



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

(21) **PI 1104318-0 A2**

(22) Data de Depósito: 19/10/2011
(43) Data da Publicação: 05/03/2013
(RPI 2200)



(51) *Int.Cl.:*
E02B 17/00

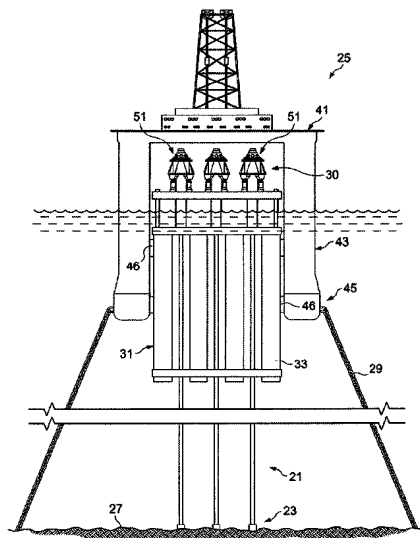
(54) Título: SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RISER E MÉTODO PARA MANTER UMA FAIXA SELECIONADA DE TENSÃO EM UMA PLURALIDADE DE RISERS

(30) Prioridade Unionista: 21/10/2010 US 12/909,722

(73) Titular(es): VETCO GRAY, INC

(72) Inventor(es): FIFE B. ELLIS, JOE PALLINI

(57) Resumo: SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RISER E MÉTODO PARA MANTER UMA FAIXA SELECIONADA DE TENSÃO EM UMA PLURALIDADE DE RISERS. Tratam-se de sistemas, aparelho e métodos de gerenciamento de riser (30) para manter uma faixa selecionada de tensão em uma pluralidade de risers(21) estendendo-se entre um equipamento de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante (25). Um sistema de gerenciamento de riser (30) pode incluir uma plataforma de tanque monoflutuante (31) acoplada de modo operável a uma pluralidade de risers (21) estendendo-se entre um equipamento de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante amarrada (25), e uma pluralidade de unidades de tensor (51) em que cada uma está conectada a uma parte superior de um dos risers (21) separado para fornecer tensão a cada um dos risers (21). A plataforma de tanque monoflutuante (31) pode fornecer tensão suficiente a cada um dos risers (21) suficiente para compensar um deslocamento vertical relativo entre os risers (21) e a embarcação (25) devido ao movimento da embarcação, que geralmente afeta cada um dos risers (21) de modo igual, dentro do tolerado, enquanto as unidades de tensor (51) podem fornecer tensão simultaneamente para compensar um ou mais fatores adicionais que podem afetar cada riser (21) de modo diferente.



**“SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE *RISER* E MÉTODO PARA MANTER
UMA FAIXA SELECIONADA DE TENSÃO EM UMA PLURALIDADE DE
RISERS”**

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5

CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção refere-se ao tensionamento de *risers* marinhos do fundo do mar para embarcação. Mais particularmente, esta invenção refere-se ao tensionamento dos *risers* marinhos com uma pluralidade de unidades de tensão em combinação com uma plataforma de tanque de flutuação desacoplada.

10

DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS RELACIONADAS

Um problema apresentado pelas operações de perfuração e produção de hidrocarbonetos em alto mar, realizadas a partir de uma plataforma flutuante, é a necessidade de estabelecer uma via de fluido vedada entre cada furo ou poço no fundo do oceano e o convés da plataforma na superfície do oceano. Um *riser* fornece tipicamente esta via de fluido vedada. Em operações de perfuração, a coluna de perfuração estende-se através de um *riser* de perfuração que serve para proteger a coluna de perfuração e para fornecer uma via de retorno fora da coluna de perfuração para fluidos de perfuração. Nas operações de produção, uma pluralidade de *risers* é usada para fornecer uma via para a transmissão de hidrocarbonetos ou de outro fluido de produção de poços múltiplos para o convés.

15

20

Cada *riser* é projetado tipicamente de forma ascendente através de uma abertura chamada de piscina na embarcação para equipamentos de trabalho e ligações próximas de um piso operacional na embarcação. Um tubo ascendente operando na embarcação flutuante em lâminas d'água superiores a cerca de 200 pés (34,72 metros) pode vergar sob a influência de seu próprio peso e o peso do fluido de perfuração contido no *riser*, se não for parcialmente

25

ou totalmente sustentado. Para plataformas flutuantes, os *risers* devem ser tensionados para manter cada *riser* dentro de uma gama de tensões de operação seguras conforme o convés de trabalho se move em relação à parte superior do *riser*. Se fosse permitido que uma parte do *riser* entrasse em compressão, ele poderia ser danificado pelo vergamento ou curvatura e colisão com *risers* adjacentes. Também é necessário garantir que o *riser* não seja tensionado demais quando o casco da embarcação se mover numa posição lateral ou vertical extrema, como, por exemplo, sob condições extremas de ondas ou quando as correntes oceânicas exercerem uma carga lateral significativa no *riser*.

Existem dois tipos principais de sistemas de tensão: aqueles que usam tensores de longo curso montados no topo (cilindros hidráulicos, pneumáticos ou hidra-pneumáticos ligados entre o topo do *riser* e do casco da embarcação) e aqueles que usam tensores de tanque de flutuação (dispositivos de flutuação ligados à parte superior de cada *riser*). A função de sistemas de tensão montados no topo pode ser tanto passiva quanto ativa. Os sistemas de tensão montados no topo passivos incluem tensores de longo curso que utilizam cilindros com curso tipicamente entre 15 e 30 pés (2,604 e 3,472 metros), a fim de compensar o movimento esperado devido a operações em águas profundas. Os sistemas de tensão montados no topo ativos ainda incluem um sistema de controle que ajusta ativamente a pressão hidráulica de cada cilindro tensor de longo curso para manter uma tensão relativamente constante em seu *riser* associado. Tanto para os sistemas de tensão montados no topo passivos quanto ativos, movimentos abruptos verticais e laterais do casco da embarcação são compensados pelo curso do tensor. Os sistemas de tensão de tanques de flutuação, por outro lado, funcionam ligando tanques de flutuação, tanto individualmente quanto coletivamente, ao topo de cada *riser* em um local abaixo da linha da água para manter uma tensão relativamente

constante, com movimentos abruptos laterais e verticais do casco da embarcação que são compensados permitindo que o tanque de flutuação e/ou o *riser* deslize para cima ou para baixo nos suportes guia que se estendem através do casco.

5 Um dos problemas relacionados às plataformas de alto mar que operam em águas profundas e ultraprofundas (5000 a 10000 + pés de lâmina d'água) é a quantidade ou o grau de deslocamento lateral que está associado à plataforma. O deslocamento lateral, que resulta em um diferencial vertical entre o *riser* e a embarcação, é controlado essencialmente pelo tipo de plataforma e sistema de amarração que é utilizado. Conforme as lâminas d'água tornam-se
10 mais profundas, entretanto, independentemente da plataforma usada, os deslocamentos laterais aumentam. Com plataformas flutuantes de produção como as SPAR, que tipicamente empregam um sistema tensionado no topo de tensores de longo curso, este deslocamento lateral conduz as exigências de curso total do sistema de tensão. Como resultado, as exigências de curso
15 podem ultrapassar facilmente 25 a 30 pés (4,34 a 5,208 metros) e, em sistemas de tensão ativa, exigem ativamente o ajuste de pressão hidráulica para aumentar a pressão nos cilindros de tensão necessários para manter tensão suficiente no *riser* durante uma arfagem da embarcação para baixo e
20 reduzir a pressão nos tensores para evitar a aplicação de tensão excessiva aos *risers* durante a arfagem da embarcação para cima.

