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

(11) PI 0803572-5 B1

(22) Data do Depósito: 25/09/2008

(45) Data de Concessão: 28/04/2020

(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA PERMITIR O DESLOCAMENTO DE DUTOS EM LOCAIS PREDETERMINADOS

(51) Int.Cl.: F16L 1/235.

(73) Titular(es): SUBSEA 7 DO BRASIL SERVIÇOS LTDA..

(72) Inventor(es): RAFAEL DO AMARAL PORTILHO.

(57) Resumo: APARELHO E MÉTODO PARA PERMITIR O DESLOCAMENTO DE DUTOS EM LOCAIS PREDETERMINADOS. A presente invenção está relacionada a um aparelho que se prende a dutos de transmissão de fluidos. Tal aparelho suspende o duto do solo e permite o deslocamento lateral via rolamento de partes móveis. Um método é igualmente proposto compreendendo a seleção de locais predeterminados no duto e a instalação do aparelho nesses locais. O aparelho, conforme a presente invenção, consiste em uma peça fixa que se prende ao duto e de outra peça giratória que desliza sobre a primeira peça e que faz contato com o solo, quando o aparelho estiver instalado.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"APARELHO E MÉTODO PARA PERMITIR O DESLOCAMENTO DE DUTOS EM LOCAIS PREDETERMINADOS".**

CAMPO TÉCNICO

[0001] A presente invenção está relacionada ao controle do movimento lateral de tubulações. Mais precisamente, a presente invenção trata de método e aparelho para permitir o deslocamento de dutos em locais predeterminados.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

[0002] Dutos são responsáveis pelo transporte de fluidos de um lugar a outro, por exemplo de uma unidade de produção até um reservatório. São considerados dutos rígidos os tubos que têm forma cilíndrica de modo a permitir o fluxo de algum fluido que passe em seu interior. São constituídos geralmente de aço, podendo ter ou não algum revestimento que sirva de proteção anti-corrosiva e proteção mecânica contra danos proporcionados pelo ambiente em que se encontra.

[0003] Um duto rígido é considerado fixo nas suas extremidades quando está conectado a algum equipamento que possa ser considerado fixo no espaço, seja por seu grande peso, seja por uma fixação ao solo ou a uma base, ou por qualquer outra maneira que engaste as extremidades do duto no equipamento. Tais equipamentos podem ser bombas de fluxo, reservatórios, manifolds, árvores de natal (conhecidas também como *Xmas trees*), PLETs (*Pipe Line End Termination*), PLEMs (*Pipe Line End Manifold*), bem como outras superfícies rígidas onde o duto esteja conectado, podendo ser até mesmo a força de resistência do solo, quando aplicável.

[0004] Devido ao fato do transporte de fluidos ser, em muitos casos, feito a altas pressões e temperaturas, o duto rígido expande termicamente o que leva à ocorrência de expansão axial. Uma

expansão axial faz o duto tender a ter seu comprimento estendido. Nos casos onde há restrições nas extremidades dos dutos, estes, quando submetidos à expansão térmica, passam a ter forças compressivas no sentido axial, o que levará a uma resposta estrutural na forma do fenômeno conhecido como flambagem.

[0005] Flambagem é o fenômeno de instabilidade geométrica que leva uma estrutura a passar de uma configuração de equilíbrio instável para uma configuração de equilíbrio estável, com grandes deslocamentos laterais. Um duto engastado nas extremidades, perfeitamente fabricado, não flambaria. Contudo, as imperfeições que geram a instabilidade necessária para o fenômeno ocorrer surgem, por exemplo, devido ao desalinhamento entre as junções soldadas do duto e pequenas imperfeições de fabricação, dentre outros motivos.

[0006] Com a flambagem, uma parte do duto faz uma curvatura aumentado assim seu comprimento. No trecho fletido, uma parte da expansão térmica, antes restringida, é liberada, o que faz com que o esforço axial neste trecho sofra redução, fazendo assim com que o duto assuma uma nova configuração estável.

[0007] Ao permitir que a tubulação forme as ondas laterais da flambagem, uma exigência chave é assegurar que diversos pontos de flambagem dêem forma de modo que a dilatação axial causada pela expansão térmica seja compartilhada por diversas curvaturas, ao invés de localizada em uma única curvatura. Isto reduz o nível de tensões em posições individuais de curvatura. Uma outra exigência é reduzir o risco de interação entre curvaturas individuais.

