

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

(21) **PI0902469-7 A2**

(22) Data de Depósito: 29/07/2009  
(43) Data da Publicação: 05/04/2011  
(RPI 2100)



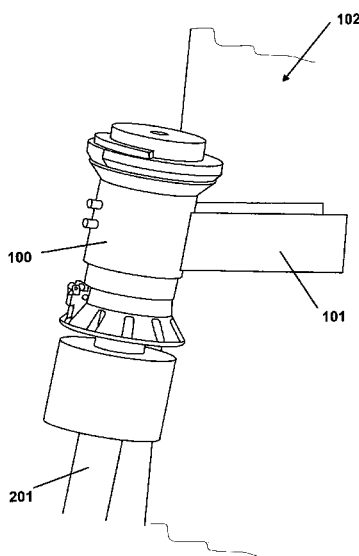
(51) *Int.Cl.:*  
E21B 17/01  
F16L 33/00  
F16L 27/00

(54) Título: **SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**

(73) Titular(es): Petroleo Brasileiro S.A. - Petrobras

(72) Inventor(es): Alessandro Barreto de França, Cezar Augusto Silva Paulo, Enrique Casaprima Gonzalez, Ivan de Andrade Monteiro Filho, Jose Mauricio Teixeira da Gama Lima, Luiz Eduardo Peclat Bernardes, Ricardo Wagner Capillonch, Sérgio Batista de Barros

(57) Resumo: SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO A presente invenção se refere a um suporte para instalação e posicionamento de linhas de coleta de produção no casco de uma Unidade Estacionária de Produção (UEP), especialmente nos sistemas FPSO (Floating Production Storage and Offloading). O sistema agora proposto baseia-se na tecnologia utilizada em suportes do tipo tubos "I" híbrido. Oferece a possibilidade de combinações alternativas de arranjos baseados na aplicação individual, ou combinação de dois dentre três dispositivos independentes. Cada dispositivo é capaz de por si só alterar o ângulo de suporte e afiação de um riser em relação ao costado de uma unidade estacionária de produção, conferindo flexibilidade e precisão de modo a atender a qualquer situação de fixação de riser, seja rígido ou flexível, que possa vir a ocorrer durante a vida útil de uma unidade estacionária de produção.





## **SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção se refere a um suporte para instalação e posicionamento de linhas de coleta de produção e de injeção de gás no casco de unidades de produção de petróleo, especialmente em UEP's (Unidades Estacionárias de Produção), e mais especialmente nos FPSO's (Floating Production Storage and Offloading). O sistema baseia-se na tecnologia utilizada em suportes do tipo tubos "I" híbridos. A tecnologia proposta permite, por um meio apropriado, a alteração do ângulo de atracamento das linhas conforme a necessidade de empregar linhas de coleta de produção ou de injeção de gás, rígidas ou flexíveis.

### **FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

De modo a viabilizar a produção de petróleo em alto mar um conjunto de dutos por onde escoar a produção é utilizado desde os poços produtores até as unidades de produção, doravante denominada simplesmente "plataformas". Este conjunto de dutos é convencionalmente denominado de linha de coleta de produção.

Alguns poços, denominados de poços injetores de gás, são responsáveis por receber a injeção de gás provenientes das plataformas, através de dutos de injeção de gás, com o objetivo de incrementar a recuperação de óleo nos poços produtores através da injeção de gás no reservatório. Este conjunto de dutos de injeção de gás é convencionalmente denominado de linha de injeção de gás.

Este conjunto de tubulações, que constituem as linhas de coleta de produção e linhas de injeção de gás, se subdivide basicamente em duas porções distintas:

- A primeira porção, preponderantemente horizontal, constituída de tubulação flexível ou rígida, que liga o poço de petróleo no leito do mar a um ponto ainda no leito do mar próximo à locação da plataforma, é

denominada: trecho horizontal, sendo este estático e conhecido especificamente no jargão técnico por “flowline”.

- A segunda porção, é constituída por uma tubulação preponderantemente vertical, conectada à extremidade do trecho horizontal e que ascende do leito do mar até ao casco da plataforma, onde será acoplada, denominada: trecho vertical, conhecida e doravante denominada pelo seu jargão técnico: “riser”.

Existem no mercado basicamente dois tipos de risers: os rígidos e os flexíveis.

- 10 Uma das vantagens na aplicação de riser rígido é sua capacidade de suportar grandes cargas de tração, principalmente em caso de plataformas que operam em grandes lâminas de água e necessitam uma grande extensão de trecho vertical. A segunda vantagem é em relação à capacidade do riser de aço resistir a contaminantes presentes no fluido de produção que atacam a parede interna da linha. Por outro lado, os risers rígidos apresentam baixa capacidade de flexão, necessitando serem
- 15 atracados ao suporte de ancoragem com um grau de inclinação em torno de 12°. Outra característica é em relação ao maior distanciamento entre a extremidade do trecho horizontal de coleta ou “flowline”, e o ponto de ancoragem na superfície, que nos risers rígidos são bem maiores se comparados à distância utilizada por risers flexíveis.
- 20

- Risers flexíveis necessitam proporcionalmente de um espaço bem menor entre a extremidade do trecho horizontal de coleta e o ponto de ancoragem na superfície, permitindo que o trecho vertical chegue à plataforma em um ângulo de operação bem menor, em torno de quatro
- 25 vezes menor, se comparado ao ângulo de operação do modelo rígido. Por outro lado, sua estrutura, constituída de camadas de aço e camadas de material polimérico, mais permeável, é sensível aos contaminantes que podem existir em alguns fluidos de produção, reduzindo nestes casos a sua vida útil. Além disso, em campos de petróleo localizados em lâminas
- 30

de água muito profundas, devido à extensão vertical necessária para instalação do riser, o peso próprio pode facilmente se aproximar da sua capacidade de resistência à tração, reduzindo drasticamente sua vida útil.

5 As linhas de coleta de produção e linhas de injeção de gás são dispostas sobre o leito do mar por embarcação específica para esse fim. O procedimento inicia-se com o acoplamento de uma das extremidades da tubulação ao poço, produtor ou injetor de gás. Em seguida, a tubulação vai sendo gradativamente lançada pela embarcação, desde o poço até a plataforma, para onde será transferida a outra extremidade livre da  
10 tubulação, a qual será posteriormente afixada em suportes, que sejam apropriados a cada tipo de riser lançado.

### **TÉCNICA RELACIONADA**

Ao se adotar um sistema FPSO como base de projeto evidencia-se certa restrição em relação às interfaces existentes entre riser e casco,  
15 pois, neste modelo de unidade estacionária de produção (UEP), por padrão, as conexões são realizadas somente pelo costado bombordo. O costado boreste é reservado para operações de apoio, tais como transporte de equipamentos, suprimentos e atracamento de outras embarcações.

20 Assim, quando se opta por utilizar um FPSO, o espaço disponível para afixar os suportes dos risers se limita a um trecho do costado bombordo entre a popa e a proa (cerca de 160m). Esta limitação interfere significativamente na escolha da configuração do suporte de riser que será adotado no projeto e construção de um FPSO.

25 No entanto, por ser tradicionalmente mais comum a adoção de risers flexíveis, geralmente opta-se pelo suporte tipo boca de sino. O conjunto riser flexível / suporte boca de sino em FPSO permite, a baixo custo, conectar os risers provindos tanto de bombordo como de boreste.

Eventualmente, quando há necessidade de instalar um riser rígido  
30 de aço, conhecido como SCR (*Steel Catenary Risers*), normalmente é

utilizado um diferente tipo de suporte, conhecido como suporte cônico. Nestes casos, ainda se faz necessária a instalação de uma viga intermediária ao longo do costado do FPSO para suportar a carga extra, que deve já ser prevista antes do FPSO entrar em operação. O recurso  
5 limita o espaço operacional em torno de cada suporte.

Uma das principais dificuldades encontradas quando do emprego de risers rígidos em FPSO reside nas restrições oferecidas para a viabilização da chegada e suportação de risers rígidos provenientes de boreste.

A instalação dos SCR's que chegam por boreste nos suportes  
10 cônicos localizados na viga intermediária do casco do FPSO necessitariam de guindastes com lanças muito longas, inviáveis de se prover em um FPSO a fim de proporcionar um ângulo de chegada adequado do riser no suporte, e assim garantir uma distância mínima em relação ao fundo da embarcação.

15 Em casos de empreendimentos específicos para águas ultraprofundas, os projetos de UEP's devem prever antecipadamente a adoção de SLWR (*Steel Lazy Wave Riser*), que são risers rígidos de aço dotados de flutuadores intermediários, como forma de se reduzir a carga no topo do riser.

20 Na opção de utilização de suportes cônicos localizados na viga intermediária do casco do FPSO, a instalação de linhas flexíveis no lugar do SCR é viabilizada através do uso de uma luva adaptadora no interior do suporte. Deve-se salientar que tais suportes, afixados no trecho intermediário do costado, poderão estar localizados na zona de variação  
25 de maré, correndo-se o risco de ficarem submersos por certos períodos de tempo. Isto penaliza a integridade dos risers flexíveis, pois eleva o risco de alagamento do conector e dificulta a inspeção do seu topo.

