



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0602675-3 B1



* B R F I D 6 0 2 6 7 5 B 1 *

(22) Data do Depósito: 14/07/2006

(45) Data de Concessão: 25/06/2019

(54) Título: EQUIPAMENTO ATENUADOR DE MOVIMENTOS DE DUTOS SUSPENSOS

(51) Int.Cl.: B63B 21/50.

(73) Titular(es): PETROLEO BRASILEIRO S. A. - PETROBRAS.

(72) Inventor(es): PEDRO LUIZ FERREIRA MENDES.

(57) Resumo: EQUIPAMENTO ATENUADOR DE MOVIMENTOS DE DUTOS SUSPENSOS A presente invenção refere-se a um equipamento (Q) destinado a reduzir a transmissão de movimentos naturais gerados por uma unidade estacionária de produção (U), do tipo offshore, para a região em que um duto dinâmico ("riser") estabelece contato com o fundo do mar (M). O objetivo acima é alcançado com a interposição do equipamento (Q) em um trecho pré-determinada da catenária formada pelo "riser" (R). Tal equipamento (Q) tem a função de cessar a transmissão da onda de compressão dinâmica sofrida pela catenária, sem ter a função de escoamento de qualquer fluido que o "riser" (R) transporta. A interligação hidráulica entre o tramo superior (T2) e o tramo inferior (T1) é realizada por meio de um duto flexível (D), normalmente conhecido pelos especialistas como "jumper" flexível. A presente invenção tem como característica a imposição de um comportamento complacente, que desacopla significativamente o movimento imposto pela unidade estacionária de produção (U) e condições do mar e correntes marinhas do movimento resultante no "riser" (R).

EQUIPAMENTO ATENUADOR DE MOVIMENTOS DE DUTOS

SUSPENSOS

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção encontra seu campo de aplicação dentre os
5 equipamentos destinados a reduzir a transmissão de movimentos naturais
gerados por uma embarcação estacionária, do tipo offshore, produtora de
petróleo para a região em que um duto dinâmico estabelece contato com o
solo marinho.

ESTADO DA TÉCNICA

10 Em sistemas marítimos de produção, o petróleo que é produzido nos
poços localizados no fundo do oceano, são transportados até uma unidade de
produção por meio de tubulações que podem ser rígidas, flexíveis, ou mesmo
uma conjugação de ambas.

15 Isso não quer dizer que tubulações análogas à que foi mencionada
acima, não sejam utilizadas para outras operações tais como: exportação de
óleo ou gás para outras unidades marítimas ou para a costa diretamente, e
injeção de água ou de gás nos poços para operações de recuperação
secundária ou de estimulação à produção.

20 Estas tubulações são conhecidas pelos versados na técnica como
"risers", os quais podem fazer a interligação entre uma unidade flutuante e
o fundo do mar em duas configurações principais: vertical e catenária. Os
"risers" rígidos em uma configuração em catenária são conhecidos pela
expressão em inglês "steel catenary riser", ou por sua abreviatura "SCR".

25 Unidades flutuantes ancoradas, como no caso de plataformas semi-
submersíveis, por mais que sejam estáveis, não deixam de sofrer influências
do próprio meio-ambiente, ora cíclico, ora mutável. Exemplos destes
movimentos ficam por conta da dinâmica das ondas na superfície marítima,
ou de ventos ou mesmo da correnteza do próprio mar.

30 Os movimentos acima sacrificam e muito as conexões dos "risers"
com a plataforma e, em casos mais graves, atingem a própria estrutura do

"riser" que pode sofrer danos que vão de uma flambagem estrutural a um colapso completo.

O problema sempre foi mais grave para "risers" rígidos, nos quais o estresse sempre foi mais agressivo. Os "risers" flexíveis, devido à sua
5 construção, minimizaram o estresse distribuindo-o para as suas camadas internas que possuem propósitos específicos.

No estado da técnica, sempre existiu a preocupação em atenuar os efeitos de uma ação, invariavelmente conjunta, de vento, onda e correnteza sobre unidades flutuantes quando ancoradas em alto mar, bem como sobre
10 as estruturas que a estas se conectam, como por exemplo, tubulações do tipo "riser".

Iniciativas neste sentido têm dado origem a concepções que vem evoluindo nas mais diversas aplicações.

São exemplos, o documento US 4,955,310, pertencente a Jack
15 Pollack e o documento US 5,839,387, pertencente a I. P. Huse A.S..

Ambos dizem respeito a sistemas de ancoragem do tipo "turret", voltados normalmente para a liberação de movimento de rotação da unidade flutuante em torno de um eixo vertical que lhe sirva de meio de conexão às
20 amarras.

As concepções descritas nestes documentos visam permitir o alinhamento natural da embarcação, uma vez ancorada, às forças ambientais, minimizando seus efeitos e propiciando, desta maneira, maior estabilidade da unidade flutuante por atenuar suas rotações em torno dos eixos horizontais, ou seja, por tender diminuir os movimentos de "roll" e "pitch".

Pode-se observar que a preocupação em melhorar os sistemas de suportaçõem chegam a detalhes construtivos específicos, como no documento
25 US 4,088,089 pertencente à Exxon Research & Engineering Co., que menciona muito particularmente uma "junta universal" na composição da inovação.

O sistema de ancoragem e transbordo mencionado no documento US
30

4,459,930, tem aplicação temporária ou de uso substancialmente intermitente e pretende reunir em um só sistema, um meio de ancoragem, um meio de encamisamento para passagem de uma tubulação flexível de produção e um meio de auto-sustentação de todo o sistema, inclusive da tubulação flexível, com um tanque de flutuação solidário próximo à linha d'água.

O sistema não parece apresentar muita flexibilidade no caso de grandes rotações, o que é facilmente compreendido já que o acoplamento é meramente temporário, característica que o tornaria inviável em águas profundas e super profundas e em circunstâncias nas quais os tempos de utilização praticamente exigissem um acoplamento não eventual, determinando com isso uma instalação fixa por assim dizer.

"Risers" em uma configuração de lançamento em catenária, também conhecidos como "SCR" (steel catenary riser), como já foi dito, têm sido largamente utilizados na produção em águas profundas.