Como tal, os inventores reconheceram que as condições associadas a águas profundas e ultraprofundas inevitavelmente resultam em um sistema de tensão composto de cilindros múltiplos, tipicamente acima de 25
25 pés (3,34 metros) de comprimento e capaz de alcançar os 25 a 30 pés (4,34 a 5,208 metros) exigidos, juntamente com as exigências de espaço significativo dentro da embarcação e/ou uma armação ou convés de suporte adicional para sustentar a parte sem curso dos cilindros do tensor, o que pode aumentar

muito o custo do navio acomodar o curso de 25 a 30 pés (4,34 a 5,208 metros). Por analogia, pode-se equiparar a ter que construir uma casa com portas e tetos de 25 pés (4,34 metros) de altura em todos os cômodos da casa para acomodar a parte de curso dos cilindros dos tensores, em vez de um andar
5 único normal com porta de seis ou oito pés (1,0416 ou 1,388 metro). Além disso, sistemas de tensão ativos podem exigir um controle computadorizado e um sistema de retroalimentação e acumuladores adicionais, bombas de gás, sensores de pressão etc. Estes tensores de longo curso podem acrescentar peso extra significativo ao casco que suporta a plataforma de produção e pode
10 aumentar consideravelmente os custos do sistema de gerenciamento de *riser*. Visto que a exploração leva a indústria para áreas onde há condições ambientais e operacionais, prevê-se que haverá cada vez mais casos em que as condições excederão as capacidades de curso atuais de sistemas de tensão montados no topo de longo curso, que podem levar a custos ainda mais
15 elevados.

Projetos alternativos para os sistemas de tensão montados no topo de longo curso têm sido empregados para resolver as exigências de curso totais. Tais alternativas incluem o emprego de um sistema de tanques de flutuação múltiplos, descrito previamente, que inclui um grupo de tanques de
20 flutuação individuais ligados separadamente a um grupo correspondente de *risers* individuais. Tais sistemas, entretanto, têm algumas desvantagens significativas. Tais desvantagens incluem complexidade de instalação, resistência questionável a tempestades, questões adere-desliza sick-slip issues (por exemplo, devido ao contato com as paredes laterais dos suportes guia ou
25 colunas) e limitações de força de flutuação (por exemplo, resultante de uma compensação entre o tamanho dos tanques de flutuação individuais, o número de tanques e *risers* suportáveis pelo casco e o tamanho do casco). Ou seja, para um casco de um dado tamanho, quanto maior o tanque, menor o número

de *risers* suportáveis pela embarcação. Do mesmo modo, para um dado número de *risers*, quanto maiores os tanques, maior o casco deve ser para suportar os *risers*, e maiores os gastos de construção, manutenção e operação da embarcação.

5 Outro projeto de plataforma alternativa que resolve alguns destes problemas utiliza uma abordagem de plataforma “desacoplada”. Exemplos deste projeto de plataforma alternativa incluem os sistemas de suporte de *riser* descritos, por exemplo, na Patente Nº US 7.537.416 e na Publicação de Patente Nº US 2009/009545, as quais se encontram integralmente
10 incorporadas na presente invenção a título de referência. Em essência, para empregar tal abordagem “desacoplada”, *risers* de produção múltiplos são ligados de modo inamovível a um monotanque de ar grande, comum, de tal forma que os *risers* se estendem através do espaço intersticial entre as células de tanque de ar, dissociando, assim, os *risers* de produção do casco. Nesta
15 abordagem de projeto, a estrutura do casco está contida lateralmente e está amarrada e separada independentemente da plataforma de tanque monoflutuante de modo a permitir que a plataforma de tanque monoflutuante e os *risers* deslizem para cima e para baixo no suporte guia que se estende através do casco. Ou seja, esta abordagem de projeto emprega a montagem
20 de monotanque em substituição aos tensores de longo curso para compensar o deslocamento lateral.

Os inventores reconheceram, entretanto, que enquanto a maioria das exigências de curso total de um *riser* está diretamente relacionada ao deslocamento da embarcação, que geralmente afeta cada
25 *riser* de um grupo de *risers* da mesma maneira e nível e, assim, pode-se compensar com a utilização de uma plataforma de tanque de flutuação única, uma pequena porcentagem das exigências de curso são resultado de fatores que podem afetar cada *riser* separado do grupo de *risers* de

uma maneira diferente ou, pelo menos, a um nível diferente. Estes fatores podem incluir, por exemplo, uma alteração no comprimento inicial do *riser*, no peso inicial do *riser*, na pré-tensão inicial do *riser*, aumento térmico, cabeça de poço submarina e distância espacial da árvore de natal de superfície e diferenciais de pressão entre *risers*, que não se pode compensar prontamente uma plataforma de tanque de flutuação desacoplada única. Assim, reconhece-se que, embora o sistema de plataforma desacoplada de monotanque de flutuação (de *riser* múltiplo) é um aprimoramento em relação à abordagem de plataforma de tanque de flutuação (de *riser* único), o sistema de plataforma (desacoplada) de monotanque de flutuação ainda está aquém da substituição de sistemas de tensão montados no topo de longo curso, já que ele não resolve estas “pequenas” mas consideráveis porcentagens de exigências de curso. Reconhece-se ainda que, como resultado, é esperado que tal sistema cause variações grandes de tensão entre os *risers* que são presos pela plataforma de tanque monoflutuante, já que se assume que variações ambientais e operacionais têm efeito igual em cada *riser* do grupo de *risers*, o que pode, em resultado, pelo menos reduzir a vida útil de um ou mais *risers* se, em última instância, não resultar em uma falha catastrófica de um ou mais *risers*.

Deste modo, os inventores ainda reconheceram a necessidade de um sistema de tensão de *riser*, que pode compensar tanto o deslocamento lateral quanto fatores adicionais, como aumento térmico, cabeça de poço submarina e distância espacial da árvore de natal de superfície e diferenciais de pressão entre *risers*, dentre outros, sem a necessidade de tensores de longo curso ou, mais significativamente, os custos associados ao sistema de gerenciamento de *riser* e a embarcação associada com a acomodação de suas exigências de tamanho significativo.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

Em vista do exposto, várias realizações da presente invenção fornecem de modo vantajoso um sistema de tensão de *riser* que pode compensar adequadamente tanto o deslocamento lateral quanto fatores
5 adicionais como aumento térmico, cabeça de poço submarina e distância espacial da árvore de natal de superfície e diferenciais de pressão entre *risers*, dentre outros, sem a necessidade de modificações da embarcação necessárias para acomodar unidades de tensor de longo curso ou o peso adicional associado ou custos adicionais associados. Além disso, várias realizações da
10 presente invenção podem resolver de modo vantajoso os problemas associados com variações de curso na configuração da plataforma de monotanque “desacoplada”, por meio do uso de uma série de unidades de tensor de curto curso posicionadas no topo da plataforma de tanque monoflutuante, que fornecem uma solução de sistema de tensão de custo
15 muito mais baixo do que aquele tipicamente usado em plataformas convencionais SPAR ou semisubmersíveis. De modo vantajoso, de acordo com certa configuração ou configurações, a variação de curso entre *risers* individuais ligados à plataforma de tanque monoflutuante pode ser operada por cada unidade de tensor individual enquanto as exigências de tensão devido ao
20 deslocamento do casco podem ser operadas principalmente pela plataforma de monotanque. Como resultado, a variação na tensão de *riser* pode ser mantida quase constante, ou pelo menos numa gama de valores, para variações de pressão, aumento térmico e as diferentes condições de operação que afetam cada *riser* individual separadamente. Além disso, como resultado da aplicação
25 de uma combinação de unidades de tensor de curto curso com uma plataforma de tanque monoflutuante, mesmo com uma capacidade menor de curso, várias realizações da presente invenção podem funcionar adequadamente com um volume de gás fixo e não exige compensação ativa. Além disso, como resultado

da aplicação de uma combinação de unidades de tensor de curto curso com uma plataforma de tanque monoflutuante, várias realizações dos tensores de curto curso podem usar um volume pequeno ou nulo de gás para funcionar efetivamente como um dispositivo de regulação de comprimento/carga.

5 Especificamente, de acordo com uma realização da presente invenção, um sistema de gerenciamento de *riser* pode incluir uma plataforma de tanque monoflutuante acoplada de modo operável a uma pluralidade de *risers*, que se estende entre equipamentos de poço submarino e uma embarcação amarrada flutuante e configurada para estar pelo menos
10 parcialmente submersa e uma pluralidade de unidades de tensor, cada uma conectada a uma parte superior de uma parte separada de uma pluralidade de *risers* para fornecer tensão a cada um dos *risers* de uma pluralidade. De modo vantajoso, a plataforma de tanque monoflutuante, acoplada de forma operável à pluralidade de *risers* através da pluralidade de unidades de tensor e
15 desacoplada de modo operável do movimento da embarcação flutuante, pode fornecer tensão suficiente a cada um dos *risers* de uma pluralidade para compensar o movimento vertical relativo entre os *risers* e a embarcação devido ao movimento tipicamente lateral da embarcação. Este “deslocamento vertical” geralmente afeta cada um dos *risers* de modo igual, dentro tolerado, enquanto
20 as unidades de tensor podem fornecer tensão simultaneamente para compensar um ou mais fatores adicionais, que podem afetar cada *riser* de modo diferente – resultando em exigências de tensão diferencial entre os *risers*.

