



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

(21) **PI 1002454-9 A2**



(22) Data de Depósito: 16/07/2010
(43) Data da Publicação: 08/05/2012
(RPI 2157)

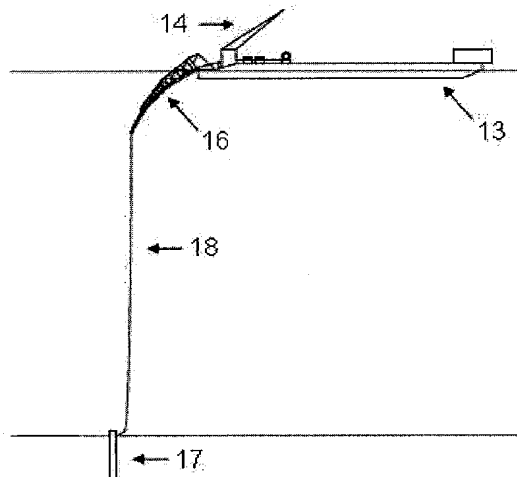
(51) *Int.Cl.:*
E21B 43/01
E21B 17/01

(54) **Título:** MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL

(73) **Titular(es):** Petroleo Brasileiro S.A. - Petrobras

(72) **Inventor(es):** Francisco Edward Roveri

(57) **Resumo:** MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL. A presente invenção descreve um método de instalação de um riser híbrido autossustentável (RHAS) que pode ser usado em sistemas de produção ou exportação de óleo ou gás. O método de instalação compreende o uso de uma embarcação de serviço dotada de posicionamento dinâmico, guindaste, guincho e rampa de lançamento. Os componentes do (RHAS) são carregados em terra firme e posteriormente os trechos de dutos rígidos são soldados uns aos outros na medida em que são lançados ao mar. Enquanto são lançados, os dutos descrevem uma curva em forma de S, até o fundo do mar.



MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um método de instalação de riser híbrido autossustentável (RHAS). Mais especificamente a presente
5 invenção descreve um método de instalação de um riser híbrido autossustentável por meio de uma embarcação de serviço dotada de posicionamento dinâmico, guindaste, guincho e rampa de lançamento.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Em sistemas marítimos de produção, o petróleo que é produzido nos
10 poços localizados no fundo do oceano, é transportado até uma unidade de produção por meio de tubulações. Essas tubulações são conhecidas pelos versados na técnica como risers, os quais podem fazer a interligação entre uma unidade flutuante e o fundo do mar.

Os risers podem ser flexíveis ou rígidos, ou mesmo uma
15 combinação entre os dois tipos e constituem uma parte considerável dos custos totais nos campos de exploração de petróleo, os quais estão relacionados aos custos de fabricação, instalação e manutenção, por exemplo.

De forma geral, tratando-se de cargas operacionais, os dutos
20 submarinos devem ser projetados para satisfazer os requisitos funcionais devidos aos carregamentos correspondentes ao meio interno (fluido sendo transportado), ao meio externo, cargas ambientais oriundas de ondas e correntes e movimentos da unidade flutuante durante a vida útil de projeto. A fase de instalação é também uma fase crítica nos projetos dos risers.
25 Durante a instalação, além do carregamento combinado de flexão e pressão externa, o duto está sujeito à tração axial exercida pela embarcação de lançamento para evitar a flambagem (colapso) prematura da linha devido à curvatura excessiva. O estado de tensões gerado por esta condição de carregamento deve ser mantido com fatores de
30 segurança adequados, abaixo do correspondente à resistência limite do

duto.

Unidades flutuantes ancoradas, como no caso de plataformas semi-submersíveis, por mais que sejam estáveis, não deixam de sofrer influências do próprio meio ambiente. Exemplos destes movimentos ficam
5 por conta da indução do movimento das ondas da superfície, o de ventos ou mesmo da correnteza do próprio mar. Nas regiões de águas profundas verifica-se a ocorrência de fortes correntes marinhas. Uma corrente marinha de grande intensidade pode gerar vibrações induzidas por vórtices que elevam a taxa de fadiga do material causando danos
10 cumulativos aos dutos.

Os movimentos acima sacrificam as conexões dos risers com a plataforma e em casos mais graves atingem a própria estrutura do riser, que pode sofrer uma flambagem estrutural. O problema é mais grave para risers rígidos, nos quais o estresse é mais agressivo.

15 Os risers flexíveis minimizam esse estresse transferindo-o, em parte, para a integridade dos materiais flexíveis.

Os risers podem ser classificados de acordo com a configuração, material e finalidade. Com base nas suas configurações, podemos classificá-los em vertical, em catenária ou complexo (usando flutuadores):

20 a) riser vertical: aplica-se uma força de tração no topo, com a finalidade de manter o riser sempre tracionado, evitando a sua flambagem. Esta configuração demanda a utilização de plataformas com baixa resposta dinâmica.

b) riser em catenária: na maioria dos casos não é aplicada força de
25 tração no topo. As extremidades (de topo e de fundo do riser) não estão no mesmo alinhamento.

c) riser complexo: derivado da configuração em catenária, o riser assume uma geometria em forma de catenária dupla através da instalação de flutuadores ou bóias mantidas submersas com poitas.

30 Os dutos rígidos são amplamente utilizados em instalações submari-

nas em virtude da sua simplicidade estrutural e da sua maior resistência ao colapso em elevadas profundidades, em contraposição aos dutos flexíveis. Estes são estruturas complexas, multicamada de polímeros e ligas metálicas, em geral, cada uma com finalidade funcional e estrutural diversa.

Apesar de possuírem algumas vantagens, os dutos flexíveis têm sua resistência limitada, pois as tecnologias atuais limitam as instalações a profundidades de aproximadamente 2.500 metros. No entanto, o processo de instalação de um duto flexível é mais rápido e requer menos tempo de engenharia para a sua realização.

Na atualidade as descobertas de óleo a grandes profundidades no mar têm levado ao desenvolvimento de campos localizados numa profundidade aproximada de 3.000 metros, sendo então um sistema de riser híbrido autossustentável (RHAS) uma alternativa atraente.

Um RHAS liga um poço no fundo do oceano por meio de um trecho de duto rígido vertical de comprimento um pouco menor do que a profundidade local, conjugado a um trecho de duto flexível que se estende até uma unidade flutuante e se apresenta como uma alternativa mais robusta e duradoura para a configuração tradicional, que utiliza somente riser flexível.

Configurações como esta podem ser encontradas no estado da técnica como, por exemplo, no PI 0401727-7 o qual descreve um sistema de riser autossustentável para teste de longa duração em produção de petróleo submarina utilizando árvore de natal molhada (ANM) acoplada a uma cabeça de poço e a uma unidade flutuante de produção (UFP). O dito sistema compreende uma cabeça de poço no fundo do mar, conectada a uma (ANM) dotada de um preventor, sendo conectado a um riser de produção através de uma ferramenta de conexão.

