



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

**(11) PI 0804577-1 B1**

**(22) Data do Depósito: 12/08/2008**

**(45) Data de Concessão: 12/06/2018**



---

**(54) Título:** RISER AUTO-SUPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS

**(51) Int.Cl.:** E21B 17/01; E21B 7/12

**(73) Titular(es):** CARLOS TERCENIO PIRES BOMFIMSILVA. JOÃO PAULO CARRIJO JORGE

**(72) Inventor(es):** CARLOS TERCENIO PIRES BOMFIMSILVA; JOÃO PAULO CARRIJO JORGE

“RISER AUTO-SUPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS”.

A presente patente tem por objetivo estabelecer um novo conceito de dutos ascendentes, conhecidos por risers, para utilização em sistemas marítimos de produção de óleo e gás, em especial em plataformas flutuantes.

O riser é o segmento de tubulação suspensa do duto submarino, que permite o transporte de fluidos produzidos, tais como óleo, gás, produtos químicos, água ou uma combinação entre eles, entre o fundo do mar e a plataforma e vice e versa.

Um modelo usual de riser, conhecido por riser de aço em catenária (SCR), considera que a ascensão do riser seja desenvolvida diretamente até a plataforma flutuante em continuidade ao duto submarino. Este sistema absorve todos os movimentos da plataforma provenientes da sua movimentação devido a ação das ondas, podendo em algumas situações impossibilitar o projeto do riser em função da possível falha por fadiga na região próxima ao fundo do mar e/ou na região de junção com a plataforma. Este modelo de riser, em função do diâmetro e da profundidade a ser instalado, pode ainda requerer cargas elevadas a serem sustentadas pela plataforma, podendo por vezes inviabilizar o seu uso. Alguns destes modelos de risers podem ser instalados com flutuadores ao longo da sua extensão, reduzindo a carga suportada pela plataforma, e ao mesmo tempo fornecendo maior flexibilidade ao sistema para absorver os movimentos da plataforma. Esta variação, no entanto, aumenta o custo do sistema, devido a necessidade de utilização de flutuadores em profundidades elevadas, feitos tipicamente de matrizes de poliuretana sobre macro-esferas de vidro para resistir a pressão hidrostática. Por fim, este modelo de riser requer ainda que a plataforma esteja ancorada na locação para permitir assim a sua construção e instalação, o que representa um tempo adicional considerável que irá retardar o início da produção no mar.

Um outro modelo usual de riser, conhecido por torre auto-suportada (FSHR), compreende uma tubulação vertical cuja extremidade inferior é fixada a uma estaca e a superior a uma bóia submersa, cuja profundidade está abaixo da ação significativa das ondas. A região inferior do riser possui uma

terminação conhecida por pescoço de ganso para permitir futura interligação com o duto submarino instalado independentemente no fundo do mar. A região superior também possui um pescoço de ganso que irá permitir uma futura interligação do riser com a plataforma através de um duto flexível, que irá absorver os movimentos do sistema flutuante, mantendo o riser em uma configuração estável. O projeto deste modelo de riser requer uma complexidade elevada na sua região inferior, incluindo a necessidade de dois conectores mecânicos para interligação com o duto submarino, utilização de curvas fabricadas por indução a quente para esta interligação, uma estrutura para interface do riser com a estaca e para sustentação do pescoço de ganso, uma estrutura para terminação do duto submarino, e uma junta flexível localizada na parte inferior do riser para sua fixação na estaca. Um problema adicional a este riser é a necessidade de mais de uma embarcação de lançamento para permitir a instalação do duto submarino, do riser, e da interligação entre eles.

Tendo em vista os problemas dos sistemas mais usuais de riser e no propósito de superá-los, foi desenvolvido um conceito, onde o riser é um segmento contínuo do duto submarino, se estendendo até uma profundidade que não sofra ação significativa dos efeitos dinâmicos das ondas, tipicamente entre 70 e 150m, se mantendo sustentado por uma bóia submersa na extremidade. A curvatura do riser na região próxima ao fundo do mar é mantida dentro de valores aceitáveis de projeto por intermédio de um sistema de amarração com interligações múltiplas, composto por vários colares distribuídos ao longo do riser, estando estes interligados a uma placas conectora, que por sua vez está interligada a uma estaca cravada no solo submarino. A extremidade superior do riser possui uma terminação com pescoço de ganso, que irá permitir futuramente a conexão de um duto flexível até a plataforma.