Normalmente os "risers" apresentam duas regiões críticas. Uma delas já foi discutida acima e trata da interface entre o "riser" e a unidade flutuante de produção do tipo "FPSO" (Floating production system and offloading) ou do tipo semi-submersível. A outra está localizada na região em que o "riser" entra em contato com o solo submarino, conhecida como "touch down zone" (TDZ).

Esta "TDZ" é um elemento crítico, uma vez que é uma região de baixa tração e susceptível a uma compressão dinâmica e a efeitos de fadiga do material.

Os movimentos já referidos da unidade flutuante, gerados por ventos, ondas e correntes, transmitidos ao "riser" pelo ponto de suspensão nesta unidade, afetam o comportamento deste "riser" na "TDZ", principalmente os movimentos verticais.

A depender das características hidrodinâmicas do casco da embarcação e das ações ambientais de corrente, ondas e vento, o movimento vertical resultante pode ser bastante pronunciado e ter consequências diretas

sobre a resposta dinâmica da estrutura do "riser" na "TDZ".

As unidades flutuantes mais comuns, são as plataformas semi-submersíveis, navios adaptados do tipo "FPSO" e plataformas do tipo "SPAR".

5 Sistemas de compensação de movimentos verticais de unidades flutuantes são de utilização comum na indústria "offshore", por exemplo, em sondas de perfuração, nas quais é utilizado o sistema conhecido como "DSC" (Drill String Compensator) para controlar o peso da coluna de perfuração sobre a broca dentro do poço. M

10 Como exemplos, o documento US 4,176,722 apresenta um sistema de manuseio ativo e de tensionamento passivo em "risers" de perfuração em uma configuração vertical. O documento US 6,691,784, expõe um sistema de tensionamento individual para "risers" verticais de produção, combinado com um sistema de ajuste de posição vertical de uma grelha, na qual estão
15 conectados todos os "risers" de produção. Os "risers" têm um sistema de tensionamento individual e a grelha também, podendo atuar em conjunto ou individualmente para compensação de movimentos verticais, também conhecido pelo termo "heave". Um terceiro documento, US 6,739,395,
20 apresenta um equipamento que incorpora as funções de tensionador (compensador de "heave") e uma junta telescópica, em um "riser" de perfuração vertical.

 Outra solução em paralelo para tentar minimizar os efeitos estruturais que podem ser causados por movimentações e tensões indesejáveis em "risers" em catenária, envolve a utilização de, geralmente, um trecho de
25 tubulação flexível, normalmente com a utilização adicional de uma bóia submersa para suportação da extremidade do "riser" rígido ainda debaixo d'água e, a partir dela, um trecho de "riser" flexível até a embarcação.

 Em que pese ser uma solução bem utilizada, ainda existe toda uma complicação operacional envolvida. Um corpo de bóia, embora não chegue
30 a ser perturbada pelo movimento das ondas, como corpo de grandes

dimensões, fica muito mais sujeita à influência de correntes marinhas que causam arrastes de qualquer forma, esteja o "riser" conectado a uma embarcação ou não. A movimentação provocada pelo arraste da bóia, de qualquer forma, atinge a estrutura do "riser" no ponto em que ele toca o solo marinho (TDZ).

O resultado de uma gama de movimentações a que está submetido um "riser" no ponto de toque no solo marinho pode ser traduzido em tração para a estrutura do "riser". Essa tração também pode ser eventualmente negativa, ou seja, compressão. Essa tração negativa também acarreta danos que podem ir desde a indução de uma flambagem e fadiga, até um colapso total da estrutura do "riser".

O documento **US 2004/0057798 A1** descreve um sistema de transferência de fluidos de uma cabeça de poço para uma unidade flutuante, na qual um equipamento tensionador presente na própria unidade se encarrega de tensionar o "riser" rígido em catenária, enquanto a comunicação entre este "riser" e a unidade flutuante é realizada por um trecho de tubulação flexível ("jumper").

Como pode ser observado, em que pese uma solução que não traz, aparentemente, problemas em relação à conexão entre o "riser" em catenária e a unidade flutuante, permanecem os indesejáveis movimentos na região TDZ.

Uma outra proposta de solução encontra-se no documento **US 6,364,022 B1**. Trata-se de uma concepção de "riser" conhecido por "riser" híbrido, no qual porções determinadas da tubulação são flexíveis dando plena continuidade a outras de construção rígida. Desta forma, em regiões previamente calculadas e exatamente projetadas, o "riser" apresenta características tais que minimizam os efeitos de fadiga de material e uma certa confiabilidade na utilização naquele determinado local. No entanto, a construção deste tipo de tubulação envolve gastos enormes. Por outro lado, este tipo de tubulação parece apresentar uma especificidade não muito

apreciada operacionalmente, já que os trechos devem ser calculados para um projeto específico. Um outro ponto a ser observado é a necessidade de flutuadores ou suportes mais próximos à região TDZ de forma a tentar minimizar a movimentação da tubulação, o que implica em mais algumas dificuldades operacionais.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

O objetivo da presente invenção é um equipamento atenuador de movimentos de dutos suspensos, na forma de catenária, mais particularmente dutos dinâmicos conhecidos como "risers".

O equipamento da presente invenção tem a função de atenuar a movimentação induzida pela unidade estacionária de produção na qual esse "riser" é ligado, de forma a diminuir os esforços de tensão na região da interface deste com esta unidade estacionária de produção e, notadamente, os esforços de compressão deste "riser" na região de toque com o fundo do mar.

O objetivo acima é alcançado com a interposição do equipamento da presente invenção em um trecho pré-determinado da catenária formada pelo "riser". Tal equipamento tem a função de cessar a transmissão da onda de compressão dinâmica sofrida pela catenária, sem ter a função de escoamento de qualquer fluido que o "riser" transporta. A interligação hidráulica entre o trecho superior e o trecho inferior é realizada por meio de um duto flexível, normalmente conhecido pelos especialistas como "jumper" flexível.

A presente invenção tem como característica a imposição de um comportamento complacente, que desacopla significativamente o movimento imposto pela unidade estacionária de produção e condições do mar e correntes marinhas do movimento resultante no "riser".