Alternativamente, o mercado já dispõe de um sistema provido de tubo "I" híbrido para o suporte de risers rígidos como forma de eliminar o  
30 uso da viga intermediária no casco do FPSO e reduzir as dificuldades

encontradas para o procedimento de instalação dos risers. Entretanto, deve-se salientar que tal suporte é provido em um ângulo fixo, de acordo com a especificação contida no projeto do riser rígido. Assim sendo, na eventualidade de se substituir o riser rígido por um do tipo flexível, este  
5 suporte não poderá ser utilizado dado a incompatibilidade nos ângulos de chegada das linhas rígidas e flexíveis.

Diante dessa nova perspectiva técnica, surgiu a preocupação com o desenvolvimento de um equipamento que pudesse efetivamente viabilizar a conexão no costado bombordo de SCR's ou SLWR's vindos de boreste, e que pudesse permitir, se necessário, sua troca por risers flexíveis, no  
10 mesmo suporte, com a UEP em operação.

A atual invenção foi desenvolvida a partir da filosofia de utilização de um elemento de conexão do tipo tubo "I" híbrido, associado a um dispositivo que possibilite a mudança seletiva de ângulo conforme o riser  
15 especificado para a situação.

Neste sentido foi desenvolvido um novo suporte multiangular de conexão de riser baseado em elementos do tipo tubo "I" híbrido.

A invenção descrita a seguir decorre da contínua pesquisa neste segmento, cujo enfoque objetiva a simplificação, a precisão e a redução  
20 de custos nas operações de conexão no costado bombordo de um FPSO de risers rígidos vindos de boreste, sem prejudicar a opção da adoção, a qualquer momento, de risers flexíveis. Também visa prover um novo conceito de conexão, que pode ser adotado como base de novos projetos.

Outros objetivos que o sistema de suporte multiangular de conexão  
25 de riser no casco de unidades de produção de petróleo, objeto da presente invenção, se propõe alcançar. São a seguir elencados:

- a. possibilitar a alteração do ângulo de topo na região da conexão;
- b. viabilizar a conexão tanto de riser's rígidos como de riser's flexíveis;

- c. viabilizar a conexão no costado bombordo das FPSO, dos risers rígidos provindos de boreste;
- d. permitir a alteração do ângulo de ancoragem do topo dos risers, mesmo com a UEP já em operação;
- 5 e. possibilitar a decisão de alterar o acoplamento de risers flexíveis com risers rígidos ou vice versa, com a UEP em operação;
- f. aproveitar melhor o espaço de instalação de suportes entre a proa e a popa da FPSO;
- 10 g. eliminar a necessidade de viga intermediária;
- h. eliminar o risco de alagamento do topo de risers flexíveis.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

Refere-se a presente invenção a um sistema de suportaço multangular de conexão de riser no flanco de unidades de produço de petróleo o qual compreende pelo menos um suporte capaz de afixar um riser ao costado de uma unidade estacionária de produço (UEP) em um ângulo determinado de chegada, mas também oferecer a possibilidade de combinaçoes alternativas de arranjos que conferem a possibilidade de dispor de uma variaço de ângulos de chegada do riser, flexível ou rígido, em qualquer situaço de fixaço que possa vir a ocorrer durante a vida útil de uma UEP.

Os arranjos são baseados na aplicaço individual, ou combinaço de dois dentre três dispositivos independentes, capaz de alterar o ângulo de suporte e afixaço do riser em relaço ao costado da UEP, a saber:

- 25 - Um primeiro dispositivo independente que compreende um elemento de conexão de riser, que é afixado a um braço oscilante. O dito braço oscilante é conectado a uma travessa de sustentação por meio de um pivô. A travessa de sustentação, por sua vez, é rigidamente afixada ao casco da UEP. O braço oscilante é provido de meios de regulagem e de fixaço, que impedem o movimento relativo entre o dito braço oscilante e a
- 30

travessa de sustentação.

- Um segundo dispositivo independente compreende uma configuração tubular bipartida em dois segmentos principais, unidos entre si por flanges, e afixado ao costado de uma UEP por meio de um braço.

5 Um primeiro segmento principal superior do suporte é formado por dois segmentos de tubo mais curtos unidos entre si com os seus eixos em ângulo, preferencialmente em uma faixa angular (V), enquanto a extremidade superior do segmento de tubo apresenta sempre seu eixo (K) vertical coincidente ao zênite, o eixo (Q) do segmento de tubo encontra-se  
10 na faixa angular (V). Assim o segmento de tubo curto superior apresenta a sua boca sempre em um plano paralelo à superfície do mar, enquanto que a extremidade inferior do tubo curto inferior estará em um plano inclinado em relação ao plano que contém a dita extremidade superior do segmento de tubo superior, esta inclinação variando em uma faixa angular (Y).

15 Por outro lado, um segmento principal inferior é formado por um tubo reto de mesmo diâmetro do primeiro segmento principal superior, sendo que a sua extremidade inferior apresenta uma borda cônica, e a extremidade superior é provida por um flange. Ao observar o segmento principal inferior isoladamente, percebe-se que sua extremidade superior  
20 está contida em um plano inclinado em relação ao plano que contém a sua extremidade inferior em uma variação angular (X).

O segmento principal inferior pode ser montado ao segmento principal superior, por meio dos seus respectivos flanges, de duas maneiras:

25 1ª) de modo que os ângulos da faixa angular (Y) e da variação angular (X) se somem; ou  
2ª) por rotação do segmento principal inferior em 180°, fazendo que o ângulo da variação angular (X) seja subtraído do ângulo da faixa angular (Y).

30 - Um terceiro e último dispositivo independente compreende uma



variação construtiva em que o corpo do suporte é completamente reto e tem sua mobilidade angular baseada na interconexão de um anel calço a um flange de encaixe.

O dito flange de encaixe apresenta dimensões que variam ao longo do seu perímetro, mas que mantêm simetria em relação a um plano (T), ortogonal à sua base e que passa pelo seu centro. O prumo da face interna do flange de encaixe varia com o aumento gradual apenas da espessura da extremidade inferior da parede do flange, de um valor mínimo inicial ( $e_1$ ) para um valor máximo ( $e_2$ ). O aumento apenas da espessura da extremidade inferior da parede do dito flange, faz com que o prumo da sua face interna varie em relação ao zênite, concomitante à variação de espessura ( $e$ ), a altura ( $h$ ) também vai sendo alterada de uma altura máxima ( $h_1$ ), próximo à espessura mínima ( $e_1$ ), até uma altura mínima ( $h_2$ ), próximo à espessura máxima ( $e_2$ ). Da alteração de altura decorre uma disposição inclinada entre o plano que contém a boca superior do flange de encaixe e o plano que contém a sua boca inferior.

O dito flange de encaixe é instalado em uma base plana, e para fins referenciais, a montagem dos três componentes é feita tomando como referência inicial o posicionamento do dito flange com sua altura máxima ( $h_1$ ) voltada para o casco da UEP. Internamente ao flange de encaixe é provido o anel calço.

O dito anel tem uma altura ( $H$ ), por todo o seu perímetro, maior do que a altura máxima ( $h_1$ ) do flange de encaixe, sua face interna apresenta-se em prumo ao longo de todo o seu perímetro, mas sua face externa apresenta-se variando do prumo. O prumo da face externa do anel calço varia com o aumento gradual apenas da espessura da extremidade superior da sua parede, variando de ( $E_1$ ) inicial, para ( $E_2$ ) máximo. O aumento apenas da espessura ( $E$ ) da extremidade superior da parede do dito anel, faz com que o prumo da sua face externa varie em relação ao zênite, esta variação tem que ser suplementar à variação de espessuras

(e1) e (e2) da extremidade inferior do flange de encaixe.

O anel calço é então encaixado no interior do flange de encaixe, e neste referencial a face interna do dito anel vai estar alinhada ao zênite, e o suporte de corpo completamente reto é encaixado por dentro do dito  
5 anel calço.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A invenção será descrita a seguir mais detalhadamente, em conjunto com os desenhos abaixo relacionados, os quais, meramente a título de exemplo, acompanham o presente relatório, do qual é parte  
10 integrante, e nos quais:

A Figura 1A retrata uma vista em perspectiva da TÉCNICA ANTERIOR.

A Figura 1B retrata uma vista em perspectiva da TÉCNICA ANTERIOR.

15 A Figura 2 retrata mais uma vista em perspectiva de uma configuração construtiva pivotada da invenção proposta.

A Figura 3 retrata uma vista lateral detalhada de uma alternativa construtiva pivotada da invenção proposta.

20 A Figura 4 retrata uma vista em corte de uma abordagem suplementar da invenção em que a alteração de ângulo do suporte de riser é obtida independente de pivotamento de todo o corpo do suporte.

A Figura 4A retrata um detalhamento da abordagem anterior.

25 A Figura 5 retrata uma vista em corte da abordagem suplementar da invenção em uma montagem que provê um ângulo reverso à montagem apresentada na Figura 4.

A Figura 6A retrata uma vista em perspectiva de um flange de encaixe.

A Figura 6B retrata uma vista em corte do mesmo flange de encaixe.

30 A Figura 7 retrata uma vista em corte de uma alternativa para abordagem suplementar da invenção em que a alteração de ângulo do

suporte de riser é obtida independente de pivotamento de todo o corpo do suporte.

A Figura 8 retrata uma vista em corte da mesma alternativa de abordagem suplementar da invenção em uma montagem que provê um  
5 ângulo reverso à montagem apresentada na Figura 7.

A Figura 9 retrata uma vista em corte de um exemplo de arranjo combinatório de duas abordagens da invenção.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

O sistema de suportação multiangular de conexão de riser no casco  
10 de unidades de produção de petróleo, objeto da presente invenção, foi desenvolvido a partir de pesquisas que visam utilizar meios ou elementos construtivos que possam prover a alteração do ângulo em que um riser é afixado em relação ao costado de uma unidade estacionária de produção (UEP).

