



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

**(11) PI 0601907-2 B1**

**(22) Data do Depósito: 23/05/2006**

**(45) Data de Concessão: 17/04/2018**



---

**(54) Título:** MÉTODO PARA TRANSPORTAR UM ELEMENTO ALONGADO NA ÁGUA

**(51) Int.Cl.:** F16L 1/12; B63B 35/04

**(30) Prioridade Unionista:** 24/05/2005 GB 0510536.6

**(73) Titular(es):** SUBSEA 7 LIMITED

**(72) Inventor(es):** HAMISH BISSETT BAIRD

## “MÉTODO PARA TRANSPORTAR UM ELEMENTO ALONGADO NA ÁGUA”

A presente invenção fornece um método para transportar elementos alongados. Em particular, o método da presente invenção é especialmente adequado ao transporte de equipamento de indústria de petróleo, tais como colunas de ascensão ou torres de ascensão, na água.

Equipamentos, tais como colunas de ascensão e torres de ascensão, são também usados na indústria de petróleo e gás para aplicações em águas profundas e, conseqüentemente, podem ter mais de um quilômetro de comprimento e podem exigir o transporte para locais ao largo, antes da instalação submarina.

Um método de transporte inclui prover o equipamento em seções, transportar as seções a bordo de um navio para a região na qual elas serão desdobradas, montar as seções a bordo de um navio especialmente construído e desdobrar o equipamento no local exigido. A montagem do equipamento ao largo desta maneira pode ser bastante demorada e, conseqüentemente, muito cara, e estar também sujeita a restrições e perigos da montagem e teste feitos no navio.

Um método alternativo é montar o equipamento em terra e usar navios adequados para rebocar o equipamento montado no mar até o local relevante. Uma vez que o equipamento montado pode ser checado e verificado em terra, o reboque do equipamento pré-montado oferece potencialmente um método mais rápido, menos perigoso e menos caro do que a montagem a bordo de um navio. Entretanto, o reboque no mar na superfície ou próximo a ele resulta em constante flexão e fadiga do equipamento pelo reboque por causa da ação das ondas. Isto resulta em uma redução da vida útil sob fadiga do equipamento após a instalação.

O problema de fadiga pode ser atenuado rebocando o equipamento a uma profundidade abaixo da zona afetada pelas ondas. O

equipamento pode ser feito para ser substancialmente flutuante neutro e rebocado na profundidade exigida pela adição de bóias e/ou correntes adequadas espaçadas ao longo de seu comprimento. Antes da instalação do equipamento rebocado, ele é recuperado para a superfície para permitir que as bóias e/ou correntes anexadas sejam removidas. Isto pode ser demorado, caro e vulnerável a condições adversas de tempo. Além disso, durante a remoção, existe um risco de que as anexações caiam e danifiquem o equipamento submarino já no lugar.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um método para transportar um elemento alongado através da água, o elemento tendo uma primeira parte de extremidade e uma segunda parte de extremidade, o método compreendendo as etapas de:

ajustar a flutuabilidade do elemento alongado para garantir que o elemento alongado bóie;

prover pelo menos um peso que age em cada parte de extremidade do elemento alongado; e

transportar o elemento alongado através da água em uma configuração catenária invertida.

A profundidade na qual o elemento alongado é transportado pode ser ajustada alterando a massa de pesos anexados e/ou o comprimento dos cabos de reboque, e/ou a flutuabilidade do elemento alongado e/ou a tensão aplicada nele pelos navios de reboque. Preferivelmente, o método também inclui a etapa de transportar o elemento alongado pelo menos parcialmente, mas de forma ideal completamente, abaixo da zona afetada pelas ondas.

