



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

(11) PI 0612812-2 B1

(22) Data do Depósito: 28/06/2006

(45) Data de Concessão: 12/06/2018



★ B R P I 0 6 1 2 8 1 2 B 1 ★

(54) Título: DISPOSITIVO E PROCESSO PARA REGULAR A FLAMBAGEM LATERAL DE UMA SEÇÃO DE CONDUITO RÍGIDO SUBMARINO

(51) Int.Cl.: F16L 1/20

(30) Prioridade Unionista: 13/07/2005 FR 0507518

(73) Titular(es): TECHNIP FRANCE

(72) Inventor(es): JEAN-FRANÇOIS DUROCH; SYLVAIN ROUTEAU

“DISPOSITIVO E PROCESSO PARA REGULAR A FLAMBAGEM LATERAL DE UMA SEÇÃO DE CONDUTO RÍGIDO SUBMARINO”

[0001] A invenção se refere a um dispositivo e um processo de regulação (controle) da flambagem de um conduto rígido submarino, notadamente para o transporte de fluidos tais como hidrocarbonetos, do tipo conduto simples rígido ou conduto de envoltório duplo («pipe-in-pipe») com ou sem isolamento térmico.

[0002] O problema a resolver é aquele da flambagem («buckling») dos condutos rígidos de hidrocarbonetos, sob o efeito das tensões axiais de compressão resultando do efeito conjugado da temperatura e da pressão do fluido que circula no conduto, e da pressão hidrostática.

[0003] Passado um certo limiar, estas tensões podem provocar a flambagem do conduto rígido.

[0004] Distingue-se geralmente dois tipos de flambagem:

- uma flambagem vertical («upheaval buckling»): o conduto se descola do solo e flamba para cima,
- uma flambagem lateral («lateral buckling»): o conduto fica no solo e flamba sobre os lados.

[0005] Convém evitar a danificação por flambagem de um conduto rígido que deve sofrer altas variações de temperatura e de pressão. Convém também evitar que a flambagem ou a expansão axial do conduto conduza a uma danificação dos equipamentos conectados às extremidades deste último, tais como, por exemplo, coletores («manifolds», em inglês) ou cruzamentos («crossings»).

[0006] Conhece-se dispositivos destinados a interromper a propagação de uma flambagem ao longo de um conduto submarino, a dita flambagem podendo ser iniciada durante a colocação do conduto, devido a tensões excessivas ao nível do segmento de conduto em catenária ligando o fundo do mar ao navio de colocação. Os documentos US 4300598, US 3860039, GB 1564621, US 5458441 e EP 0100099 descrevem tais dispositivos. Estes dispositivos não respondem ao problema posto.

[0007] Uma solução conhecida consiste em enterrar o conduto em uma trincheira

escavada no solo. A flambagem lateral assim se torna impossível, porque o conduto é bloqueado sobre seus dois lados pela trincheira. A flambagem vertical permanece possível, mas ela pode ser evitada se o peso dos entulhos for suficiente. Esta solução é igualmente pouco econômica e além disso difícil de implementar em mar profundo (1000 m e mais).

[0008] Uma outra solução consiste em utilizar elementos de expansão (conexões de canalização flexíveis chamadas «jumpers») dispostos ao longo do conduto e destinados a absorver as tensões axiais.

[0009] O documento GB 2287297 descreve uma solução que consiste em deformar voluntariamente o conduto durante a colocação de modo a criar pequenas curvaturas alternadas e regulares (em forma de ondas) sempre ao longo do conduto. Assim, o conduto oferece uma menor resistência à flexão e aos pequenos deslocamentos laterais, o que permite às tensões de compressão se liberar de modo homogêneo, sempre ao longo do conduto, e evitar as flambagens e concentrações de tensões. Esta solução é igualmente cara levando-se em conta a deformação sob forma de onda que deve ser criada sobre o navio de colocação com a ajuda de ferramentas específicas.

[0010] Outras soluções que visam controlar (regular) a flambagem para assegurar que seus efeitos sejam aceitáveis, constituíram o objeto de conferências relatadas em publicações:

OTC (Offshore Technology Conférence) 2003 - King Flowlines - Thermal Expansion Design and Implementation.

OMAE (Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conférence) 1989 - Thermal buckling of pipelines close to restraints

[0011] A idéia de base comum a estas soluções é de repartir cuidadosamente várias zonas de flambagem lateral ao longo do conduto, de modo a liberar eficazmente as tensões axiais de compressão, sempre assegurando que estas flambagens permaneçam aceitáveis. Na prática, estas soluções recorrem a diversos dispositivos iniciadores de flambagem lateral instalados permanentemente ao nível dos locais desejados. Como as flambagens se iniciam mais facilmente nas curvas do

que nas seções retas, imaginou-se de curvar voluntariamente o conduto nas zonas onde se deseja que se desenvolvam as flambagens.

[0012] Uma outra solução consiste em reduzir localmente o peso do conduto utilizando boias deixadas de modo permanente: as boias podem ser sob forma de colares («clamps») instalados durante a colocação. Estas boias reduzem o peso aparente do conduto e assim a fricção lateral com o solo. Além do mais, o aumento de diâmetro ao nível das boias cria uma descontinuidade da inércia em flexão que, por si só, favorece a flambagem.