15 Atualmente o riser, flexível ou rígido, é afixado ao costado de uma UEP por meio de um suporte rígido, com características construtivas projetadas para suportar todo o seu peso, enquanto o mantém afixado em um ângulo pré-determinado.

A presente invenção tem por objetivo disponibilizar meios seguros,  
20 práticos e duráveis de prover uma alteração angular do suporte a qualquer tempo da vida útil de operação de uma UEP, empregando este novo sistema de suportação multiangular de conexão de riser no casco de unidades de produção de petróleo.

De acordo com a técnica anterior, como pode ser visualizado nas  
25 Figuras 1A e 1B, um tipo de suporte (100), conhecido por tubo "I" híbrido, pode ser utilizado na instalação de risers flexíveis (201) e rígidos (202).

Em ambas as representações gráficas, a determinação do ângulo de  
afixação do riser em relação ao costado da UEP é alcançada por meio do  
suporte (100). O dito suporte (100) é um elemento conhecido no mercado  
30 que apresenta uma configuração tubular com uma abertura superior

provida de acabamento em chanfro.

O suporte (100) é sempre afixado rigidamente a uma base (101), e esta ao casco de um sistema FPSO (102), por exemplo, de modo a manter o eixo do suporte (100) em um ângulo pré-determinado em relação ao eixo vertical da UEP.

O sistema de suportação multiangular de conexão de riser no casco de unidade de produço de petróleo agora proposto foi desenvolvido a partir da configura o básica deste modelo de suporte (100) atualmente existente no mercado, e estabelece abordagens novas para alterar o ângulo de fixaço do riser (201 ou 202).

O novo conceito inventivo compreende pelo menos um suporte capaz de afixar um riser ao costado de uma UEP em um ângulo determinado de chegada, mas também oferece a possibilidade de combinações alternativas de arranjos que permitem dispor de uma variação de ângulos de chegada do riser, seja flexível ou rígido, em qualquer situa  o de fixação que possa vir a ocorrer durante a vida útil de uma UEP.

Os arranjos são baseados na aplica  o individual, ou combina  o de dois dentre três dispositivos independentes, capaz de alterar o ângulo de suporte e afixa  o do riser em relação ao costado da UEP.

Em uma primeira proposição, o sistema de suporta  o multiangular de conexão de riser, objeto da atual invenção, provê meios para variar o posicionamento angular do próprio suporte de afixa  o de riser em relação ao plano do costado da UEP. Esta alteração   obtida provocando-se uma rotação do suporte em um plano perpendicular   superfície do casco da UEP.

Na Figura 2 pode-se visualizar um dispositivo com as configurações construtivas que esta primeira proposição do sistema de suporta  o multiangular de conexão de riser (1) pode apresentar. Compreende um elemento de conexão (100') de riser (200), já conhecido da técnica, que é

afixado a um braço oscilante (2). O dito braço oscilante é conectado a uma travessa de sustentação (3) por meio de um pivô (4). A travessa de sustentação (3) é rigidamente afixada ao casco da UEP (102).

5 Tanto o braço oscilante (2) quanto à travessa de sustentação (3) são projetados para suportar a carga total do riser (200), podendo apresentar estruturalmente uma configuração construtiva diferente da apresentada na figura, mas que atenda a este requisito. No entanto, na configuração construtiva ilustrada pela Figura 2, o braço oscilante (2) é provido com pelo menos dois orifícios (5) transpassantes e a travessa de sustentação (3) com pelo menos um orifício transpassante. Os orifícios transpassantes dos  
10 dois componentes são providos seguindo um raio (r) a partir do pivô (4). Um pino trava (6) quando inserido através de orifícios coincidentes impede o movimento relativo entre o braço oscilante (2) e a travessa de sustentação (3).

15 Os ditos orifícios (5) transpassantes podem estar dispostos tanto em uma posição inferior ao pivô (4), como ilustrado na configuração construtiva apresentada na Figura 2, ou em posições acima do dito pivô.

Nesta solução construtiva o pivotamento ocorre em um eixo (W) paralelo concomitantemente ao flanco de fixação e a base da UEP (102), e  
20 a mudança do ângulo de elevação do suporte (100') é obtida fazendo uma rotação deste componente a partir do pivô (4), por onde passa o eixo (W).

Ainda de acordo com esta primeira proposição da invenção, em que se varia o posicionamento angular de todo o suporte (100') de fixação de riser, o braço oscilante (2) pode ainda apresentar, opcionalmente, um  
25 rasgo (5''), conforme revelado na Figura 3, e ser travado à travessa de sustentação (3) por um elemento de afixação (6') tal como um parafuso, pino ou qualquer outro meio, que impeça o movimento relativo entre o braço oscilante (2) e a travessa de sustentação (3).

A alternativa de variar o posicionamento angular do suporte (100')  
30 de fixação de riser em relação ao plano do costado da UEP, não fica

restrita às duas possibilidades construtivas apresentadas, pois este efeito pode ser obtido por outras condições de pivotamento.

Assim, as concretizações podem apresentar diversas outras variações em sua configuração construtiva final, mas todas apresentarão condições de variar o ângulo de elevação do suporte (100') a partir de um eixo (W) de pivotamento, que se encontra sempre paralelo à base e ao casco de fixação da UEP (Figuras 2 e 3).

Note-se que nesta alternativa de variar o ângulo de elevação de todo o suporte (100') por meio de um pivotamento, o sistema de suportação multiangular (1) disponibiliza, a qualquer tempo da vida útil da UEP, a possibilidade de se optar por risers rígidos ou flexíveis, ancorados a bombordo ou a boreste.

Ainda, dentro do mesmo conceito inventivo, em que o sistema de suportação multiangular (1) de conexão de riser provê meios para variar o posicionamento angular do próprio suporte, há alternativas construtivas capazes de prover a alteração angular do suporte sem que este tenha todo o seu corpo pivotado em relação a algum eixo horizontal. Uma destas possibilidades é o dispositivo revelado pelas Figuras 4 e 5, descritas a seguir.

O sistema de suportação multiangular (1) de conexão de riser no casco de unidades de produção de petróleo estabelece como uma abordagem opcional a possibilidade de alterar o ângulo de fixação de um riser, alterando a disposição de elementos constitutivos do próprio suporte.

A Figura 4 revela um suporte (100') para riser que apresenta uma configuração tubular bipartida em dois segmentos principais (110) e (120), os quais são unidos entre si por flanges (130) e (130'), o conjunto sendo afixado ao costado de uma UEP por meio de um braço (não mostrado na figura).

O primeiro segmento principal superior (110) do suporte (100') é formado por dois segmentos de tubo mais curtos (110A) e (110B) unidos

entre si com os seus eixos em ângulo. Preferencialmente em uma faixa angular (V) de  $160^\circ$  a  $180^\circ$ . Enquanto a extremidade superior do segmento de tubo (110A) apresenta sempre seu eixo (K) vertical coincidente ao zênite, o eixo (Q) do segmento de tubo (110B) encontra-se

5 aproximadamente a  $180^\circ$ .

Portanto, enquanto o segmento de tubo (110A) apresenta a sua boca sempre em um plano paralelo a superfície do mar, a extremidade inferior do tubo (110B) estará em um plano inclinado em relação ao plano que contém a dita extremidade superior do segmento de tubo (110A). Esta

10 inclinação varia em uma faixa angular (Y) de  $0^\circ$  a  $20^\circ$ .

O segundo segmento principal inferior (120) é formado por um tubo reto de mesmo diâmetro do primeiro segmento principal superior (110). A sua extremidade inferior apresenta uma borda (124) cônica para que se efetue o acoplamento do riser, e a extremidade superior é dotada com um

15 flange (130').

Ao se observar o segmento principal inferior (120) isoladamente, percebe-se que sua extremidade superior está contida em um plano inclinado em relação ao plano que contém a sua extremidade inferior. Esta inclinação é mais bem visualizada no destaque ilustrado na Figura 4A. A

20 variação angular (X) ocorre em uma faixa de  $0^\circ$  a  $20^\circ$ .

Assim, o segmento principal inferior (120) pode ser montado ao segmento principal superior (110) por meio dos seus respectivos flanges (130) e (130') de duas maneiras:

- 1ª) de modo que os ângulos (Y) e (X) se somem conforme
- 25 apresentado na Figura 4; ou,
- 2ª) rotacionando o segmento principal inferior (120) em  $180^\circ$ , fazendo que o ângulo (X) seja subtraído do ângulo (Y), conforme apresentado na Figura 5.

Desta forma, a extremidade do segmento principal superior (110) e a

30 extremidade do segmento principal inferior (120), provida com a borda

(124), estão inclinadas entre si, e podem ter seus ângulos de montagem alterados conforme a posição em que os flanges (130) e (130') são afixados entre si.

Na Figura 4, os flanges (130) e (130') são afixados entre si de modo que a extremidade do segmento principal superior (110) e a extremidade do segmento principal inferior (120) apresentem angulação relativa máxima.

Já na Figura 5, os flanges (130) e (130') são afixados entre si com uma rotação de 180° em relação à montagem anterior, e a extremidade do segmento principal superior (110) apresenta angulação relativa mínima em relação à extremidade do segmento principal inferior (120).