[0008] Uma técnica que aumenta o vigor para que flambagem de origem térmica ocorra em posições preferidas é reduzir a força crítica para flambagem em pontos-chaves, de forma que a probabilidade para flambagem nestas posições aumente, e com isso reduzir a probabilidade para formar ondas em seções adjacentes.

[0009] Equipamentos bastante difundidos na indústria de hoje são os chamados dormentes (*Sleepers*) (figura 1). Eles têm duas finalidades básicas:

- causar uma imperfeição vertical no duto de forma a promover a flambagem neste ponto, fazendo um "gatilho" que diminui a força crítica para flambagem; e

- criar uma superfície para que o deslocamento do duto sobre essa estrutura ocorra com mais facilidade do que no leito submarino.

[00010] O duto rígido 1, neste caso, fica apoiado sobre o dormente 2. Dessa forma, o dormente 2 garante que qualquer flambagem ocorra em locais estudados e pré-definidos, garantindo a integridade do duto e do projeto.

[00011] Geralmente, o dormente é construído por um tubo vazado que se apóia sobre sapatas especialmente projetadas para que o equipamento não afunde no solo. O dormente tem que ter esse tubo vazado robusto o suficiente para suportar todo o peso que o duto rígido fizer sobre ele, e as sapatas deverão ter a área suficiente para não enterrar no solo com a carga que é aplicada sobre as mesmas. As vantagens do dormente estão em ser de fácil fabricação e de funcionamento simples e comprovado.

[00012] Por outro lado, os dormentes necessitam ser de grande comprimento de forma a suportar toda a amplitude da flambagem, que, em alguns casos, pode chegar a dezenas de metros, tornando-o pesado e de difícil manuseio. Adicionalmente, os dormentes necessitam ser instalados antes do lançamento dos dutos o que pode obrigar o uso de uma embarcação de apoio.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

[00013] Um dos objetivos da presente invenção é proporcionar uma maneira de controlar o deslocamento de dutos rígidos.

[00014] Outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho de fácil manuseio que permita deslocamentos do duto em locais determinados.

[00015] Outro objetivo da presente invenção é proporcionar um aparelho que permita deslocamentos do duto em locais determinados e que possa ser instalado juntamente com a instalação dos dutos.

[00016] Outro objetivo da presente invenção é proporcionar um método para permitir deslocamentos do duto em locais determinados.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[00017] De forma a alcançar os objetivos acima, um aparelho que se prende ao duto de transmissão de fluidos é proposto. Tal aparelho suspende o duto do solo e permite o deslocamento lateral via rolamento de partes móveis, em uma situação de flambagem causada por dilatações térmicas nos dutos fixos em suas extremidades, por exemplo. Um método é igualmente proposto compreendendo a seleção de locais predeterminados no duto e a instalação do aparelho nesses locais.

[00018] O aparelho, conforme a presente invenção, consiste em uma peça fixa que se prende ao duto e de outra peça giratória que desliza sobre a primeira peça e que faz contato com o solo, quando o aparelho estiver instalado.

[00019] Por possuir uma parte giratória que fica em contato com o solo, este aparelho tem mobilidade para se deslocar lateralmente. O aparelho suspende o duto do solo e serve como suporte para que o duto possa ter livre deslocamento lateral nesse local, quando houver alguma situação onde o duto tenha tendência a se movimentar lateralmente, como, por exemplo, a flambagem.

[00020] Adicionalmente, o aparelho, ao proporcionar uma imperfeição vertical no local onde está instalado, funciona como um gatilho para a flambagem. No momento em que a flambagem ocorrer,

a força lateral do duto fará com que a parte giratória role sobre o solo até o ponto de equilíbrio.

[00021] No caso de instalações submarinas, uma outra vantagem é que a instalação deste aparelho poderia ser feita durante a instalação do duto, no próprio convés do navio de instalação, o que economizaria o trabalho prestado pelo navio de apoio que atualmente instala o dormente, tornando as operações mais ágeis e baratas.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[00022] A figura 1 mostra um equipamento de controle de deslocamento de duto conforme técnica anterior (dormente).