Adicionalmente o equipamento se insere em um nicho de aplicação para águas profundas, notadamente na viabilização de configurações de "riser" em catenária conectados a unidades flutuantes de comportamento hidrodinâmico não otimizado, como navios convertidos em FPSO, por

A2

exemplo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

5 As características do equipamento atenuador de movimentos de dutos suspensos, objeto da presente invenção, serão melhor percebidas a partir da descrição detalhada que se fará a seguir, a mero título de exemplo, associada aos desenhos abaixo referenciados, os quais são parte integrante do presente relatório.

10 A Figura 1 mostra uma representação em plano geral de uma configuração de "riser" em catenária com um equipamento de acordo com a presente invenção instalado. 13

A Figura 2 ilustra uma primeira concretização do equipamento da presente invenção.

A Figura 3 apresenta uma segunda concretização para o equipamento da presente invenção.

15 A Figura 4 é uma representação em vista frontal em corte da concretização da Figura 3.

A Figura 5 mostra uma representação em vista frontal em corte de uma terceira concretização para o equipamento da presente invenção.

20 A Figura 6 mostra uma quarta concretização para o equipamento da presente invenção.

A Figura 7 mostra uma variante de concretização para a quarta concretização da Figura 6.

A Figura 8 mostra uma quinta concretização para o equipamento da presente invenção.

25 A Figura 9 mostra a quinta concretização da Figura 7 em uma situação de tração.

A Figura 10 ilustra uma sexta concretização para o equipamento da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

30 A descrição detalhada do equipamento atenuador de movimentos de

dutos suspensos, objeto da presente invenção, será feita de acordo com a identificação dos componentes que o formam, com base nas figuras acima descritas.

Trata a presente invenção de um equipamento, o qual tem a função de atenuar a movimentação induzida pela unidade estacionária de produção na qual esse duto é ligado, de forma a diminuir os esforços de tensão na região da interface deste "riser" com esta unidade estacionária de produção e esforços de compressão deste "riser" na região de toque com o solo marinho.

A **Figura 1** mostra uma representação em plano geral de uma configuração de "riser" em catenária com um equipamento (**Q**) de acordo com a presente invenção instalado. Pode ser observado que o equipamento (**Q**) da presente invenção localiza-se, preferencialmente, em uma região mediana entre a unidade estacionária de produção (**U**) e o fundo do mar (**M**), interligando dois tramos, um tramo inferior (**T1**) e um tramo superior (**T2**), de um "riser" (**R**).

A **Figura 2** ilustra uma primeira concretização do equipamento (**Q**) atenuador de movimentos de dutos suspensos, o qual compreende:

- um conector inferior (**1**), unido à extremidade do tramo inferior (**T1**), serve para conexão por uma saída lateral deste conector inferior (**1**), de uma extremidade de um duto flexível (**D**), que serve para transportar em seu interior o fluxo de fluido que flui no interior do tramo inferior (**T1**) e, adicionalmente, ligado à sua extremidade fechada, uma das extremidades de um elemento complacente (**E**), preferencialmente sob a forma de um cabo (**3**), preferencialmente de poliéster, análogo a um cabo de amarra, que serve como elemento absorvedor de impactos de tração e compressão;

- um conector superior (**2**), unido à extremidade do tramo superior (**T2**), serve para conexão por uma saída lateral deste conector superior (**1**), da outra extremidade do duto flexível (**D**) e, adicionalmente, ligado à sua extremidade fechada, a outra extremidade do elemento complacente (**E**).

14

Uma segunda concretização que pode ser observada com o auxílio da Figura 3, ilustra um elemento complacente (E) que compreende:

- um corpo (4) elastomérico e em forma de dupla conicidade, com os vértices apontados em direção dos conectores (1 e 2), com, pelo menos, quatro recessos (5) longitudinais substancialmente côncavos onde, para um número de quatro recessos, estes são dispostos diametralmente, que são melhor observados na Figura 4, que servem de assentamento para, pelo menos, quatro cabos (3) de poliéster e onde esse conjunto corpo (4) e cabos (3) são ligados às extremidades dos conectores (1 e 2).

10 A Figura 5 mostra uma representação de uma terceira concretização para o equipamento da presente invenção, onde se pode observar que o elemento complacente (E) é formado por um cabo (3) de poliéster, o qual tem suas fibras (3A) re-trançadas em torno de um núcleo (6) elastomérico substancialmente cilíndrico, e o conjunto cabo(3)/núcleo(6) é ligado às extremidades dos conectores (1 e 2).

15 A Figura 6 mostra uma quarta concretização para o equipamento da presente invenção, na qual pode ser observado que o elemento complacente (E) é formado por uma estrutura (7), preferencialmente tubular, metálica, substancialmente rígida, porém com capacidade para se flexionar, em uma conformação sinuosa ao longo de seu comprimento em formato da letra "S", com suas extremidades ligadas às extremidades dos conectores (1 e 2).

20 A Figura 7 mostra uma variação da quarta concretização na qual a conformação da estrutura (7) é em forma de lira, ou seja, uma porção mais central substancialmente circular que dá prosseguimento em duas porções retas nas extremidades, as quais são ligadas às extremidades dos conectores (1 e 2).

25 A Figura 8 mostra uma quinta concretização para a presente invenção na qual tanto o conector inferior (1) quanto o conector superior (2) compreendem:

30 - um primeiro flange (8) que serve para conectar o conector (1 ou 2) aos

AS

tramos (T1 ou T2) de "riser";

- um segundo flange (9) que serve para conectar o conector (1 ou 2) a uma das extremidades de um duto flexível (2);

5 - um tubo central (10), ligado ao primeiro flange (8) e ao segundo flange (9), que serve para escoar o fluxo de fluido que passa pelo interior tanto do duto flexível (2) quanto dos tramos (T1 e T2);

10 - um anel de fixação (11), equipado com, pelo menos dois braços (12) rigidamente unidos a ele, atravessado pelo tubo central (10), deslizante em relação a este último, e onde os braços (12), em disposição preferencial diametralmente oposta, servem para conexão de amarras em forma de correntes (13);

15 - um anel de absorção de choque (14), elastomérico, atravessado pelo tubo central (10), deslizante em relação a este último e localizado adiante do anel de fixação (11) na direção de atuação de cargas trativas aplicadas a este último.