[0013] Uma outra solução conhecida que visa iniciar uma flambagem lateral reduzindo a fricção lateral entre o conduto e o solo consiste em colocar entre o fundo do mar e o conduto traves ou travessas transversais de deslizamento sobre as quais o conduto pode facilmente deslizar lateralmente.

[0014] Estas traves são geralmente feitas com tubos metálicos de grande diâmetro. A redução da fricção lateral decorre por um lado do descolamento da tubulação ao nível de seu cruzamento com a trave (ausência de contato com o solo), e por outro lado do baixo coeficiente de atrito entre o conduto e a trave.

[0015] Estas soluções que visam iniciar e controlar as flambagens laterais não respondem de modo satisfatório ao problema posto. Por um lado, o início das flambagens não é totalmente confiável. Por outro lado, estas soluções não permitem controlar a forma - o modo - e a amplitude da flambagem e em consequência as tensões mecânicas no conduto. Enfim, elas não permitem garantir a reprodutibilidade das flambagens, tanto ao nível de sua forma quanto de sua posição, no curso dos ciclos de temperatura e de pressões aplicados ao conduto.

[0016] Finalmente, apesar de um grande número de soluções propostas, percebe-se que o problema se coloca sempre de poder eficazmente regular a flambagem de um conduto colocado sobre o fundo do mar.

[0017] O documento US 3 466 881 divulga grandes colares guiando e limitando as deflexões horizontais e verticais de um conduto passando nestes colares.

[0018] O documento US 3 955 599 divulga um dispositivo impondo uma curvatura localizada a um conduto.

[0019] O documento WO03 012327 divulga um dispositivo para limitar a curvatura de um conduto flexível.

[0020] Nenhum destes três documentos visa à regulação da flambagem de um conduto rígido.

[0021] A presente invenção tem como finalidade propor uma solução ao mesmo tempo simples e econômica permitindo regular a flambagem lateral de maneira eficaz, de modo a assegurar a integridade do conduto e dos equipamentos conectados às extremidades deste último. A invenção atinge sua finalidade graças a um dispositivo para regular a flambagem lateral de uma seção de conduto rígido submarino de transporte de fluido instalada sobre o fundo do mar, compreendendo pelo menos um dispositivo de aplicação permanente de uma força determinada (ou determinável) sobre um ponto da dita seção de conduto, caracterizado pelo fato de que a dita força tem uma componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto ao nível do dito ponto de aplicação da dita força. Vantajosamente, a força aplicada é sensivelmente perpendicular ao eixo do dito conduto. Em um modo de realização, a força aplicada é sensivelmente horizontal. A força aplicada é uma força constante predeterminada ou pré-determinável contrariamente a, por exemplo, uma força sofrida antes que escolhida que só resultaria de correntes marinhas variáveis e não previsíveis.

[0022] A invenção constitui na verdade igualmente um acumulador de expansão permitindo, graças à regulação da flambagem, converter eficazmente a expansão axial do conduto em expansão lateral, o que tem por efeito limitar os deslocamentos e as cargas impostas na extremidade de conduto.

[0023] Conforme o modo de flambagem que se quer privilegiar, o dispositivo da invenção pode compreender um único dispositivo de aplicação de força, ou ainda na versão preferida da invenção dois dispositivos de aplicação de força dispostos a uma distância determinada um do outro ao longo da seção de conduto, a saber um primeiro dispositivo de aplicação de uma primeira força tendo uma primeira componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto ao nível do dito ponto de aplicação da dita primeira força, e um segundo dispositivo de aplicação de uma

segunda força tendo uma segunda componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto ao nível do dito ponto de aplicação da dita segunda força, as ditas primeira e segunda componentes sendo sensivelmente paralelas e de sentido oposto. Vantajosamente, a primeira e a segunda componentes têm intensidades sensivelmente iguais.

[0024] Vantajosamente, a distância determinada fica compreendida entre 30 m e 200 m.

[0025] Vantajosamente, a intensidade da componente horizontal perpendicular ao eixo do conduto de cada força aplicada fica compreendida entre 300 e 7000 daN.

[0026] De acordo com um modo de realização particular da invenção, o dispositivo de aplicação de força comporta um colar, vantajosamente em duas partes, envolvendo o conduto para fixar uma extremidade de um elemento linear de tração lateral. De preferência, o colar é montado livre em rotação sobre o conduto. A outra extremidade do elemento linear de tração lateral é ligada a um acionador de tipo boia, massa ou guincho motorizado. O elemento linear, cabo ou corrente, passa sobre pelo menos um elemento de um dispositivo de retorno, de tipo polia ou defletor, de acordo com a concepção adotada.

[0027] Em alternativa, o dispositivo de aplicação de força pode compreender um acionador de tipo macaco ou mola.

[0028] É vantajoso prever na seção de conduto onde a invenção é implementada, dispositivos destinados a facilitar o deslizamento lateral do conduto reduzindo a fricção com o fundo do mar, por exemplo prevendo na seção, boias fixas de redução de peso do conduto ou pelo menos uma trave de deslizamento lateral do conduto.

[0029] Por dispositivo de acordo com a invenção, entende-se o conjunto dos meios materiais que, em combinação com um conduto, permitem regular a sua flambagem.