[00023] A figura 2 mostra um aparelho conforme a concretização preferencial da presente invenção montado em um duto.

[00024] A figura 3 mostra uma vista explodida do aparelho conforme a concretização preferencial da presente invenção.

[00025] A figura 4 mostra a parte fixa do aparelho conforme a concretização preferencial da presente invenção.

[00026] A figura 5 mostra a parte giratória do aparelho conforme a concretização preferencial da presente invenção.

[00027] A figura 6 mostra a montagem das partes do aparelho conforme a concretização preferencial da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[00028] Conforme ilustrado na figura 2, o aparelho proposto pela presente invenção é formado por duas partes: uma parte fixa 10, presa ao duto 1, e uma parte giratória 20 que fica em contato com a parte fixa 10 e com o solo, quando o aparelho estiver instalado. A figura 3 ilustra em maior detalhe as partes que compõem o aparelho.

[00029] Como pode ser observado na figura 4, a parte fixa 10 é preferencialmente composta por porções bipartidas 11 e 12 unidas por meios de fixação e que se prendem em volta do duto de forma a não haver movimento relativo entre a parte fixa e o duto. Cada porção é

formada por um semi-cilindro e pelo menos uma superfície de fixação 13 usada para fazer a união entre as porções através dos meios de fixação. De acordo com uma configuração preferencial da presente invenção, a parte fixa 10 possui batentes 14 para impedir que a parte giratória 20 se desloque axialmente sobre a parte fixa. Diversos meios de fixação podem ser utilizados. Cita-se, como exemplo, o uso de parafusos ou rebites, bem como a união da pelo menos uma superfície 13 através de solda, fixação por interferência, fixação eletromagnética ou cola epóxi. Da mesma forma, o simples atrito entre a parte fixa 10 e o duto 1 pode ser suficiente para evitar movimentos axiais entre os mesmos. Entretanto, qualquer meio de travamento, como por exemplo parafusos, rebite, solda, fixação por interferência, fixação eletromagnética ou cola epóxi, pode ser utilizado.

[00030] Assim como a parte fixa 10, a parte giratória 20, ilustrada na figura 5, também é preferencialmente composta por porções bipartidas 21 e 22 unidas por meios de fixação. Cada porção possui uma superfície interna 23 em formato cilíndrico e pelo menos uma superfície de fixação 24 usada para fazer a união das porções através dos meios de fixação. Diversos meios de fixação podem ser utilizados. Cita-se, como exemplo, o uso de parafusos ou rebites, bem como a união da pelo menos uma superfície 24 através de solda, fixação por interferência, fixação eletromagnética ou cola epóxi As porções possuem ainda uma superfície externa 25 em formato cilíndrico. As superfícies 23 e 25 são preferencialmente unidas por hastes 26. No entanto, outras formas de união poderiam ser perfeitamente utilizadas. Cita-se, como exemplo, o uso de uma peça única contendo as duas superfícies.

[00031] Apesar da configuração preferencial da presente invenção prever o uso de duas porções para cada parte do aparelho, deve-se notar que qualquer outro número, como, por exemplo, uma parte

tripartida, poderia ser utilizado. Da mesma maneira, o uso de partes formadas por uma peça única também poderia ser considerado, a instalação das mesmas sendo feitas através da inserção do duto na área cilíndrica interna formada pela parte fixa e da inserção da parte fixa na área cilíndrica interna formada pela parte giratória.

[00032] A parte giratória 20 é a parte responsável por permitir a movimentação do duto 1. Depois de montada, a parte giratória fica concêntrica ao duto, e a única restrição ao movimento axial, na modalidade preferencial da presente invenção, está nos batentes da parte fixa 10. Nervuras (não ilustradas) também podem ser fixadas aos batentes para aumentar a rigidez. O técnico no assunto facilmente notará que outras formas de impedir o movimento axial da parte giratória poderiam ser usadas. Cita-se, como exemplo, o uso de recessos na parte fixa 10 ou mesmo a instalação de travas diretamente no duto 1.