Cabe salientar, que nesta configuração construtiva do sistema de suportação multiangular (1), dependendo da posição relativa em que o seu segmento principal superior (110) seja afixado ao casco da UEP, o suporte (100') além de ter sua inclinação controlada, também pode ter sua extremidade inferior voltada para qualquer direção desejada: norte, nordeste, noroeste e assim por diante.

Em uma outra variação construtiva, o corpo do suporte é completamente reto. Pode-se entender melhor esta proposta alternativa, a partir do dispositivo ilustrado nas Figuras 6A, 6B, 7 e 8.

A Figura 6A revela uma representação em perspectiva de um primeiro componente do dispositivo, um flange de encaixe (131). O dito flange apresenta dimensões que variam ao longo do seu perímetro, mas que mantêm simetria em relação a um plano (T), ortogonal à base e que passa pelo seu centro. Por meio da Figura 6B, que apresenta o flange de encaixe (131) em corte (T), é possível visualizar da esquerda para a direita, a crescente alteração no prumo da face interna do flange de encaixe (131) e concomitantemente a variação da sua altura (h).

O prumo da face interna do flange de encaixe (131) varia com o aumento gradual apenas da espessura, da extremidade inferior da parede



do flange, de um valor mínimo (e1) inicial, para um valor máximo (e2). O aumento apenas da espessura (e) da extremidade inferior da parede do dito flange, faz com que o prumo da sua face interna varie, por exemplo, de 0° a 20° em relação ao zênite.

5           Concomitante à variação de espessura (e), a altura (h) também vai sendo alterada de um máximo (h1), próximo à espessura mínima (e1), até um mínimo (h2), próximo à espessura máxima (e2). Desta alteração de altura decorre uma disposição inclinada entre o plano que contém a boca superior do flange de encaixe (131) e o plano que contém a sua boca  
10 inferior. Esta variação angular (j) pode ser, por exemplo, de 0° a 20°.

A partir das Figuras 7 e 8 observadas em sequência, é possível visualizar e entender como esta segunda abordagem, do mesmo escopo inventivo, provê mais uma alternativa capaz de realizar a alteração angular do suporte (100''), sem que este tenha todo o seu corpo pivotado em  
15 relação a algum eixo horizontal, e utilizando um componente completamente reto como base para o corpo do suporte (100'').

A Figura 7 revela um flange de encaixe (131) instalado em uma base plana (500). Para fins referenciais, a montagem do sistema de suportação multiangular (1) é feita tomando como base inicial o  
20 posicionamento do dito flange com sua maior altura (h1) voltada para o casco da UEP (102).

Internamente ao flange de encaixe (131) é provido um anel calço (132). O dito anel tem uma altura (H), por todo o seu perímetro, maior do que a altura máxima (h1) do flange de encaixe (131). Sua face interna  
25 apresenta-se em prumo ao longo de todo o seu perímetro, mas sua face externa apresenta-se variando do prumo.

O prumo da face externa do anel calço (132) varia com o aumento gradual apenas da espessura da extremidade superior da sua parede, variando de um valor mínimo inicial (E1), para um valor máximo (E2). O  
30 aumento apenas da espessura (E) da extremidade superior da parede do

dito anel, faz com que o prumo da sua face externa varie, por exemplo, de 0° a 20° em relação ao zênite. Esta variação tem que ser suplementar à variação de espessura (e1) e (e2) da extremidade inferior do flange de encaixe (131).

- 5           Somente deste modo, ao se encaixar o anel calço (132) no interior do flange de encaixe (131), a face interna do dito anel vai estar alinhada ao zênite.

10           Com a face interna do dito anel alinhada ao zênite, ao se encaixar um suporte (100'') de corpo reto, através do anel calço (132), todo o dito suporte (100'') estará alinhado ao zênite.

15           A Figura 8 demonstra como é possível alterar o prumo do suporte (100'') de corpo reto, apenas rotacionando em 180° o flange de encaixe (131). Nesta representação pode-se perceber que o flange de encaixe (131) foi rotacionado em 180° em relação à sua montagem inicial pelo posicionamento da sua espessura máxima (e2) voltada para o casco da UEP (102), e sua altura máxima (h1) oposta ao flanco da UEP. A figura mostra, ainda, que o anel calço (132) não sofreu alteração rotacional, em relação à posição inicial. Desse modo, as espessuras máximas do dito anel e do dito flange estarão em posições diametralmente opostas, impingindo uma alteração no prumo do suporte (100'') de corpo reto que  
20           está no interior do anel calço (132), fazendo com que sua extremidade inferior fique voltada para fora, em relação ao do casco da UEP.

25           Esta abordagem também permite que a extremidade inferior do suporte (100'') de corpo reto possa ser apontada para qualquer outra direção, além dos referenciais iniciais, conforme sejam combinados a posição azimutal de montagem do flange de encaixe (131) e do anel calço (132) em relação ao ponto de afixação ao casco da UEP. Assim o suporte (100'') de corpo reto além de ter sua inclinação controlada, também pode ter sua extremidade inferior voltada para qualquer direção desejada: norte,  
30           nordeste, noroeste e assim por diante.

É fácil perceber que o sistema de suportação multiangular (1), dentro do escopo proposto de alterar o posicionamento angular de um suporte de fixação de riser em relação ao plano do costado da UEP, pode apresentar variadas configurações, as quais foram aqui apresentadas de forma independente, por meio de três dispositivos básicos para facilitar seu entendimento.

No entanto, nada impede de que uma alternativa que varie o ângulo de elevação de todo o suporte, por meio de um pivotamento, como ilustrado na Figura 2, possa ser combinada com uma alternativa que possibilite alterar o ângulo de fixação do riser apenas alterando a disposição de elementos constitutivos do próprio suporte.

A possibilidade de combinação de alternativas formando um arranjo distinto confere flexibilidade e precisão ao sistema de suportação multiangular (1) de forma a atender a qualquer situação de fixação de riser que possa vir a ocorrer durante a vida útil de uma UEP. Desse modo, qualquer tipo de riser pode ser acoplado a uma UEP, possibilitando uma grande variação de ângulos de atracamento.

A Figura 9 revela por meio de uma representação em corte, um exemplo de uma dessas combinações passíveis de serem realizadas.

Neste arranjo construtivo, disposto com base na abordagem revelada pelas Figuras 6A, 6B, 7 e 8, um suporte (100'') de corpo reto está montado em um anel calço (132), que por sua vez se encontra montado em um flange de encaixe (131). Este exemplo de configuração, por si só, já seria capaz de alterar o posicionamento angular do suporte de fixação (100'') de riser em relação ao plano do costado da UEP (102).

Deve-se ressaltar mais uma vez, que tanto a abordagem revelada pelas Figuras 4, 4A e 5, quanto a abordagem revelada pelas Figuras 6A, 6B, 7, 8 e utilizada no arranjo da Figura 9, permitem além do controle de inclinação do suporte, que a sua extremidade inferior possa ser voltada para qualquer direção azimutal desejada: norte, nordeste, noroeste e

assim por diante.

Assim, como se observa Figura 9, o dito flange de encaixe (131) é afixado sobre uma base, que neste caso é o braço oscilante (2). O dito braço oscilante (2) é conectado a uma travessa de sustentação (3) por meio do pivô (4). A travessa de sustentação (3) é afixada rigidamente ao casco da UEP (102). A fixação do ângulo de elevação do suporte de fixação (100'') em relação ao eixo de pivotamento pode ser realizada neste caso por simples apoio do braço oscilante (2) em um calço (135), com as mesmas características anteriormente descritas.

É fácil perceber que o sistema de suportação multiangular (1) permite uma gama de arranjos combinatório, como por exemplo, aquele ilustrado pela Figura 9, que disponibiliza ao projetista uma grande variação de ângulos para afixar um riser. Nesta situação, a extremidade inferior do suporte pode ser posicionada em variados pontos de uma superfície côncava imaginária, sob a área do suporte. Um dos principais fatores que viabiliza a proposta atual é a facilidade e variedade de condições para a instalação de um riser, seja flexível ou rígido.

Assim, uma das vantagens inquestionáveis da invenção proposta é, portanto, disponibilizar meios não só de afixar um riser à unidade estacionária de produção (UEP), no posicionamento correto, mas assegurar precisão e capacidade de alterar este posicionamento, a partir do mesmo equipamento, sempre que o cenário assim exigir, com a UEP em operação. Como mencionado anteriormente, por exemplo, o primeiro dispositivo independente, capaz de variar o posicionamento angular do suporte (100') de fixação de riser em relação a um pivô (4), em combinação com qualquer outra das variações construtivas, permite variar o ângulo de elevação do suporte (100') a partir de um eixo (W) de pivotamento, que se encontra sempre paralelo à base e ao casco de fixação da unidade estacionária de produção.

A invenção foi aqui descrita com referência sendo feita à suas

concretizações preferidas. Deve, entretanto, ficar claro, que a invenção não está limitada a essas concretizações, e aqueles com habilidades na técnica irão imediatamente perceber que alterações e substituições podem ser adotadas sem fugir ao conceito inventivo aqui descrito.