De acordo com uma configuração exemplificativa, a plataforma de
25 tanque de flutuação pode incluir uma pluralidade de tanques de flutuação. Cada um dos tanques de flutuação de uma pluralidade está acoplado em conjunto, de modo operável, para formar a plataforma de tanque monoflutuante configurada para estar pelo menos parcialmente submersa e posicionada para

fornecer tensão coletivamente, em vez de individualmente, para cada um dos *risers* suficiente para compensar um deslocamento vertical entre os *risers* e a embarcação flutuante. Da mesma forma, cada uma das unidades de tensor de uma pluralidade inclui uma pluralidade de cilindros que têm uma extremidade superior ou pistão acoplada de modo operável a um conector de *riser* para cada um dos respectivos *risers* e uma extremidade inferior acoplada de modo operável à plataforma de tanque monoflutuante. Cada um dos cilindros para a unidade de tensor respectiva pode funcionar coletivamente para fornecer tensão para o *riser* para compensar um ou mais fatores adicionais que não sejam/além do deslocamento vertical com a embarcação. Além disso, de acordo com a configuração exemplificativa, cada um dos *risers*, por exemplo, através de um conector de *riser*, estende-se através do espaço intersticial entre a pluralidade de tanques de flutuação da plataforma de tanque monoflutuante. De acordo com esta configuração, os *risers*, embora acoplados de modo operável à respectiva pluralidade de unidades de tensor, devido à fixação das unidades de tensor à plataforma de tanque de flutuação, de modo vantajoso, os *risers* estão desacoplados de modo operável do movimento da embarcação flutuante através do acoplamento com a plataforma de tanque monoflutuante.

Uma realização da presente invenção também inclui métodos para a manutenção de uma gama selecionada de tensão em uma pluralidade de *risers* que se estendem entre equipamentos de poço submarino e uma embarcação flutuante amarrada. O método pode incluir o acoplamento de uma pluralidade de *risers* a uma pluralidade correspondente de unidades de tensor configuradas para ajustar o comprimento de curso em resposta ao movimento do *riser* respectivo em relação a uma plataforma de tanque monoflutuante desacoplada da embarcação de modo a permitir o movimento da embarcação relativo a uma posição da plataforma de tanque de flutuação; acoplamento da

pluralidade de unidades de tensor à plataforma de tanque monoflutuante adaptada para manter tensão na pluralidade de *risers* com certa gama de valores de tensão; e a manutenção da tensão aplicada a cada um dos *risers* de uma pluralidade, em que a tensão é aplicada pela combinação da pluralidade
5 de unidades de tensor e da plataforma de tanque monoflutuante, simultaneamente, em resposta a uma alteração no deslocamento vertical junto com uma alteração em um ou mais fatores para, deste modo, dar conta tanto do deslocamento lateral quanto dos fatores adicionais.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 Para que a maneira pela qual as características e vantagens da invenção, bem como outras que tornar-se-ão aparentes, possam ser entendidas com mais detalhes, uma descrição mais particular da invenção resumida acima pode ser tomada como referência para as realizações da
15 mesma, que estão ilustradas nos desenhos anexados, os quais formam uma parte desta especificação. Deve-se observar, entretanto, que os desenhos apenas ilustram várias realizações da invenção e, portanto, não devem ser considerados como limitantes do escopo da invenção, uma vez que outras realizações também podem ser incluídas.

A figura 1 é uma vista em perspectiva de um sistema de
20 gerenciamento de *riser* para manter uma gama selecionada de tensão em uma pluralidade de *risers*, que se estendem entre o equipamento de poço submarino e uma embarcação flutuante, de acordo com uma realização da presente invenção;

A figura 2 é uma vista em perspectiva ampliada de uma
25 pluralidade de unidades de tensor de curto curso do sistema de gerenciamento de *riser* da figura 1, cada qual tem uma pluralidade de cilindros, posicionados no topo de uma superfície superior de uma plataforma de tanque monoflutuante e ligados a uma pluralidade correspondente de *risers* em uma pluralidade de

cursos diferentes e sustentados por uma armação de suporte superior, de acordo com uma realização da presente invenção;

A figura 3 é uma vista em perspectiva ampliada de uma unidade de tensor de curto curso única da figura 2, ligada a um *riser* único e mostrada
5 com cada um de seus cilindros em uma posição retraída, de acordo com uma realização da presente invenção;

A figura 4 é uma vista em perspectiva ampliada de uma unidade de tensor de curto curso da figura 3, ligada a um *riser* único e inserida em uma armação de suporte, de acordo com uma realização da presente
10 invenção;

A figura 5 é uma vista em perspectiva ampliada de uma unidade de tensor de curto curso da figura 3, ligada a um *riser* único e que se estende através de uma armação de suporte, de acordo com uma realização da presente invenção;

15 A figura 6 é uma vista em perspectiva ampliada de uma unidade de tensor de curto curso da figura 3, ligada a um *riser* único e que se estende através de uma armação de suporte superior de um tanque de flutuação, de acordo com uma realização da presente invenção;

A figura 7 é uma vista em perspectiva ampliada de uma unidade de tensor de curto curso da figura 3, ligada a um *riser* único e que repousa sobre uma superfície de uma armação de suporte, de acordo com uma
20 realização da presente invenção;

A figura 8 é uma vista em perspectiva ampliada de um cilindro para uma unidade de tensor de curto curso da figura 3, mostrada em uma
25 posição estendida, de acordo com uma realização da presente invenção;

A figura 9 é um esquema de um exemplo de cilindro para uma unidade de tensor de curto curso da figura 8, de acordo com uma realização da presente invenção;

A figura 10 é o esquema de um diagrama de fluxo de um método para manter a faixa de tensão em uma pluralidade de *risers* que se estende entre o equipamento de poço submarino e uma embarcação flutuante, de acordo com uma realização da presente invenção.

5

DESCRIÇÃO DETALHADA

A presente invenção será descrita agora em mais detalhes adiante, com referência aos desenhos anexados, que ilustram realizações da invenção. Esta invenção pode, entretanto, ser incorporada de muitas formas diferentes e não deve ser interpretada como limitada às realizações ilustradas aqui estabelecidas. Em vez disso, estas realizações são fornecidas para que esta descrição seja minuciosa e completa, e transmitirá totalmente o escopo da invenção para aqueles versados na técnica. Números equivalentes referem-se a elementos equivalentes do início ao fim. Notação primária, se for usada, indica elementos similares em realizações alternativas.

15

Como mostrado nas figuras 1 a 10, várias realizações da presente invenção empregam e/ou implementam um ou mais dos princípios descritos acima de uma maneira nova e única, a fim de manter um gama selecionada de tensão em uma pluralidade de *risers* 21, que se estende entre o equipamento de poço submarino 23 e uma embarcação flutuante 25, tal como, por exemplo, uma plataforma convencional SPAR, TLP ou semisubmersível.

20

A figura 1 ilustra uma vista ambiental de equipamento de poço submarino 23, posicionado em uma superfície de um piso submarino 27, conectado à estrutura do casco da embarcação flutuante 25, que está restrita lateralmente e amarrada de modo independente por uma pluralidade de cabos 29, por exemplo. A figura 1 também ilustra um sistema de gerenciamento de *riser* 30 para manter uma gama selecionada de tensão entre os *risers* 21, que se estendem entre o equipamento de poço submarino 23 e a embarcação flutuante 25. O sistema de gerenciamento de *riser* 30 inclui uma plataforma de

25

tanque monoflutuante 31, acoplada de modo operável aos *risers* 21, que se estendem entre o equipamento de poço submarino 23 e a embarcação flutuante 25. A plataforma de tanque monoflutuante 31 está configurada para estar pelo menos parcialmente submersa e posicionada para fornecer tensão

5 suficiente para cada um dos *risers* 21, simultaneamente, para compensar, por exemplo, o movimento relativo entre os *risers* 21 e a embarcação flutuante 25, causado por deslocamento lateral da embarcação flutuante 25. Como ainda mostrado na figura 2, a plataforma de tanque monoflutuante 31 inclui uma pluralidade de tanques de flutuação 33, acoplados de modo operável aos *risers*

10 21, de modo que cada um dos tanques de flutuação 33 formando câmaras flutuantes separadas e independentes sejam acopladas juntas de modo operável para formar a plataforma de tanque monoflutuante 31. Alguém com conhecimento comum na técnica deve observar que uma versão da plataforma de tanque monoflutuante 21, que tem uma câmara de flutuação única, está

15 dentro do escopo da presente invenção. Tal projeto, entretanto, não seria preferível, já que seria considerado de menor sobrevivência se danificados ou perfurados.