A Figura 9 mostra uma situação na qual um dos conectores (1 ou 2) encontram-se em um momento de atuação de uma carga trativa repentina, onde pode ser observado o contato entre o anel de fixação (11) e o anel de absorção de choque (14).

20 A Figura 10 ilustra uma sexta concretização para o equipamento da presente invenção, onde pode ser observado que tanto o conector inferior (1) quanto o conector superior (2) compreendem:

- um primeiro flange (8) que serve para conectar o conector (1 ou 2) aos tramos (T1 ou T2) de "riser";

25 - um segundo flange (9) que serve para conectar o conector (1 ou 2) a uma das extremidades de um duto flexível (2);

- um tubo central (10), ligado ao primeiro flange (8) e ao segundo flange (9), que serve para escoar o fluxo de fluido que passa pelo interior tanto do duto flexível (2) quanto dos tramos (T1 e T2);

30 - um anel de suporte (15), equipado com, pelo menos, duas abas

complacentes (16) rigidamente fixadas ele, as quais são metálicas e apresentam uma capacidade de flexão, em disposição preferencial diametralmente oposta em relação ao anel de suporte (15), servem para conexão de amarras em forma de correntes (13), anel de suporte (15) que é rigidamente unido à região mediana do tubo central (10).

Como já foi abordado em outras partes deste relatório, o equipamento (Q) da presente invenção tem como objetivo atenuar a movimentação induzida em "risers" lançados em uma configuração em catenária.

Os esforços de compressão e tensionamento, sem o equipamento (Q) da presente invenção podem levar danos à conexão do "riser" com a unidade estacionária de produção, assim como comprimir a estrutura do "riser" na região de toque deste com o solo marinho.

O equipamento (Q) da presente invenção atenua os esforços impostos pela unidade estacionária de produção por meio do elemento complacente (E).

Na primeira concretização, o cabo (3) de poliéster flamba absorvendo a energia das cargas trativas pela própria característica construtiva e do material empregado em sua fabricação, que confere uma razoável flexibilidade e, de outra forma, atenua os esforços de compressão, ao deixar os tramos (T1 e T2) com um movimento livre mas controlado, quando encontra-se relaxado.

Na segunda concretização, quando as forças são de tração, o conjunto de quatro cabos (3) de poliéster são esticados e, imediatamente comprimem o corpo (4) elastomérico de dupla conicidade que cede relativamente a esta compressão e, por outro lado, quando a força é de compressão, os cabos (3) relaxam e a compressão é absorvida diretamente pelo corpo (4) que também está ligado aos conectores (1 e 2).

Na terceira concretização, o funcionamento é um misto da primeira e da terceira concretizações, ou seja, quando as forças são de tração, o conjunto de fibras (3A) do cabo (3) de poliéster são esticados e, imediatamente comprimem o núcleo (6) elastomérico que cede relativamente

a esta compressão e, por outro lado, quando a força é de compressão, as fibras **(3A)** relaxam e a compressão é absorvida diretamente pelo núcleo **(6)** que também está ligado aos conectores **(1 e 2)**.

5 A quarta e quinta concretizações têm funcionamento idêntico, qual seja, quando as forças são de tração, a estrutura **(7)**, por sua flexibilidade relativa, flete as regiões curvas, seja esta sinuosa ou em lira, esticando-as e, por outro lado, quando a força é de compressão, as regiões curvas se encurtam e a compressão é absorvida.

10 Na quinta concretização, quando as forças são de tração, as correntes **(13)** atuam diretamente ao anel de fixação **(11)**, ao qual estão ligadas por meio dos braços **(12)**, fazendo com que este se desloque, encoste e pressione o anel de absorção de choque **(11)** de encontro ao flange **(8 ou 9)**, anel de absorção de choque que se comprime absorvendo o choque
15 trativo e, por outro lado, quando a força é de compressão, as correntes **(13)** relaxam e o anel de fixação **(11)** fica livre para deslizar ao longo do tubo central **(10)**.

20 Na sexta concretização, quando as forças são de tração, as correntes **(13)** atuam diretamente sobre as abas complacentes **(16)**, as quais, devido às características do material metálico do qual são construídas, se flexionam absorvendo o choque trativo e, por outro lado, quando a força é de compressão, as correntes **(13)** relaxam e os tramos **(T1 e T2)** ficam em estado de liberdade controlada que interrompe qualquer transmissão de movimento.

25 A descrição que se fez até aqui do equipamento atenuador de movimentos de dutos suspensos, objeto da presente invenção, deve ser considerada apenas como possíveis concretizações, e quaisquer características particulares nelas introduzidas devem ser entendidas apenas como algo que foi descrito para facilitar a compreensão. Dessa forma, não podem de forma alguma serem consideradas como limitantes da invenção,
30 a qual está apenas limitada ao escopo das reivindicações que seguem.

REIVINDICAÇÕES

1 - Equipamento atenuador de movimentos de dutos suspensos para atenuar a movimentação induzida pela unidade estacionária de produção (U) na qual esse duto é ligado, de forma a diminuir os esforços de tensão na região da interface deste duto com esta unidade estacionária de produção (U) e esforços de compressão deste duto na região de toque com o fundo do mar (M) caracterizado por promover em uma região mediana entre a unidade estacionária de produção (U) e o fundo do mar (M), a interligação entre um tramo inferior (T1) e um tramo superior (T2) de um "riser" (R) e, adicionalmente compreender:

- um conector inferior (1), unido à extremidade do tramo inferior (T1), serve para conexão por uma saída lateral deste conector inferior (1), de uma extremidade de um duto flexível (D), que serve para transportar em seu interior o fluxo de fluido que flui no interior do tramo inferior (T1) e, adicionalmente, ligado à sua extremidade fechada, uma das extremidades de um elemento complacente (E), preferencialmente sob a forma de um cabo (3), preferencialmente de poliéster, análogo a um cabo de amarra, que serve como elemento absorvedor de impactos de tração e compressão;

- um conector superior (2), unido à extremidade do tramo superior (T2), serve para conexão por uma saída lateral deste conector superior (2), da outra extremidade do duto flexível (D) e, adicionalmente, ligado à sua extremidade fechada, a outra extremidade do elemento complacente (E).