[00033] Não há nenhuma restrição para o giro sobre o eixo axial do duto. Para a obtenção de melhores resultados, pode ser desejável a obtenção de um pequeno coeficiente de atrito entre a superfície interna 23 da parte giratória 20 e a parte fixa 10. Tal coeficiente pode ser obtido com algum revestimento anti-aderente, como, por exemplo, revestimento à base de PTFE (politetrafluoretileno), ou então através de um bom acabamento superficial de modo que as superfícies sejam lisas e pouco resistentes ao movimento. As superfícies podem ainda serem revestidas com materiais que possuam facilidade para deslizamento, tal como o bronze, ou então algum tipo de sistema que sirva como rolamento, ou qualquer outro sistema que garanta que a resistência ao rolamento da parte móvel em relação a parte fixa seja pequena.

[00034] A figura 6 ilustra a montagem das partes conforme a concretização preferencial da presente invenção. Como pode ser

observado, a superfície interna 23 da parte giratória 20 é assentada sobre a superfície da parte fixa 10 situada entre os batentes 14.

[00035] Quanto à ação corrosiva da água do mar, é importante observar que qualquer sistema de proteção anti-corrosiva presente no estado da técnica pode ser utilizado. Cita-se, como exemplo, o sistema de proteção galvânica e os revestimentos por galvanização e cadmiação.

[00036] A presente invenção também está relacionada a um método que permita a formação de ondas laterais nos dutos, de forma a assegurar que a dilatação axial causada pela expansão térmica seja compartilhada por diversas curvaturas, ao invés de localizada em uma única curvatura, e a reduzir o risco de interação entre curvaturas individuais.

[00037] O método da presente invenção compreende as etapas de selecionar locais predeterminados ao longo da tubulação a ser instalada e montar o aparelho descrito acima nesses locais. Com a instalação do aparelho cria-se uma imperfeição vertical no duto, que atua como gatilho para o deslocamento lateral, facilitado pela ação de rolamento provida pelo aparelho.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para permitir o deslocamento de dutos (1) em locais predeterminados, caracterizado pelo fato de compreender:

uma parte fixa (10), fixável ao duto (1), compreendendo uma superfície em formato cilíndrico; e

uma parte giratória (20) compreendendo uma superfície interna (23) em formato cilíndrico e uma superfície externa (25) também em formato cilíndrico, em que a superfície interna (23) é assentada sobre a superfície em formato cilíndrico da parte fixa (10) e a superfície externa (25) é adaptada para girar para permitir o deslocamento por rolamento de um duto (1) quando a parte fixa é anexada ao duto (1).

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a parte fixa (10) compreende adicionalmente batentes (14).

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a parte fixa (10) é formada por uma peça única.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a parte fixa (10) é composta de pelo menos duas porções.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a parte fixa (10) é composta de porções bipartidas (11, 12).

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que cada porção é formada por frações de cilindro e por pelo menos uma superfície de fixação (13), a junção de cada porção formando um cilindro completo.

7. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, caracterizado pelo fato de que as porções são

unidas por meios de fixação.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os meios de fixação são selecionados dentre parafuso, rebite, solda, fixação por interferência, fixação eletromagnética e cola epóxi.

9. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a parte fixa (10) é fixada ao duto (1) através de um meio de travamento.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o meio de travamento é selecionado dentre parafuso, rebite, solda, fixação por interferência, fixação eletromagnética e cola epóxi.

11. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a parte giratória (20) é formada por uma peça única.

12. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a parte giratória (20) é composta de pelo menos duas porções.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a parte giratória (20) é composta de porções bipartidas (21, 22).

14. Aparelho, de acordo com as reivindicações 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que cada porção compreende parte das superfícies interna (23) e externa (25) e pelo menos uma superfície de fixação (24), a junção de cada porção formando um cilindro completo interno e um cilindro completo externo.

15. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizado pelo fato de que as porções são unidas por meios de fixação.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 15,

caracterizado pelo fato de que os meios de fixação são selecionados dentre parafuso, rebite, solda, fixação por interferência, fixação eletromagnética e cola epóxi.

17. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que as superfícies interna (23) e externa (25) da parte giratória (20) são unidas por hastes (26).

18. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que as superfícies interna (23) e externa (25) da parte giratória (20) fazem parte de uma peça única.

19. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que o atrito entre a superfície interna (23) da parte giratória (20) e a parte fixa (10) é reduzido através de um revestimento anti-aderente, de um bom acabamento superficial, do uso de materiais com facilidade de deslizamento ou com um sistema de rolamento.

20. Método para permitir o deslocamento de dutos (1) em locais predeterminados, compreendendo a etapa de selecionar os locais predeterminados dos dutos (10), caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa de montar o aparelho conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 19 nos locais selecionados no duto (1) para permitir o deslocamento por rolamento do duto (1) nos locais predeterminados.

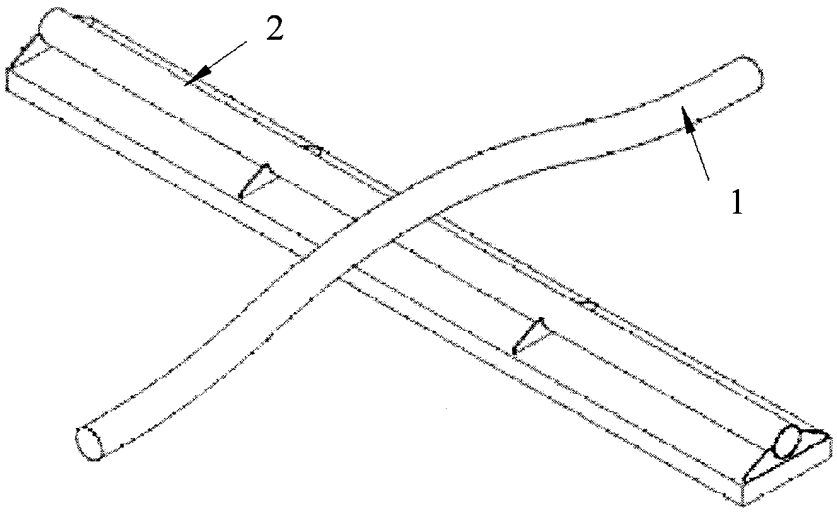


FIGURA 1