[0030] A invenção se refere também a um processo para regular a flambagem lateral de uma seção de conduto rígido submarino de transporte de fluido instalada sobre um fundo do mar, compreendendo a aplicação permanente de uma força

determinada sobre pelo menos um ponto da dita seção de conduto, caracterizado pelo fato de que a dita força tem uma componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto ao nível do dito ponto de aplicação da dita força.

[0031] As vantagens principais da presente invenção, em relação à técnica anterior, são a possibilidade de controlar precisamente a localização (ou seja, evitar que a flambagem se propague ao longo do conduto) e o modo de flambagem.

[0032] Outras características e vantagens da invenção vão aparecer na leitura da descrição que segue, com referência aos desenhos anexos nos quais:

- a figura 1A é uma vista esquemática em perspectiva de uma seção de conduto de acordo com o primeiro modo de aplicação de uma força tendo uma componente horizontal perpendicular ao eixo do conduto.

- a figura 1B é uma vista em planta de uma seção de conduto conforme três modos diferentes de aplicação de força horizontal perpendicular ao eixo do conduto.

- a figura 2 é uma vista esquemática em perspectiva de um conduto com um dispositivo de regulação de flambagem lateral em modo 2.

- a figura 3 é uma vista esquemática em corte horizontal do conduto ao nível de um colar giratório de fixação do cabo horizontal de aplicação de força.

- a figura 4 é uma vista em planta de uma seção de conduto equipada, em variante, com uma combinação de boias e de colares de fixação do cabo aplicador de força.

- as figuras 5A e 5B representam respectivamente de perfil e em planta uma outra combinação de sapatas de deslizamento e de colares de fixação do cabo aplicador de força.

- as figuras 6A e 6B são vistas esquemáticas transversais de duas variantes de realização de um dispositivo de aplicação de uma força tendo uma componente horizontal perpendicular ao eixo do conduto.

[0033] A figura 1A mostra uma seção de conduto 10 flambando lateralmente sob a influência de uma força F_1 aplicada de modo permanente conforme a invenção. Esta força se decompõe segundo o quadro XYZ em três componentes

perpendiculares F_{1X} , F_{1Y} e F_{1Z} .

[0034] A componente horizontal perpendicular ao eixo do conduto, F_{1Y} , é a componente essencial para a implementação da invenção. Contra toda expectativa, a aplicação permanente desta componente F_{1Y} permite iniciar e controlar eficazmente a flambagem lateral do conduto 10.

[0035] A componente vertical F_{1Z} não é necessária para a implementação da invenção, mas pode ter um efeito vantajoso. Com efeito, se esta componente é aplicada no sentido ascendente, o efeito obtido é equivalente a uma redução local do peso do conduto 10, o que produz uma redução local das forças de atrito entre o dito conduto e o fundo do mar e em consequência facilita o início e o controle da flambagem lateral.

[0036] A componente horizontal paralela ao eixo do conduto, F_{1X} , é inútil para a implementação desta invenção. Por fins de eficácia, é preferível, mas não absolutamente necessário, que esta componente F_{1X} tenha uma baixa intensidade. De acordo com um modo vantajoso da invenção, a componente F_{1X} tem uma intensidade inferior àquela da componente F_{1Y} , preferivelmente inferior à metade daquela da componente F_{1Y} , preferivelmente inferior a um quarto daquela da componente F_{1Y} , preferivelmente inferior a um décimo daquela da componente F_{1Y} , preferivelmente inferior a um quinquagésimo daquela da componente F_{1Y} .

[0037] De acordo com um modo vantajoso, a força aplicada F_1 é sensivelmente perpendicular ao eixo do conduto 10 ao nível do ponto de aplicação. De acordo com um outro modo vantajoso, a força aplicada F_1 é sensivelmente horizontal. De acordo com um modo particularmente vantajoso, a força aplicada F_1 é à ao mesmo tempo horizontal e sensivelmente perpendicular ao eixo do conduto 10 ao nível do ponto de aplicação.

[0038] A figura 1B mostra uma seção de conduto 10 flambando de maneira privilegiada em um dos três primeiros modos de flambagem sob a influência da força ou das forças F_i aplicadas de modo permanente conforme a invenção. Nesta figura, são representadas unicamente os componentes F_{1Y} das forças aplicadas F_i , as ditas componentes sendo ao mesmo tempo horizontais e perpendiculares ao eixo do

conduto, ou seja, paralelas ao eixo Y do quadro de referência XYZ. As componentes segundo os eixos X e Z de cada força aplicada não são representadas, porque elas não têm uma função essencial para a implementação da invenção. Entretanto, estas componentes podem não ser nulas.

[0039] De acordo com o 1º modo, uma única força horizontal F_{1Y} é aplicada e determina a flambagem no modo 1, com uma única deflexão lateral.

[0040] De acordo com o 2º modo, duas componentes F_{21Y} e F_{22Y} , orientadas em sentidos opostos, são aplicadas de modo separado ao longo da seção de conduto, com uma separação constante L_2 , e determinam a flambagem no modo 2, com deflexões alternadas equilibradas de um lado e de outro do eixo central do conduto não flambado. De acordo com um modo vantajoso de realização, o desvio relativo entre as intensidades das componentes F_{21Y} e F_{22Y} é inferior a 30%, preferivelmente inferior a 20%, preferivelmente inferior a 10%. De acordo com um modo de realização particularmente vantajoso, as componentes F_{21Y} e F_{22Y} têm sensivelmente a mesma intensidade.