“Configuração catenária”, na forma aqui usada, é para se referir à curva assumida por um elemento flexível substancialmente uniforme que fica suspenso livremente em dois pontos. Dessa maneira, o elemento alongado adota uma configuração catenária invertida, quando imerso em

água, por causa de sua flutuabilidade positiva que eleva a parte média entre as partes de extremidade pesadas, que adota uma posição inferior na água por causa dos pesos que agem nele. A flutuabilidade positiva do elemento alongado significa que ela adota uma posição abaulada, em vez de uma posição inclinada para baixo, na água. Assim, o método permite que o elemento alongado seja transportado abaixo da zona afetada pelas ondas de uma maneira previsível. Adicionalmente, o desempenho sob fadiga pode ser melhorado pelo transporte abaixo da zona afetada pelas ondas nesta configuração catenária invertida estável. Isto se dá em virtude de a flexão do equipamento por causa da ação das ondas durante o reboque ser substancialmente reduzida, e assim os efeitos da fadiga são substancialmente reduzidos e a vida útil do equipamento no local da instalação é substancialmente aumentada.

Preferivelmente, os pesos que agem nas partes de extremidade do elemento alongado são conectados de forma desanexável nela. Pesos seletivamente desanexáveis são vantajosos, uma vez que eles permitem a remoção dos pesos sem interferência significativa no elemento alongado, já que eles são substancialmente independentes dele.

Os pesos podem ser fornecidos em cordame desanexável conectado nas partes de extremidade do elemento alongado. A provisão dos pesos no cordame representa uma vantagem, uma vez que eles podem ser facilmente removidos antes da instalação do elemento alongado simplesmente desconectando as amarras entre os pesos e o elemento alongado. Isto tem a vantagem de minimizar a interferência com o elemento alongado durante a instalação, e de evitar a necessidade de anexar cabos de segurança separados nos pesos antes de desanexá-los do conjunto rebocado. Assim, na chegada no campo, a operação de anexação pode começar imediatamente, minimizando assim o tempo entre o transporte e instalação. Além disso, o elemento alongado não precisa ser recuperado para a superfície da água como um pré-

requisito para instalação no local.

O método pode também incluir a etapa de transportar o elemento alongado por reboque. O elemento alongado pode ser rebocado acoplando a primeira parte de extremidade do elemento alongado em um navio reboque por meio de um cabo de reboque.

O método pode incluir adicionalmente a etapa de aplicar uma contra-tração na segunda parte de extremidade do elemento alongado durante o transporte. Isto pode ser obtido acoplando a segunda parte de extremidade do elemento alongado em um navio por meio de um cabo de reboque.

A profundidade na qual o elemento alongado é transportado pode também variar ajustando a tensão e/ou comprimento do cabo de reboque, ou de cada cabo de reboque.

O método pode incluir anexar pelo menos um peso para agir em cada parte de extremidade do elemento alongado. O uso de pesos suspensos independentemente para agir nas partes de extremidade, e puxá-las para baixo, representa uma vantagem em relação ao uso de cabos suspensos em intervalos ao longo do comprimento do elemento alongado.

Os pesos podem ser pesos de blocos. Os pesos de blocos que agem nas partes de extremidade do elemento alongado desempenham sua função sem incorrer em problemas adicionais durante o transporte, tal como sustentação hidrodinâmica variável associada com o uso de cabos ao longo do elemento alongado; pode ocorrer sustentação hidrodinâmica em tais sistemas, e varia de acordo com a velocidade de transporte, resultando assim em uma redução na massa efetiva que age no elemento alongado, um efeito que pode limitar a velocidade de reboque permissível. Alternativamente, qualquer tipo de peso pode ser usado, desde que ele aja nas partes de extremidade e, portanto, que seja capaz de fazer com que o elemento alongado arqueie, e não derive. Os pesos podem ser conectados de forma desanexável nas partes de extremidade do elemento alongado pela provisão do mecanismo conector

desanexável entre o peso e o elemento alongado.

5 O método pode incluir adicionalmente o amortecimento dos efeitos do movimento do navio reboque, ou de cada navio reboque. O amortecimento do movimento do navio tem a vantagem de que os problemas causados pela tensão, fadiga e momentos de dobramento impostos pelo movimento do navio no elemento alongado são atenuados. O efeito do amortecimento pode ser obtido anexando pelo menos um peso entre o navio, ou cada navio, e a parte de extremidade, ou cada parte de extremidade. O cabo de reboque pode ser acoplado de forma desanexável no mecanismo conector, que conecta as partes de extremidade do elemento alongado e o peso que age nele. A oscilação do navio na superfície da água causa oscilação do pelo menos um peso em virtude do arranjo de acoplamento entre o navio e o pelo menos um peso. Assim, o movimento do navio, preferivelmente, move o peso, em vez de o elemento alongado, e o cordame assim isola o movimento do navio e o peso do elemento alongado.