Em referência novamente à figura 1, em uma realização típica de uma embarcação, a embarcação 25, por exemplo, sustenta um convés superior

20 41. A embarcação 25 também inclui uma seção de convés intermediário 43 e uma seção de convés inferior 45, que pode incluir guias complacentes 46 posicionados para fornecer suporte lateral entre a embarcação 25 e a plataforma de tanque de flutuação 31, e para permitir que a embarcação 25 e a plataforma de tanque de flutuação 31 subam e desçam de forma independente

25 uma da outra em resposta aos movimentos de onda e/ou alterações no deslocamento lateral entre a embarcação 25 e o equipamento submarino 23.

Voltando à figura 2, é mostrada uma vista em perspectiva ampliada de uma pluralidade de unidades de tensor de curto curso 51 do

sistema de gerenciamento de *riser* 30, cada qual tem tipicamente três ou quatro cilindros de tensão 53 (ver também figura 3), posicionados indiretamente no topo de uma superfície superior 55 da plataforma de tanque monoflutuante 31, com cada unidade 51 ligada a um dos *risers* 21, estendendo-se tipicamente
5 através de um condutor de *riser* 22. No exemplo ilustrado, uma armação de suporte superior 57 está ligada à superfície superior 55 da plataforma de tanque de flutuação 31 através de uma pluralidade de pernas de suporte 59. Também na realização ilustrada, as pernas de suporte 59 permitem que a plataforma de tanque de flutuação 31 esteja totalmente submersa com as
10 unidades de tensor 51 sendo mantidas acima da linha da água. Neste exemplo ilustrado, como talvez esteja mais bem mostrado na figura 4, uma parte de baixo ou inferior 61 de cada cilindro tensor 53 é inserida em uma parte da armação de suporte superior 57. Deve-se observar que o posicionamento da parte inferior 61 dos cilindros 53 é mostrada a título de exemplo.

15 Outras metodologias de posicionamento estão, entretanto, dentro do escopo da presente invenção, incluindo mas não limitando, o posicionamento de cada um dos cilindros 53 para que a parte de baixo 61 se estenda através de uma superfície inferior 63 da armação de suporte superior 57, como mostrado, por exemplo, na figura 5; repouse sobre uma armação de
20 suporte inferior 65 como mostrado, por exemplo, na figura 6; ou repouse sobre uma superfície superior 67 da armação de suporte superior 57 como mostrado, por exemplo, na figura 7.

Como talvez esteja mais bem mostrado na figura 8, cada cilindro tensor 53 tem uma extremidade superior e uma extremidade inferior. A
25 extremidade superior pode incluir uma capa de extremidade de haste 71. Como talvez esteja mais bem mostrado nas figuras 3 e 8, a tampa de extremidade de haste 71 e, assim, a extremidade superior de cada cilindro 53 pode ser ligada a uma ponte 73, que está ligada a um conjunto de conexão de tensor 75 para

fornecer a tensão exigida para o conjunto de conexão tensor 75 e, assim, para o *riser* 21. O conjunto de conexão de tensão 75 pode funcionar para fornecer coletivamente forças de tensão de cada um dos cilindros de tensão 53 para uma conexão de tensão de *riser* 77, que está ligada a uma parte superior do *riser* 21. Na configuração exemplificativa mostrada na figura 3, o conjunto de conexão de tensão 75 inclui uma armação de carga de tensor 81, que está ligada a um anel de carga 83, que está ligado à conexão de tensão 77. Deve-se observar que uma parte de baixo da armação de carga de tensor 81 pode incluir uma pluralidade de aberturas 85 para permitir remoção fácil do cilindro de tensão 53 para substituição e lâminas de armação 87 para aumentar a força da armação de carga 81.

Como talvez esteja mais bem mostrado na figura 9, apenas para fins ilustrativos, o cilindro de tensão 53, mostrado na forma de uma versão de alta rigidez contendo principalmente fluido hidráulico e pouco volume de gás, inclui uma parte de baixo ou inferior ou barril 61, que inclui um corpo de cilindro externo ou corpo principal 91, que acomoda um barril de cilindro interno 93, cada um tendo um furo e uma abertura em pelo menos uma extremidade e tendo um fluido pressurizado contido. O corpo principal 91 forma um acumulador, que tem um volume predefinido de gás a uma pressão selecionada definida por um usuário para fornecer uma faixa de tensão para o ambiente operacional. Um pistão 95 é transportado de modo deslizável dentro do furo do barril 93. O pistão 95 de cada cilindro 53 é posicionado para funcionar independentemente um do outro dos cilindros 53 para a unidade de tensor 51 respectiva. Especificamente, cada pistão 95 é posicionado de modo individual para aumentar a pressão do acumulador quando o pistão 95 golpeia na direção do fluido pressurizado (para baixo) durante o movimento descendente da extremidade superior do *riser* 21 para fornecer resistência de tensão e para usar a pressão dentro do cilindro 53 para um golpe para cima,

para manter a tensão no *riser* 21 quando o *riser* 21 se move para cima devido a vários fatores, incluindo, por exemplo, aumento térmico, cabeça de poço submarina e distância espacial da árvore de natal de superfície e diferenciais de pressão entre os *risers* 21. Como mencionado acima, estas funções são realizadas, simultaneamente, com funções realizadas pela plataforma de tanque monoflutuante 31 principalmente fornecendo tensão devido ao movimento vertical relativo causado por deslocamento lateral da embarcação 25.

Deve-se observar que, embora as unidades de tensor de longo curso possam ser utilizadas em lugar de unidades de tensão de curto curso 51, as unidades de curto curso 51 tendo várias capacidades de curso de aproximadamente quatro pés, seis pés e oito pés, (0,6944, 1,0416 e 1,3888 metro) por exemplo, dependendo do tipo de embarcação e/ou configuração e/ou lâmina d'água, são preferidas já que elas podem ter um comprimento total de aproximadamente seis, oito e dez pés (1,0416, 1,3888 e 1,736 metro) respectivamente e, assim, podem permitir o uso de tetos/espaçamentos muito menores entre as estruturas horizontais de suporte da embarcação e menos peso tanto para a embarcação 25 quanto para o sistema de gerenciamento de *riser* 30, juntamente com outras vantagens. Tensores de longo curso geralmente são muito mais pesados e exigem maior espaçamento entre o piso e o teto.

A figura 10 fornece um diagrama de fluxo de nível alto de um método para manter uma gama selecionada de tensão um uma pluralidade de *risers* 21 que se estendem entre o equipamento de poço submarino 23 e a embarcação flutuante 25, de acordo com uma realização da presente invenção. Especificamente, de acordo com uma realização de tal método, o método pode incluir a etapa de acoplamento dos *risers* 21 a uma pluralidade de unidades de tensão 51 correspondentes, configuradas para ajustar o comprimento de curso

em resposta ao movimento do *riser* 21 sustentado em relação à plataforma de tanque monoflutuante 31 (bloco 201). De acordo com uma configuração preferida, cada uma das unidades de tensão 51 pode incluir, por exemplo, três ou quatro cilindros de tensão 53, incluindo uma parte de extremidade superior ou pistão 95 adaptado e responsivo para retrair-se e estender-se no que diz respeito a alterações em um ou mais fatores como, por exemplo, aumento térmico do *riser* 21 sustentado, uma alteração na cabeça de poço submarina e distância de espaçamento de árvore de natal de superfície e diferenciais de pressão entre os *risers* 21 compensados de modo desigual pela plataforma de tanque de flutuação 31, descrita abaixo, para manter a tensão no *riser* 21 sustentado dentro de certa gama de valores de tensão. Cada um dos cilindros de tensão 53 também inclui uma parte de extremidade de baixo que define um barril 61 configurado para receber partes substanciais do pistão 95 durante a retração e configurado para estar ligado de modo operável fixamente à plataforma de tanque monoflutuante 31, como descrito abaixo. De acordo com uma ou mais configurações preferidas, as unidades de tensão 51 são unidades de tensão de curto curso 51, que têm várias capacidades de curso de aproximadamente quatro pés, seis pés e oito pés (0,6944, 1,0416 e 1,3888 metro), dependendo do tipo de embarcação e/ou configuração e/ou lâmina d'água.