[0041] De acordo com o 3º modo, três componentes alternativamente opostas F_{32Y} , F_{31Y} e F_{33Y} , são aplicadas com separações L_3 e L_4 constantes e vantajosamente sensivelmente iguais, e determinam a flambagem no modo 3, com deflexões alternadas desiguais de um lado e de outro do eixo central do conduto não flambado. De acordo com um modo de realização vantajoso, as intensidades das componentes F_{32Y} e F_{33Y} são sensivelmente iguais à metade da intensidade da componente F_{31Y} .

[0042] Ainda que em teoria, variantes com mais de três forças possam ser imaginadas, elas não apresentam de interesse prático em razão da complexidade dos dispositivos associados. Ademais, do ponto de vista do dimensionamento do conduto, o modo o mais favorável é o 2º modo: com efeito, a nível igual de tensão máxima admissível ao nível da flambagem (por exemplo, 90% do limite elástico), é aquele que permite liberar as mais altas tensões axiais de compressão; por outro lado, ele apresenta também a melhor estabilidade lateral (no curso dos ciclos flambagem/retorno) devido à aplicação de 2 forças de sentido opostos.

[0043] A intensidade das forças F_{iY} a aplicar para iniciar e controlar a flambagem é muito mais baixa que a intensidade das forças de compressão axial que são liberadas durante a flambagem. Isto constitui uma característica particularmente vantajosa da invenção pois ela permite na prática utilizar forças F_{iY} de intensidade relativamente baixa, podendo consequentemente ser geradas por dispositivos simples e econômicos.

[0044] A intensidade da força F_{iY} horizontal e perpendicular ao eixo do conduto de cada força F_i aplicada fica compreendida entre 100 e 10000 daN, vantajosamente 300 e 7000 daN.

[0045] No caso dos modos 2 ou 3, as distâncias L_i separando os pontos de aplicação das forças ficam vantajosamente compreendidas entre 30 e 200 m. Elas são calculadas caso a caso, durante a concepção, em função da estrutura do conduto, de modo a assegurar a aceitabilidade e a eficácia da flambagem.

[0046] A invenção pode ser implementada de modo simples e confiável com a ajuda de um dispositivo tal como aquele vai ser descrito em conexão com a figura 2, no caso particular do segundo modo de flambagem. Cada força sensivelmente horizontal e perpendicular ao eixo do conduto é gerada por uma boia 11 totalmente imersa, ligada à seção de conduto 10 por um cabo ou uma corrente 12 via um dispositivo de retorno de ângulo 13 ancorada por um dispositivo de ancoragem 14 ao solo, o dispositivo de retorno de ângulo sendo do tipo defletor (figura 2) ou polia.

[0047] A ligação entre o conduto 10 e a corrente 12 pode ser feita via um colar de aperto («clamp») 15. Este último é vantajosamente em duas partes apertadas em torno do conduto 10 e instalado sobre o navio de colocação. Para facilitar a instalação, pode-se prever um grau de liberdade em rotação em torno do eixo do conduto entre o colar 15 por um lado e o ponto de afixação da corrente ou cabo 12 por outro lado. Por exemplo, como mostrado na figura 3, o colar pode compreender uma parte fixa 16 diretamente apertada sobre o conduto, sob forma de luva definindo uma nervura periférica 17 e uma parte móvel em rotação sob forma de um flange 18 que vem cobrir a nervura 17. A luva 17 e o flange 18 podem ser por sua vez em duas partes para facilitar sua montagem sobre o conduto 10. A boia 11 é

relativamente compacta (da ordem de 1 a 2 m de lado) devido às baixas forças a produzir.

[0048] A figura 2 mostra o conduto 10 retilíneo, com a instalação antes da flambagem, sobre uma seção do qual os dispositivos 11-15 aplicam forças sensivelmente horizontais iguais e opostas, em pontos da seção afastados de cerca de 60 m. Sob a ação do aquecimento e da pressurização do conduto 10, este último flamba de maneira privilegiada na seção equipada, conforme o modo 2, e toma a posição 10', com duas deflexões marcadas (o deslocamento lateral máximo pode ser da ordem de uma dezena de metros). Após resfriamento e despressurização, o conduto retorna para uma posição intermediária 10" entre a posição inicial 10 e a posição de flambagem 10', esta posição intermediária traduzindo notadamente a influência do atrito entre o conduto e o solo.

[0049] Pode ser vantajoso combinar a presente invenção com uma das soluções anteriores visando a reduzir a fricção lateral entre o conduto e o solo. Com efeito, o fato de reduzir a fricção lateral facilita o início da flambagem: pode-se reduzir as forças horizontais « F_{iy} »; a eficácia igual, gera-se menos tensões, e reduz-se o fenômeno de histerese das posições de flambagem: se se suprimir totalmente a fricção lateral, o conduto teria tendência a sempre voltar à mesma posição inicial (retilíneo por exemplo) entre dois ciclos de flambagem sucessivos.

[0050] Na prática, considera-se várias variantes de combinação:

[0051] De acordo com a combinação ilustrada na figura 4, na zona de flambagem, o conduto é suportado por boias fixas 20 instaladas durante a colocação. Estas boias reduzem o peso aparente do conduto 10, e podem mesmo, em função da concepção adotada, fazer descolar localmente o conduto 10 do fundo do mar. O ou os colares 15 servindo para fixar a ou as correntes são intercalados entre as boias 20, ou ainda fixados diretamente sobre boias previstas para este fim, que podem ter sensivelmente a forma das luvas 16 da figura 3.