## **REIVINDICAÇÕES**

### **1- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO, o**

5 qual compreende pelo menos um suporte capaz de afixar um riser ao costado de uma unidade estacionária de produção em um ângulo determinado de chegada, caracterizado por oferecer a possibilidade de combinações alternativas de arranjos que conferem uma variação de ângulos de chegada de um riser (200), flexível ou rígido, em qualquer situação de fixação que possa vir a ocorrer durante a vida útil de uma

10 unidade estacionária de produção; ditos arranjos sendo baseados tanto na aplicação individual, como na combinação de dois dentre três dispositivos independentes, capazes de alterar por si só o ângulo de suporte e afixação do riser em relação ao costado da unidade estacionária de produção, no qual:

15 – um primeiro dispositivo independente compreende um elemento suporte de conexão (100') de um riser (200) que é afixado a um braço oscilante (2); o dito braço oscilante é conectado a uma travessa de sustentação (3) por meio de um pivô (4); uma travessa de sustentação (3) é afixada rigidamente ao casco da unidade

20 estacionária de produção (102); o dito braço oscilante (2) é provido com um meio de regulação do ângulo de elevação e fixação (5, 5' e 6) que impede o movimento relativo entre o braço oscilante (2) e a travessa de sustentação (3);

25 – um segundo dispositivo independente compreende uma configuração tubular bipartida em dois segmentos principais (110 e 120) unidos entre si por flanges (130 e 130') e afixado ao costado da unidade estacionária de produção por meio de um braço; o primeiro segmento principal superior (110) do suporte (100') sendo formado por dois segmentos de tubo mais curtos (110A e 110B) unidos entre

30 si com os seus eixos em ângulo (V); o primeiro segmento de tubo

(110A) apresenta a sua boca sempre em um plano paralelo a superfície do mar, de modo que a extremidade inferior do segundo segmento de tubo (110B) estará em um plano inclinado em relação ao plano que contém a dita extremidade superior do primeiro segmento de tubo (110A), esta inclinação varia em uma faixa angular (Y); o segmento principal inferior (120) é formado por um tubo reto de mesmo diâmetro do primeiro segmento principal superior (110); sua extremidade inferior apresenta uma borda (124) cônica, e a extremidade superior é provida por um flange (130'); a extremidade superior do segmento principal inferior (120) está contida em um plano inclinado em relação ao plano que contém a sua extremidade inferior em uma variação angular (X); o segmento principal inferior (120) pode ser montado ao segmento principal superior (110) por meio dos seus respectivos flanges (130 e 130') de modo que os ângulos da faixa angular (Y) e da variação angular (X) se somem, ou rotacionando o segmento principal inferior (120) em 180°, fazendo que o ângulo da variação angular (X) seja subtraído do ângulo da faixa angular (Y);

- um terceiro dispositivo independente compreende uma variação construtiva em que o corpo do suporte (100'') é completamente reto e tem sua mobilidade angular baseada na interconexão de um anel calço (132) e um flange de encaixe (131); o dito flange de encaixe (131) apresenta dimensões que variam ao longo do seu perímetro, mas que mantêm simetria em relação a um plano (T), ortogonal a sua base e que passa pelo seu centro; o prumo da face interna do flange de encaixe (131) varia com o aumento gradual apenas da espessura da extremidade inferior da parede do flange de um valor mínimo inicial (e1), para um valor máximo (e2); concomitante à variação de espessura (e), a altura (h) também vai sendo alterada de uma altura máxima (h1), próximo à espessura mínima (e1), até

uma altura mínima ( $h_2$ ), próximo à espessura máxima ( $e_2$ ), promovendo uma disposição inclinada entre o plano que contém a boca superior do flange de encaixe (131) e o plano que contém a sua boca inferior; o dito flange de encaixe (131) é instalado em uma base plana (500); a montagem dos componentes corpo do suporte (100''), flange de encaixe (131) e anel calço (132) é feita tomando como referência inicial o posicionamento do dito flange de encaixe (131) com sua altura maior voltada para o casco da unidade estacionária de produção (102); internamente ao flange de encaixe (131) é provido o anel calço (132) cuja uma altura ( $H$ ), por todo o seu perímetro, é maior do que a altura máxima ( $h_1$ ) do flange de encaixe (131), sua face interna apresenta-se em prumo ao longo de todo o seu perímetro, mas sua face externa apresenta-se variando do prumo; o prumo da face externa do anel calço (132) varia com o aumento gradual apenas da espessura da extremidade superior da sua parede, variando de um valor inicial ( $E_1$ ), para um valor máximo ( $E_2$ ); o prumo da face externa do anel calço (132) varia em relação ao zênite, de modo suplementar à variação de espessura ( $e_1$ ,  $e_2$ ) da extremidade inferior do flange de encaixe (131); o anel calço (132) é encaixado no interior do flange de encaixe (131), de acordo com o referencial inicial de montagem, com a face interna do dito anel (132) alinhada ao zênite; o suporte (100'') de corpo completamente reto é encaixado por dentro do dito anel calço (132).

**2- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o primeiro dispositivo independente, capaz de variar o posicionamento angular do suporte (100') de fixação de riser em relação a um pivô (4), em combinação com qualquer outra das variações construtivas, permitir variar o ângulo de elevação do suporte (100') a partir de um eixo ( $W$ ) de pivotamento, que se



encontra sempre paralelo à base e ao casco de fixação da unidade estacionária de produção.

**3- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de

5 acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o primeiro dispositivo independente, capaz de variar o posicionamento angular do suporte (100') de fixação de riser em relação a um pivô (4), apresentar um meio de regulação do ângulo de elevação e fixação, que impede o movimento relativo entre o braço oscilante (2) e a travessa de sustentação (3), dito  
10 meio podendo compreender orifícios (5) transpassantes em combinação com pino trava (6), rasgo (5'') em combinação com um elemento de afixação (6'), qualquer outro meio que impeça o movimento relativo entre o braço oscilante (2) e a travessa de sustentação (3), tal como o simples apoio do braço oscilante (2) em um calço (135).

15 **4- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o segundo dispositivo independente compreender uma configuração tubular bipartida em dois segmentos principais (110 e 120) unidos entre si por flanges (130 e 130'),  
20 e apresentar dois segmentos de tubo mais curtos (110A e 110B) unidos entre si preferencialmente em uma faixa angular (V) de 160° a 180°; sendo que enquanto a extremidade superior do primeiro segmento de tubo (110A) apresenta sempre seu eixo (K) vertical coincidente ao zênite, o eixo (Q) do segundo segmento de tubo (110B) encontra-se entre 160° a 180°.

25 **4- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os ângulos da faixa angular (Y) e da variação angular (X) estarem em uma faixa angular de 0° a 20°.

30 **5- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE**

**RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por permitir que a extremidade inferior do suporte (100') tenha sua inclinação controlada e voltada para qualquer direção desejada, conforme a posição relativa em que o segmento principal superior (110) seja afixado em relação ao casco da unidade estacionária de produção.

**6- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o terceiro dispositivo independente apresentar o prumo da face interna de seu flange de encaixe (131) variando de 0° a 20° em relação ao zênite.

**7- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o plano que contém a boca superior do flange de encaixe (131) e o plano que contém a sua boca inferior apresentar uma variação angular (j) na faixa de 0° a 20°.

**8- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o prumo da face externa do anel calço (132) poder variar de 0° a 20° em relação ao zênite.

**9- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por permitir que a extremidade inferior do suporte (100'') de corpo reto do terceiro dispositivo independente possa ser apontada para qualquer outra direção além dos referenciais iniciais, conforme sejam combinadas a posição azimutal de montagem do flange de encaixe (131) e do anel calço (132) em relação ao ponto de afixação ao casco da unidade estacionária de produção.

**10- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de

acordo com a reivindicação 1, caracterizado por permitir um arranjo combinatório que disponibiliza uma gama variada de ângulos para afixar um riser ao casco da unidade estacionária de produção, e dispor a extremidade inferior do suporte para o dito riser posicionada em variados pontos de uma superfície côncava imaginária, sob a área do suporte.

- 5
- 11- SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por permitir uma alteração do ângulo de ancoragem do topo dos risers, bem como alterar o tipo de
- 10 acoplamento tanto para risers flexíveis como para risers rígidos, com a unidade estacionária de produção em operação.