15 O peso tem uma resistência inercial ao movimento na água, e age como um amortecedor por causa de sua massa, e também por causa do efeito do arraste hidrodinâmico do peso à medida que ele move através da água em volta. A dissipação de energia resultante pelo movimento do peso reduz significativamente a amplitude de oscilação do peso, comparada com a amplitude de oscilação do navio. Este arranjo, portanto, isola efetivamente o movimento do navio do elemento alongado. Dessa maneira, qualquer concentração de uma massa relativamente grande no cordame entre o navio e o elemento alongado pode ser usada para agir como um amortecedor.

20 O peso pode ser modelado para modificar o efeito do amortecimento. Por exemplo, o peso pode ter uma grande área superficial exposta na direção de deslocamento do peso na água. Assim, o efeito do arraste do mar em volta no peso pode ser aumentado, permitindo melhor controle sobre o movimento do peso.

25

Cabos de reboque de peso pesado padrões podem ser usados, uma vez que o movimento do navio, ou cada navio, é amortecido, por exemplo, pela adição de pelo menos um peso ao cordame. O método de transporte de acordo com esta invenção permite o uso de cabos de reboque de trabalho pesado, e minimiza assim a ocorrência de falha do cabo de reboque. 5

A flutuabilidade pode ser ajustada por meio enchendo o diâmetro interno do elemento alongado com material flutuante. Tubos que constituem o elemento alongado podem ser cheios com material flutuante. O material flutuante pode ser qualquer gás adequado, tal como arquivado. Tipicamente, o diâmetro interno no elemento alongado pode ser fechado para formar uma cavidade para aceitar o material flutuante, por exemplo, pela vedação das extremidades do(s) tubo(s) para aprisionar ar no(s) furo(s) antes do lançamento do elemento na água. 10

Alternativamente, ou adicionalmente, a flutuação pode ser ajustada cobrindo pelo menos uma parte de uma superfície externa do elemento alongado com material flutuante. 15

O método pode incluir isolar o elemento alongado usando material em camadas caldeadas. Este material em camadas caldeadas pode também ser um material flutuante, servindo assim a um propósito duplo. O material em camadas caldeadas pode ser anexado por mecanismo de fixação ou união adesiva. 20

Flutuabilidade adicional pode ser provida para agir no elemento alongado. A flutuabilidade adicional pode ser desdobrada na superfície da água. Esta flutuabilidade pode ser anexada no mecanismo conector, de maneira tal que, no caso de ruptura do cabo de reboque, a bóia flutue e suspenda o conjunto rebocado que compreende o elemento alongado, os pesos agindo nele e o mecanismo conector por baixo da superfície da água. 25 Flutuando na superfície e suspendendo o conjunto rebocado, a bóia é configurada de maneira tal que ela possa impedir que o elemento alongado

acoplado afunde, mantendo-o ao mesmo tempo abaixo da zona afetada pelas ondas. Uma vez que o elemento alongado tenha sido transportado usando o método de acordo com a invenção, ele pode ser estacionado, com os cabos de reboque ainda anexados, e suspenso pela superfície pelas bóias. Ele permanece submerso abaixo da zona afetada pelas ondas e em uma condição de tensão controlada.

O termo "elemento alongado" deve incluir (sem limitações) tubos, colunas de ascensão, torres de ascensão, mangueiras, cordões umbilicais, tubos-em-tubos e similares. Esses podem ser contidos uns nos outros, transportados separadamente ou em um feixe. O conjunto pode ter diversos quilômetros de comprimento, dependendo da profundidade da água no local da instalação.

Uma modalidade da presente invenção será agora descrita com referência e conforme mostrado nos desenhos seguintes, em que:

A figura 1 é um esquema seccional de um método de reboque de um tubo ascendente de acordo com a presente invenção;

A figura 2 é uma vista seccional de um tubo ascendente tubo-em-tubo ou torre de ascensão; e

A figura 3 é um esquema seccional do tubo ascendente da figura 1 instalada no fundo do mar.