[0052] De acordo com uma outra combinação ilustrada nas figuras 5A e 5B, instala-se na zona de flambagem uma ou várias traves de deslizamento 30, transversalmente ao conduto 10, destinadas a facilitar seu deslizamento lateral

durante a flambagem. O espaçamento T entre as traves pode ser de algumas dezenas de metros, e o comprimento de cada trave pode também ser de algumas dezenas de metros. Cada trave pode ser construída de maneira conhecida em si por um tubo disposto transversalmente sob o conduto 10.

[0053] De acordo com a figura 2, a força aplicada é criada por um sistema de boia 11 mas percebe-se que se pode utilizar qualquer outro tipo de dispositivo. Por exemplo, nas figuras 6A e 6B, representou-se a aplicação de uma força F por intermédio de um cabo ou corrente 12 de que uma extremidade é afixada a um colar 15 de aperto do conduto 10 e de que a outra extremidade é posta sob tensão permanente por uma massa 11 de densidade superior àquela da água, uma ou várias polias 13 permitindo os retornos necessários.

[0054] A configuração ilustrada na figura 6A permite combinar de modo simples e econômico a aplicação de uma força F_y horizontal e perpendicular ao conduto 10, destinada a iniciar e controlar a flambagem lateral, com uma força F_z vertical tendo por efeito reduzir localmente o peso aparente do conduto, e assim a fricção lateral com o solo.

[0055] Poder-se-ia ter um acionador utilizando um macaco pneumático, hidráulico ou elétrico, ou ainda um guincho motorizado, ou mesmo uma mola de tração ou de compressão. Um dispositivo de acordo com a presente invenção permite na prática liberar e controlar eficazmente as tensões axiais de compressão sobre um segmento de conduto de comprimento podendo atingir 1 a 4 km, este comprimento dependendo principalmente das características do conduto e do fundo do mar, da temperatura e da pressão do fluido transportado, e da pressão hidrostática.

[0056] No caso de um conduto de maior comprimento, por exemplo da ordem de uma dezena de quilômetros, é necessário prever vários dispositivos conforme a presente invenção, e reparti-los ao longo do conduto a intervalo médio variando entre 500 m e 4 km. Quanto mais as tensões axiais de compressão podem atingir um nível elevado (conduto veiculando um fluido a alta temperatura, por exemplo), mais este intervalo deve ser encurtado para liberar eficazmente as ditas tensões

enquanto se evita gerar flambagens inaceitáveis e não controláveis.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para regular a flambagem lateral de uma seção de conduto rígido submarino (10) de transporte de fluido instalada sobre um fundo do mar, compreendendo pelo menos um dispositivo (11-15) de aplicação de uma força determinada sobre um ponto da dita seção de conduto (10), dita força tendo uma componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto no nível do dito ponto de aplicação da dita força, caracterizado pelo fato de que a dita força é aplicada de maneira permanente sobre um ponto desta seção de conduto (10), a força determinada sendo determinada para privilegiar a flambagem lateral da dita seção de conduto (10) sob a ação conjugada da temperatura e da pressão no nível do dito ponto de aplicação da dita força.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a força aplicada é sensivelmente perpendicular ao eixo do dito conduto.

3. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a força aplicada é sensivelmente horizontal.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que compreende dois dispositivos (11-15) de aplicação de força dispostos a uma distância determinada um do outro ao longo da seção de conduto (10), a saber um primeiro dispositivo de aplicação de uma primeira força tendo uma primeira componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto no nível do dito ponto de aplicação da dita primeira força, e um segundo dispositivo de aplicação de uma segunda força tendo uma segunda componente horizontal perpendicular ao eixo do dito conduto no nível do dito ponto de aplicação da dita segunda força, as ditas primeira e segunda componentes sendo sensivelmente paralelas e de sentido oposto.

5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a primeira e a segunda componente têm intensidades sensivelmente iguais.

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que a distância determinada fica compreendida entre 30 e 200 m.

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a intensidade da componente horizontal perpendicular ao eixo do conduto de cada força aplicada fica compreendida entre 300 e 7000 daN.

8. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo (11-15) de aplicação de força comporta um colar (15) envolvendo o conduto (10) para fixar uma extremidade de um elemento linear de tração lateral (12).

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o colar (15) é montado livre em rotação sobre o conduto (10).

10. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que a outra extremidade do elemento linear de tração lateral (12) é ligada a um acionador de tipo boia (11), massa (11') ou guincho motorizado.

11. Dispositivo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o elemento linear (12) passa sobre pelo menos um elemento de dispositivo de retorno, de tipo polia (13') ou defletor (13).

12. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de aplicação de força compreende um acionador de tipo macaco ou mola.