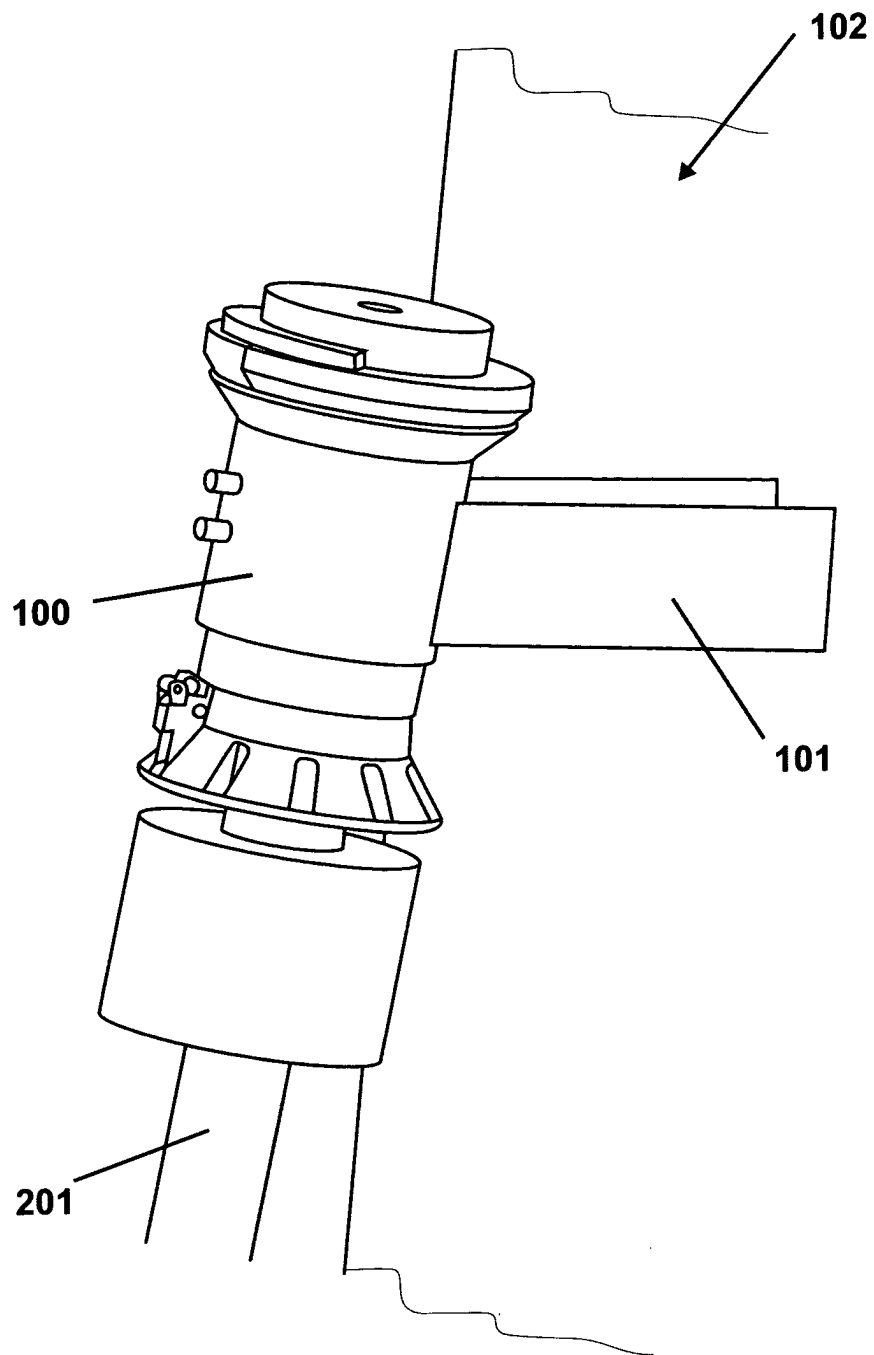


FIG. 1A

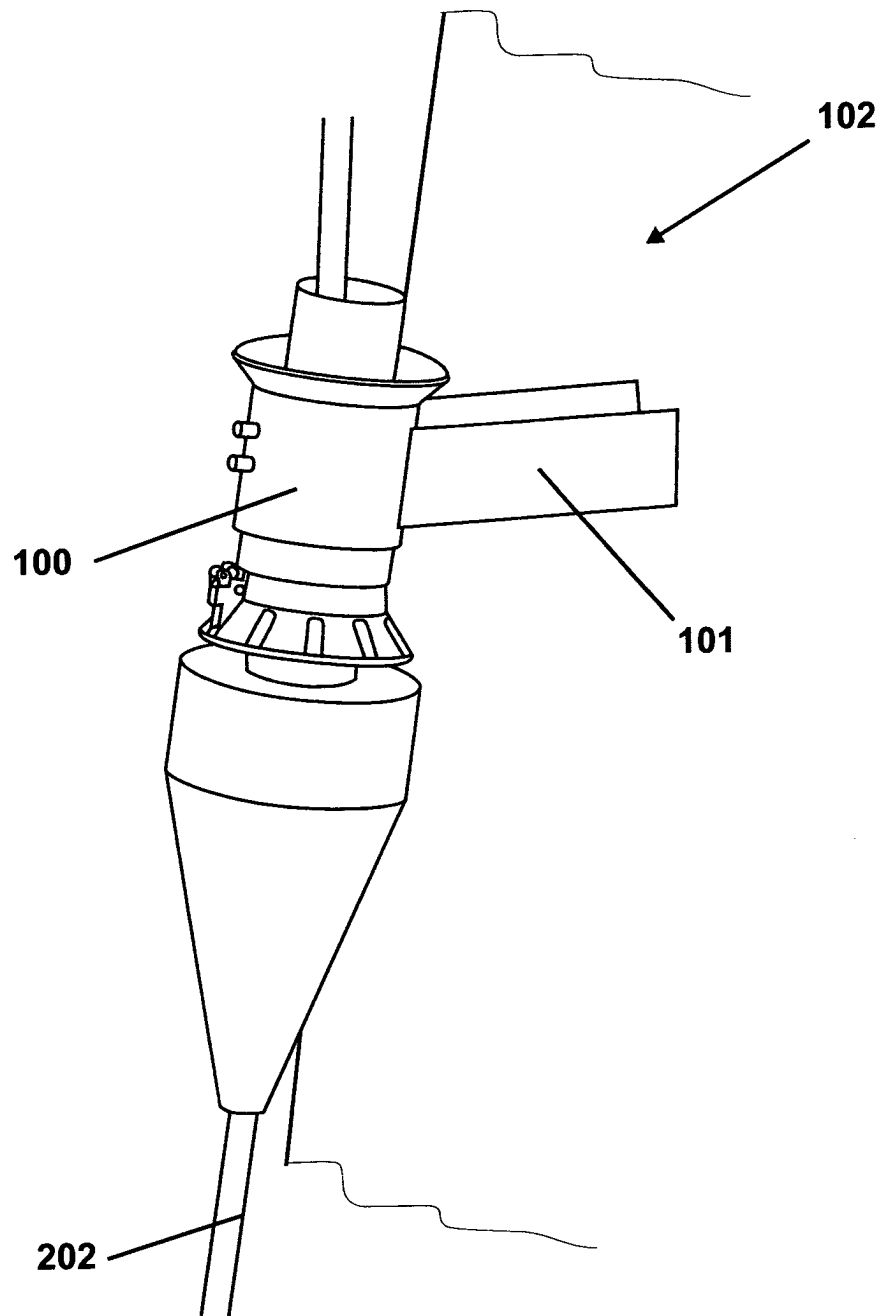


FIG. 1B

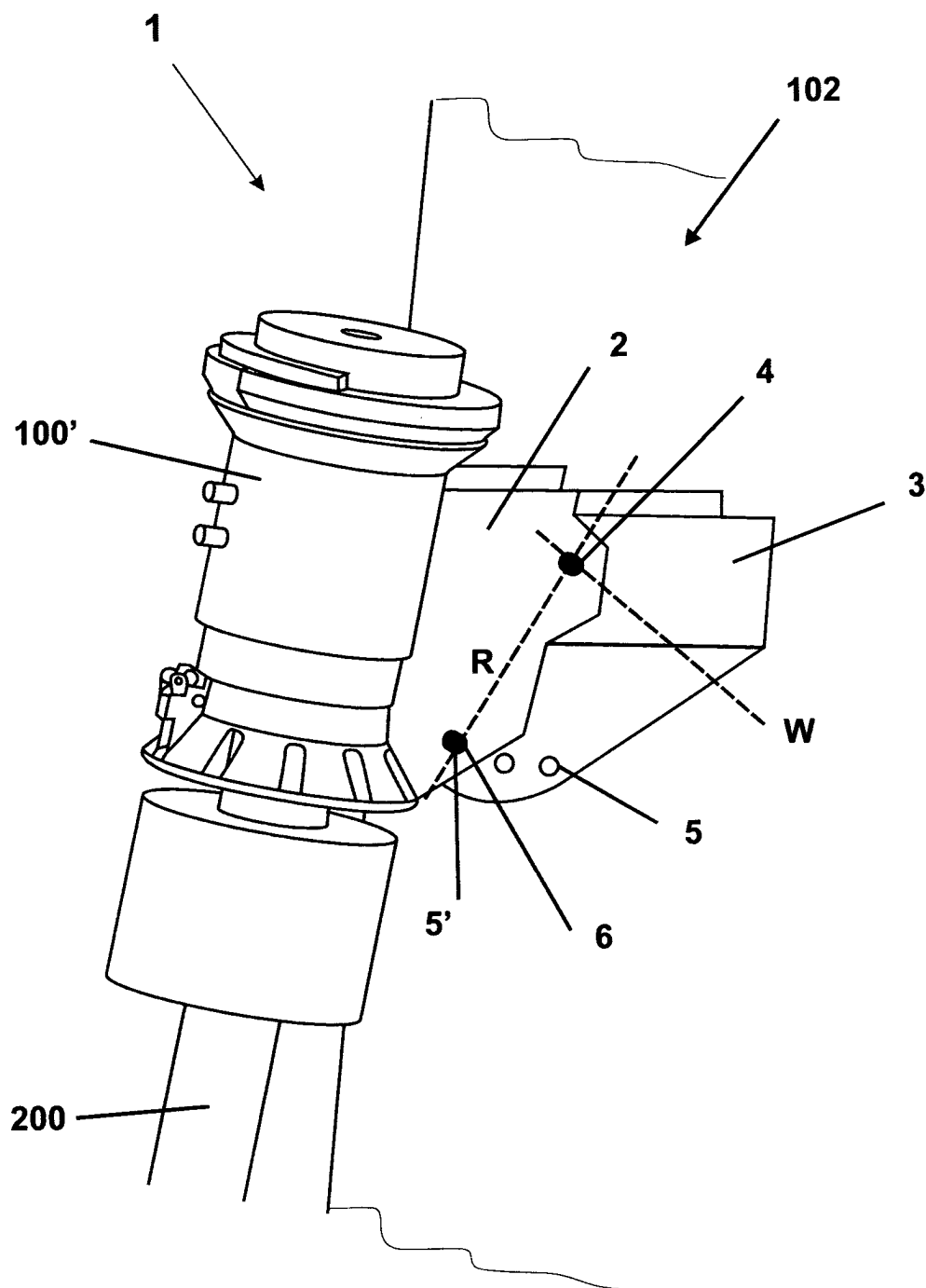


