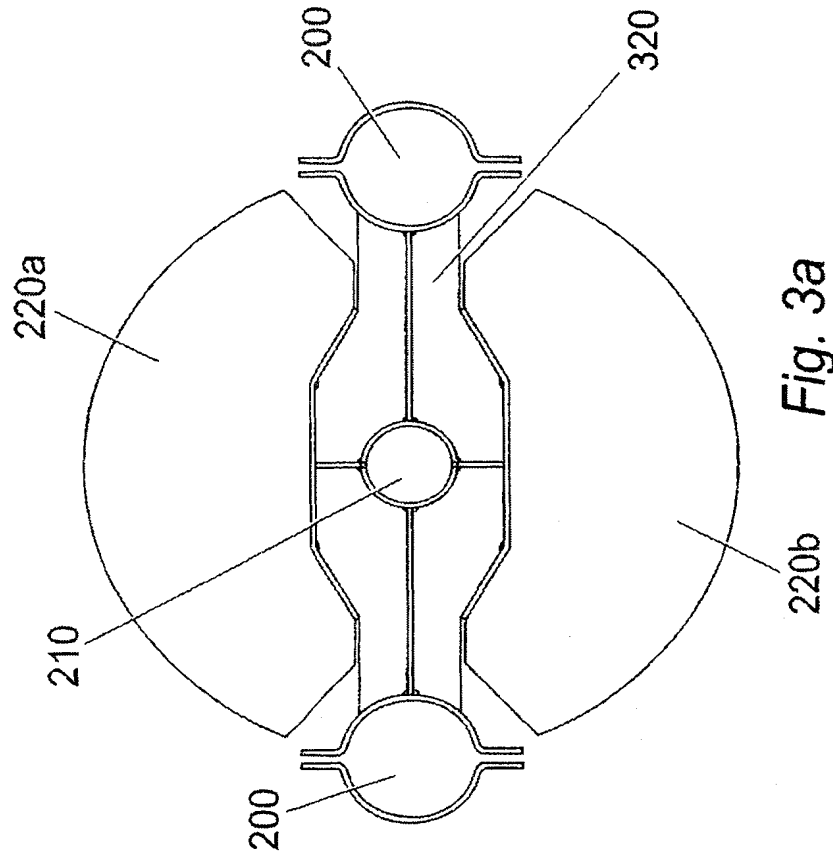


Fig. 3a

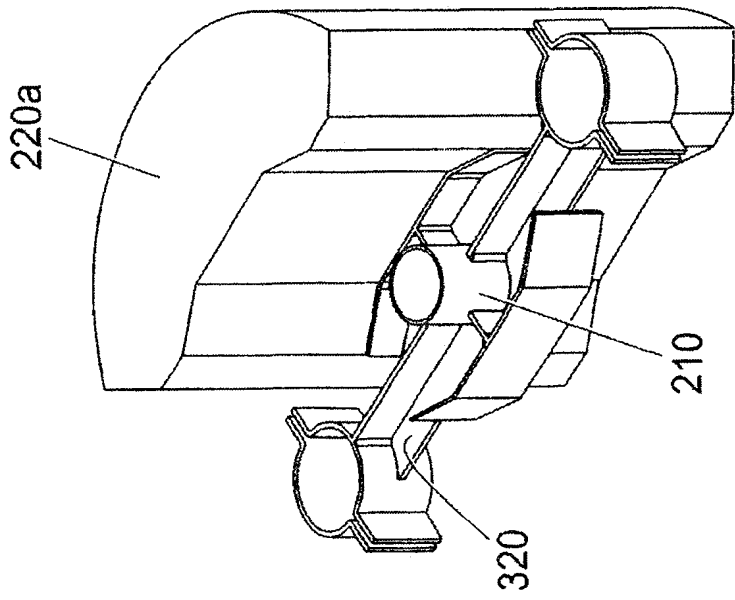


Fig. 3b

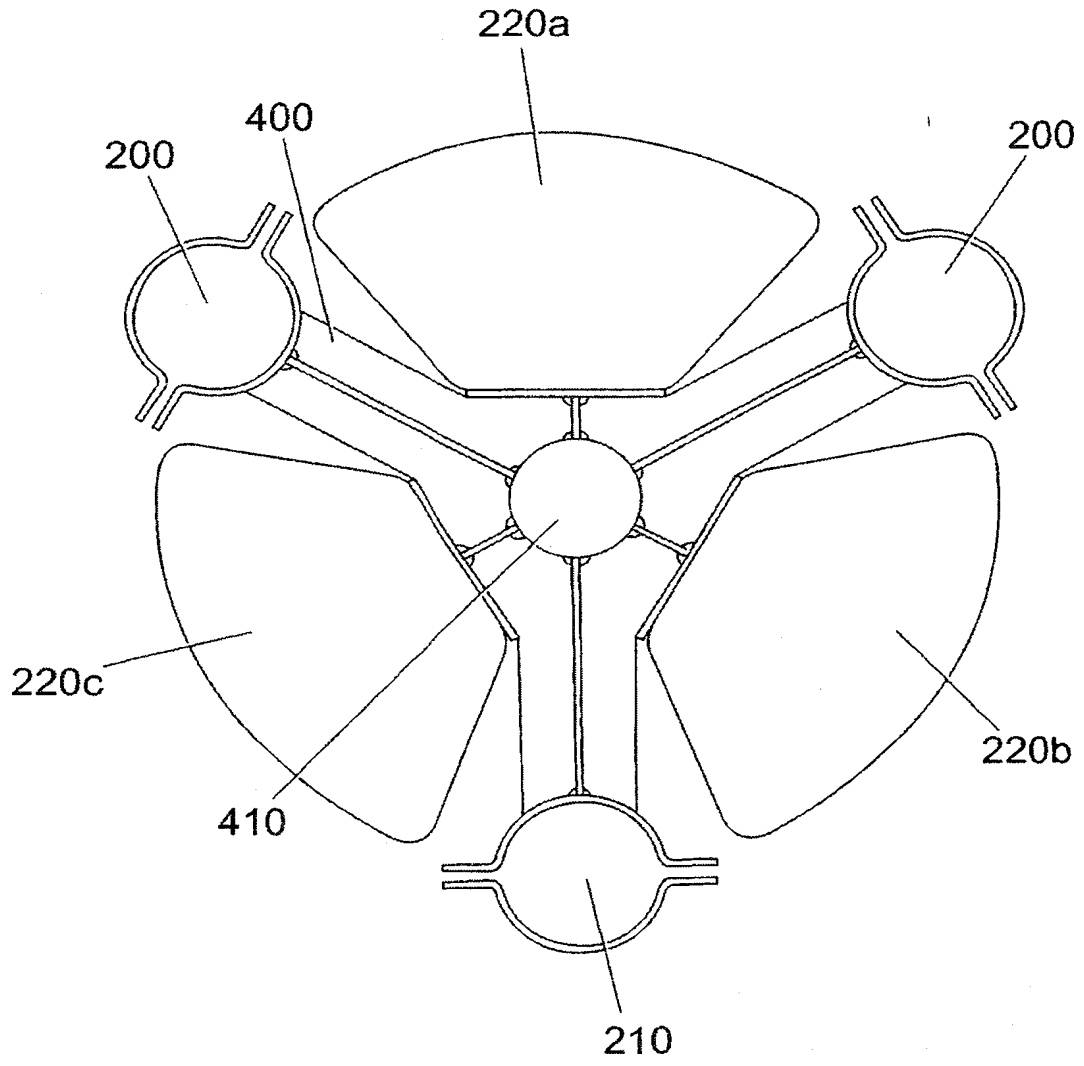


Fig. 4a

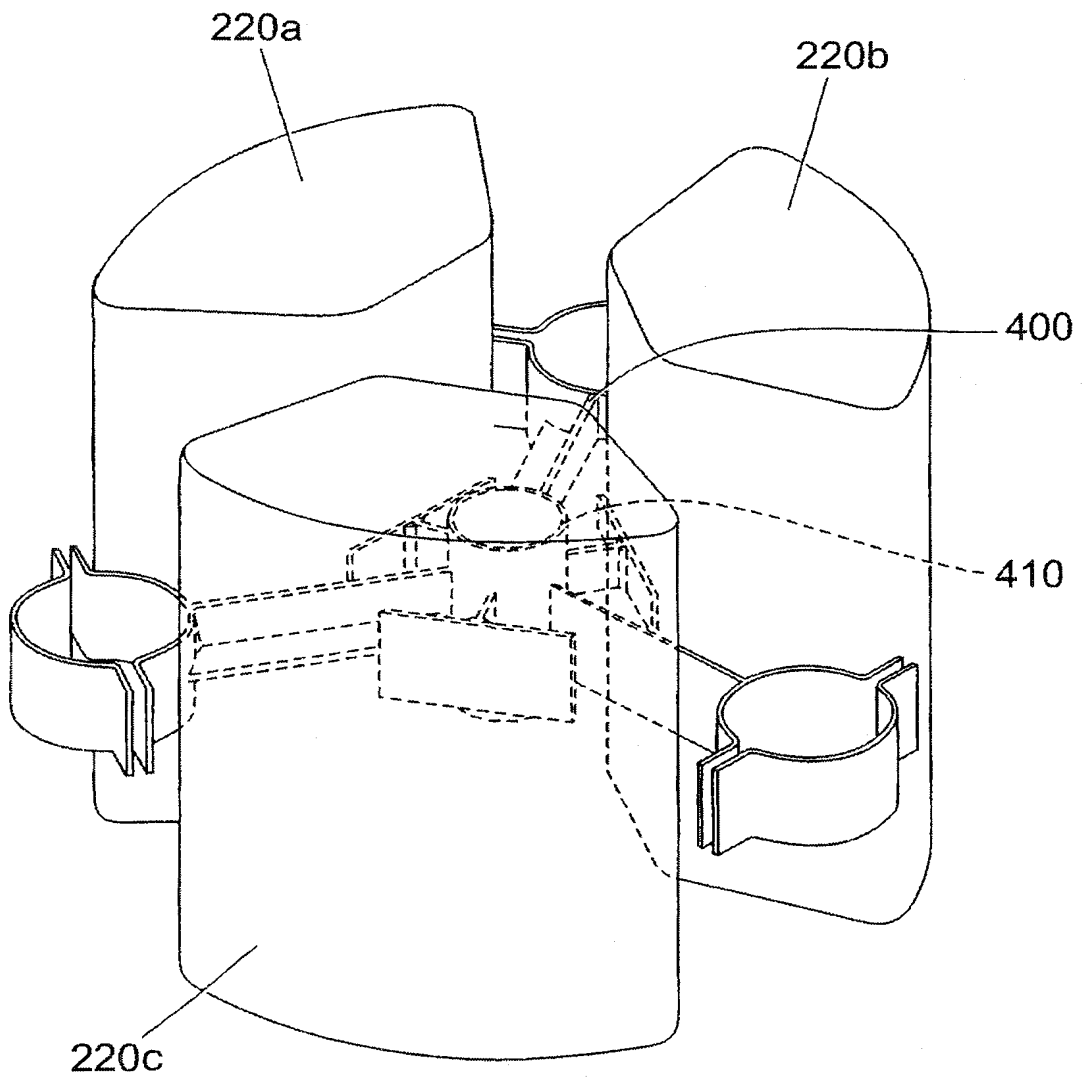


Fig. 4b

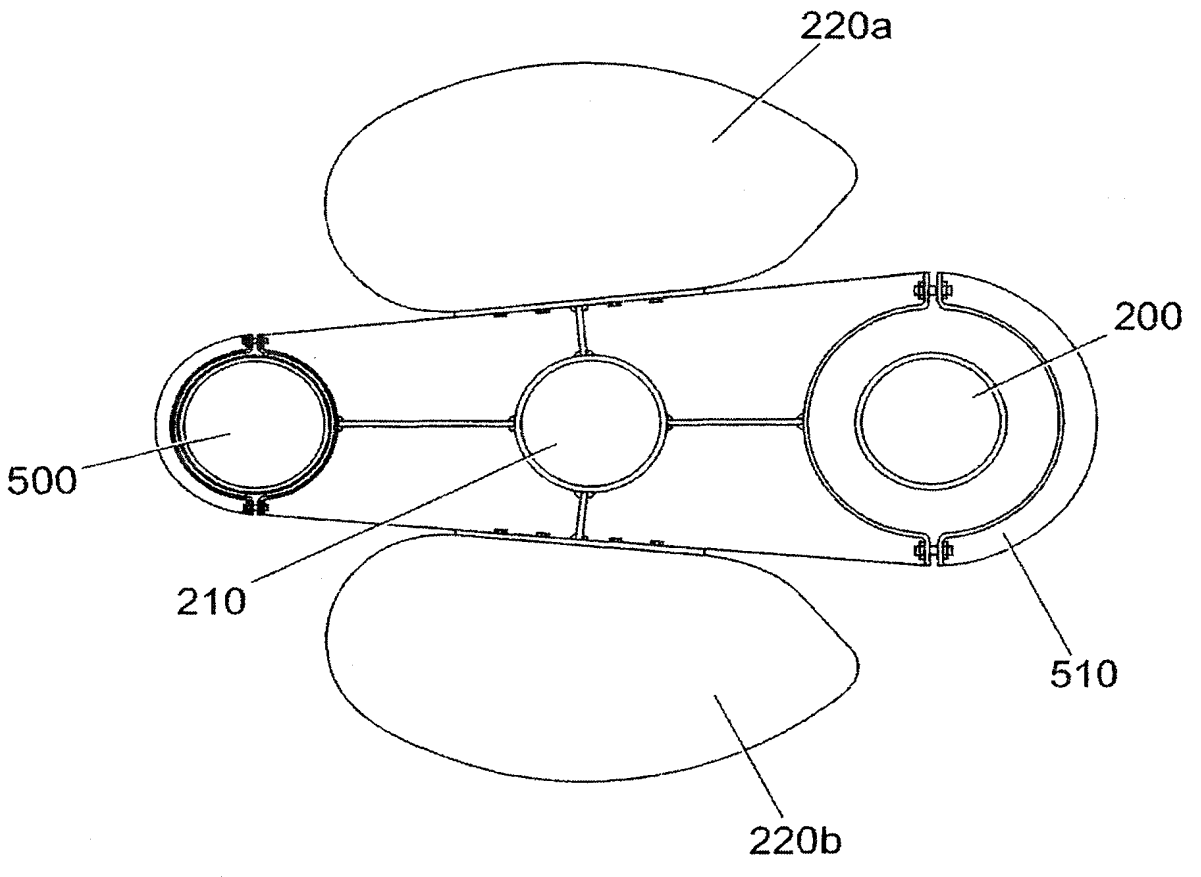


Fig. 5

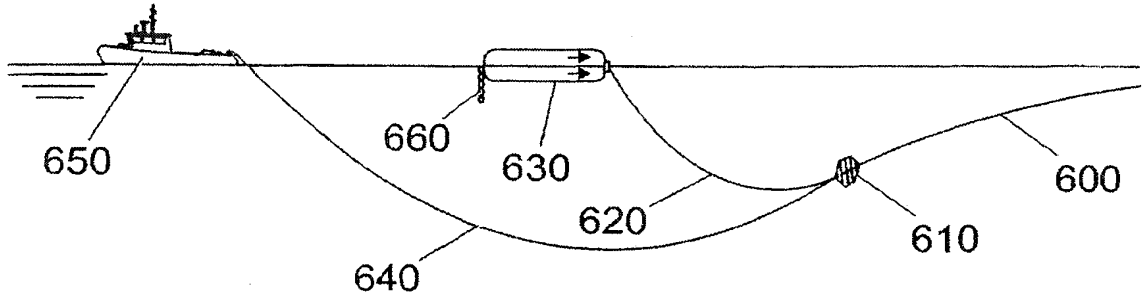