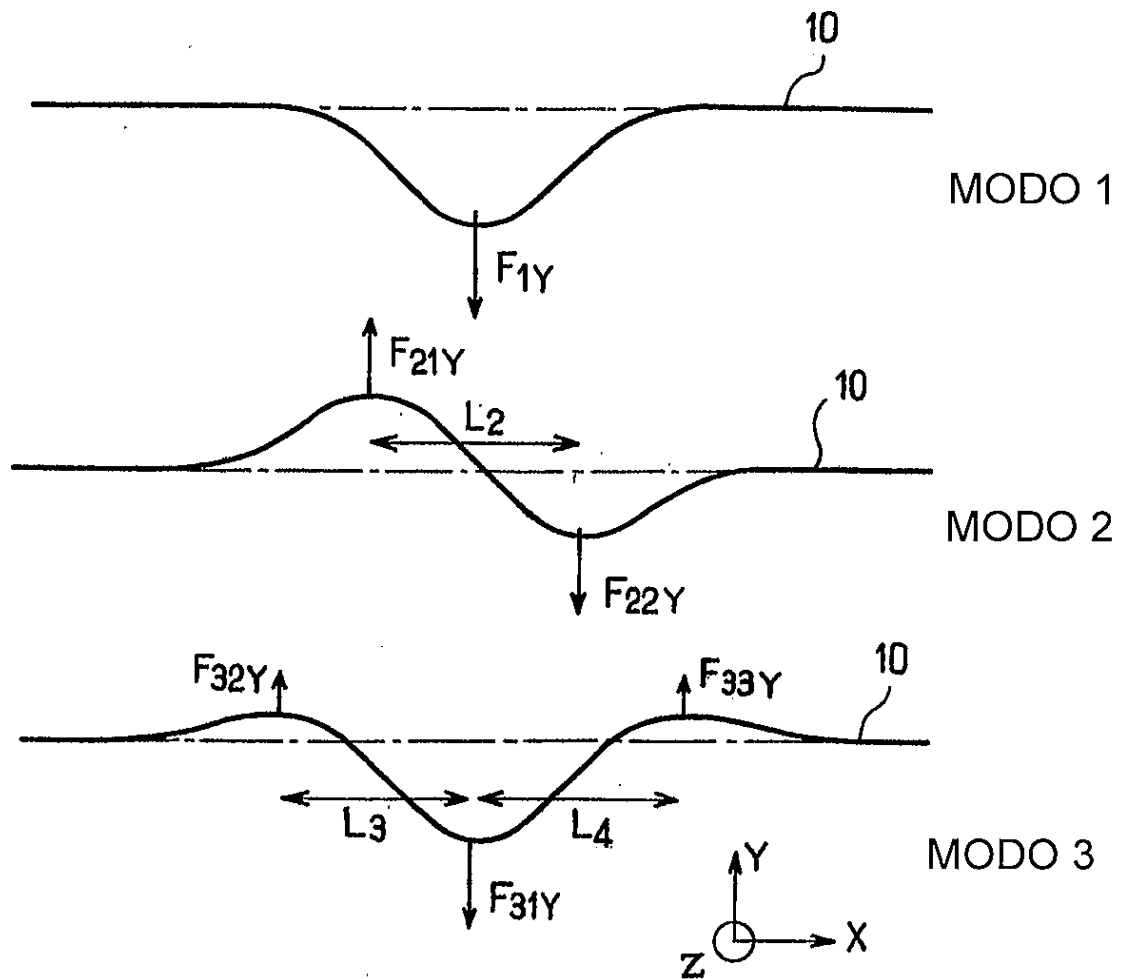
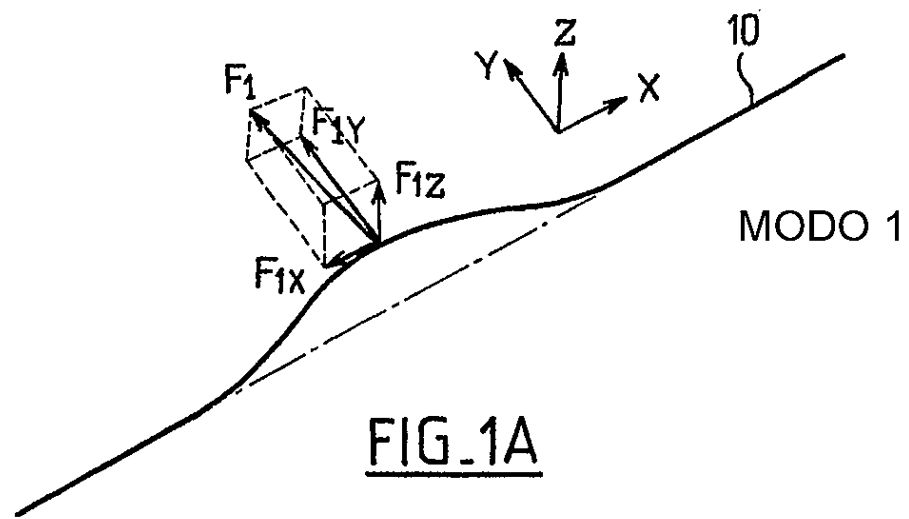
13. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que compreende, na seção, boias fixas (20) de redução de peso do conduto.