2 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o elemento complacente (E) compreender:

- um corpo (4) elastomérico e em forma de dupla conicidade, com os vértices apontados em direção dos conectores (1 e 2), com, pelo menos, quatro recessos (5) longitudinais substancialmente côncavos, que servem de assentamento para, pelo menos, quatro cabos (3) de poliéster e onde esse conjunto corpo (4) e cabos (3) são ligados às extremidades dos conectores (1 e 2).

19

3 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o elemento complacente (E) ser formado por um cabo (3) de poliéster, o qual tem suas fibras (3A) re-trançadas em torno de um núcleo (6) elastomérico substancialmente cilíndrico, e o conjunto

5 cabo(3)/núcleo(6) ser ligado às extremidades dos conectores (1 e 2).

4 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o elemento complacente (E) ser formado por uma estrutura (7), preferencialmente tubular, metálica, substancialmente rígida, porém com capacidade para se flexionar, em uma conformação sinuosa ao

10 longo de seu comprimento em formato da letra "S", com suas extremidades ligadas às extremidades dos conectores (1 e 2).

5 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o elemento complacente (E) ser formado por uma estrutura (7) com uma porção mais central substancialmente circular que dá

15 prosseguimento em duas porções retas nas extremidades, as quais são ligadas às extremidades dos conectores (1 e 2).

6 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por tanto o conector inferior (1) quanto o conector superior (2) compreenderem:

20 - um primeiro flange (8) que serve para conectar o conector (1 ou 2) aos tramos (T1 ou T2) de "riser";

- um segundo flange (9) que serve para conectar o conector (1 ou 2) a uma das extremidades de um duto flexível (2);

25 - um tubo central (10), ligado ao primeiro flange (8) e ao segundo flange (9), que serve para escoar o fluxo de fluido que passa pelo interior tanto do duto flexível (2) quanto dos tramos (T1 e T2);

30 - um anel de fixação (11), equipado com, pelo menos dois braços (12) rigidamente unidos a ele, atravessado pelo tubo central (10), deslizante em relação a este último, e onde os braços (12), em disposição preferencial diametralmente oposta, servem para conexão de amarras em forma de

correntes (13);

- um anel de absorção de choque (14), elastomérico, atravessado pelo tubo central (10), deslizante em relação a este último e localizado adiante do anel de fixação (11) na direção de atuação de cargas trativas aplicadas a este último.

7 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por tanto o conector inferior (1) quanto o conector superior (2) compreenderem:

- um primeiro flange (8) que serve para conectar o conector (1 ou 2) aos tramos (T1 ou T2) de "riser";

- um segundo flange (9) que serve para conectar o conector (1 ou 2) a uma das extremidades de um duto flexível (2);

- um tubo central (10), ligado ao primeiro flange (8) e ao segundo flange (9), que serve para escoar o fluxo de fluido que passa pelo interior tanto do duto flexível (2) quanto dos tramos (T1 e T2);

- um anel de suporte (15), equipado com, pelo menos, duas abas complacentes (16) rigidamente fixadas nele, as quais são metálicas e apresentam uma capacidade de flexão, em disposição preferencial diametralmente oposta em relação ao anel de suporte (15), servem para conexão de amarras em forma de correntes (13), anel de suporte (15) que é rigidamente unido à região mediana do tubo central (10).

8 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o cabo (3) de poliéster flamar absorvendo a energia das cargas trativas e, de outra forma, atenuar os esforços de compressão, ao deixar os tramos (T1 e T2) com um movimento livre mas controlado, quando encontra-se relaxado.

9 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1 e 2, caracterizado por quando as forças forem de tração, o conjunto de quatro cabos (3) de poliéster serem esticados e, imediatamente comprimirem o corpo (4) elastomérico de dupla conicidade que cede relativamente a esta

21

compressão e, por outro lado, quando a força for de compressão, os cabos (3) relaxarem e a compressão ser absorvida diretamente pelo corpo (4) que também está ligado aos conectores (1 e 2).

10 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1 e 3, caracterizado por quando as forças forem de tração, o conjunto de fibras (3A) do cabo (3) de poliéster serem esticados e, imediatamente comprimirem o núcleo (6) elastomérico que cede relativamente a esta compressão e, por outro lado, quando a força for de compressão, as fibras (3A) relaxarem e a compressão ser absorvida diretamente pelo núcleo (6) que também está ligado aos conectores (1 e 2).

11 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1, 4 e 5, caracterizado por quando as forças forem de tração, a estrutura (7), por sua flexibilidade relativa, fletir as regiões curvas, seja esta sinuosa ou em lira, esticando-as e, por outro lado, quando a força for de compressão, as regiões curvas se encurtarem e a compressão ser absorvida.

12 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1 e 6, caracterizado por quando as forças forem de tração, as correntes (13) atuarem diretamente ao anel de fixação (11), fazer com que este se desloque, encoste e pressione o anel de absorção de choque (11) de encontro ao flange (8 ou 9), o anel de absorção de choque que se comprimir e absorver o choque trativo e, por outro lado, quando a força for de compressão, as correntes (13) relaxarem e o anel de fixação (11) ficar livre para deslizar ao longo do tubo central (10).

13 - Equipamento atenuador de movimentos de acordo com a reivindicação 1 e 7, caracterizado por quando as forças são de tração, as correntes (13) atuarem diretamente sobre as abas complacentes (16), as quais se flexionam absorvendo o choque trativo e, por outro lado, quando a força for de compressão, as correntes (13) relaxarem e os tramos (T1 e T2) ficarem em estado de liberdade controlada.