Os desenhos anexos apresentam esquematicamente os modelos usuais e o novo conceito de riser proposto pela presente patente.

A Fig.1 mostra o modelo usual de riser conhecido por riser de aço em catenária (SCR), cuja ascensão do riser 1 segue diretamente do solo

submarino 2 até a plataforma 3 em continuidade ao duto submarino 8.

A Fig.2 apresenta o outro modelo citado usual de riser, conhecido por torre auto suportada (FSHR), mostrando a tubulação vertical 4 com a extremidade inferior conectada a estaca 5 e a superior conectada a bóia submersa 6. A região inferior do riser está ilustrada, mostrando toda a sua complexidade, com a terminação conhecida por pescoço de ganso 7 suportada pela estrutura 12, que por sua vez está apoiada na estaca 5 através da junta flexível 14. O duto submarino 8 está apoiado no solo submarino 2 com a estrutura 13 na sua extremidade contendo o receptáculo de espera para a futura interligação com o riser. A tubulação de interligação entre o duto submarino e o riser está apresentado com as suas curvas 11 fabricadas por indução à quente e um conector 10 em cada extremidade. A região superior também está ilustrada com o pescoço de ganso 7 e a bóia submersa 6 sustentando todo o peso do riser, além de mostrar o duto flexível 9 interligando o pescoço de ganso 7 até a plataforma 3.

A Fig.3 mostra o arranjo geral do novo conceito de riser proposto pela presente patente.

A Fig.4 mostra em detalhe o sistema de amarração com interligações múltiplas, considerado como ponto chave para o sucesso do conceito de riser proposto.

As Fig.5, Fig.6 e Fig.7 mostram as principais etapas do processo de instalação do conceito de riser proposto, como forma de demonstrar a viabilidade da mesma.

Por fim, a Fig.8 mostra a configuração final do riser na sua forma auto-suportada, antes da sua interligação à plataforma 3 através do duto flexível 9.

Em conformidade com os desenhos apresentados nas Fig.3 a Fig.8, o novo conceito de riser é composto pelos componentes descritos a seguir.

O riser 1 é um elemento contínuo do duto submarino 8, cuja extremidade superior possui uma terminação com pescoço de ganso 7, que permitirá a futura interligação de um duto flexível 9, tipicamente de 400m de

comprimento, com a plataforma 3; uma finalidade especial do duto flexível 9, além de fornecer continuidade de escoamento entre o riser e a plataforma 3, é a de absorver os movimentos da plataforma, mantendo o riser 1 em uma configuração estável independentemente dos seus movimentos.

5 Por ser um segmento contínuo do duto submarino, o custo de instalação é barateado de forma considerável devido à simplicidade dos equipamentos do conceito e do processo de instalação.

10 No topo do riser 1, há uma bóia submersa 6 com resistência estrutural suficiente para resistir à pressão externa, podendo eventualmente ser até pressurizada para diminuir este efeito; sua finalidade é fornecer empuxo suficiente para sustentar o peso do riser e ao mesmo tempo promover a estabilidade do sistema sob a ação de correnteza. Sua localização deverá ser tipicamente estabelecida entre as profundidades de 70 e 150m abaixo da superfície do mar, onde não sofra ação significativa das ondas.

15 O riser 1 é mantido em sua configuração graças a um sistema de amarração com interligações múltiplas 15, que tem por objetivo controlar a curvatura do mesmo. O sistema de amarração com interligações múltiplas é composto por uma linha principal 16 constituída por elos de amarra, que possui a manilha 17 em uma das suas extremidades de forma a permitir conexão com  
20 a estaca 5, a ser cravada no solo submarino 2. A outra extremidade da linha principal 16 está conectada ao gancho 18 através da manilha 17. O gancho 18, quando interligado ao anel 19 pré-montado na placa conectora 20 por intermédio da manilha 17, permitirá que todo o riser fique ancorado à estaca na configuração desejada. A placa conectora 20 é constituída por uma série de  
25 olhais por onde sairá, além da linha principal 16 descrita anteriormente, as linhas auxiliares 21, que também são compostas por elos de amarra, e serão conectadas ao riser 1 por intermédio dos colares 22 pré-montados ao longo do riser nas posições pré-estabelecidas pelo projeto. As conexões das linhas auxiliares 21, tanto com a placa conectora 20, tanto com os colares 22, são  
30 realizadas por intermédio da utilização das manilhas 17. Os colares 22 poderão ser do tipo braçadeira ou soldados de forma integral ao riser, podendo ser ainda montado de forma fixa ou permitindo a sua rotação ao longo do eixo