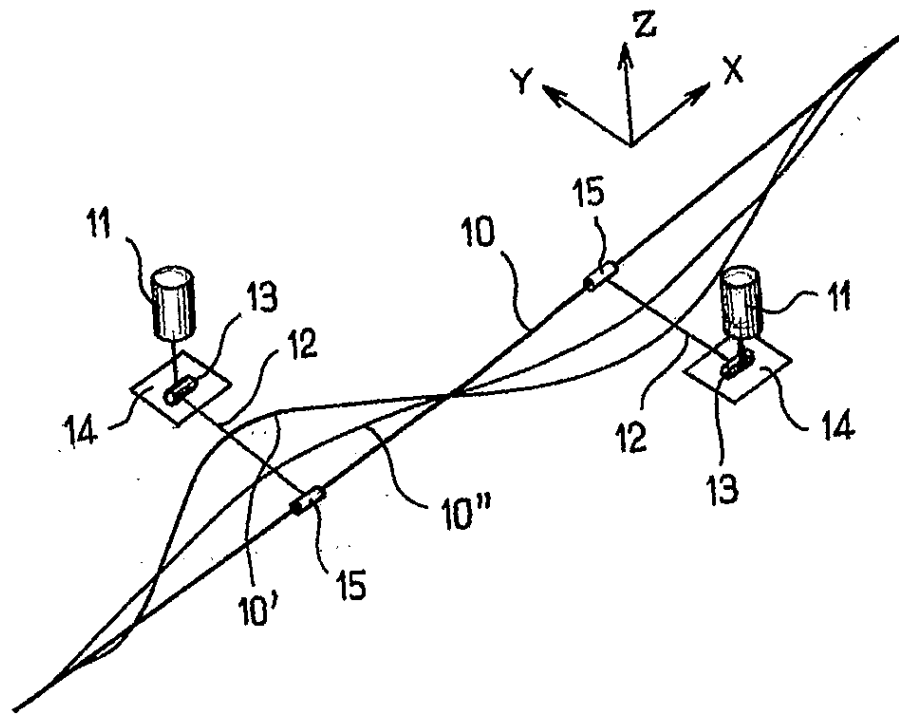
14. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que compreende, na seção, pelo menos uma trave (30) de deslizamento lateral do conduto (10).

15. Processo para regular a flambagem lateral de uma seção de conduto rígido submarino de transporte de fluido instalada sobre um fundo do mar, compreendendo a aplicação de uma força determinada sobre pelo menos um ponto da dita seção de conduto, caracterizado pelo fato de que a dita força é aplicada de

maneira permanente sobre um ponto desta seção de conduto (10), a força determinada sendo determinada para privilegiar a flambagem lateral da dita seção de conduto (10) sob a ação conjugada da temperatura e da pressão no nível do dito ponto de aplicação da dita força.