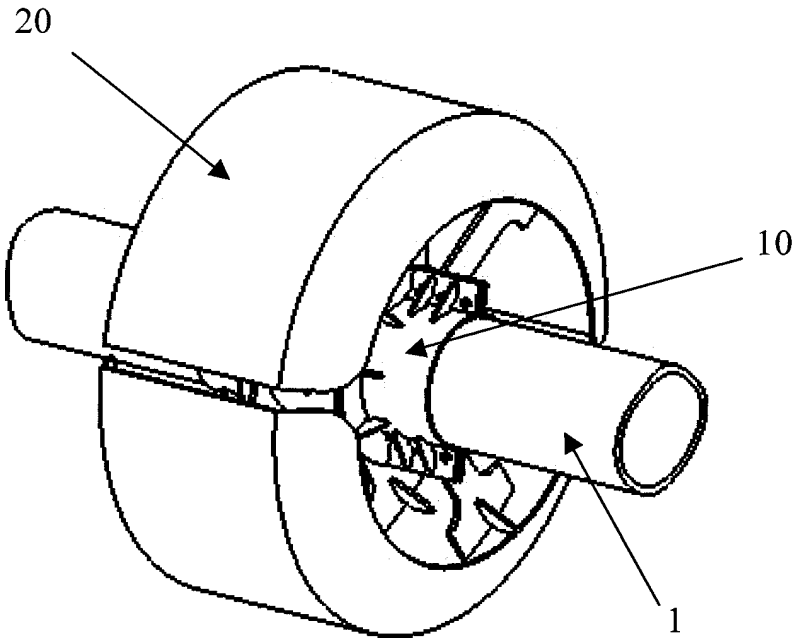


FIGURA 2

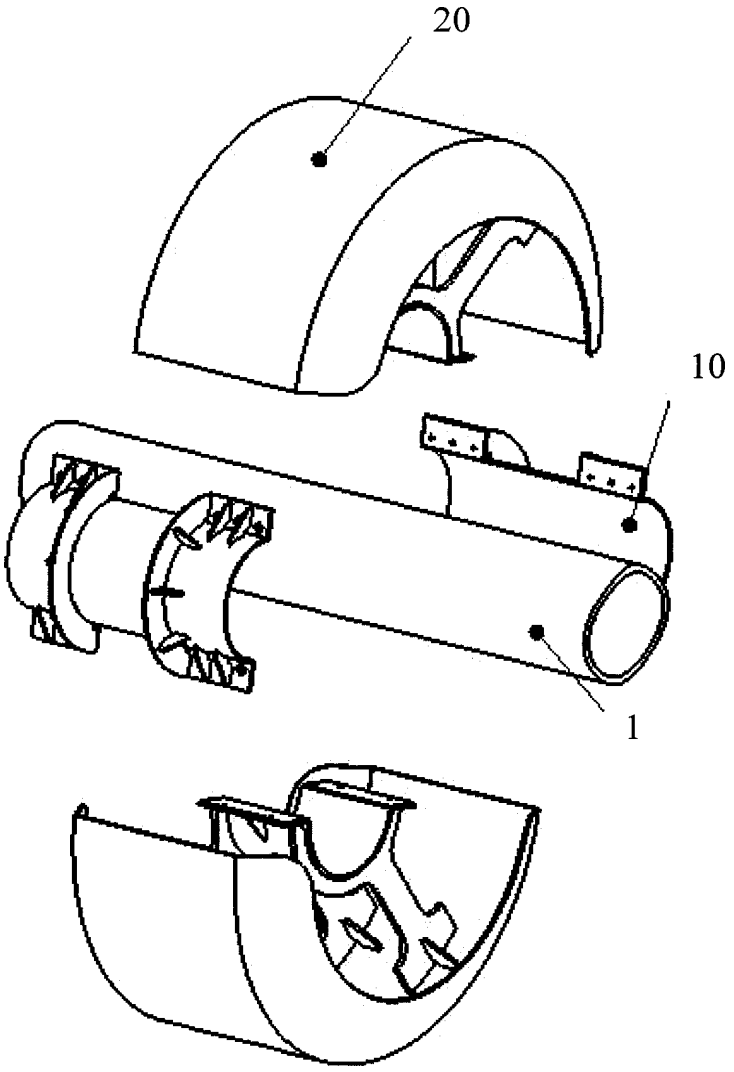


FIGURA 3

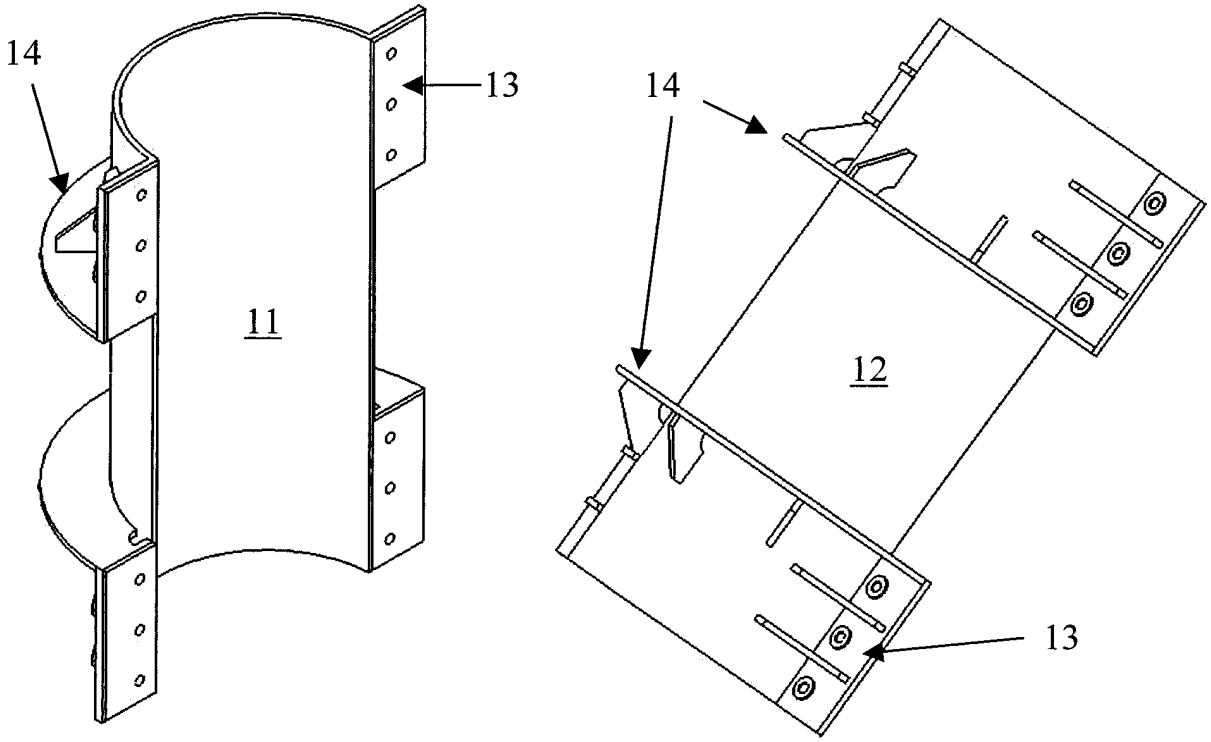


FIGURA 4

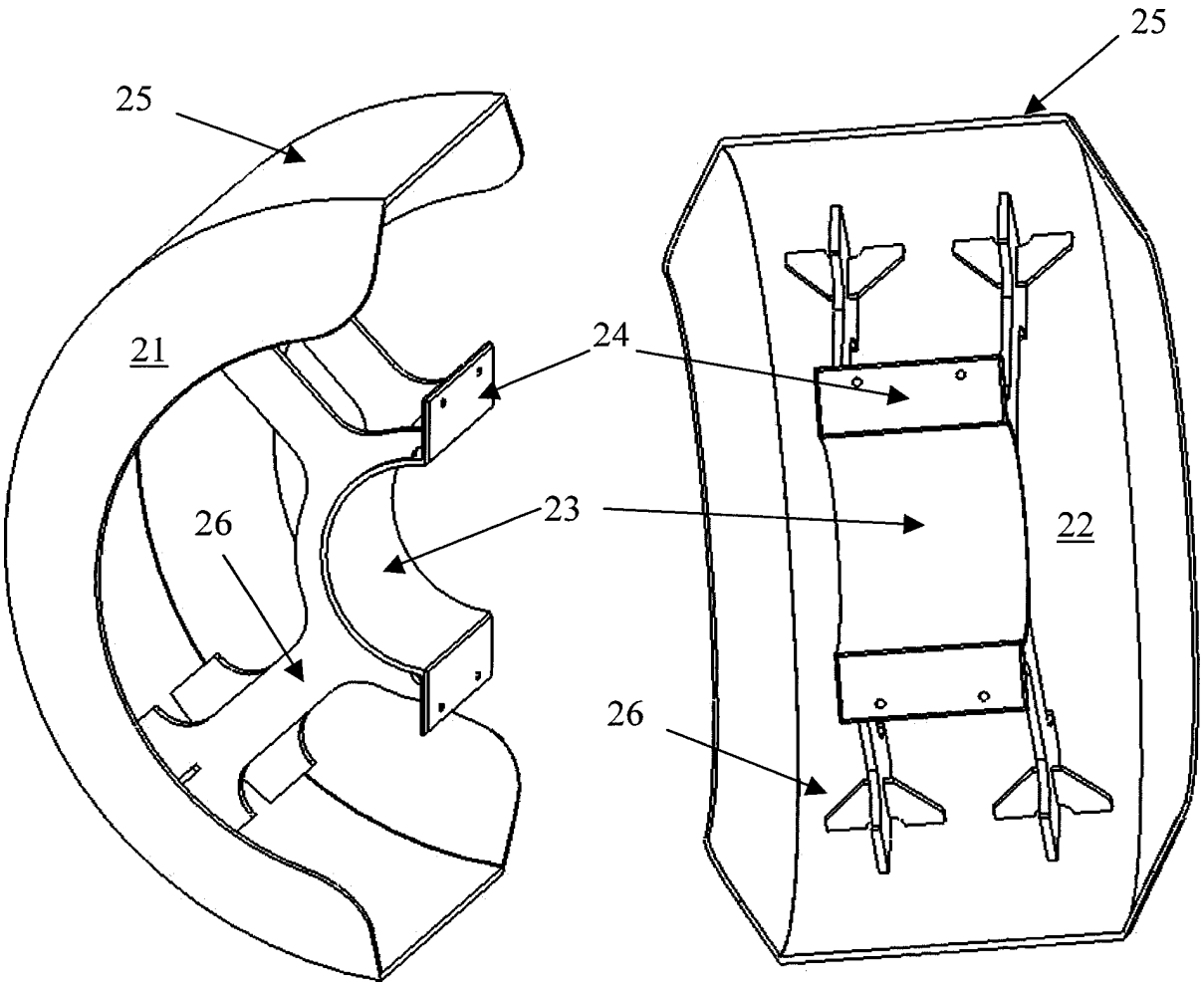


FIGURA 5

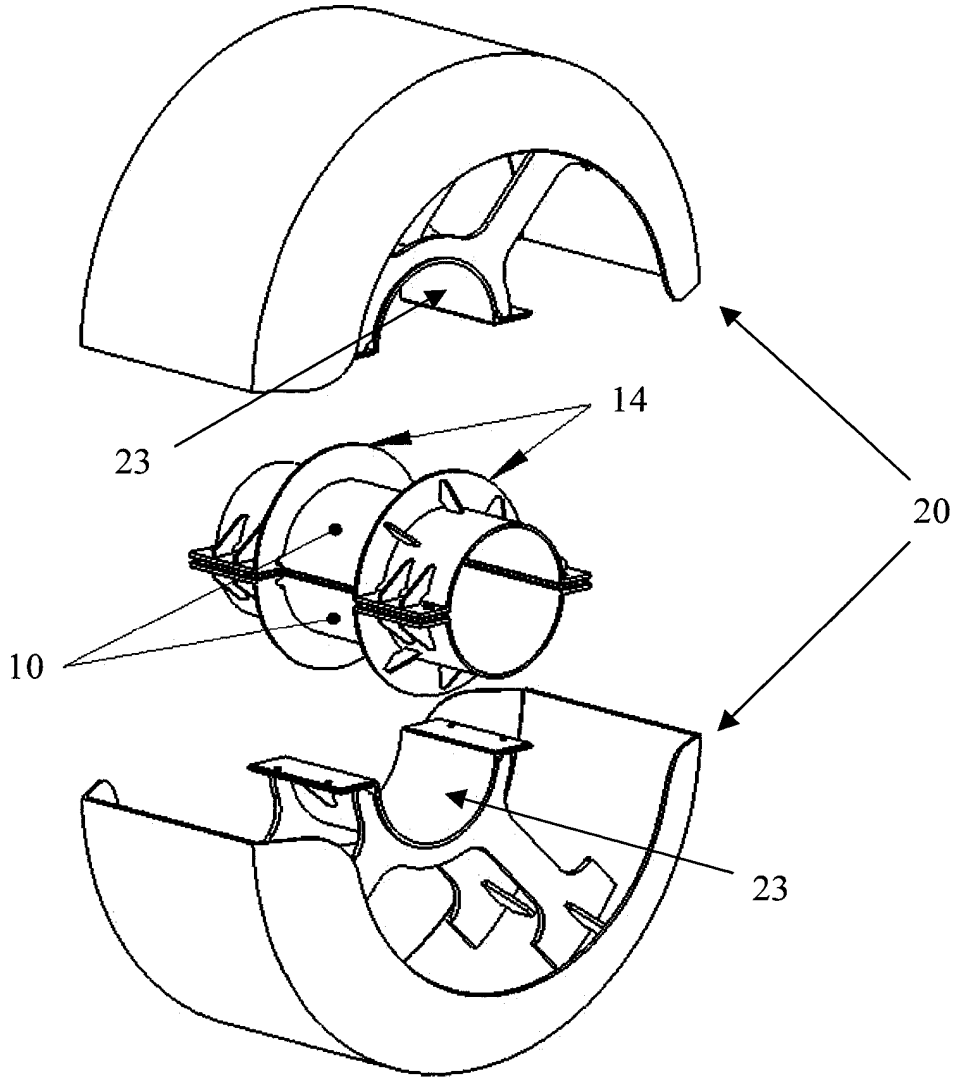


FIGURA 6