do riser. O sistema de amarração com interligações múltiplas deve ser projetado para permanecer o mais próximo quanto possível ao solo submarino 2, para que a curvatura no riser 1 possa ser controlada de forma eficiente. O número de linhas auxiliares poderá ser de no mínimo dois, sendo a  
5 determinação deste número em função do diâmetro do riser e da profundidade local. O comprimento da linha principal e das auxiliares deverá ser determinado no projeto, de forma a manter o riser na configuração desejada.

A seqüência de instalação inicia com a cravação da estaca 5, seguida de pré-abandono no solo submarino 2, de todo o conjunto da linha  
10 principal 16, já previamente montada ao gancho 18 e a estaca 5 com utilização das manilhas 17. A cravação da estaca 5 pode ser realizada na mesma campanha de cravação das estacas do sistema de amarração da plataforma 3.

O riser 1 deverá ser então lançado continuamente desde a seção soldada ao duto submarino 8 até a sua extremidade, incluindo a montagem dos  
15 colares 22, das linhas auxiliares 21, da placa conectora 20 e do anel 19 pertencentes ao sistema de amarração 15. As linhas auxiliares 21 deverão ser pré-montadas à placa conectora 20, assim como o anel 19, por intermédio das manilhas 17, e fixadas aos colares ainda na embarcação de lançamento 24. As extremidades das linhas auxiliares 21 deverão ser mantidas na embarcação de  
20 lançamento, mesmo quando a placa conectora 20 precisar estar submersa.

Após a construção de todo o riser, porém antes de montar a bóia submersa 6, a extremidade superior do riser deverá ser conectada a um cabo de abandono 23, que com a continuação do lançamento irá permitir que a placa conectora 20 atinja o solo submarino 2, onde se encontra em espera a estaca 5  
25 cravada na sua posição de projeto e a linha principal com o gancho 18 na extremidade. Neste ponto a conexão entre o gancho 18 e o anel 19 poderá ser realizada com auxílio de um veículo de intervenções submarinas controlado remotamente. Pequenas bóias 25 podem ser adicionadas ao gancho 18 e ao anel 19 durante a fase de instalação, visando mantê-los acima do solo  
30 submarino 2, facilitando assim a conexão entre estes dois elementos.

Tão logo o gancho 18 da linha principal 16 tenha sido conectada ao anel 19 da placa conectora 20, o cabo de abandono 23 deverá ser recolhido

em conjunto com a movimentação da embarcação de lançamento 24, até que o riser 1 se encontre em sua posição de projeto. O processo de instalação é então completado com a instalação da bóia submersa 6, e estará preparado para permitir futuramente a conexão com o duto flexível 9.

5                   A seqüência de instalação descrita acima tem por objetivo demonstrar a praticidade e a viabilidade da instalação, podendo o conceito ser instalado por um processo alternativo que mantenha o riser na configuração proposta por este invento.

10                   O conceito do riser descrito neste invento pode ter ainda variações construtivas, tais como: a utilização de várias bóias submersas ao invés de uma única; a utilização de mais de uma placa conectora interligadas entre elas por intermédio de linhas auxiliares adicionais; a linha principal e as linhas auxiliares poderão ser constituídas por amarras, cabos, cordas ou combinação  
15                   entre eles, tanto de aço, como de poliéster, ou outro tipo de material que mantenha o sistema tracionado e na posição adequada; a placa conectora poderá eventualmente ser constituída por um anel ou outra forma de manter a junção entre as diversas linhas auxiliares e a principal; a estaca 5 poderá ancorar mais de um riser 1, sendo cada riser 1 com o seu próprio sistema de ancoragem com interligações múltiplas 15 e; o sistema de amarração com  
20                   interligação múltiplas 15 poderá possuir mais de uma placa conectora 20 interligadas entre elas por linhas auxiliares 21 adicionais e conectadas a uma ou mais estacas 5 por intermédio de linhas principais 16 adicionais.