Fig. 6

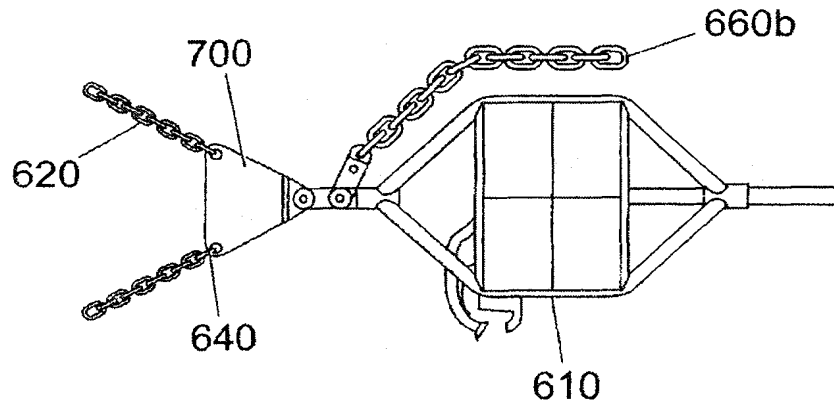


Fig. 7

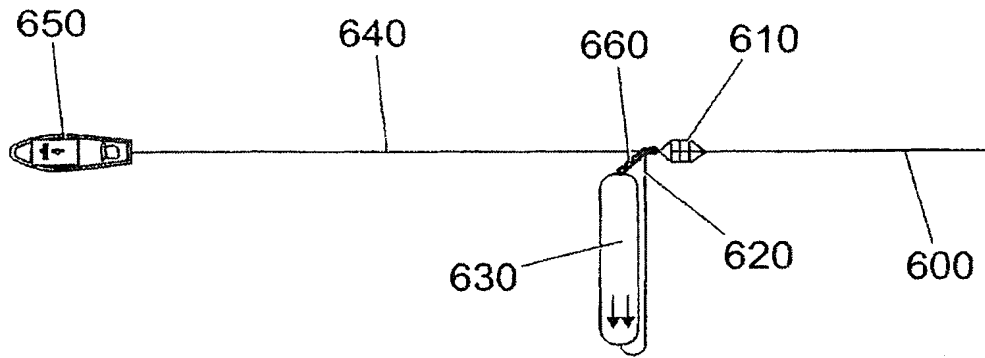


Fig. 8a

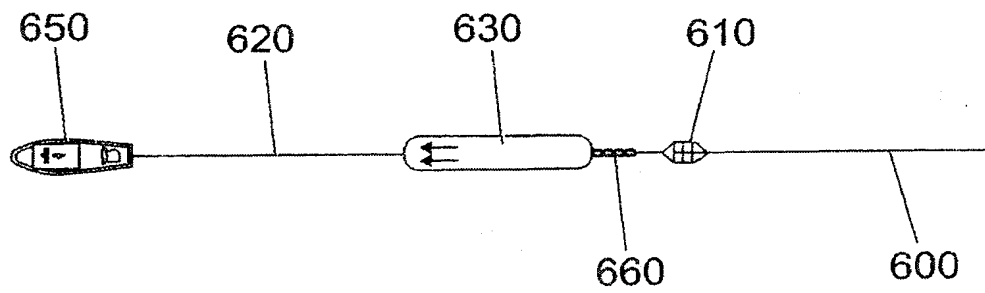


Fig. 8b

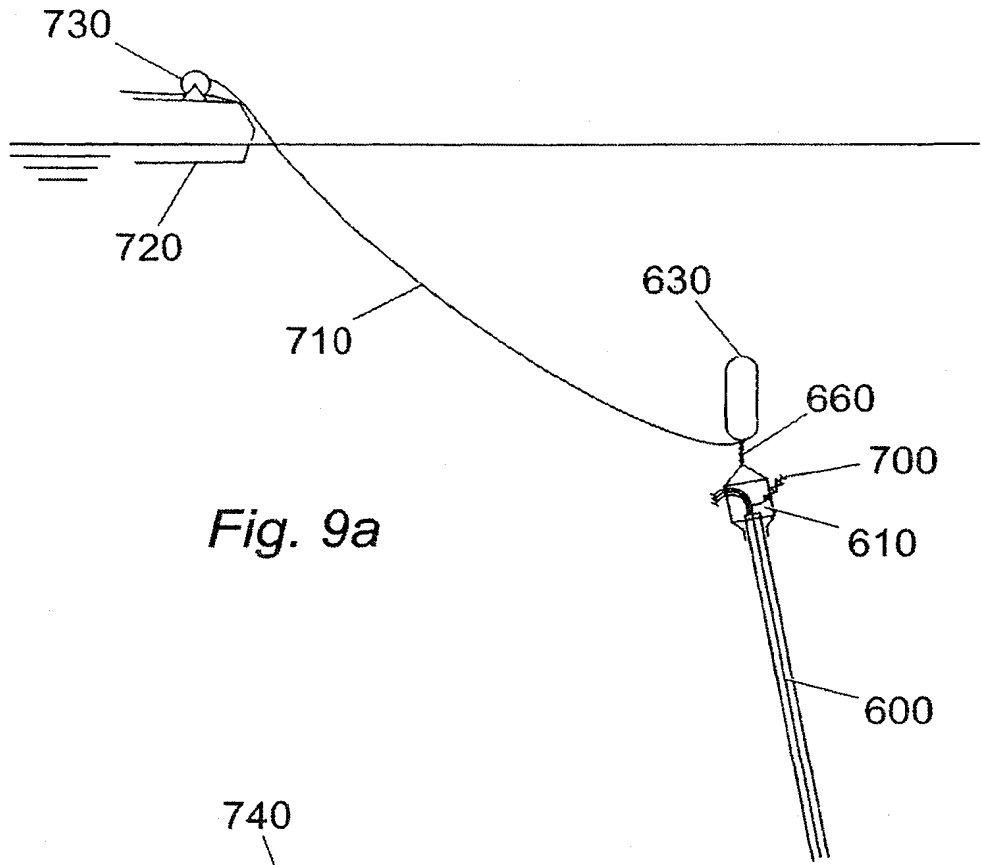


Fig. 9a

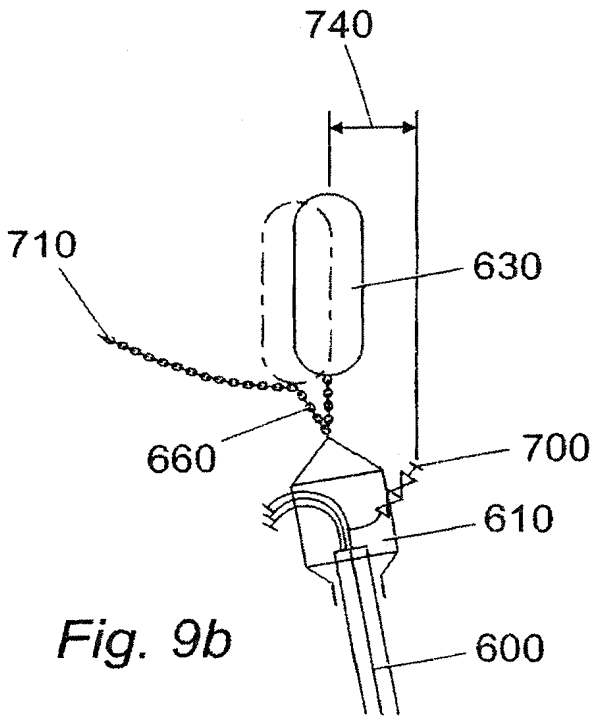


Fig. 9b

RESUMO

“TORRE DE COLUNA DE ASCENSÃO HÍBRIDA E MÉTODOS PARA A INSTALAÇÃO DA MESMA”

É divulgada uma coluna de ascensão compreendendo uma pluralidade de linhas de tubulação. Em um exemplo, há três tais linhas de tubulação estendendo-se do fundo do mar na direção da superfície e tendo uma extremidade superior suportada em uma profundidade abaixo da superfície do mar, em que, em uma modalidade, uma primeira das ditas linhas de tubulação age como um núcleo estrutural central, as outras linhas de tubulação sendo arranjadas ao redor da dita primeira linha de tubulação. Em uma outra modalidade, três linhas de tubulação são arranjadas ao redor de um núcleo estrutural. Em cada caso, a primeira das ditas linhas de tubulação pode ser uma linha de injeção de fluido, as ditas outras linhas de tubulação sendo linhas de produção. Também é divulgada uma coluna de ascensão com dispositivo de flutuação ao longo de pelo menos uma parte do seu comprimento, o dito dispositivo de flutuação fazendo com que a dita coluna de ascensão tenha uma seção transversal, no geral, circular, a circunferência da qual sendo não contígua. Métodos para a instalação de tais colunas de ascensão também são descritos.