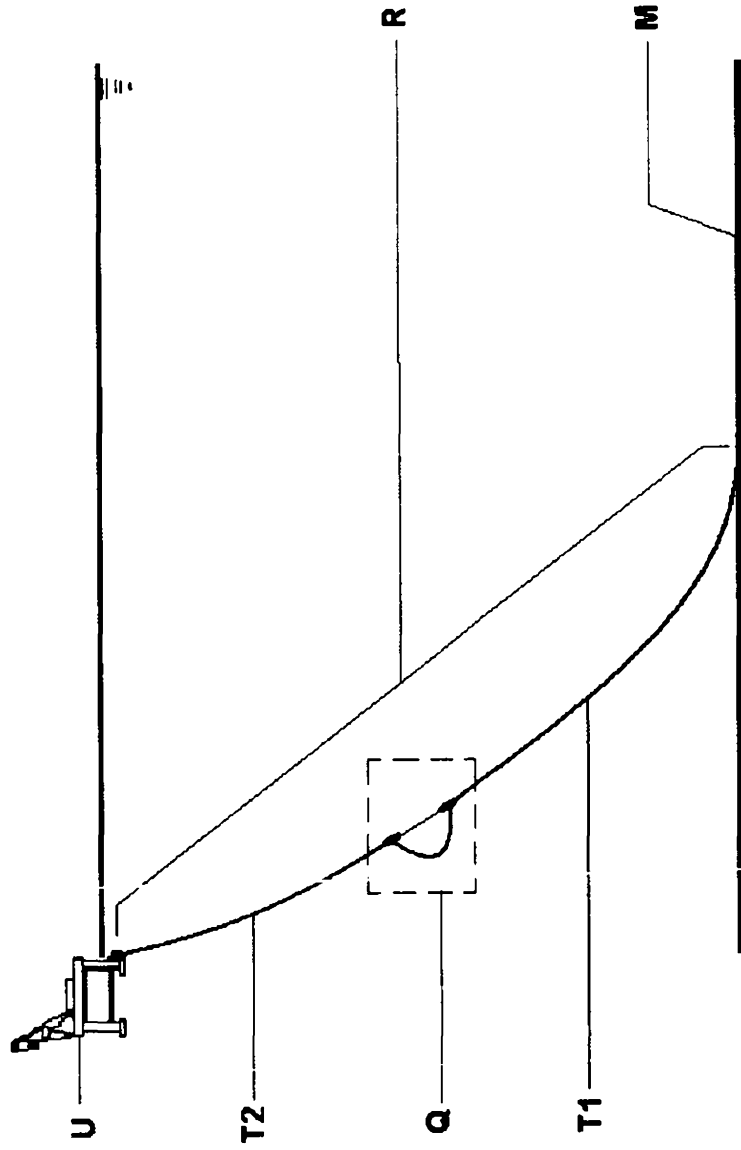
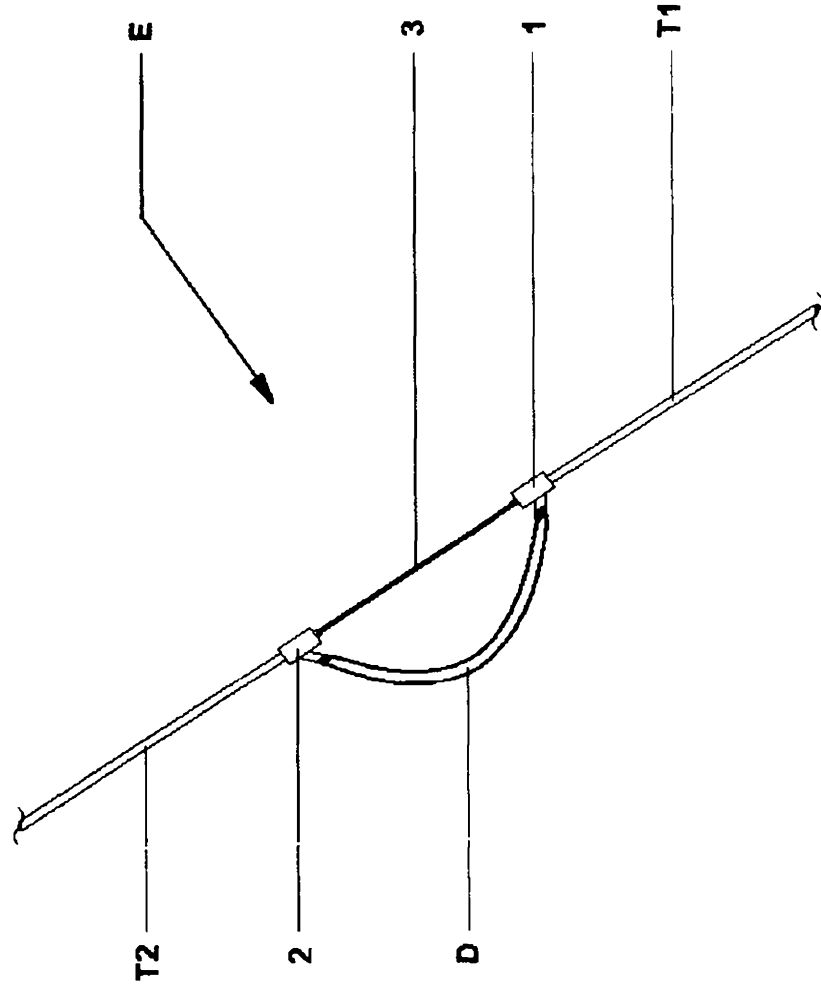