## REIVINDICAÇÕES

1 - RISER AUTO-SUPPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS consistindo em uma tubulação que parte do solo submarino 2 e eleva-se até uma bóia submersa 6 posicionada em uma profundidade típica entre 70 e 150m, com uma terminação do tipo pescoço de ganso 7 que irá permitir a conexão de um duto flexível 9 até a plataforma 3, para condução de óleo, gás, água, produtos químicos ou combinação entre eles, caracterizado pelo fato que o riser 1 é um segmento contínuo do duto submarino 8 e que a sua configuração na região próxima ao solo submarino 2 possui um sistema de amarração com interligações múltiplas 15, composto por vários colares 22 distribuídos ao longo do riser 1, estando estes interligados a uma placa conectora 20 por intermédio de linhas auxiliares 21 de comprimentos pré-calculados, mantendo a curvatura do riser dentro dos limites aceitáveis de projeto; estando a placa conectora 20 interligada a uma estaca 5 cravada no solo submarino 2 por intermédio da linha principal 16;

2 - RISER AUTO-SUPPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do sistema de amarração com interligação múltiplas 15 possuir mais de uma placa conectora 20 interligadas entre elas por linhas auxiliares 21 adicionais;

3 - RISER AUTO-SUPPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as placas conectoras 20 podem ser conectadas a mais de uma estaca 5 por intermédio de linhas principais 16 adicionais;

4 - RISER AUTO-SUPPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS, de acordo com as reivindicações 1, 2, ou 3 caracterizado pelo fato de que uma mesma estaca 5 pode ancorar mais de um riser 1, sendo cada riser 1 com o seu próprio sistema de ancoragem com interligações múltiplas 15;

5 - RISER AUTO-SUPPORTADO DE CURVATURA CONTROLADA POR

SISTEMA DE AMARRAÇÃO COM INTERLIGAÇÕES MÚLTIPLAS, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato da placa conectora ser um anel ou uma peça que mantenha a função de interligar as linhas auxiliares com as principais.