Voltando à figura 10, o método para manter uma gama selecionada de tensão em uma pluralidade de *risers* 21 pode incluir a etapa de acoplamento das unidades de tensão 51 à plataforma de tanque monoflutuante 31, que é desacoplada da embarcação 25 de modo a permitir movimento vertical e lateral da embarcação, o que resulta em um movimento vertical relativo a uma posição da plataforma de tanque de flutuação 31 (bloco 203). Esta etapa pode incluir a etapa de ligar o barril 61 de cada uma das unidades de tensão a uma armação de suporte 57, ligada a uma parte superior da

plataforma de tanque monoflutuante 31, de acordo com as várias técnicas. Por exemplo, de acordo com uma configuração, o barril 61 é posicionado inserido em uma armação de suporte 57 como mostrado, por exemplo, na figura 4. De acordo com outra configuração, o barril 61 se estende abaixo da armação 57 como mostrado, por exemplo, na figura 5. De acordo com outra configuração, o barril 61 repousa sobre uma armação de suporte inferior 65 como mostrado, por exemplo, na figura 6. De acordo com ainda outra configuração, o barril 61 repousa sobre uma superfície superior 67 da armação de suporte 57 como mostrado, por exemplo, na figura 7. Deve-se entender, entretanto, que outras configurações estão dentro do escopo da presente invenção. Além disso, deve-se entender que a armação de suporte 57 pode ser separada de uma superfície superior 55 da plataforma de tanque de flutuação 31 ou pode repousar sobre ou formar uma peça única com a superfície 55. A etapa de acoplamento da pluralidade de unidades de tensão 51 à plataforma de tanque monoflutuante 31 também pode incluir estender os *risers* 21 (por exemplo, alojados dentro dos condutores de *riser* 28) através do espaço intersticial entre os tanques de flutuação individuais 33 formadores da plataforma de monotanques de flutuação 31.

Novamente em referência à figura 10, o método de manutenção de uma faixa de tensão selecionada em uma pluralidade de *risers* 21 pode incluir a etapa de manter a tensão aplicada a cada um dos *risers* 21, sendo que a tensão é aplicada por uma combinação de unidades de tensão 51 com a plataforma de tanque monoflutuante 31 para, desse modo, dar conta tanto de um deslocamento vertical da embarcação, quanto dos fatores adicionais, descrito acima (bloco 205). Ou seja, de acordo com uma realização do método, a etapa inclui, simultaneamente, aplicar tensão em resposta a exigências de tensão que resultam de uma alteração no deslocamento lateral da embarcação, junto com exigências de tensão resultantes de uma alteração em um ou mais

fatores adicionais, com a plataforma de tanque monoflutuante 31 primeiramente aplicando tensão em resposta à alteração no deslocamento vertical da embarcação 25 e cada uma das unidades de tensão 51 principalmente aplicando tensão, de modo separado, em seu respectivo *riser* 21, em resposta à alteração em um ou mais fatores adicionais que afetam o respectivo *riser* 21 associado.

Várias realizações da presente invenção têm diversas vantagens. Por exemplo, várias realizações da presente invenção permitem que um operador garanta que a tensão apropriada para *risers* 21 múltiplos seja mantida simultaneamente devido tanto a alterações no deslocamento vertical da embarcação 25, quanto fatores adicionais, que podem afetar simultaneamente cada *riser* 21 de modo diferente, assim, de outra forma, causando variações significativas nas exigências de tensão entre os *risers*, quando ligados a uma plataforma de flutuação 31 única. De modo vantajoso, realizações da presente invenção fornecem um grupo de cilindros 53 múltiplos para, além disso, sustentar cada um dos diversos *risers* 21 anteriormente sustentados por uma plataforma de tanque de flutuação 31 única. De modo vantajoso, realizações da presente invenção podem utilizar unidades de tensor de curto curso 51 posicionados no topo da plataforma de tanque monoflutuante 31, que fornece uma solução de sistema de tensão de custo muito mais baixo do que pode ser usado em plataformas SPAR e semisubmersíveis. De modo vantajoso, de acordo com tal configuração ou configurações, as variações de curso entre os *risers* 21 individuais ligados à plataforma de tanque monoflutuante 31 são operados por cada grupo individual de unidades de tensor de curto curso 51, enquanto as exigências de tensão, devido ao deslocamento do casco, são operadas primeiramente pelo "monotanque" 31. Como resultado, a variação na tensão do *riser* pode ser mantida quase constante, ou pelo menos dentro de uma gama estreita de valores, para variações de pressão, aumento térmico e

as várias condições de operação que afetam separadamente cada *riser* 21 individual. De modo alternativo, isto pode ser feito de forma muito rígida (por exemplo, como um macaco hidráulico) de modo que ele ajuste primeiramente apenas para variações de instalação, como, por exemplo, comprimento total do
5 *riser*, peso e tensão predefinida. Outras vantagens foram descritas acima e ao longo da presente invenção.

Nos desenhos e especificações, foi descrita uma realização típica preferida da invenção e, embora termos específicos tenham sido empregados, os termos são usados em um sentido descritivo apenas e não para efeitos de
10 limitação. A invenção foi descrita em detalhes consideráveis, com referência específica a estas realizações ilustradas. Será evidente, entretanto, que várias alterações e alterações podem ser feitas dentro do espírito e escopo da presente invenção, como descrito na especificação anterior.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE *RISER* (30) para manter uma faixa selecionada de tensão em uma pluralidade de *risers* (21) que se estende entre um equipamento de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante amarrada (25), sendo que o sistema de gerenciamento de *riser* (30) é caracterizado por:

uma plataforma de tanque monoflutuante (31) acoplada de modo operável a uma pluralidade de *risers* (21) que se estende entre um equipamento de poço submarino (23), e uma embarcação flutuante amarrada (25), e configurada para estar ao menos parcialmente submersa e posicionada para fornecer tensão a cada um dentre uma pluralidade de *risers* (21) para compensar um deslocamento vertical relativo entre a pluralidade de *risers* (21) e a embarcação flutuante (25), sendo que o deslocamento vertical relativo define um primeiro fator; e

uma pluralidade de unidades de tensor (51), em que cada um é conectado a uma parte superior de cada *riser* separado da pluralidade de *risers* (21) para fornecer tensão a cada um dentre a pluralidade de *risers* (21), para compensar um ou mais fatores adicionais além do primeiro fator, sendo que cada uma das unidades de tensor (51) inclui uma pluralidade de cilindros (53), em que cada um tem uma primeira parte da extremidade (71, 73, 95, 61) acoplada de modo operável a um conector de *riser* (77, 81, 83) para um *riser* respectivo da pluralidade de *risers* (21) e uma segunda parte da extremidade (61, 71, 73, 95) acoplada de modo operável à plataforma de tanque monoflutuante (31).

2. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 1, em que a plataforma de tanque monoflutuante (31) e a pluralidade de unidades de tensor (51) estão configurados para fornecer simultaneamente tensão em resposta a uma alteração no deslocamento vertical relativo junto com uma alteração no

um ou mais fatores adicionais.

3. SISTEMA (30), de acordo com as reivindicações 1 ou 2, em que uma plataforma de tanque monoflutuante (31) compreende uma pluralidade de tanques de flutuação (33);

5 sendo que cada um dentre a pluralidade de tanques de flutuação (33) é acoplado de maneira operável para formar a plataforma de tanque monoflutuante (31); e

sendo que cada um dos *risers* (21) da pluralidade se estende através do espaço intersticial entre a pluralidade de tanques de flutuação (33) da plataforma de tanque monoflutuante (31), em que cada *riser* (21) da pluralidade é desacoplado do movimento da embarcação flutuante (25) por meio do acoplamento com a plataforma de tanque monoflutuante (31).

4. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE *RISER* (30) para manter uma faixa selecionada de tensão em uma pluralidade de *risers* (21) que se estende entre o equipamento de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante amarrada (25), em que o sistema de gerenciamento de *riser* (30) é caracterizado por:

uma pluralidade de tanques de flutuação (33) acoplada de modo operável a uma pluralidade de *risers* (21) que se estende entre o equipamento de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante amarrada (25), sendo que cada um dos tanques de flutuação (33) da pluralidade é acoplado de modo operável para formar uma plataforma de tanque monoflutuante (31), configurada para estar pelo menos parcialmente submersa e posicionada para fornecer tensão a cada um dos *risers* (21) da pluralidade para compensar um deslocamento vertical relativo entre a pluralidade de *risers* (21) e a embarcação flutuante (25), sendo que o deslocamento vertical relativo define um primeiro fator; e

uma pluralidade de unidades de tensor (51) em que cada um é

conectado a uma porção superior de um *riser* (21) separado de uma pluralidade, para fornecer tensão para cada um dos *risers* (21) de uma pluralidade, para compensar um ou mais fatores adicionais diferentes do primeiro fator, cada uma dentre a pluralidade de unidades de tensor (51) inclui
5 uma pluralidade de cilindros (53), em que cada um tem uma primeira parte da extremidade acoplada de modo operável a um conector de *riser* (77, 81, 83) para um *riser* respectivo de uma pluralidade de *risers* (21) e uma segunda parte da extremidade acoplada de modo operável à plataforma de tanque monoflutuante (31),

10 a pluralidade de *risers* (21) em que cada um se estende através do espaço intersticial entre a pluralidade de tanques de flutuação (33) da plataforma de tanque monoflutuante (31) e acoplado de modo operável à pluralidade respectiva de unidades de tensor (51), sendo que cada *riser* dentre a pluralidade de *risers* (21) é desacoplado do movimento da embarcação
15 flutuante (25) por meio do acoplamento à plataforma de tanque monoflutuante (31),

a plataforma de tanque monoflutuante (31) e a pluralidade de unidades de tensor (51) que estão configurados para fornecer simultaneamente tensão em resposta a uma alteração no deslocamento vertical relativo junto
20 com uma alteração em um ou mais fatores adicionais.

5. SISTEMA (30), de acordo com a reivindicação 4,

em que a plataforma de tanque de flutuação (31) está desacoplada da embarcação (25) de modo a permitir o movimento da embarcação em relação a uma posição da plataforma de tanque de flutuação
25 (31); e

sendo que os fatores adicionais resultam em uma exigência de tensão de *riser* para um dentre a pluralidade de *risers* (21) que é substancialmente diferente da exigência de tensão de um ou mais outros

dentre uma pluralidade de *risers* (21).

6. SISTEMA (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 e 5,

em que a pluralidade de unidades de tensor (51) é uma pluralidade de unidades de tensor de curto curso (51);

sendo que cada um dentre a pluralidade de cilindros (53) tem um comprimento de curso de não menos que aproximadamente dois pés e de não mais que aproximadamente 2,438 m (oito pés); e

sendo que a embarcação (25) compreende uma plataforma flutuante não verticalmente restrita (31) posicionada em água mais profunda que aproximadamente 609,600 m (2000 pés).

7. SISTEMA (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 6, em que cada uma dentre a pluralidade de unidades de tensor (51) funciona independentemente uma da outra da pluralidade de unidades de tensor (51).

8. SISTEMA (30), de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 7,

em que a pluralidade de unidades de tensor (51) é uma pluralidade de unidades de tensor de curto curso (51);

sendo que cada um dentre uma pluralidade de cilindros (53) tem um comprimento de curso máximo de aproximadamente 2,438 m (oito pés);

sendo que cada um dentre a pluralidade de tanques de flutuação (33) é um tanque de flutuação em formato cilíndrico (33); e

sendo que cada um dentre a pluralidade de *risers* (21) está pelo menos parcialmente alojado dentro de uma pluralidade correspondente de condutores de *riser* (22), sendo que cada um dentre a pluralidade de condutores de *riser* (22) se estende substancialmente de modo vertical através da plataforma de tanque monoflutuante (31), sendo que cada um é intercalado

entre um conjunto diferente da pluralidade de tanques de flutuação cilíndricamente conformados (33).

9. MÉTODO PARA MANTER UMA FAIXA SELECIONADA DE TENSÃO EM UMA PLURALIDADE DE *RISERS* (21) que se estende entre o equipamento de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante amarrada (25), sendo que o método é caracterizado pelas etapas de:

acoplar uma pluralidade de *risers* (21) a uma pluralidade correspondente de unidades de tensor (51) configurada para ajustar o comprimento de curso em resposta ao movimento do *riser* respectivo (21) em relação a uma plataforma de tanque monoflutuante (31);

acoplar a pluralidade de unidades de tensor (51) à plataforma de tanque monoflutuante (31), sendo que a plataforma de tanque monoflutuante (31) é adaptada para manter tensão na pluralidade de *risers* (21) dentro de uma determinada faixa de valores de tensão, sendo que a plataforma de tanque monoflutuante (31) é desacoplada da embarcação (25) de modo a permitir o movimento da embarcação em relação a uma posição da plataforma de tanque monoflutuante (31); e

manter tensão aplicada a cada um dentre a pluralidade de *risers* (21), sendo que uma tensão é aplicada por uma combinação tanto da pluralidade de unidades de tensor (51) quanto da plataforma de tanque monoflutuante (31) para, desse modo, dar conta tanto do deslocamento vertical relativo entre a pluralidade de *risers* (21) e a embarcação (25) quanto de fatores adicionais.

10. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, em que a plataforma de tanque monoflutuante (31) é desacoplada da embarcação (25) de modo a permitir um movimento vertical da embarcação em relação a uma posição da plataforma de tanque de flutuação (31);

sendo que a etapa de manutenção da tensão aplicada a cada um

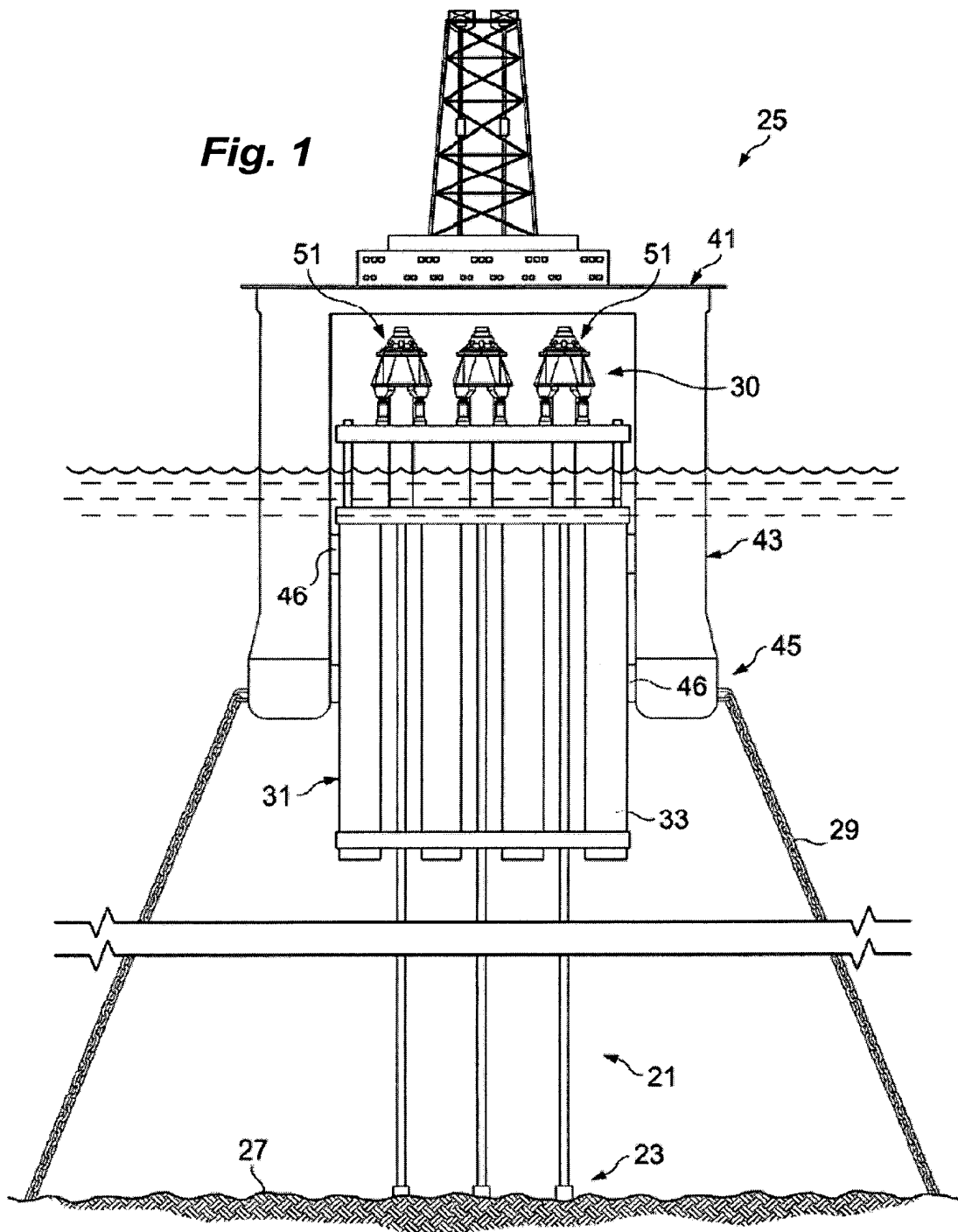
da pluralidade de *risers* (21) inclui a etapa de: aplicar simultaneamente tensão em resposta a uma alteração no deslocamento vertical relativo junto com uma alteração no um ou mais fatores adicionais;