Na presente modalidade, o elemento alongado é um conjunto do tubo ascendente mostrado no geral por 10 na figura 1. Nesta modalidade, o conjunto do tubo ascendente 10 é na forma de uma configuração tubo-em-tubo, conforme mostrado na figura 2. O conjunto do tubo ascendente 10 compreende um tubo interno 14 e um tubo externo 2. O tubo interno 14 é alojado e coaxial com o tubo externo 12. Um espaço anular 16 entre o tubo interno 14 e o tubo externo 12 é tipicamente cheio com ar. O diâmetro interno do tubo interno 14 é também tipicamente cheio com ar.

O tubo externo 12 é envolto por uma camada de material

flutuante 18. Nesta modalidade, o material flutuante 18 é provido na forma de duas semiconchas, que são presas em torno do tubo externo 12. A espessura do material flutuante 18 pode variar, dependendo de fatores tais como a profundidade instalada e a massa do conjunto do tubo ascendente 10 a ser rebocado, a gravidade específica do material flutuante 18, as propriedades de isolamento necessárias para atender as exigências de garantia de escoamento, e a resistência máxima ao esmagamento exigida em qualquer dado ponto ao longo do comprimento do tubo ascendente durante/após a instalação.

O furo cheio de ar, espaço anular 16 e o material flutuante 18 todos contribuem para tornar o conjunto do tubo ascendente 10 positivamente autoflutuante 20. Isto reduz o risco de perder o conjunto do tubo ascendente 10, por exemplo, afundando no leito do mar no caso de falha ou danos do equipamento.

O conjunto do tubo ascendente 10 tem uma primeira parte de extremidade 52 e uma segunda parte de extremidade 72. A primeira parte de extremidade 52 do conjunto do tubo ascendente 10 é anexada a um conector 54 por meio de um pendente 56. Um peso 40 é suspenso por baixo do conector 54, por meio de um mecanismo de anexação 46 anexado entre o peso 40 e o conector 54. Um elemento flutuante 48 é também anexado no conector 54 por meio de um mecanismo de anexação 50. Um cabo de reboque 44 é anexado no conector 54 em uma extremidade e a um navio reboque dianteiro 42 na outra.

Similarmente, a segunda parte de extremidade 72 do conjunto do tubo ascendente 10 é anexada por meio de um pendente 76 a um conector 74. O conector 74 também suporta um peso 60. O peso 60 é anexado no conector 74 por meio de um mecanismo de anexação 66. Um elemento flutuante 68 é anexado no conector 74 por meio de um mecanismo de anexação 70. O conector 74 é acoplado a um navio reboque traseiro 62 por meio de um cabo de reboque 64.

Em uso normal, os cabos de reboque 44, 64 entre os navios reboque dianteiro e traseiro 54, 74 são esticados, tal como os pendentes 56, 76, entre os conectores 54, 74 e o elemento alongado. Os mecanismos de anexação 50, 70 que anexam os elementos flutuantes 48, 68 nos conectores 54, 74 são tipicamente sem atividade, de maneira tal que o balanço da flutuabilidade no conjunto rebocado não é afetado durante o reboque.

Por causa do conjunto do tubo ascendente positivamente flutuante 10 com pesos 40, 60 anexados por meio dos conectores 54, 74 em cada parte de extremidade 52, 72, o elemento alongado automaticamente arqueia e adota uma configuração catenária invertida quando suspenso na água 20.

Tipicamente, a configuração catenária descreve um elemento substancialmente inextensível flexível e substancialmente uniforme suspenso livremente em dois pontos.

Opcionalmente, mas não de forma geral, um peso 30 pode ser anexado em uma região central do conjunto do tubo ascendente 10.

Antes do transporte, o conjunto do tubo ascendente 10 é constituído de comprimentos de seções de tubos de aço soldadas umas nas outras e com inspeção de qualidade em terra. Se exigido, o material flutuante externo 18, mostrado na figura 2, pode ser incorporado ou de outra forma aplicado nas seções de tubos neste estágio. Com o término, o conjunto do tubo ascendente 10 é lançado na água 20 para transporte pelo reboque até o local desejado.