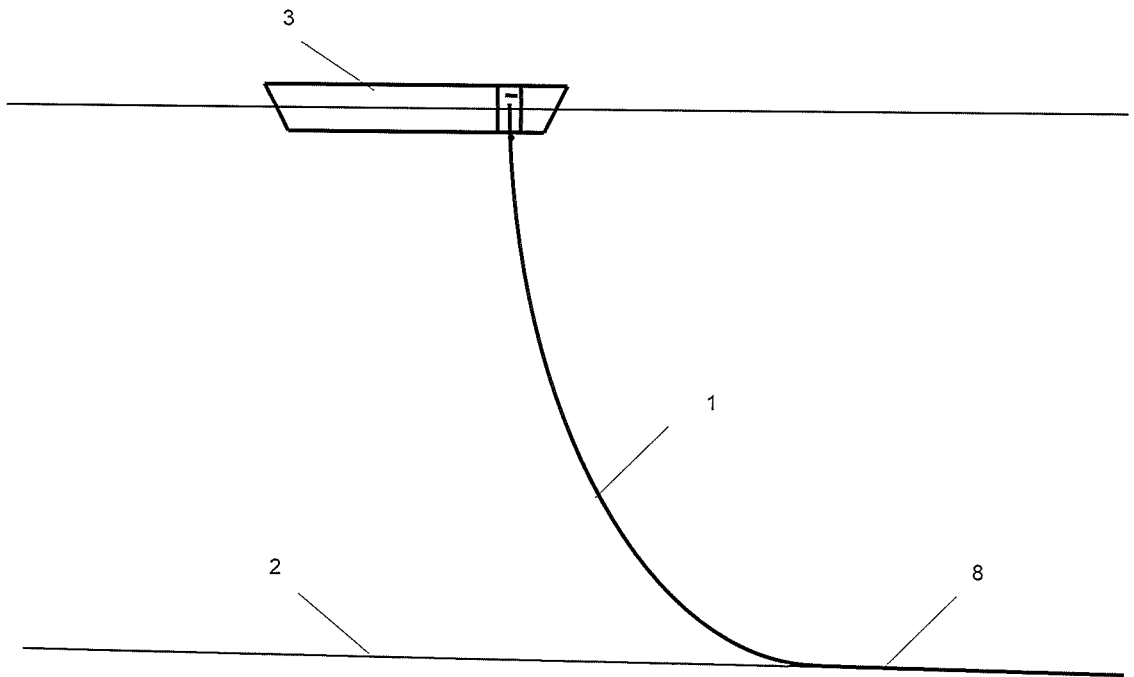


Fig.1

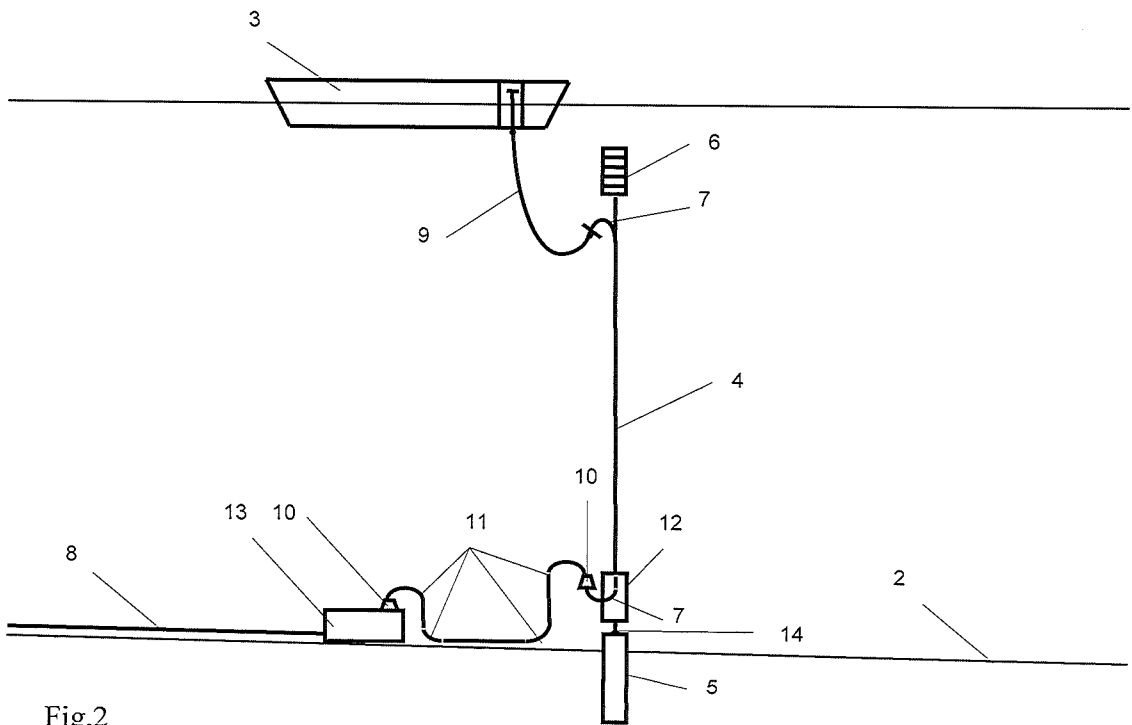