sendo que os fatores adicionais incluem uma alteração no comprimento inicial do *riser*, peso inicial do *riser*, pré-tensão inicial do *riser*, aumento da temperatura do *riser*, distância de espaçamento da cabeça de poço submarina e da árvore de superfície, e os diferenciais de pressão entre os *risers* (21);

sendo que cada um dentre a pluralidade de tanques de flutuação (33) é acoplado de modo operável para formar a plataforma de tanque monoflutuante (31); e

sendo que cada um dentre a pluralidade de *risers* (21) se estende através do espaço intersticial entre a pluralidade de tanques de flutuação (33) da plataforma de tanque monoflutuante (31), sendo que cada um dentre a pluralidade de *risers* (21) é desacoplado do movimento da embarcação flutuante (25) através do acoplamento com a plataforma de tanque monoflutuante (31).

Fig. 1



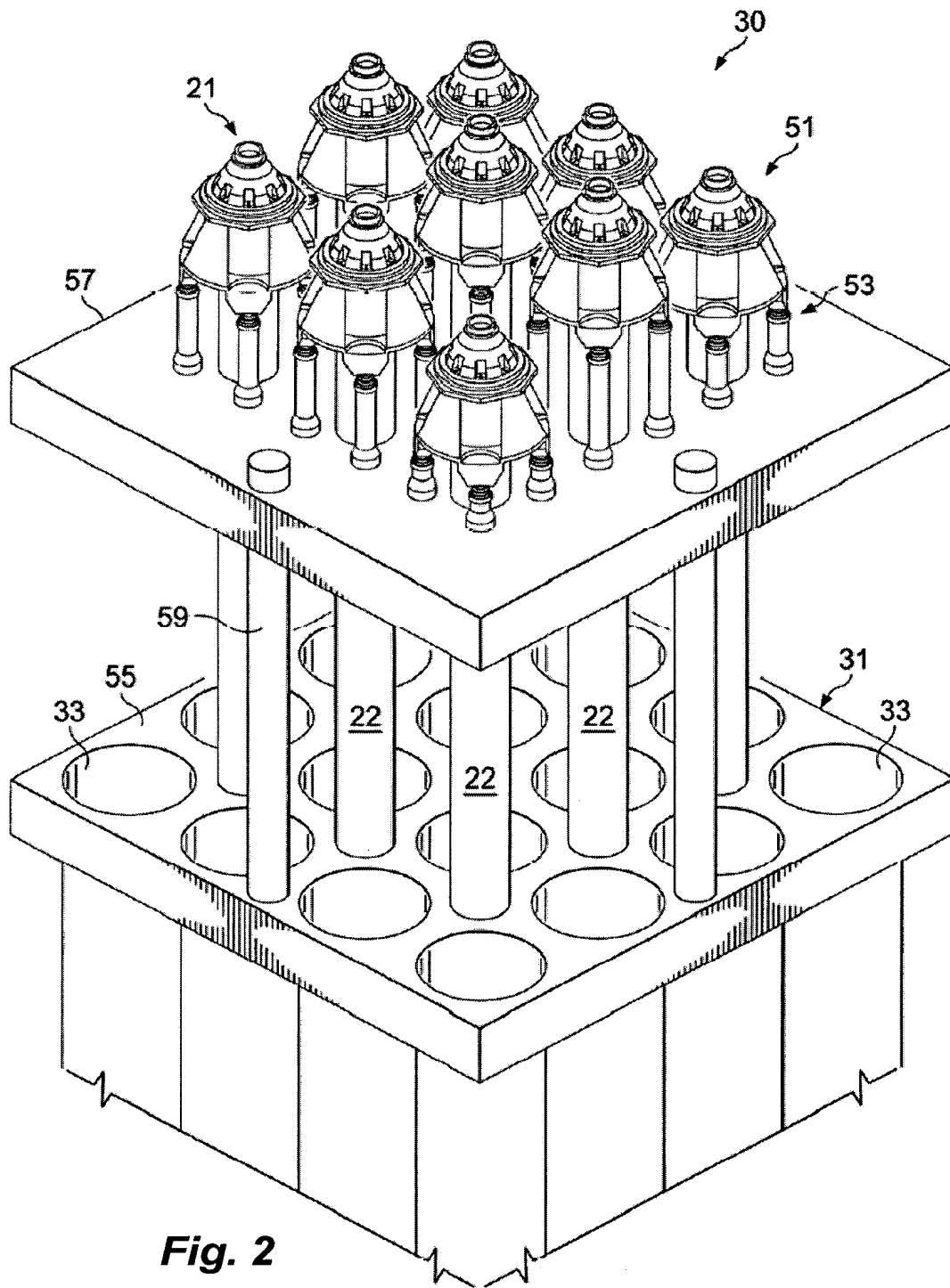
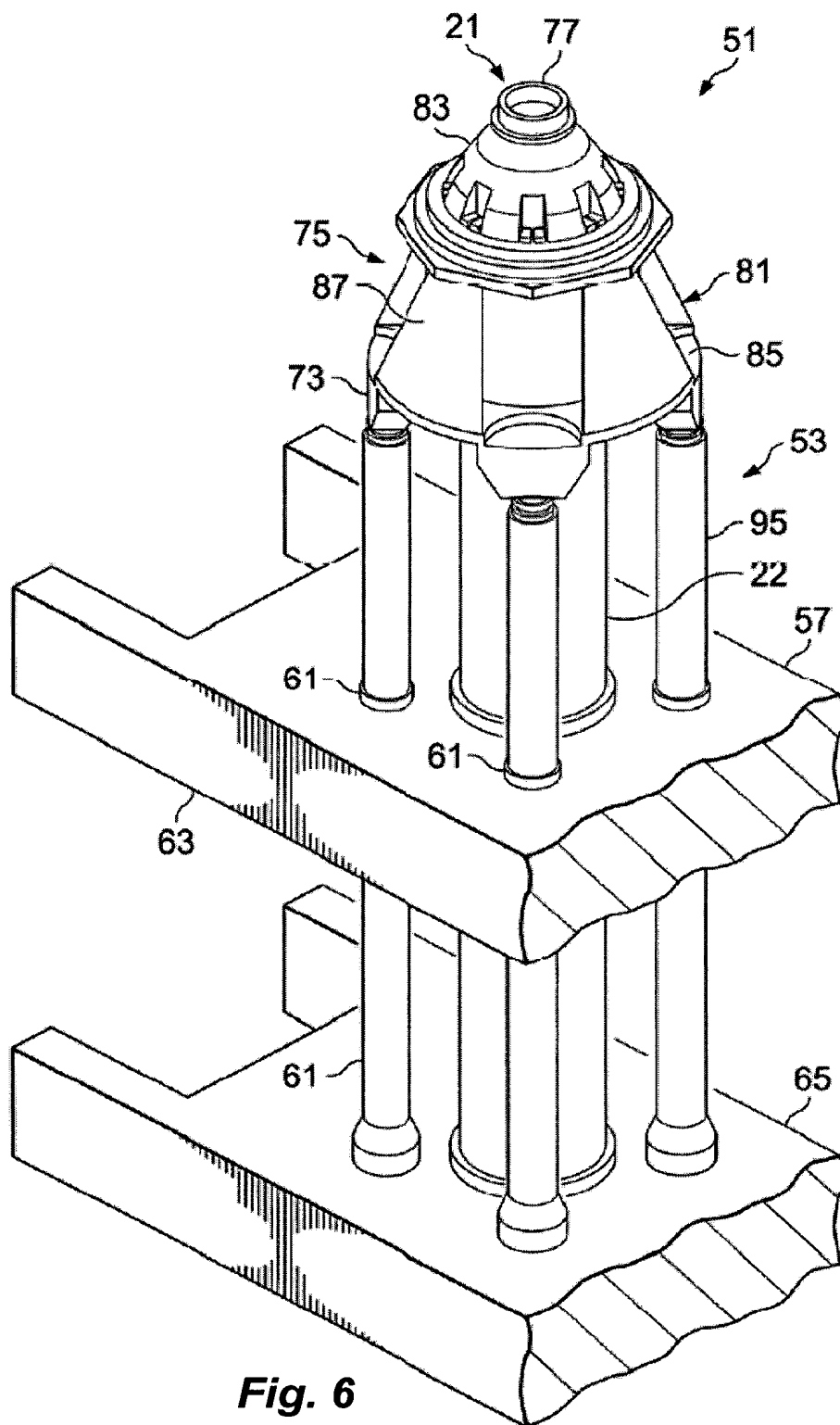
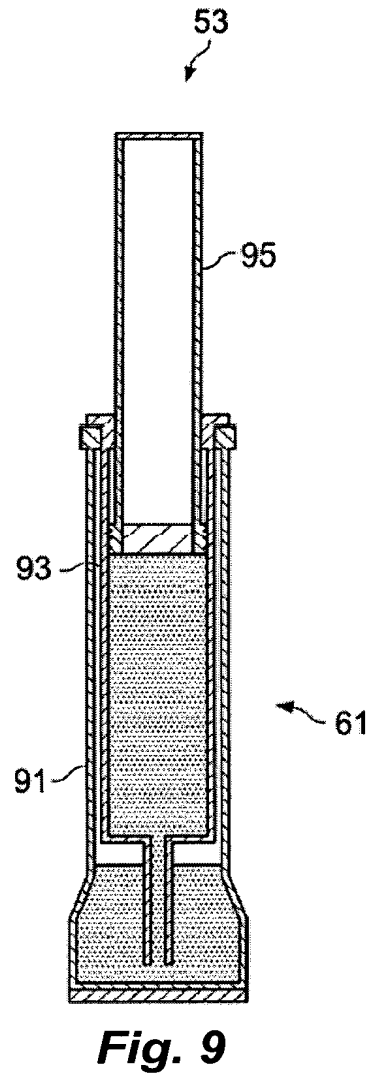
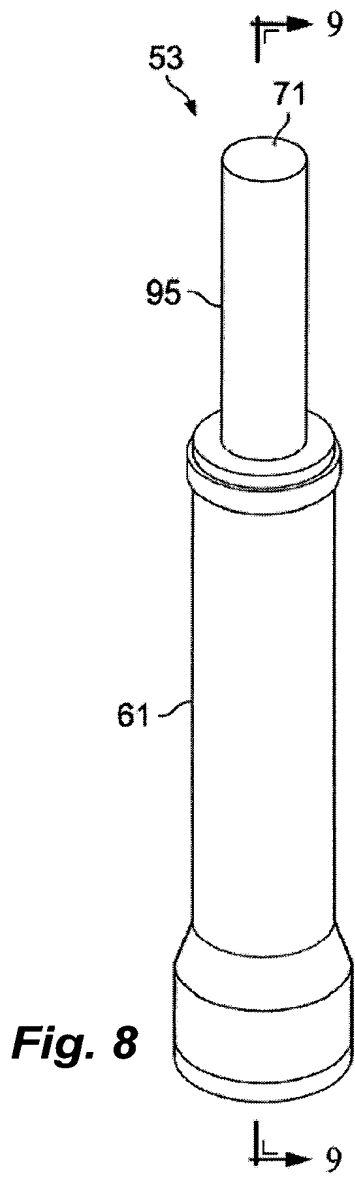
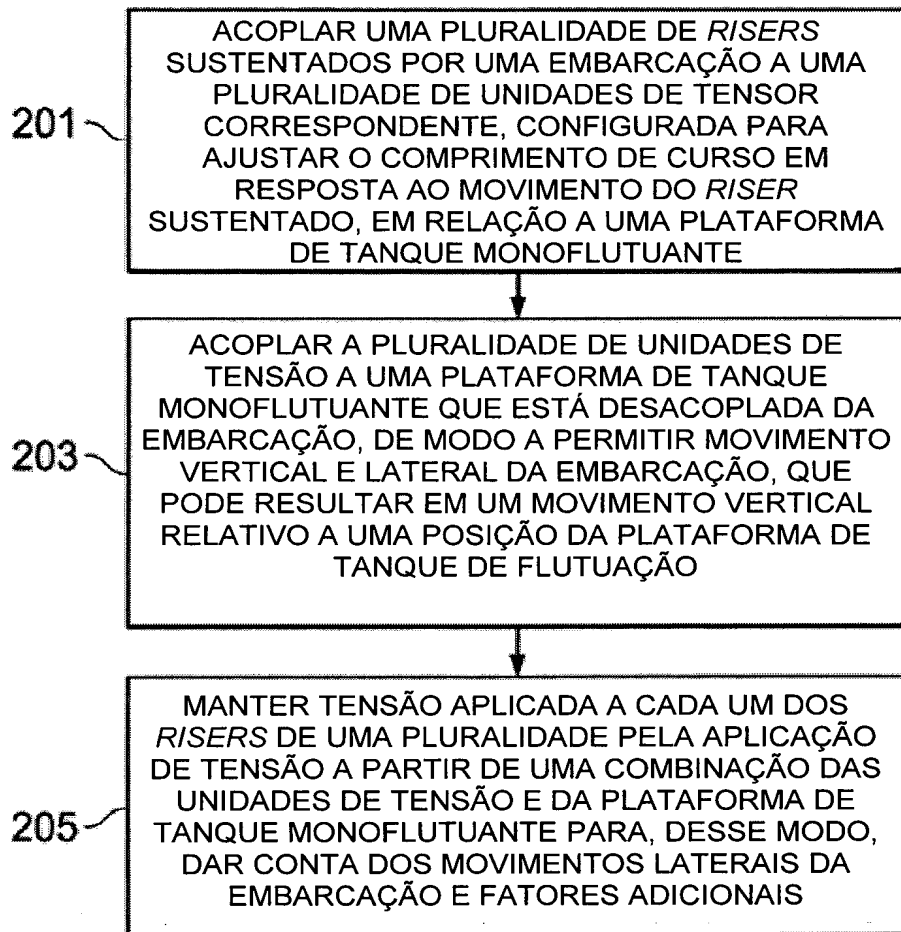


Fig. 2

**Fig. 6**



**Fig. 10**

RESUMO**“SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE *RISER* E MÉTODO PARA MANTER
UMA FAIXA SELECIONADA DE TENSÃO EM UMA PLURALIDADE DE
RISERS”**

5 Tratam-se de sistemas, aparelho e métodos de gerenciamento de
riser (30) para manter uma faixa selecionada de tensão em uma pluralidade de
risers (21) estendendo-se entre um equipamento de poço submarino (23) e
uma embarcação flutuante (25). Um sistema de gerenciamento de *riser* (30)
pode incluir uma plataforma de tanque monoflutuante (31) acoplada de modo
10 operável a uma pluralidade de *risers* (21) estendendo-se entre um equipamento
de poço submarino (23) e uma embarcação flutuante amarrada (25), e uma
pluralidade de unidades de tensor (51) em que cada uma está conectada a
uma parte superior de um dos *risers* (21) separado para fornecer tensão a cada
um dos *risers* (21). A plataforma de tanque monoflutuante (31) pode fornecer
15 tensão suficiente a cada um dos *risers* (21) suficiente para compensar um
deslocamento vertical relativo entre os *risers* (21) e a embarcação (25) devido
ao movimento da embarcação, que geralmente afeta cada um dos *risers* (21)
de modo igual, dentro do tolerado, enquanto as unidades de tensor (51) podem
fornecer tensão simultaneamente para compensar um ou mais fatores
20 adicionais que podem afetar cada *riser* (21) de modo diferente.