Durante o transporte, o conjunto do tubo ascendente 10 é suspenso entre os navios dianteiro e traseiro 42, 62 por meio dos cabos de reboque 44, 64 e pendentes 56, 76, que podem ser referidos coletivamente como cordame 98. Os pesos 40, 60 são integrados no cordame 98 em cada extremidade 52, 72, de maneira tal que todo o conjunto do tubo ascendente 10 afunde abaixo da zona afetada pelas ondas. Uma vez que o conjunto do tubo

ascendente 10 em si é projetado especificamente para ser flutuante, quando completamente submerso na água 20, o conjunto do tubo ascendente 10 ocupa uma posição abaulada com a parte central flutuante que sobe acima das partes de extremidade pesadas 52, 72. A posição abaulada é uma configuração ligeiramente arqueada substancialmente uniforme, aqui referida como uma configuração catenária invertida. 35

O navio reboque dianteiro 42 reboca o conjunto do tubo ascendente 10 através da água 20 até o local desejado. O navio reboque traseiro 62 opcionalmente fornece uma contra-tração ao conjunto do tubo ascendente 10. Esta configuração é bastante estável, uma vez que o conjunto do tubo ascendente 10 está auto-sustentado e em um estado de tensão controlada. Esta estabilidade depende substancialmente da velocidade de reboque. A aplicação da contra-tração também significa que o conjunto do tubo ascendente 10 é menos suscetível a momentos de dobramento.

15 Durante o reboque, a parte superior do conjunto do tubo ascendente 10 está tipicamente em torno de 20 metros abaixo da superfície 22 da água 20 e a primeira extremidade 52 e a segunda extremidade 72 estão tipicamente em torno de 50 metros abaixo da superfície 22 da água 20. A massa de pesos 40, 60, 30 pode variar de acordo com o comprimento e/ou flutuabilidade do conjunto do tubo ascendente 10 e a distância abaixo da superfície 22 da água 20 na qual o conjunto do tubo ascendente 10 precisa ser transportado. O reboque abaixo da zona afetada pelas ondas reduz bastante a flexão do elemento alongado, e assim melhora a vida útil sob fadiga do tubo ascendente.

25 Os pesos 40, 60 podem ser pesos de blocos. O uso de pesos de blocos evita problemas de sustentação hidrodinâmica previamente mencionados e associados com a anexação de cabos no elemento alongado 10. Isto permite que os navios reboque dianteiro e traseiro 42, 62 atinjam maiores velocidades do que as possíveis usando os métodos de transporte

submerso convencionais. Além disso, a configuração catenária invertida do conjunto do tubo ascendente 10 significa que ele comporta de uma maneira previsível enquanto é rebocado e que permanece relativamente estável durante o transporte.

5           À medida que cada navio 42, 62 desloca pelo mar 20, ele é afetado pela ação das ondas. Picos e vales de ondas na superfície 22 do mar 20 fazem com que cada navio 42, 62 oscile. A oscilação dos navios 42, 62 causa oscilação dos pesos 40, 60; o movimento sendo transferido pelo cabo de reboque 44, 64 que acopla cada navio 42, 62 no respectivo peso 40, 60. Em decorrência da conexão direta entre cada navio 42, 62 e o respectivo peso 40, 60, o movimento do navio 42, 62 é preferencialmente transmitido aos pesos 40, 60, em vez de ao conjunto do tubo ascendente 10. Adicionalmente, a amplitude de oscilação de cada peso 40, 60 é bastante reduzida, comparada com a amplitude de oscilação do navio 42, 62, em decorrência da dissipação de energia associada com o efeito do arraste no cabo de reboque 44, 64 e o peso 40, 60 pelo mar 20, bem como pelo efeito inercial de cada peso 40, 60. Conseqüentemente, a amplitude de oscilação do peso 40, 60 é suficientemente reduzida de maneira tal que o movimento de cada pendente 56, 75 que acopla cada peso 40, 60 e o conjunto do tubo ascendente 10 dissipe energia suficiente para isolar efetivamente o conjunto do tubo ascendente 10 do movimento do navio 42, 62. Assim, o grau do efeito de amortecimento deve ser suficiente de maneira tal que o conjunto do tubo ascendente 10 não seja substancialmente afetado pelo movimento oscilatório de cada navio 42, 62.