FIGURA 1

23



24

FIGURA 2

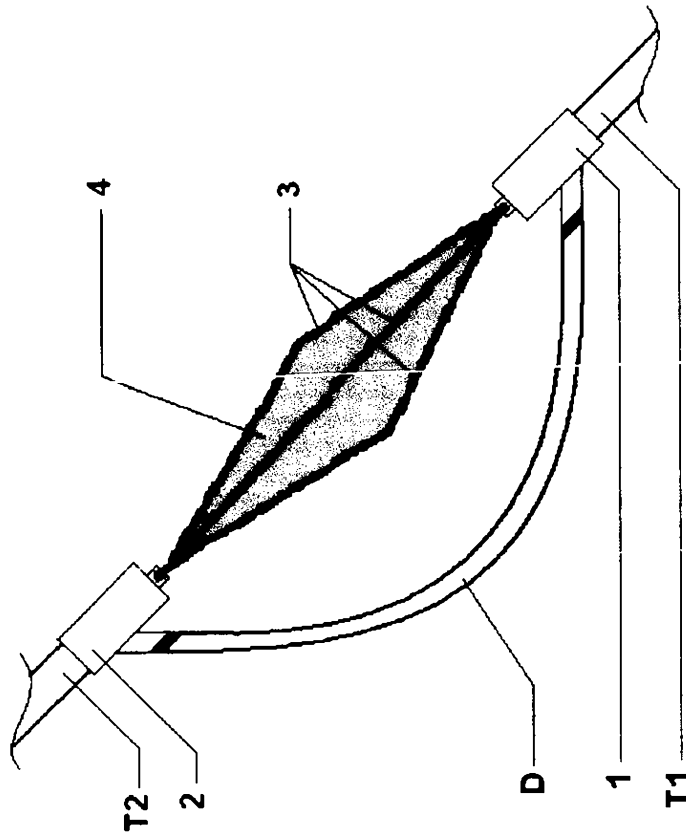


FIGURA 3

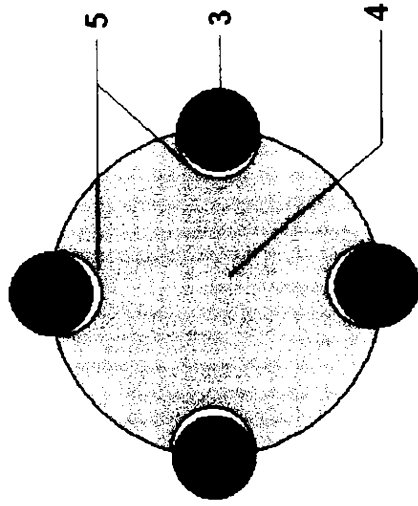


FIGURA 4

25

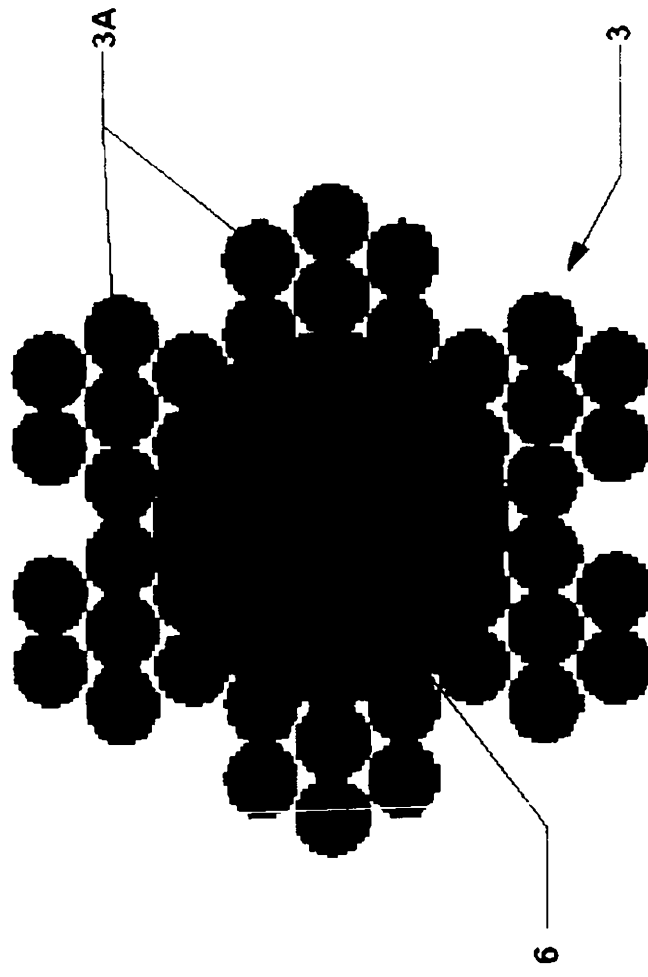


FIGURA 5

26