FIG. 2

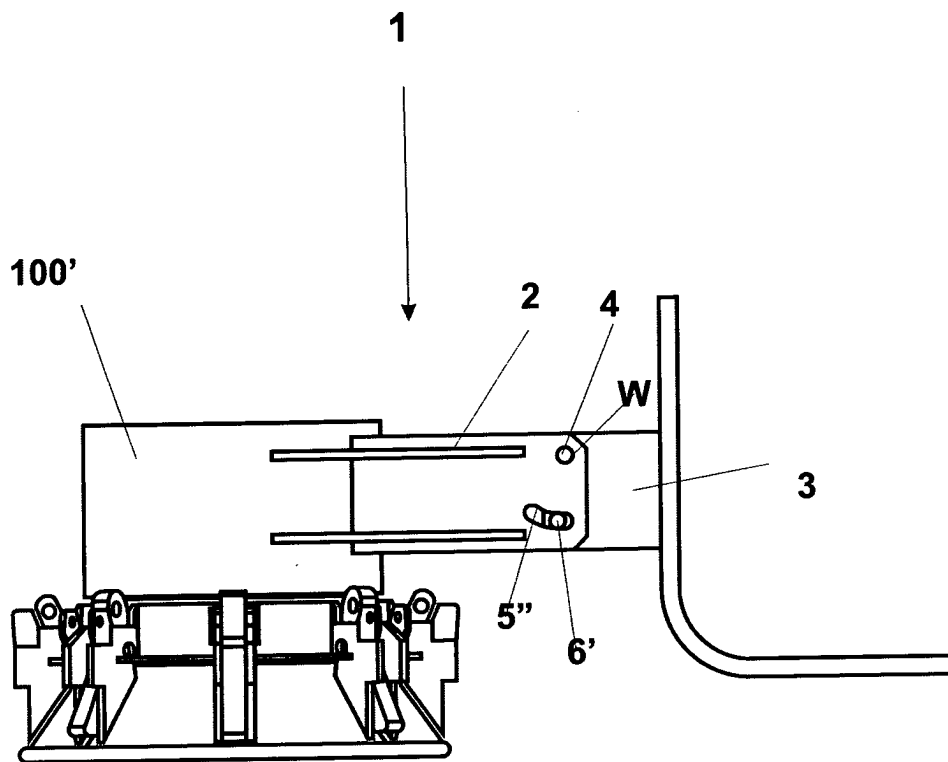
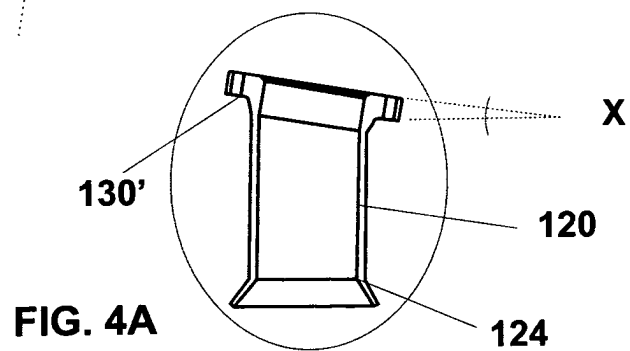
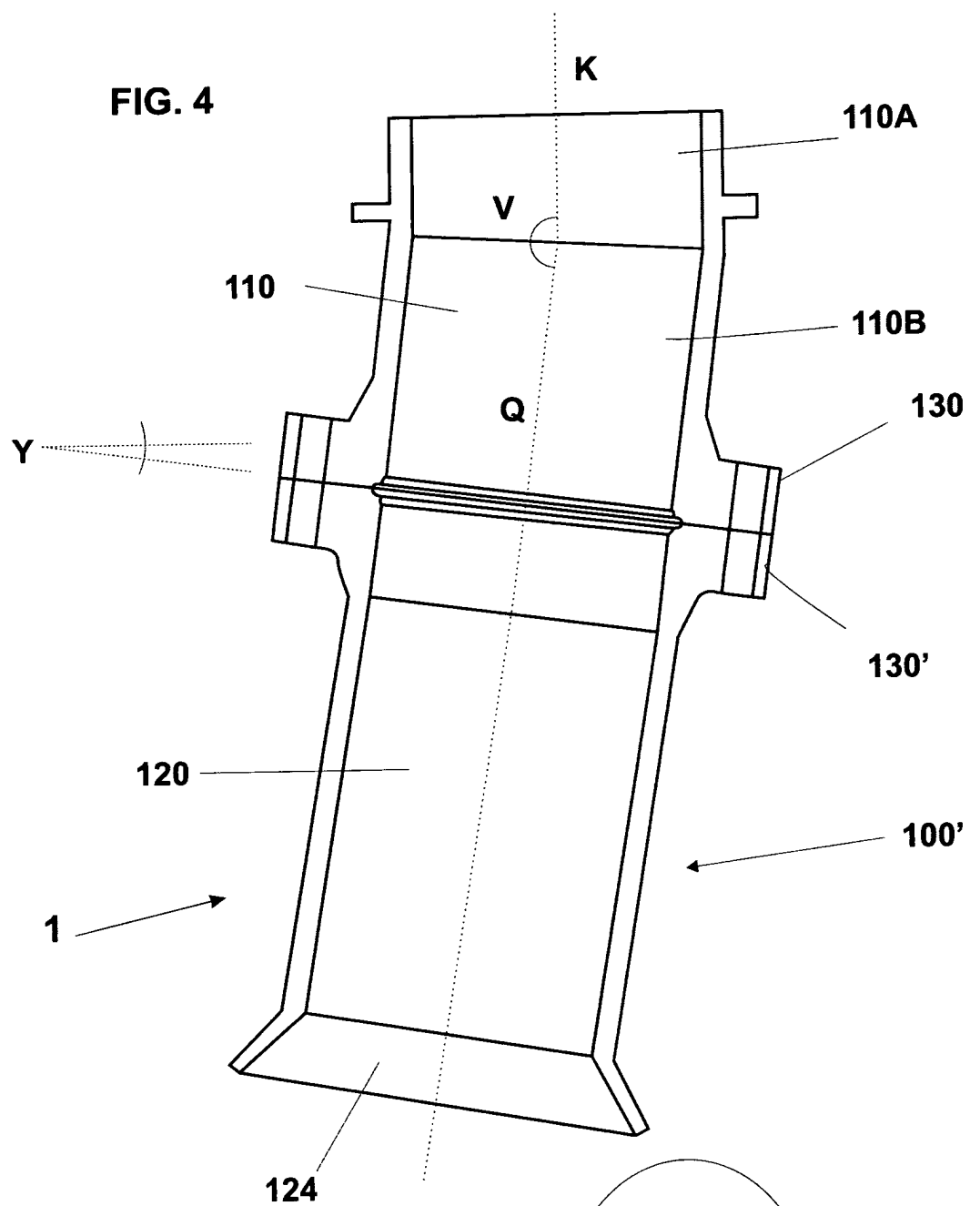