Fig.2

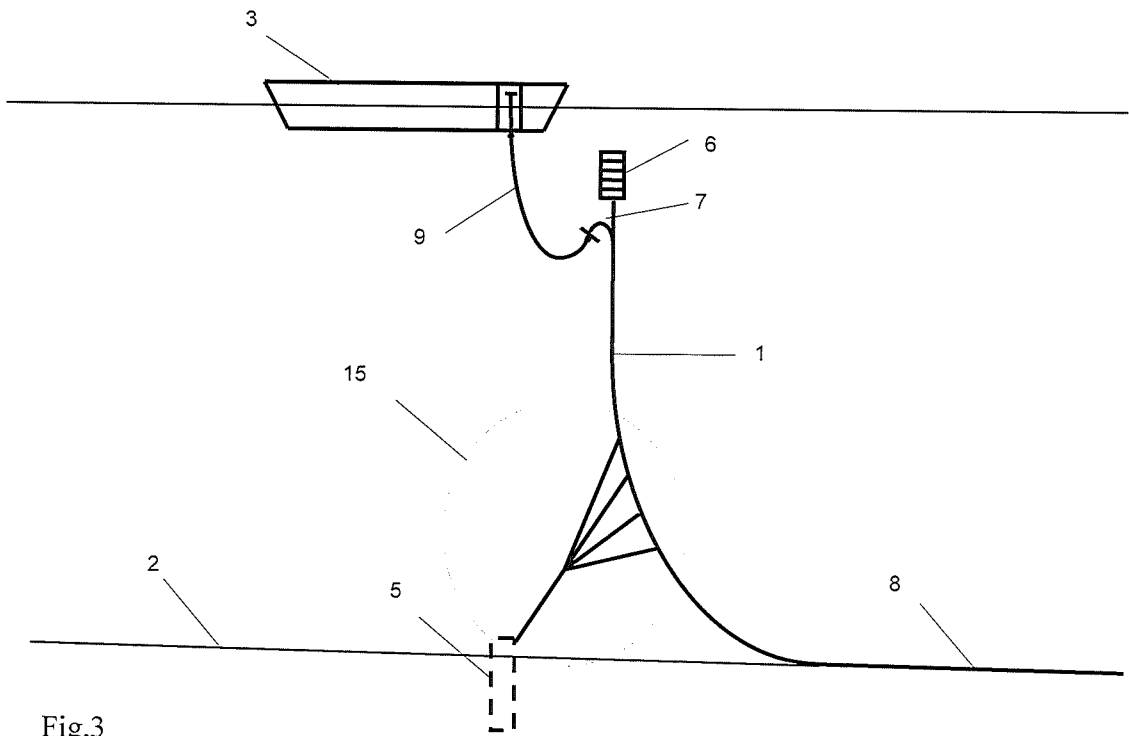


Fig.3

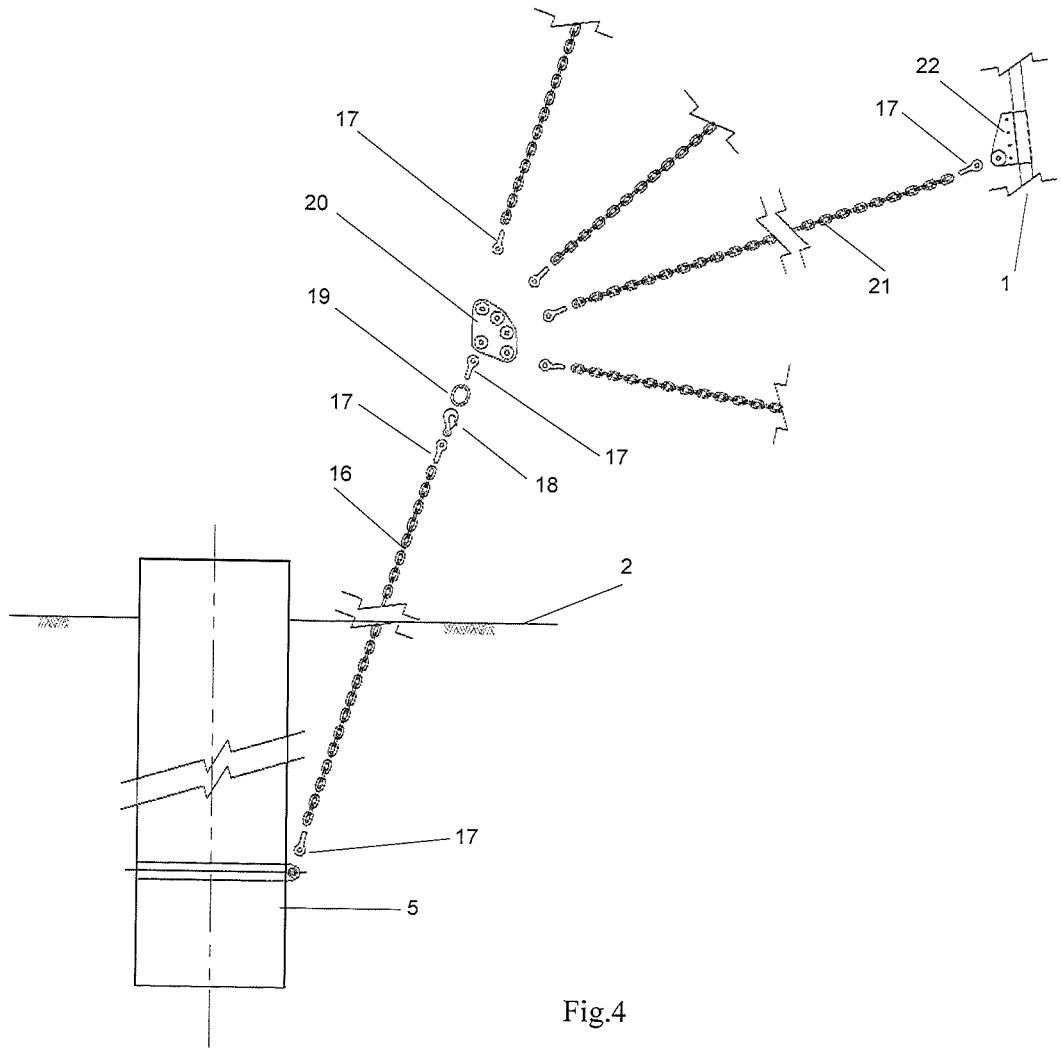