O riser, montado internamente a um conjunto de bóias, é mantido tracionado com auxílio desse conjunto de bóias. A extremidade superior do

riser é dotada de um terminal de intervenção submarina, dito terminal sendo interligado a uma UFP através de um jumper flexível para carrear o óleo produzido para essa UFP. Essa invenção também compreende um método para a instalação do dito riser, mas tal método necessita de uma
5 sonda dotada de torre para ser realizado. Esse tipo de embarcação é cara e torna o método menos econômico.

A patente US 6,837,311 descreve uma configuração de riser híbrido que compreende uma pluralidade de risers de aço, substancialmente inseridos em condutores de alumínio, com meios flutuantes e de
10 tensionamento, em que os condutores e risers são rigidamente conectados a uma base ancorada ao fundo do oceano. O método associado a essa configuração inclui o reboque de toda a estrutura por meio de embarcações de serviço até a área de instalação. Dessa forma, diferente do método proposto no presente relatório.

15 O pedido americano US 2005/0063788A descreve um riser híbrido para o transporte de hidrocarbonetos líquidos a partir de poço submarino, o qual tem uma seção superior composto por tubo flexível, seção inferior compreendendo tubulação rígida, e um tanque de flutuação na (ou acima da) região da extremidade superior do tubo rígido.

20 O método descrito para a instalação do referido riser híbrido compreende a confecção de toda a estrutura em terra firme e posterior reboque até a área de instalação. Como alternativa, o documento cita a possibilidade de montar a estrutura em alto mar e instalar o riser utilizando o método J-lay ou o método Reel. Em todas as alternativas a invenção
25 prevê a instalação da seção inferior de tubulação rígida somente em catenária e dessa forma nenhuma dessas soluções compreende o método proposto no presente relatório.

O pedido americano US 2009/0242207A1 descreve uma configuração de riser que compreende uma estrutura helicoidal para a
30 diminuição do efeito de vibração induzida por vórtices. Essa estrutura

requer um equipamento dedicado na embarcação de serviço para instalação do riser pelo método S-lay.

O método descrito no referido pedido embora se assemelhe ao método descrito no presente documento, não é aplicável a instalação de estruturas típicas de um riser híbrido autossustentável como já descritas nesse relatório.

O PI 0805633-1 descreve um sistema de riser híbrido autossustentável (RHAS) aperfeiçoado e seu método de instalação em que se propõem novas configurações de alguns componentes nas interfaces das extremidades superior e inferior do trecho vertical do riser, em relação a algumas configurações já instaladas pela indústria. Em função da resposta estrutural dinâmica do sistema de (RHAS) descrito, é proposto também um método de instalação desse sistema baseado no Método Reel que permite utilizar dois tipos de embarcações de maior disponibilidade no mercado mundial e, desta forma, promover melhorias técnico-operacionais.

Dentre as embarcações de serviço adequadas a alguns dos métodos citados anteriormente, e até mesmo adequadas ao método proposto nesse relatório, estão incluídas embarcações do tipo PLSV ou "Pipelay Support Vessel". Existem diversos modelos de navios disponíveis, cada qual com seu layout de instalação de acordo com os tipos de serviços prestados. Estas embarcações são capazes de instalar quilômetros de tubulação com apenas um carregamento, que pode ser de dutos rígidos, ou de dutos flexíveis, ou até mesmo de ambos dependendo do escopo de trabalho a ser executado.

Alguns equipamentos estão comumente presentes, na construção de embarcações deste gênero, tais como: carretel, tensionadores, guindastes e guinchos.

Uma embarcação do tipo PLSV, cuja principal atividade se concentra no lançamento de tubulações rígidas, permite o

desenvolvimento de atividades secundárias, como por exemplo, a instalação de equipamentos submarinos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção descreve um método de instalação de um riser
5 híbrido autossustentável (RHAS) que pode ser usado em sistemas de produção ou exportação de óleo ou gás.

O riser híbrido autossustentável (RHAS) é composto de um trecho vertical de duto rígido tracionado por um tanque de flutuação em sua extremidade superior, cujo empuxo fornece estabilidade ao sistema. O
10 tanque de flutuação situa-se a uma profundidade onde os efeitos da correnteza de superfície e das ondas estão significativamente atenuados. Um trecho de duto flexível em catenária conecta a extremidade do trecho vertical à plataforma de produção. A ligação entre o tanque de flutuação e a extremidade superior do trecho vertical do riser é feita por um tirante ou
15 por um trecho de amarra. Na extremidade inferior do riser situa-se a fundação do mesmo, que pode ser uma estaca de sucção ou um tubo de aço perfurado e cimentado no solo.

O RHAS pode ser utilizado em sistemas de produção (coleta) ou exportação de óleo ou gás. A passagem dos fluidos produzidos ou
20 exportados é feita por uma linha única do riser, conhecido como "riser monobore", que também desempenha função estrutural de suporte do sistema. Em sua extremidade inferior, há um elemento que faz a ligação entre o trecho vertical e a linha de coleta ou exportação, que é um trecho de tubulação, situado na base do riser e constituído de aço, conhecido
25 como jumper rígido.

O método de instalação da presente invenção compreende o uso de uma embarcação de serviço dotada de posicionamento dinâmico, guindaste, guincho e rampa de lançamento. Os componentes do RHAS descritos anteriormente são carregados nessa embarcação em terra firme
30 e posteriormente são montados e lançados ao mar no local de instalação.

Neste método, os trechos de dutos rígidos são soldados uns aos outros na medida em que são lançados ao mar. Enquanto são lançados, os dutos descrevem uma curva em forma de “S”, até o fundo do mar. Na parte superior (overbend) a curvatura é controlada pela rampa de lançamento. A curvatura na parte inferior (sagbend) é controlada pela tração transferida para os dutos pelas máquinas de tração instaladas na embarcação de serviço.

Esse tipo de embarcação de serviço se encontra em relativa disponibilidade no mercado e apresenta baixo custo operacional quando comparada a embarcações de grande porte, o que torna o presente método bastante vantajoso.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 ilustra o esquema de um riser híbrido autossustentável (RHAS) do estado da arte.

A Figura 2 ilustra o esquema de um riser híbrido autossustentável (RHAS) de maneira simplificada.

A Figura 3 ilustra a etapa do método de instalação que compreende a descida do cabo de aço ao ponto de ancoragem.

A Figura 4 ilustra a etapa do método de instalação em que a catenária do cabo de aço está completa.

A Figura 5 ilustra a etapa do método de instalação em que o conjunto de base de riser (CBR) e a junta de reforço inferior descem pela rampa de lançamento.

A Figura 6 ilustra a etapa do método de instalação em que o conjunto de base de riser (CBR), a junta de reforço inferior e parte do trecho de dutos rígidos descem pela rampa de lançamento.

A Figura 7 ilustra a etapa do método de instalação em que o trecho vertical do RHAS é suspenso pela rampa de lançamento.

A Figura 8 ilustra a etapa do método de instalação em que o trecho vertical do RHAS é desconectado do ponto de ancoragem.

A Figura 9 ilustra a etapa do método de instalação em que o trecho vertical do RHAS suspenso pela rampa de lançamento é transferido para a lança do guindaste.