1/5



FIG. 2

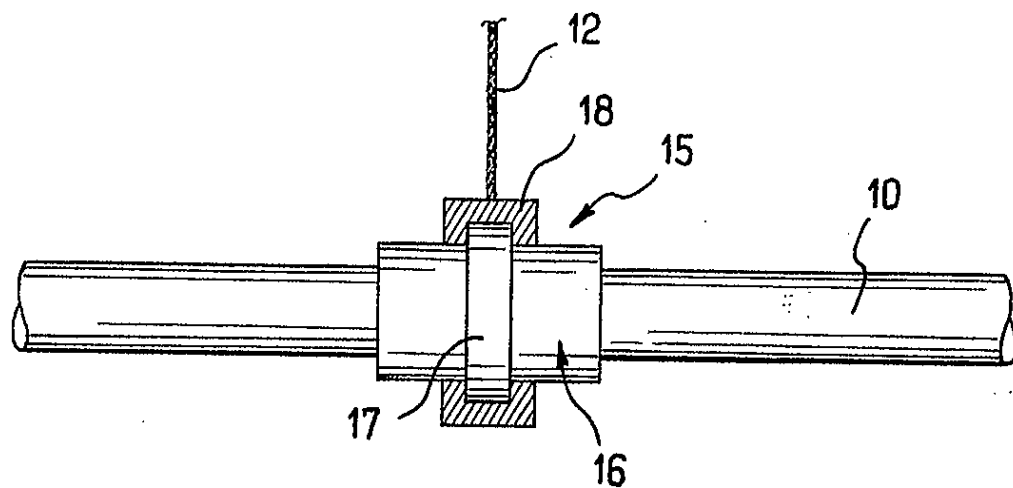


FIG. 3

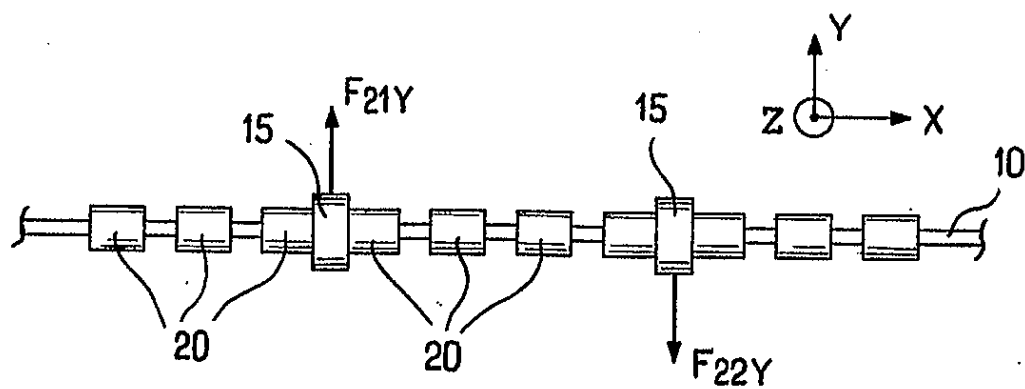


FIG. 4

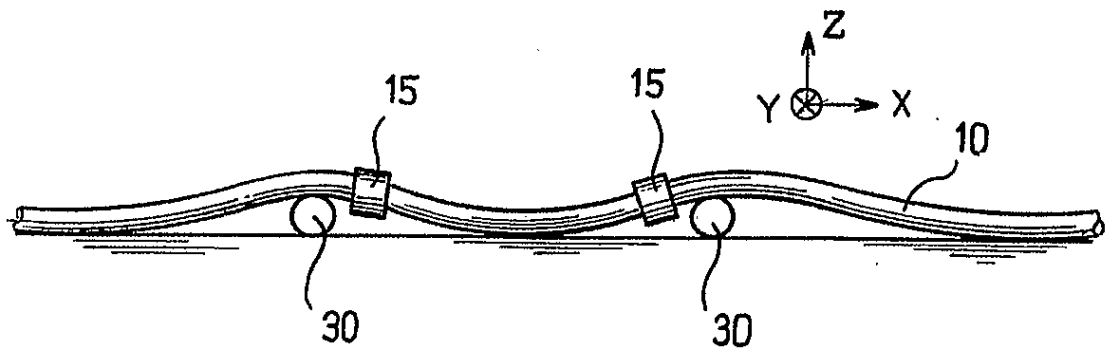


FIG. 5A

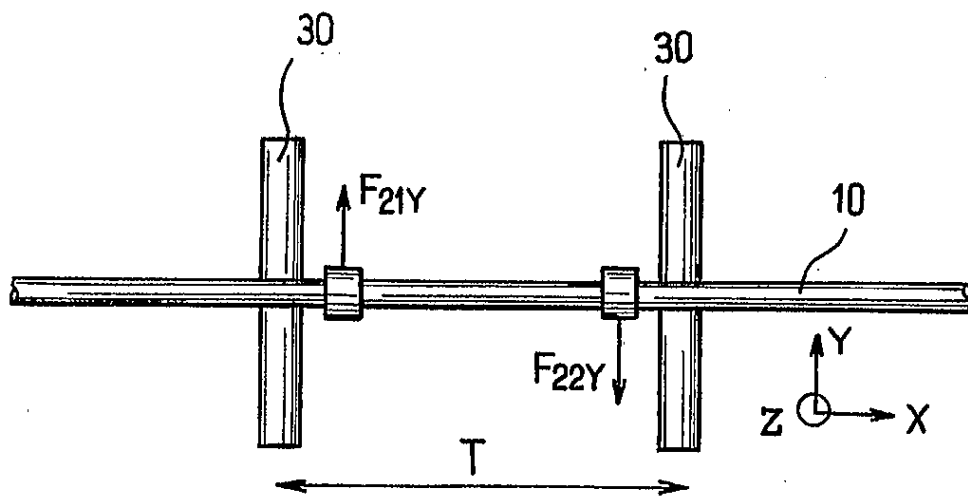
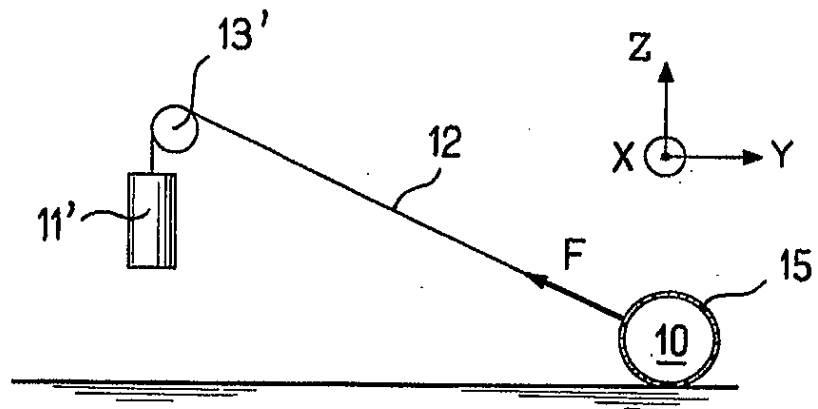
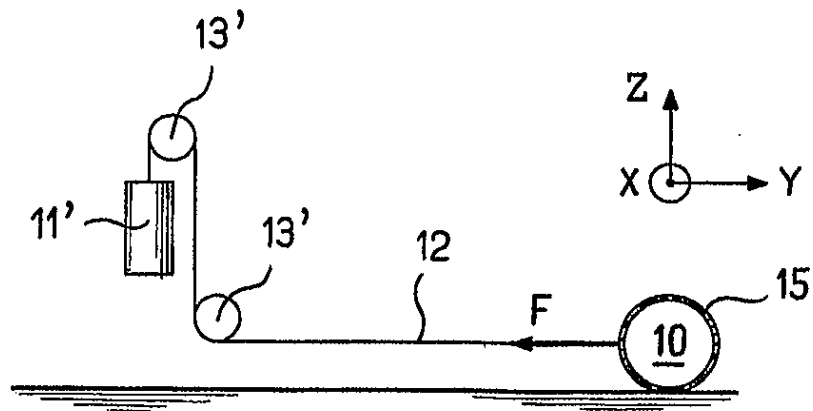


FIG. 5B

FIG. 6AFIG. 6B