Fig.4

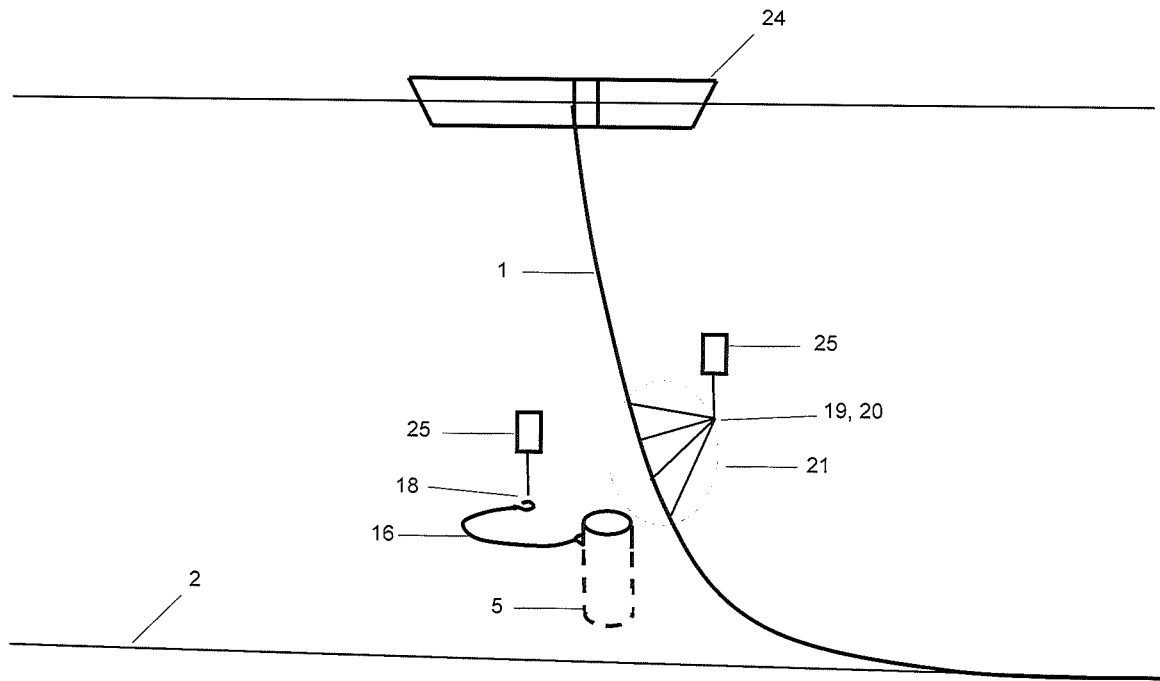


Fig.5