20           O efeito supradescrito pode ser otimizado modelando o peso 40, 60 de maneira tal que uma grande área superficial fique exposta na direção de deslocamento. Uma forma adequada é um peso oblongo com uma espessura relativamente pequena, com as faces com a maior área superficial expostas na direção de deslocamento.

Também, um efeito de amortecimento adicional é provido pela

configuração em forma de "V" do cordame 98 criada pelos cabos de reboque 44, 64 e pelos pendentos 56, 76, com os pesos 40, 60 sendo anexados no "ápice" do V. Por exemplo, à medida que o navio dianteiro 42 é levantado pela ação das ondas, ou é puxado para frente do conjunto do tubo ascendente 10, o ângulo do "V" aumenta à medida que o cabo de reboque 44 e o pendente 56 se aproximam de uma linha reta. O movimento do navio 42 é acomodado pelo movimento ascendente do peso 40 na água 20 e pelo nivelamento do V, e o movimento e a tensão decorrente é assim isolado do conjunto do tubo ascendente 10. Similarmente, quando a ação das ondas desce o navio 42 ou puxa-o de volta para o conjunto do tubo ascendente 10, o ângulo do V se torna mais agudo, e o peso 40 cai na água 20, acomodando assim o movimento do navio 42 sem transferir o movimento e a tensão ao conjunto do tubo ascendente 10. O cabo de reboque traseiro 64 e o pendente 76 se comportam de uma maneira similar.

15 Caso tanto os cabos de reboque 44, 64 como os pendentos 56, 76 se rompam durante o transporte, o mecanismo de anexação 50, 70 ficará esticado à medida que o conjunto rebocado afunda, e os elementos flutuantes 48, 68 contrabalançam a tração gravitacional dos pesos 40, 60, 30 e o conjunto do tubo ascendente 10. Dessa maneira, os elementos flutuantes 48, 68 permanecem na superfície 22 da água 20 e sustentam o peso total dos pesos 40, 60 e do conjunto do tubo ascendente 10 juntamente com qualquer peso anexado adicional 30 por meio do mecanismo de anexação agora esticado 50, 70. Antes de ele ser desdobrado no local relevante, o conjunto do tubo ascendente 10 pode também ser estacionado nesta posição submersa enquanto suspenso na superfície 22 da água 20 pelos elementos flutuantes 48, 68. Nesta posição estacionada, o conjunto do tubo ascendente 10 está ainda anexado nos navios reboque 42, 62 pelo cordame.

25 As partes de extremidade do tubo ascendente 52, 72 e o cordame anexado 98 permanecem a profundidades relativamente grandes,

tipicamente 50 m abaixo da superfície do mar na posição estacionada e, portanto, posicionadas abaixo da zona afetada pelas ondas. Conseqüentemente, um ROV pode ser usado para a remoção/ajuste do cordame 98 e dos pesos 40, 60, por exemplo, durante o processo de instalação.

A figura 3 mostra um método típico de instalação do conjunto do tubo ascendente 10. Antes de o procedimento de instalação começar, qualquer peso adicional 30 é removido. Esta etapa em geral não é exigida, já que os pesos 30 não são tipicamente adicionados ao longo do comprimento do conjunto do tubo ascendente 10.

A instalação do conjunto do tubo ascendente 10 é obtida primeiramente anexando uma bóia de instalação 100 adequada par imersão na segunda parte de extremidade 72 por meio de um pendente 105. Isto é seguido pela reconfiguração do cabo de reboque 64 para conectar na segunda parte de extremidade 82 no navio reboque 62 e pela desanexação do cordame de extremidade traseira 98 e do elemento flutuante 68.