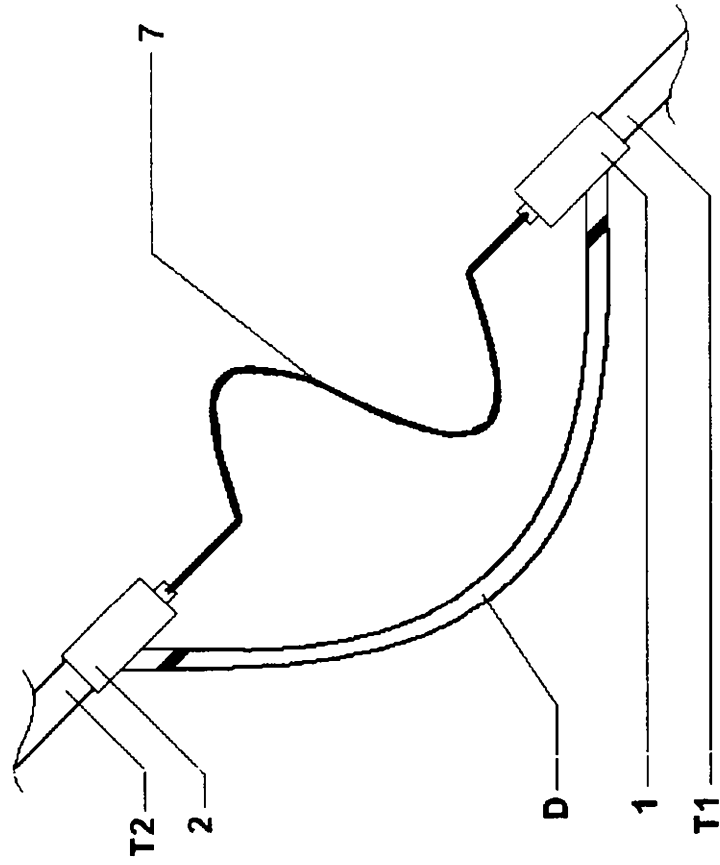


FIGURA 6

Fig

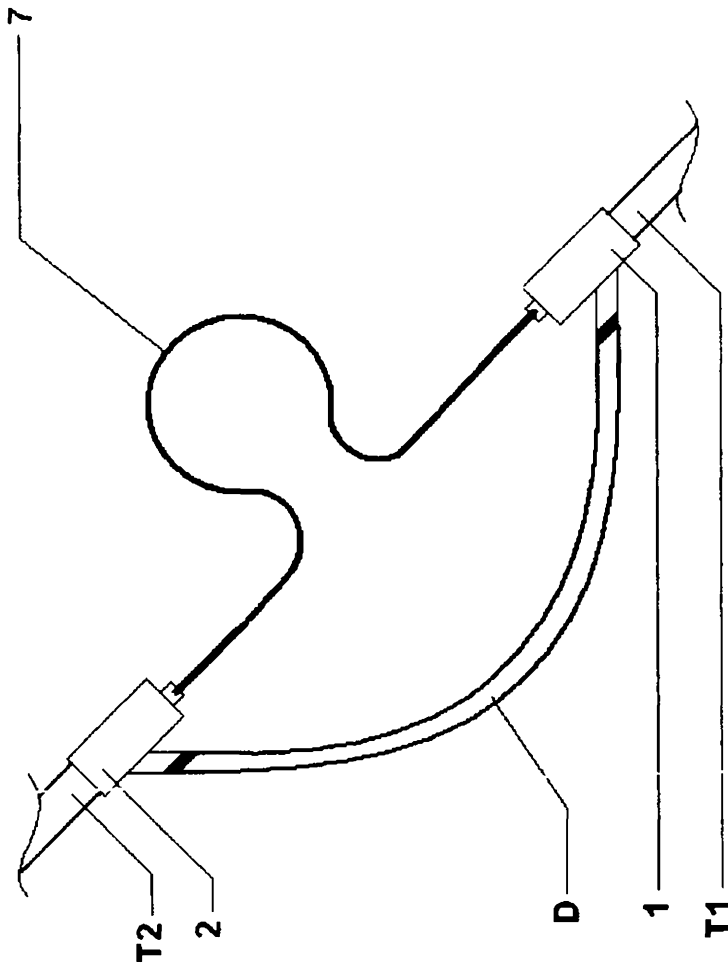


FIGURA 7

98

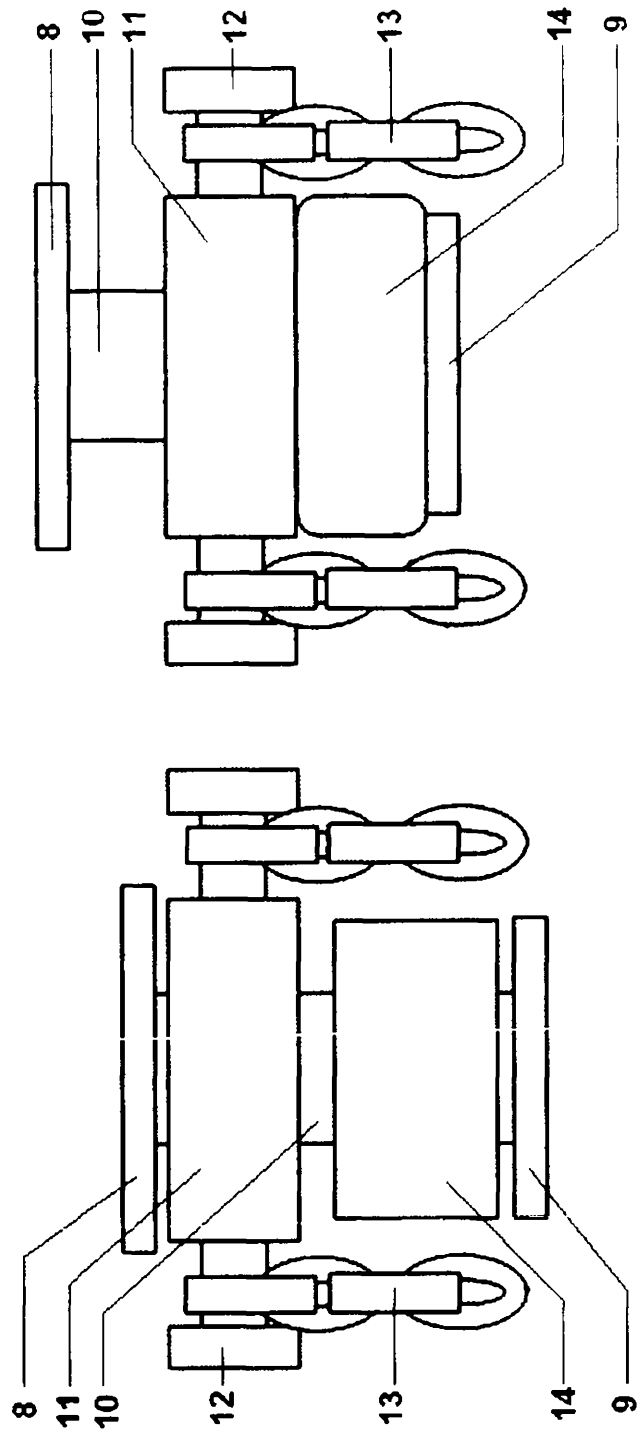


FIGURA 9

FIGURA 8

29

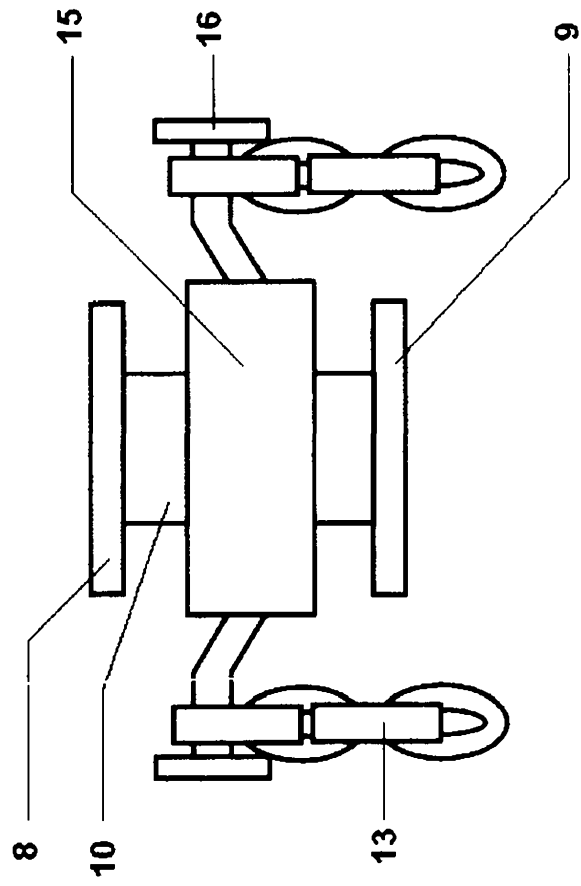


FIGURA 10

30