5 A Figura 10 ilustra a etapa do método de instalação em que a junta de reforço superior é presa no costado da embarcação de serviço.

A Figura 11 ilustra o manuseio do tanque flutuante e tirante para conexão ao CTR - caso 1.

A Figura 12 ilustra o manuseio do tanque flutuante e tirante para conexão ao CTR - caso 2.

10 A Figura 13 ilustra a descida do RHAS.

A Figura 14 ilustra a conexão do RHAS à fundação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção descreve um método para instalação de um riser híbrido autossustentável (RHAS) que pode ser usado em sistemas de produção ou exportação de óleo ou gás.

15 A Figura 1 ilustra uma configuração de um riser híbrido autossustentável ao qual o método de instalação da presente invenção se aplica.

O RHAS é composto por um trecho vertical de duto rígido (1) tracionado por um tanque flutuante (2) em sua extremidade superior, cujo empuxo fornece estabilidade ao sistema. Um tirante (3) liga o tanque flutuante (2) a um conjunto de topo de riser (CTR) (4) que por sua vez é ligado à extremidade superior do duto rígido (1) por meio de uma junta de reforço superior (5). O trecho de duto rígido (1) suportado pelo CTR (4),
25 conecta-se a uma unidade flutuante de produção (não mostrada na figura) por meio de um módulo de conexão vertical (MCV) (6) e um trecho de duto flexível (7). A extremidade inferior do duto rígido (1) é ligada a um conjunto de base de riser (CBR) (8) por meio de uma junta de reforço inferior (9). O (CBR) (8) é preso ao fundo do mar por meio de uma fundação (10) que
30 pode ser uma estaca de sucção ou um tubo de aço perfurado e cimentado

no solo. O CBR (8) faz a ligação entre o trecho vertical do duto rígido (1) e uma linha de coleta ou exportação (11) no fundo do mar por meio de um jumper rígido (12).

5 A junta de reforço superior (5) e a junta de reforço inferior (9) são compostas de dutos de materiais especiais forjados para fazer a transição de esforços.

A Figura 2 mostra os componentes da configuração de (RHAS) que serão referenciados nas diversas etapas do método de instalação da presente invenção.

10 As estruturas tubulares espaciais do conjunto de topo de riser (CTR) (4) e conjunto de base de riser (CBR) (8) são representadas de modo simplificado apenas para facilitar o entendimento do método.

O método para instalação de um riser híbrido autossustentável (RHAS) compreende as seguintes etapas:

- 15 a) dispor uma embarcação de serviço (13) dotada de posicionamento dinâmico, guindaste (14), guincho (15) e rampa de lançamento (16) localizada na popa;
- b) carregar a embarcação de serviço (13) com os componentes do RHAS, compreendendo: fundação (10), conjunto de base de riser (CBR) (8), junta de reforço inferior (9), dutos rígidos (1), junta de reforço superior (5), conjunto de topo de riser (CTR) (4), tirante (3) e tanque flutuante (2);
- 20 c) instalar a fundação (10) do RHAS no leito marinho;
- d) instalar um ponto de ancoragem provisória (17) para ser utilizado exclusivamente na instalação do RHAS;
- 25 e) descer um primeiro cabo de aço (18) pela rampa de lançamento (16) e conectá-lo ao ponto de ancoragem provisória (17) (Figura 3);
- f) deslocar a embarcação de serviço (13) na medida em que o primeiro cabo de aço (18) é continuamente pago e descido pela
- 30 rampa de lançamento (16), até uma distância predeterminada em

- relação ao ponto de ancoragem provisória (17) (Figura 4);
- g) iniciar a descida do CBR (8) e da junta de reforço inferior (9), previamente conectados, guiando-os pelo primeiro cabo de aço (18) (Figura 5);
- 5 h) soldar um primeiro duto rígido (1) na extremidade da junta de reforço inferior (9) e repetidamente soldar os demais dutos rígidos (1) entre si na medida em que a embarcação de serviço (13) se afasta do ponto de ancoragem provisória (17);
- 10 i) descer continuamente pela rampa de lançamento (16) os dutos rígidos (1) soldados de modo que os mesmos e os demais componentes conectados tomem a forma de S (Figura 6);
- j) soldar a junta de reforço superior (5) à extremidade superior do duto rígido (1) e descê-la pela rampa de lançamento (16) (Figura 7);
- 15 k) sustentar a junta de reforço superior (5), e os demais componentes conectados a ela, por meio de um segundo cabo de aço (19) que passa pela rampa de lançamento (16) (Figura 7);
- l) aproximar a embarcação de serviço (13) do ponto de ancoragem provisória (17) para diminuir a tração no primeiro cabo de aço (18);
- 20 m) desconectar o primeiro cabo de aço (18) da ancoragem provisória (17) (Figura 8);
- n) transferir a carga suspensa da junta de reforço superior (5), e dos demais componentes conectados a ela, para a lança do guindaste (14), com auxílio de um terceiro cabo de aço (20) do guincho (15) da embarcação de serviço (13) (Figura 9);
- 25 o) desconectar o segundo e terceiro cabos de aço (19) (20) da rampa de lançamento (16) e do guincho (15) respectivamente;
- p) prender a junta de reforço superior (5) em um suporte localizado
- 30 no costado da embarcação de serviço (13) (Figura 10);

- q) acoplar o CTR (4) à junta de reforço superior (5) com auxílio do guindaste (14);
- r) içar, com auxílio do guindaste (14), o tanque flutuante (2) e o tirante (3) previamente conectados (Figura 11);
- 5 s) conectar a extremidade inferior do tirante (3) ao CTR (4);
- t) descer o tanque flutuante (2), e os demais componentes conectados a ele, por meio do guindaste (14) da embarcação de serviço (13), de modo a posicionar o CBR (8), próximo de seu ponto de acoplamento na fundação (10) no solo marinho (Figura
- 10 13);
- u) conectar o CBR (8) na fundação (10) (Figura 14);
- v) ligar o CBR (8) a uma linha de coleta ou exportação (11) no fundo do mar por meio de um jumper rígido (12);
- w) ligar o CTR (4) à unidade flutuante de produção por meio de um
- 15 módulo de conexão vertical (MCV) (6) e um trecho de duto flexível (7) (Figura 1).

Na etapa “b” do método proposto, alguns componentes do RHAS podem ser transportados alternativamente até o local de instalação por uma embarcação de transporte simples caso o espaço no convés da

20 embarcação de serviço (13) seja insuficiente.

Na etapa “c” do método proposto, a fundação (10) pode ser escolhida entre uma estaca de sucção e um tubo de aço perfurado e cimentado no solo e alternativamente pode ser instalada por outra embarcação além da embarcação de serviço (13).

25 Na etapa “d” do método proposto (Figura 3), é possível utilizar a própria fundação (10) do RHAS como ponto de ancoragem provisória (17) se o arranjo submarino for favorável.

Na etapa “g” do método proposto (Figura 5), a junta de reforço inferior (9) é acoplada ao CBR (8) em terra, por exemplo, por meio de uma

30 conexão flangeada.