Uma âncora de sucção 90 é tipicamente posicionada no fundo do mar 24. A âncora de sucção 90 tem uma roldana de tração para baixo anexada 92. Um cabo de tração para baixo 84 é conectado na primeira extremidade 52 do conjunto do tubo ascendente 10. Na sua outra extremidade, o cabo de tração para baixo 84 é conectado em um guindaste de tração para baixo 82. O cabo 84 atravessa a roldana de tração para baixo 92. O guindaste de tração para baixo 82 é provido a bordo de um navio de instalação 80.

O cordame da extremidade dianteiro 98 e o elemento flutuante 48 são então desanexados da primeira parte de extremidade 52. A primeira parte de extremidade 52 pode então ser puxada em direção ao fundo do mar 24 usando o cabo 84 através da roldana 92. O esboço tracejado do conjunto do tubo ascendente 10, do mecanismo de anexação 10-5 e da bóia de instalação 100 mostram o conjunto do tubo ascendente 10 em vários estágios

da instalação.

5 No último estágio, a bóia de instalação 100 é imersa à medida que a extremidade do tubo ascendente 52 é puxada para baixo para a âncora 90. Isto garante que o tubo ascendente ou a torre de ascensão fique sob tensão e assim permaneça substancialmente vertical.

Uma bóia submarina permanente (não mostrada) é então anexada na segunda parte de extremidade 72 pelo navio de instalação 80. As partes de extremidade do tubo ascendente 52 e 72 são então conectadas na tubulação submarina e na instalação da superfície, respectivamente, por mecanismos de conexão adequados (não mostrados).

Após a anexação da primeira extremidade 52 na âncora de sucção 90, o cabo 84 pode ser desconectado. A âncora de sucção 90 fornece uma ancoragem para o conjunto do tubo ascendente 10 e finalmente uma conexão com uma tubulação existente.

15 Versados na técnica percebem que qualquer tipo de conexão flexível pode ser usada para conectar a primeira extremidade 52 do tubo ascendente 10 com o guindaste 82 no navio de instalação 80 desde que ela seja suficientemente resistente para o propósito.

20 Versados na técnica também percebem que a âncora 90 pode ser de qualquer tipo adequado para o propósito.

O material flutuante 18 do conjunto do tubo ascendente 10 tem um propósito duplo. O material flutuante 18 também fornece o isolamento exigido para garantir que o óleo produzido permaneça a uma temperatura adequada para o escoamento através do tubo ascendente em uso.

25 Modificações e melhorias podem ser feitas sem fugir do escopo da invenção. Por exemplo, a densidade, tipo ou quantidade de material flutuante disposto ao longo do comprimento do elemento alongado pode ser modificado de modo que as diferentes quantidades ou tipos de flutuabilidade são anexadas em diferentes locais ao longo do comprimento do elemento

alongado. Por exemplo, a flutuabilidade fixada na primeira porção de extremidade 52 do tubo ascendente 10 que é localizada em uma profundidade maior, em uso, pode ser mais densa que a flutuabilidade na segunda porção de extremidade 72, que ajuda a estender o elemento alongado da superfície.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para transportar um elemento alongado (10) na água (20), o elemento alongado (10) tendo uma primeira parte de extremidade (52) e uma segunda parte de extremidade (72), caracterizado pelo fato de que o
- 5 método compreende as etapas de:
- cobrir ou cladear pelo menos uma parte do elemento alongado (10) com um material flutuante;
  - ajustar a flutuabilidade do elemento alongado (10) para garantir que o elemento alongado (10) fique flutuante;
  - 10 prover pelo menos um peso (40, 60) que age em cada parte de extremidade (52, 72) do elemento alongado (10); e
  - transportar o elemento alongado (10) através da água em uma configuração catenária invertida.
2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo
- 15 fato de que inclui a etapa de transportar o elemento alongado (10) abaixo da zona afetada pelas ondas.
3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que inclui conectar de forma desanexável o peso (40, 60), ou cada peso (40, 60), que age em cada parte de extremidade (52,
- 20 72) do elemento alongado (10).
4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que inclui a etapa de transportar o elemento alongado (10) por meio de reboque.
5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações
- 25 anteriores, caracterizado pelo fato de que inclui anexar a primeira parte de extremidade (52) do elemento alongado (10) a um navio reboque (42) por meio de um cabo de reboque (44).
6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações

anteriores, caracterizado pelo fato de que inclui aplicar uma contra-tração na segunda parte de extremidade (72) durante o transporte do elemento alongado (10).