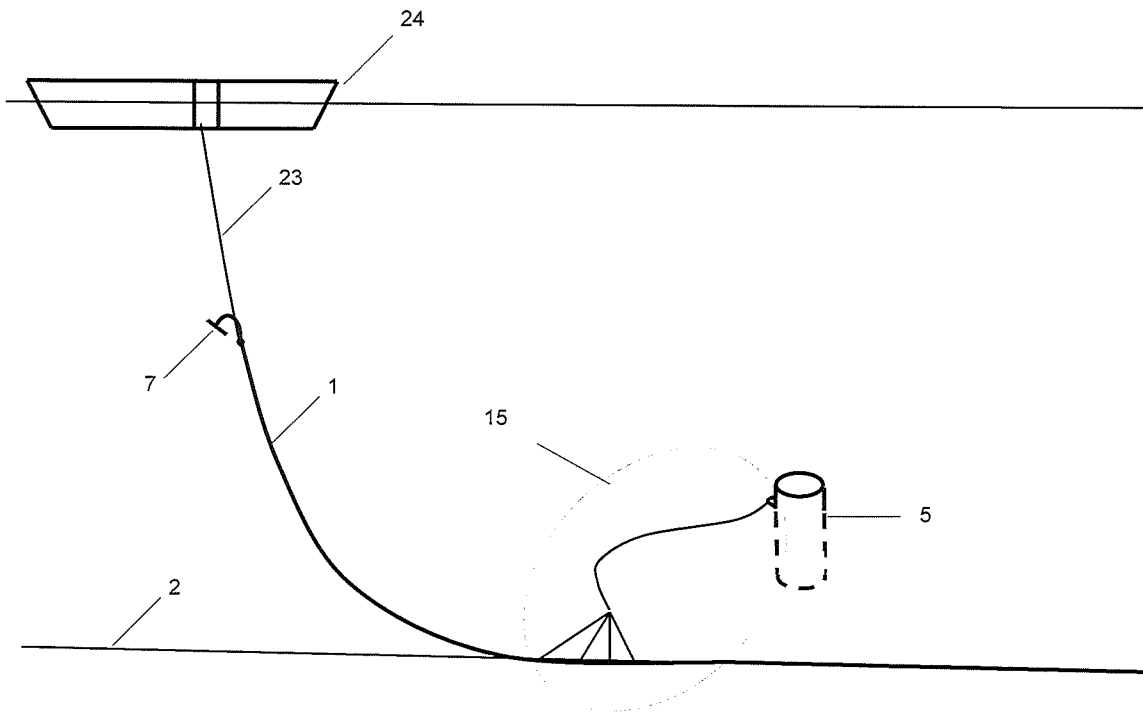


Fig.6

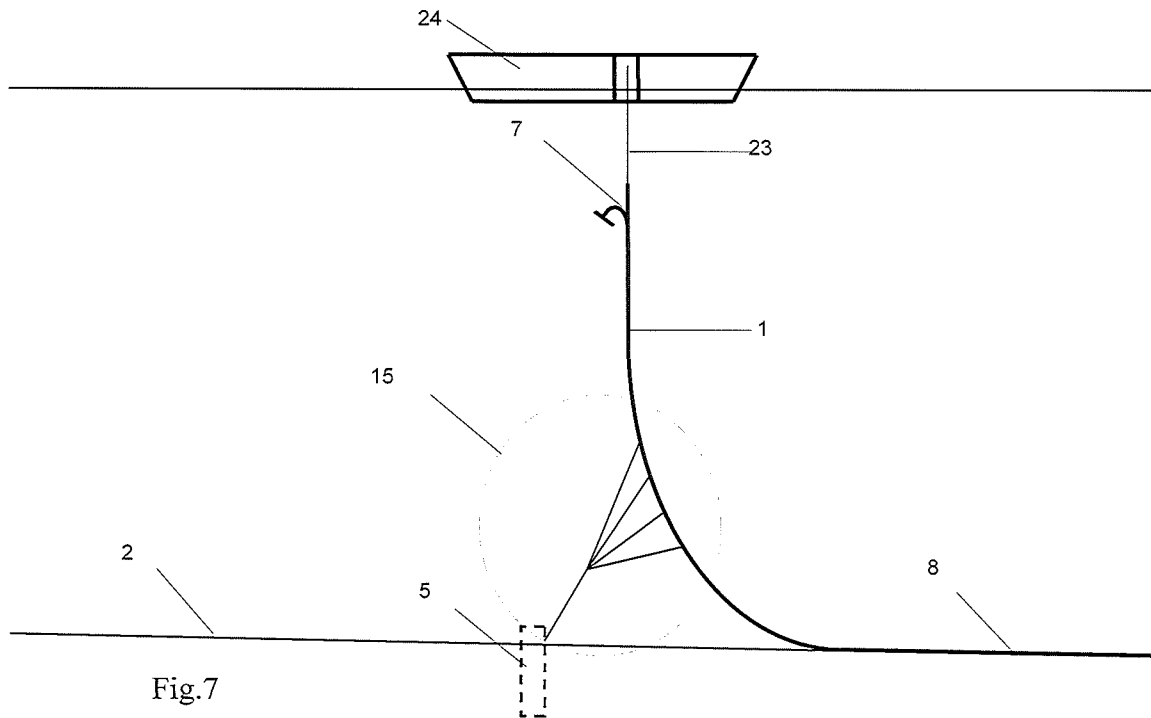


Fig.7