Na etapa "i" do método proposto (Figura 6), a estabilidade da estrutura do riser é dada pela tração proveniente da configuração geométrica da catenária. Portanto, há necessidade de se controlar o deslocamento da embarcação de serviço e os comprimentos suspensos,
5 para que as tensões não excedam os valores admissíveis.

Na etapa "m" do método proposto (Figura 8), pode-se movimentar a embarcação de serviço (13) para ficar próxima à vertical da fundação (10) do RHAS.

Na etapa "n" do método proposto (Figura 9), se a profundidade não
10 for suficiente para a operação de transferência de carga, deve-se deslocar a embarcação de serviço (13) de modo a se obter a profundidade requerida.

Na etapa "q" do método proposto (Figura 10), o CTR (4) é acoplado à junta de reforço superior (5), por exemplo, por uma conexão flangeada.

15 Na etapa "r" do método proposto (Figura 11), o tirante (3), é conectado ao CTR (4), por exemplo, por meio de um conector de acionamento hidráulico.

Nas etapas "q" e "r" do método proposto, caso o topo do CTR (4) fique muito acima do convés da embarcação de serviço (13) após sua
20 conexão à junta de reforço superior (5), o CTR (4) deve ser descido e preso ao costado (Figura 12). Nesta posição, a conexão do tirante (3) ao CTR (4) é feita com o tanque flutuante (2) sendo movimentado a uma altura menor, atenuando eventuais problemas de interferência com a lança do guindaste (14).

25 Na etapa "t" do método proposto (Figura 13), é feito um controle de lastro e de pressão atuantes nos compartimentos do tanque flutuante (2).

Na etapa "u" do método proposto (Figura 14), o trecho vertical do RHAS é puxado pelo CBR (8) por um cabo de poliéster (21) que passa por um sistema de polias localizado na fundação (10) do RHAS, para fazer o
30 acoplamento do conector de acionamento hidráulico, localizado na base

do CBR (8) com a fundação (10). O cabo de poliéster (21) é conectado a um quarto cabo de aço (22) de uma embarcação convencional (23) de manuseio de âncoras. Um contrapeso (24) é utilizado na interface entre o cabo de poliéster (21) e o quarto cabo de aço (22), com objetivo de

5 atenuar a oscilação da força axial nos cabos, devido aos movimentos da embarcação convencional (23).

Na presente invenção, foi considerado que o ângulo na extremidade inferior da rampa de lançamento é de 70° com a horizontal. Em algumas embarcações de serviço este ângulo pode ser ajustado até quase 90°.

10 Neste caso, a configuração da Figura 8 pode ser obtida com a descida direta do trecho vertical do riser, não havendo necessidade de deslocar a embarcação de serviço enquanto os componentes do RHAS são montados e lançados ao mar.

REIVINDICAÇÕES**1- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO**

AUTOSSUSTENTÁVEL, dito riser composto por: i) um trecho vertical de duto rígido tracionado por um tanque flutuante em sua extremidade superior e ligado em sua extremidade inferior a uma fundação e a uma linha de coleta no fundo do mar, e ii) um trecho de duto flexível conectado com o trecho vertical de duto rígido e com uma unidade flutuante de produção, caracterizado por compreender as seguintes etapas:

- 5
- 10 a) dispor uma embarcação de serviço (13) dotada de posicionamento dinâmico, guindaste (14), guincho (15) e rampa de lançamento (16) localizada na popa;
- b) carregar a embarcação de serviço (13) com os componentes do dito Riser Híbrido Autossustentável (RHAS), compreendendo:
- 15 fundação (10), conjunto de base de riser (CBR) (8), junta de reforço inferior (9), dutos rígidos (1), junta de reforço superior (5), conjunto de topo de riser (CTR) (4), tirante (3) e tanque flutuante (2);
- c) instalar a fundação (10) do RHAS no leito marinho;
- 20 d) instalar um ponto de ancoragem provisória (17) para ser utilizado exclusivamente na instalação do RHAS;
- e) descer um primeiro cabo de aço (18) pela rampa de lançamento (16) e conectá-lo ao ponto de ancoragem provisória (17);
- f) deslocar a embarcação de serviço (13) na medida em que o
- 25 primeiro cabo de aço (18) é continuamente pago e descido pela rampa de lançamento (16), até uma distância predeterminada em relação ao ponto de ancoragem provisória (17);
- g) iniciar a descida do CBR (8) e da junta de reforço inferior (9), previamente conectados, guiando-os pelo primeiro cabo de aço
- 30 (18);

- h) soldar um primeiro duto rígido (1) na extremidade da junta de reforço inferior (9) e repetidamente soldar os demais dutos rígidos (1) entre si na medida em que a embarcação de serviço (13) se afasta do ponto de ancoragem provisória (17);
- 5 i) descer continuamente pela rampa de lançamento (16) os dutos rígidos (1) soldados de modo que os mesmos e os demais componentes conectados tomem a forma de “S”;
- j) soldar a junta de reforço superior (5) à extremidade superior do duto rígido (1) e descê-la pela rampa de lançamento (16);
- 10 k) sustentar a junta de reforço superior (5), e os demais componentes conectados a ela, por meio de um segundo cabo de aço (19) que passa pela rampa de lançamento (16);
- l) aproximar a embarcação de serviço (13) do ponto de ancoragem provisória (17) para diminuir a tração no primeiro cabo de aço (18);
- 15 m) desconectar o primeiro cabo de aço (18) do ponto de ancoragem provisória (17);
- n) transferir a carga suspensa da junta de reforço superior (5), e dos demais componentes conectados a ela, para a lança do guindaste (14), com auxílio de um terceiro cabo de aço (20) do guincho (15) da embarcação de serviço (13);
- 20 o) desconectar o segundo e terceiro cabos de aço (19) (20) da rampa de lançamento (16) e do guincho (15) respectivamente;
- p) prender a junta de reforço superior (5) em um suporte localizado
- 25 no costado da embarcação de serviço (13);
- q) acoplar o CTR (4) à junta de reforço superior (5) com auxílio do guindaste (14);
- r) içar, com auxílio do guindaste (14), o tanque flutuante (2) e o tirante (3) previamente conectados;
- 30 s) conectar a extremidade inferior do tirante (3) ao CTR (4);

- t) descer o tanque flutuante (2), e os demais componentes conectados a ele, por meio do guindaste (14) da embarcação de serviço (13), de modo a posicionar o CBR (8), próximo de seu ponto de acoplamento na fundação (10) no solo marinho;
- 5 u) conectar o CBR (8) na fundação (10);
- v) ligar o CBR (8) a uma linha de coleta ou exportação (11) no fundo do mar por meio de um jumper rígido (12);
- w) ligar o CTR (4) à unidade flutuante de produção por meio de um módulo de conexão vertical (MCV) (6) e um trecho de duto
- 10 flexível (7).

2- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO

AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “b”, alguns componentes do RHAS serem transportados alternativamente até o local de instalação por uma embarcação de transporte simples caso o espaço no convés da

15 embarcação de serviço (13) seja insuficiente.

3- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO

AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “c”, a fundação (10) poder ser escolhida

20 entre uma estaca de sucção e um tubo de aço perfurado e cimentado no solo e poder ser instalada por outra embarcação.

4- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO

AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “d”, utilizar a própria fundação (10) do RHAS

25 como ponto de ancoragem provisória (17) se o arranjo submarino for favorável.

5- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO

AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “g”, a junta de reforço inferior (9) ser acoplada

30 ao CBR (8) em terra por meio de uma conexão flangeada.

- 6- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “i”, a estabilidade da estrutura do riser ser dada pela tração proveniente da configuração geométrica da catenária.
- 5 7- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “n”, deslocar a embarcação de serviço (13) caso a profundidade não seja suficiente para a operação de transferência de carga.
- 10 8- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “q”, o CTR (4) ser acoplado à junta de reforço superior (5), por uma conexão flangeada.
- 15 9- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “r”, o tirante (3), ser conectado ao CTR (4), por meio de um conector de acionamento hidráulico.
- 20 10- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por nas etapas “q” e “r”, descer e prender ao costado o CTR (4) caso o topo mesmo fique muito acima do convés da embarcação de serviço (13) após sua conexão à junta de reforço superior (5).
- 25 11- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “t”, ser feito um controle de lastro e de pressão atuantes nos compartimentos do tanque flutuante (2).
- 30 12- MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por na etapa “u”, o trecho vertical do RHAS ser puxado

pelo CBR (8) por um cabo de poliéster (21) que passa por um sistema de polias localizado na fundação (10) do RHAS, para fazer o acoplamento do conector de acionamento hidráulico, localizado na base do CBR (8) com a fundação (10).

- 5 **13-MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL**, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por o cabo de poliéster (21) ser conectado a um contrapeso (24) e um quarto cabo de aço (22) de uma embarcação convencional (23) de manuseio de âncoras.