5 7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que inclui anexar a segunda parte de extremidade (72) do elemento alongado (10) em um segundo navio reboque (62) por meio de um segundo cabo de reboque (64).

10 8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que inclui anexar pelo menos um peso (40, 60) na região de cada parte de extremidade (52, 72) do elemento alongado (10).

15 9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, quando dependentes da reivindicação 5 ou reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que inclui anexar pelo menos um peso (40, 60) em cada cabo de reboque (44, 64).

10. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que inclui amortecer o movimento do navio reboque (42, 62), ou de cada navio reboque (42, 62).

20 11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que inclui ajustar a flutuabilidade do elemento alongado (10) enchendo e retendo dentro do elemento alongado (10) pelo menos um de: um material flutuante (18) e um fluido flutuante.

25 12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, quando dependentes da reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que inclui acoplar bóia ao cabo de reboque (44, 64) na região do peso (40, 60), ou de cada peso (40, 60), de maneira tal que, no caso de ruptura do cabo de reboque (44, 64), a bóia fique arranjada para flutuar.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações

anteriores, quando dependentes da reivindicação 5 ou reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que inclui ajustar a profundidade na qual o elemento alongado (10) é transportado alterando pelo menos um de: a massa dos pesos (40, 60) anexados; o comprimento do(s) cabo(s) de reboque (44, 5 64); a flutuabilidade do elemento alongado (10); e a tensão aplicada durante o transporte dos cabos de reboque (44, 64).



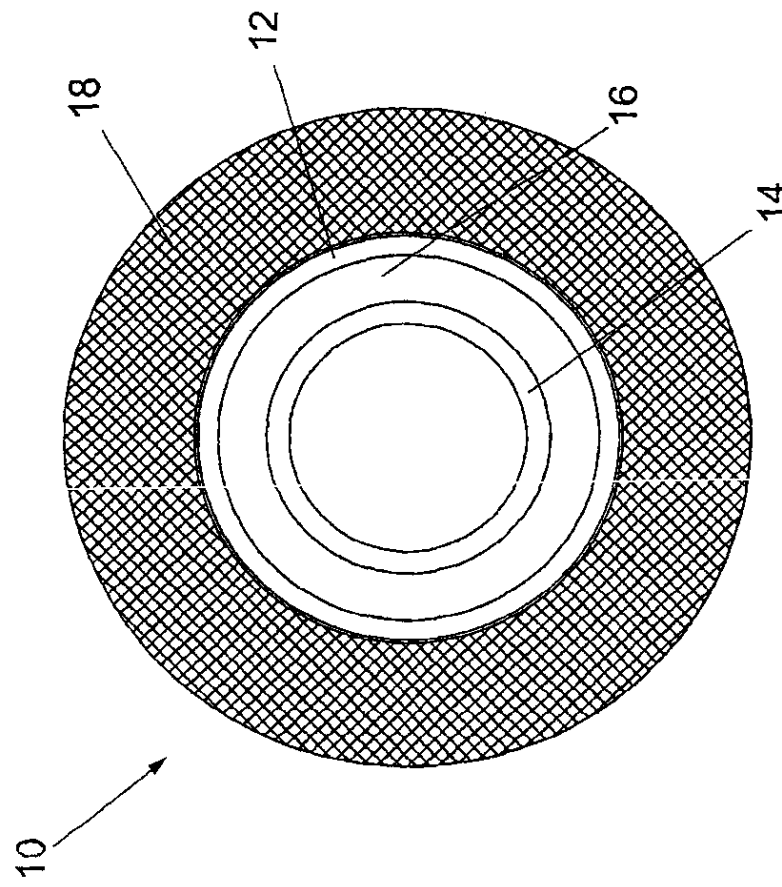
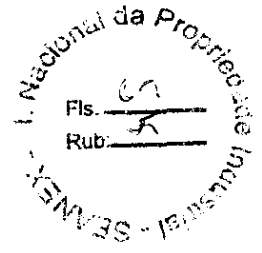


Fig. 2