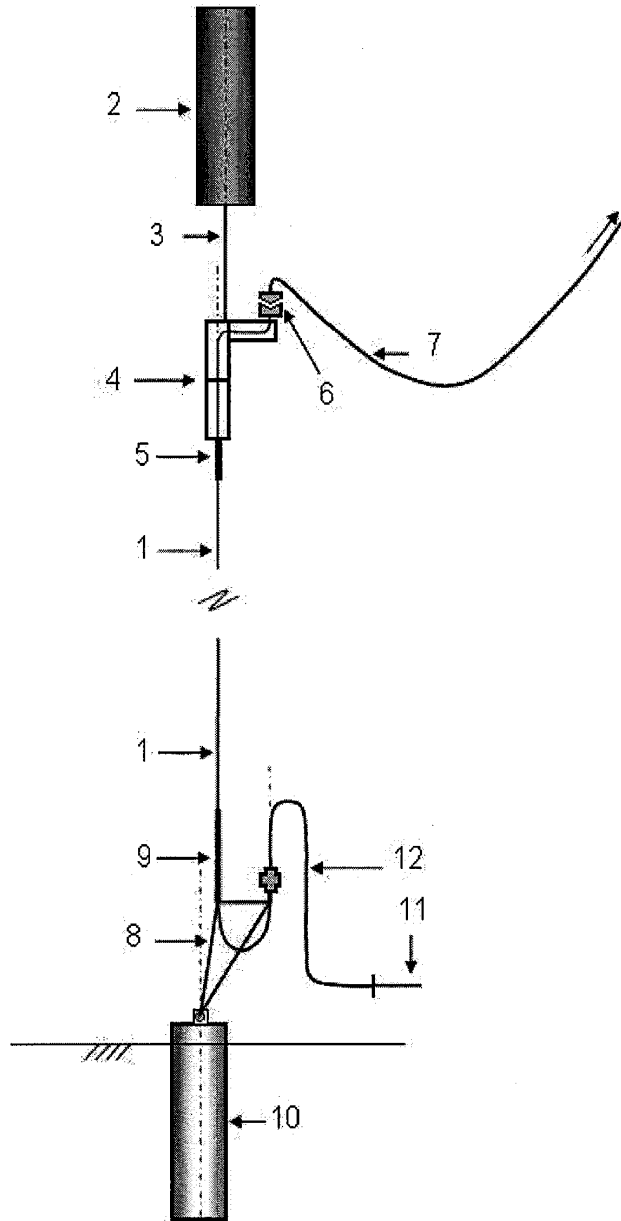


Figura 1

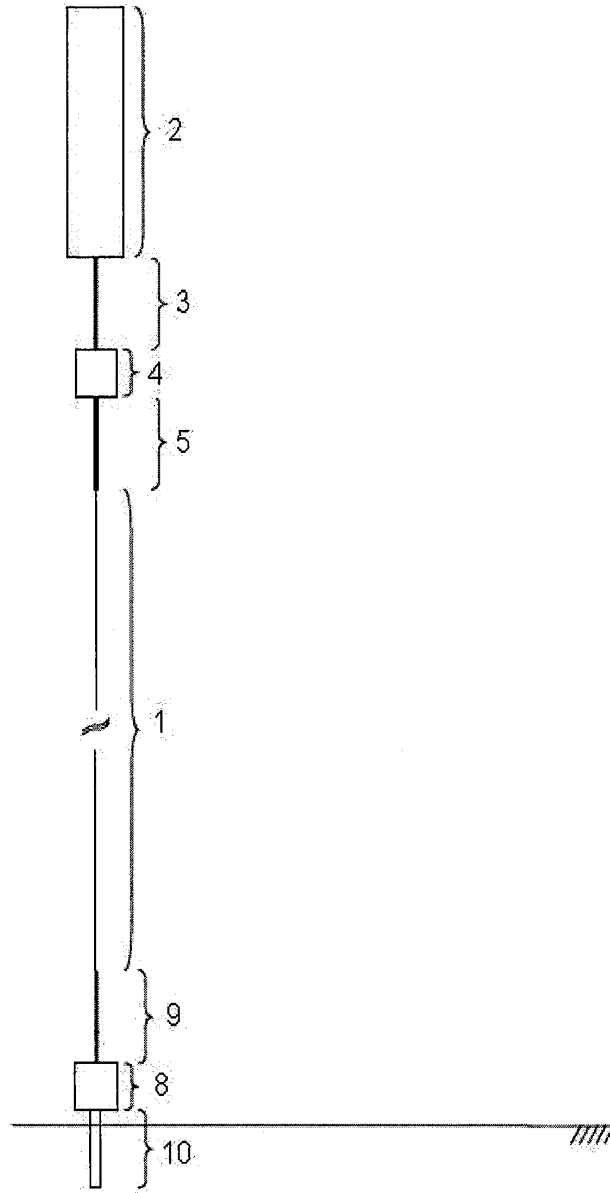


Figura 2

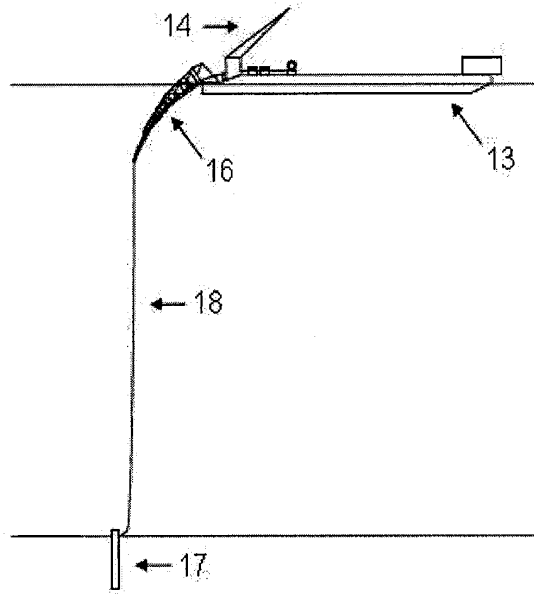


Figura 3

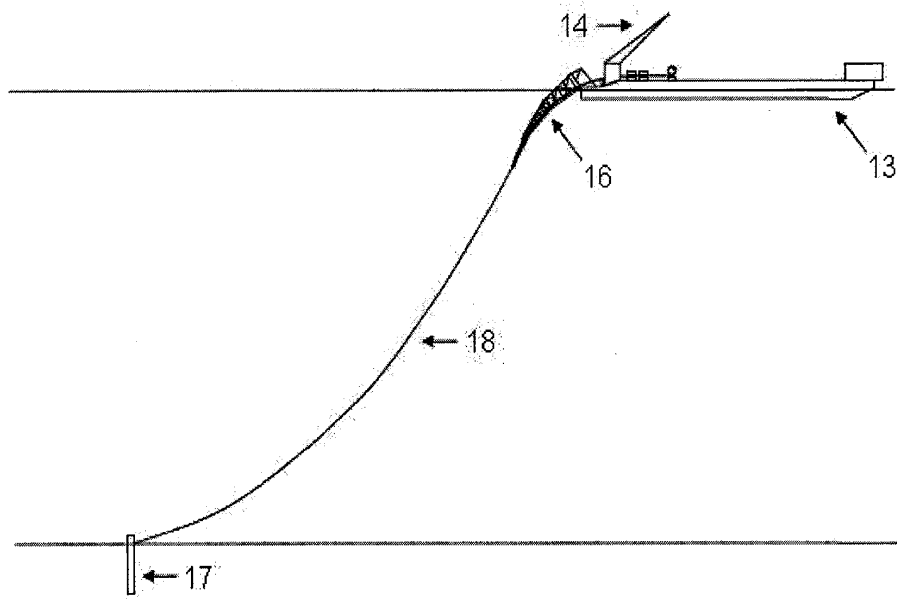


Figura 4

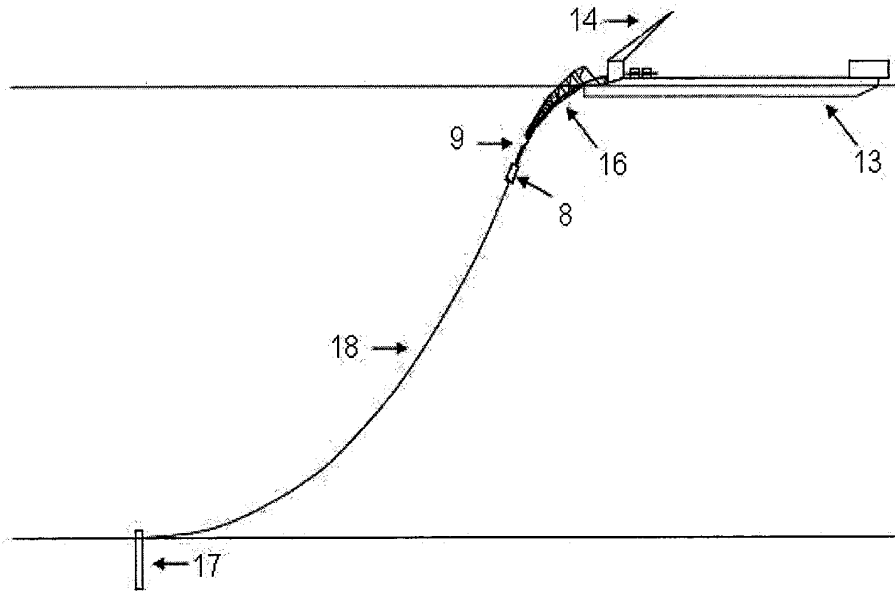


Figura 5

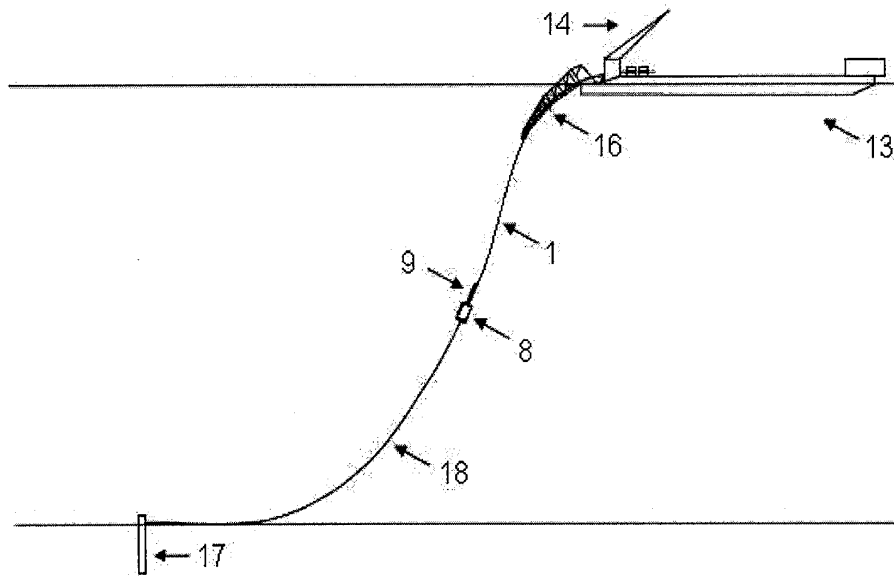


Figura 6

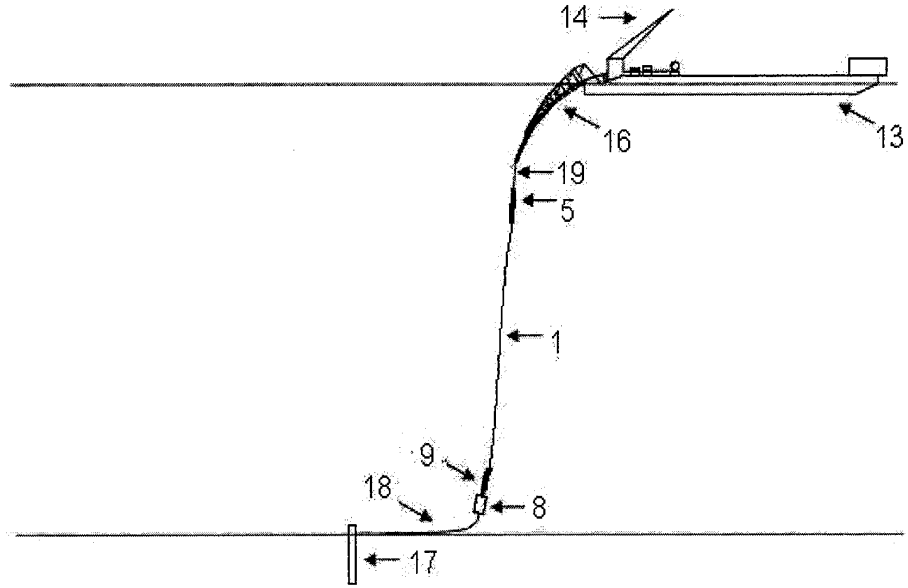


Figura 7

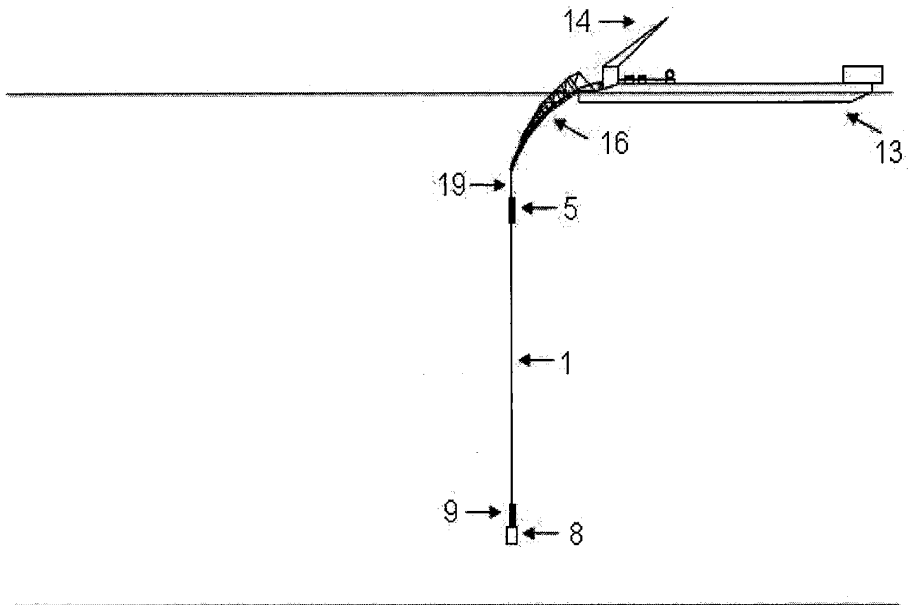


Figura 8

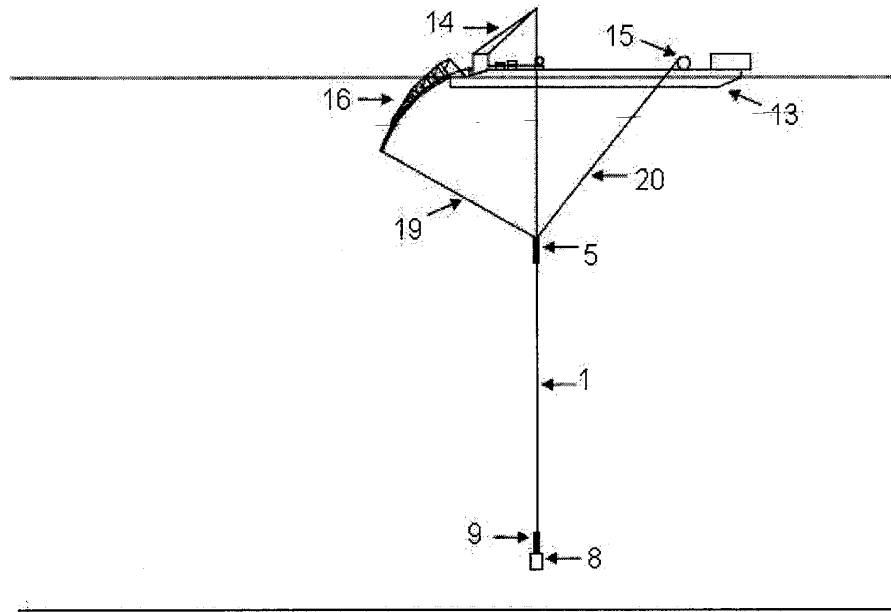


Figura 9

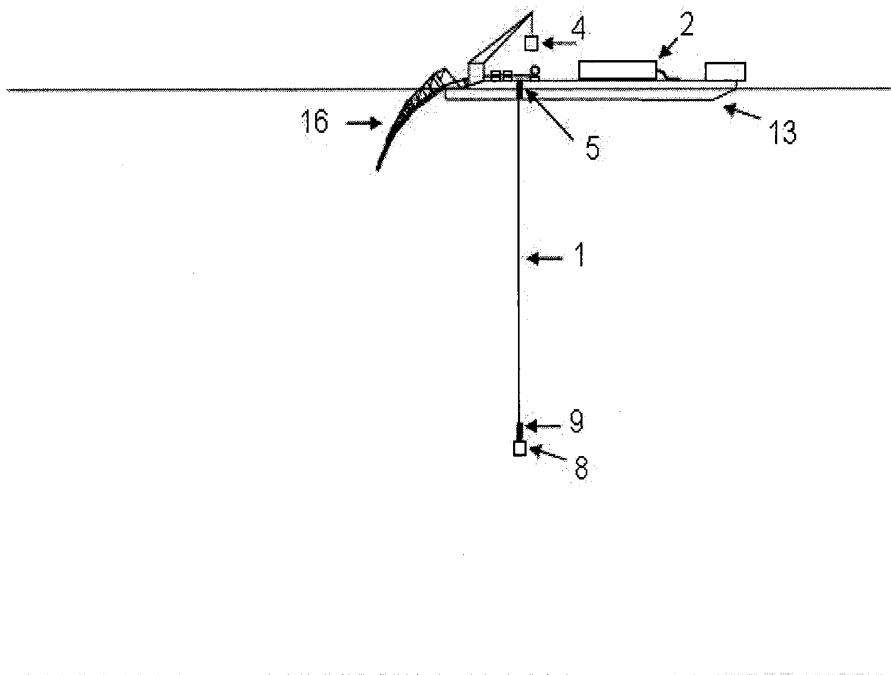


Figura 10

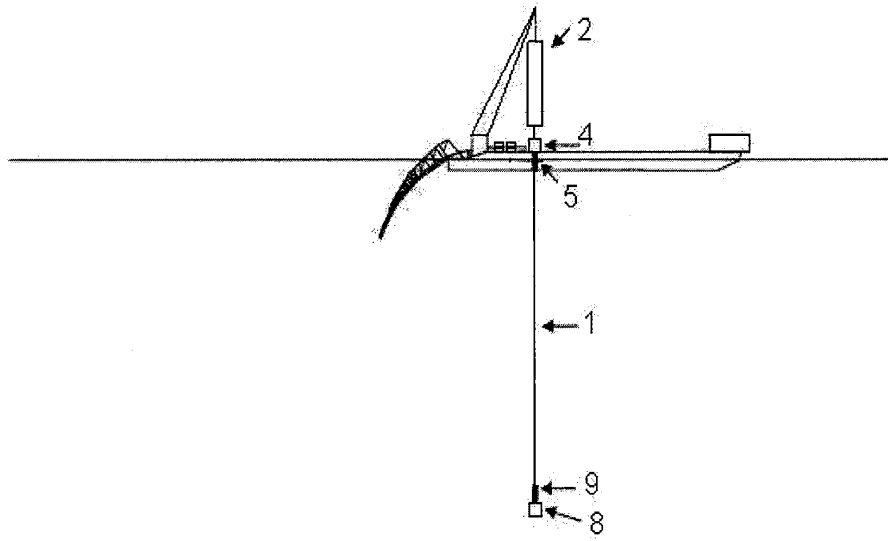


Figura 11

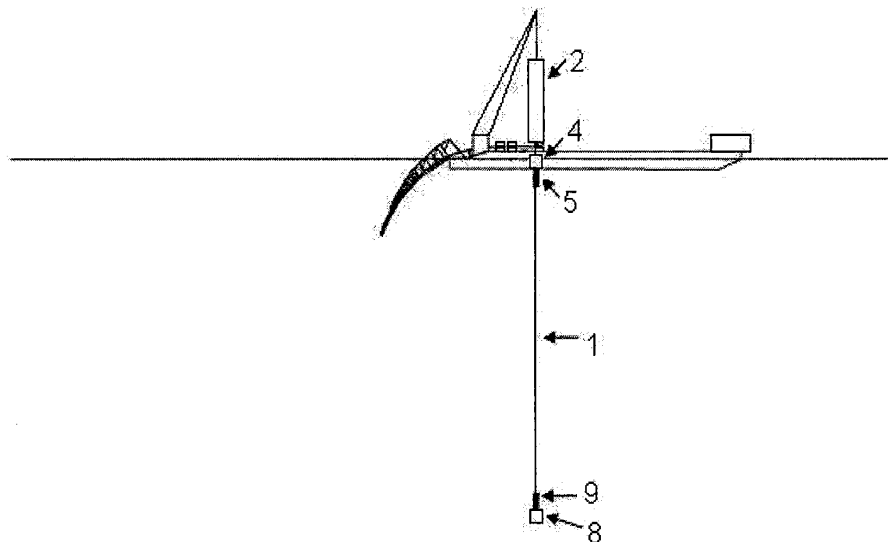


Figura 12

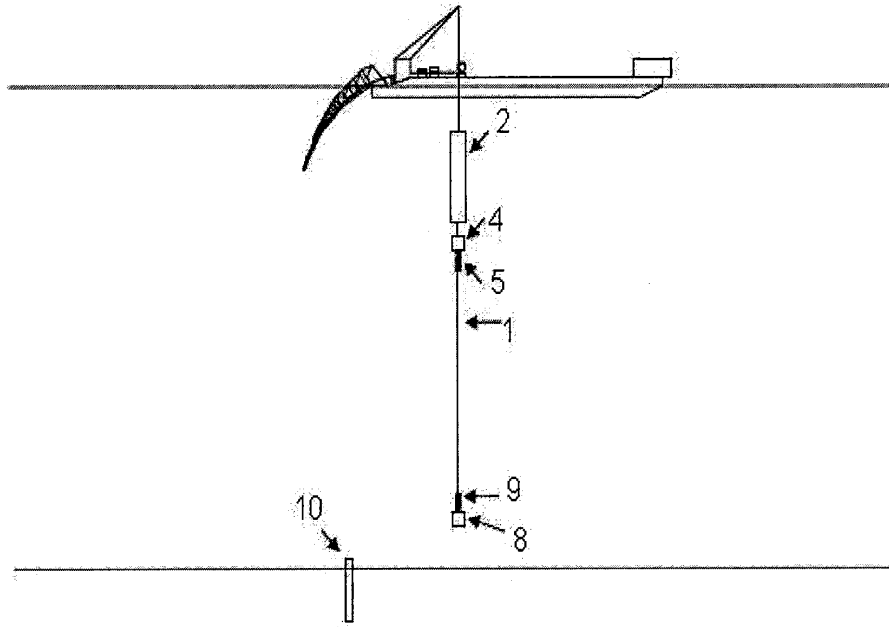


Figura 13

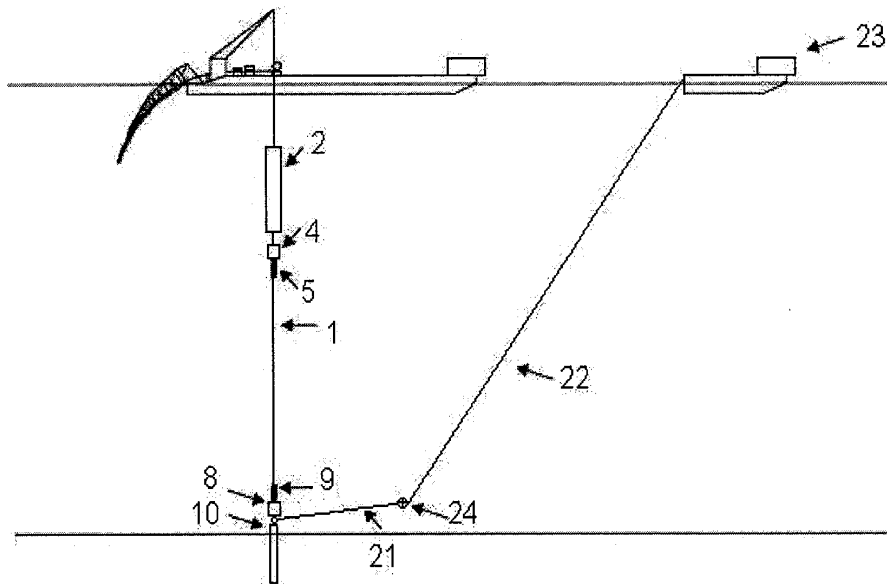


Figura 14

RESUMO**MÉTODO DE INSTALAÇÃO DE RISER HÍBRIDO AUTOSSUSTENTÁVEL**

A presente invenção descreve um método de instalação de um riser híbrido autossustentável (RHAS) que pode ser usado em sistemas de produção ou exportação de óleo ou gás. O método de instalação compreende o uso de uma embarcação de serviço dotada de posicionamento dinâmico, guindaste, guincho e rampa de lançamento. Os componentes do (RHAS) são carregados em terra firme e posteriormente os trechos de dutos rígidos são soldados uns aos outros na medida em que são lançados ao mar. Enquanto são lançados, os dutos descrevem uma curva em forma de S, até o fundo do mar.