FIG. 3





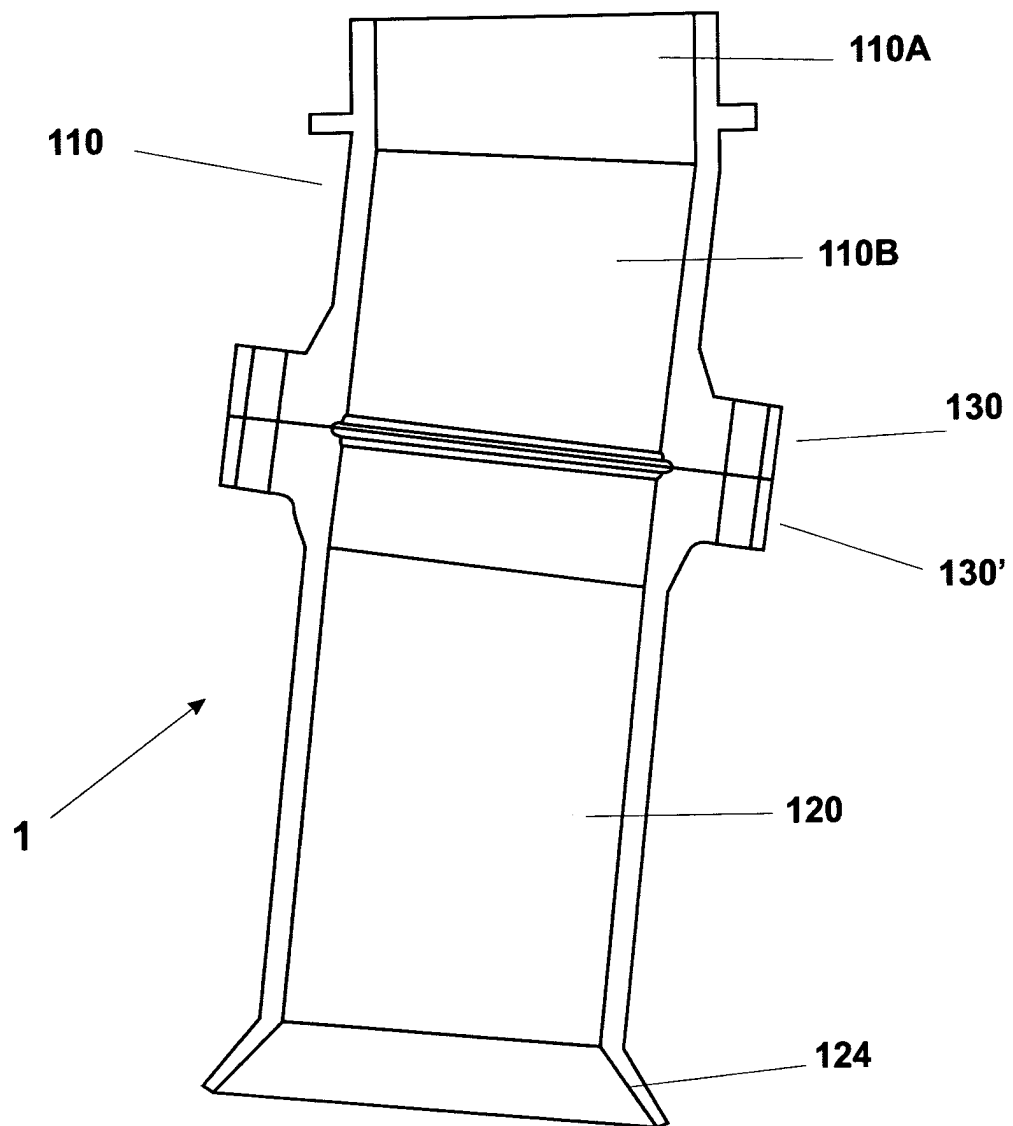


FIG. 5

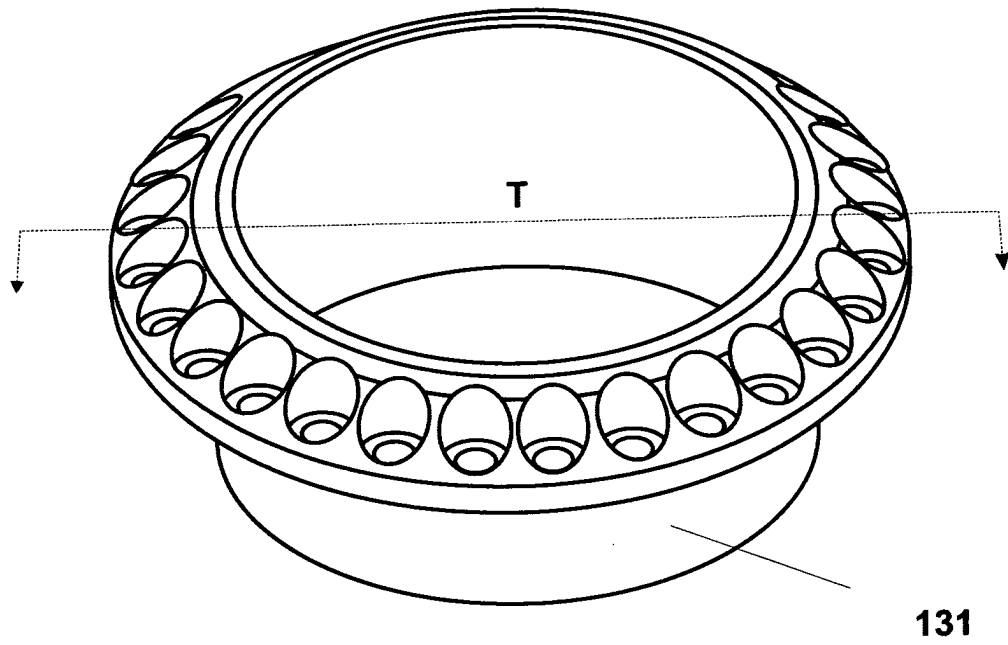


FIG. 6A

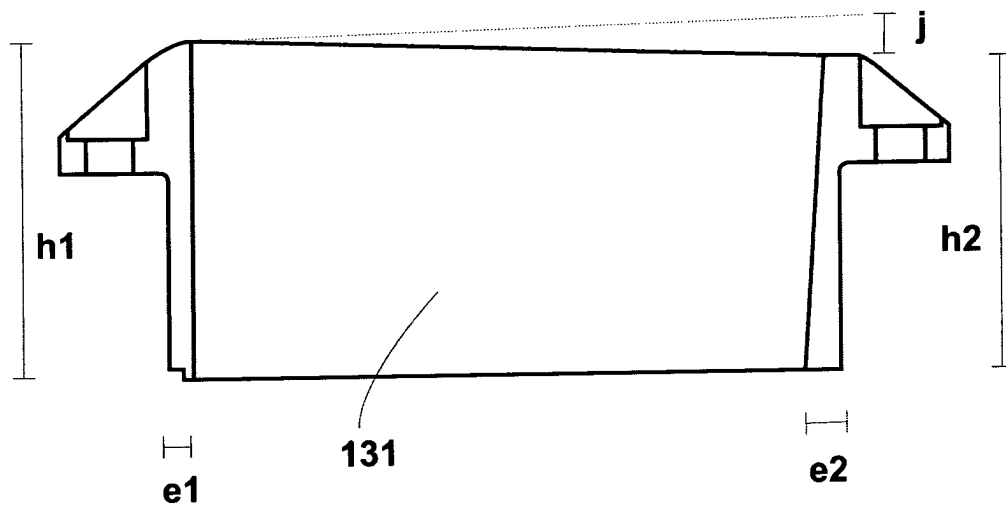


FIG. 6B

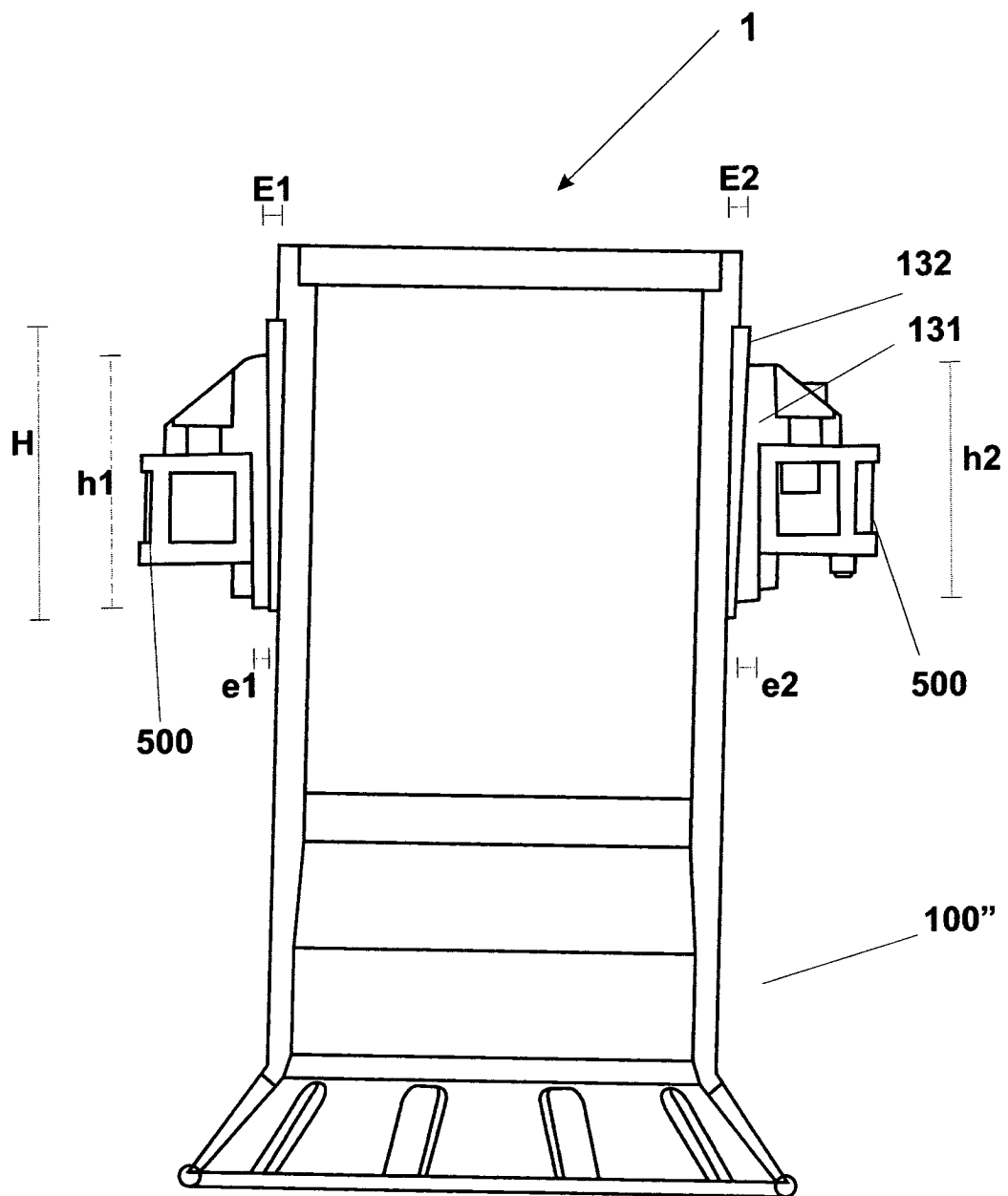


FIG. 7

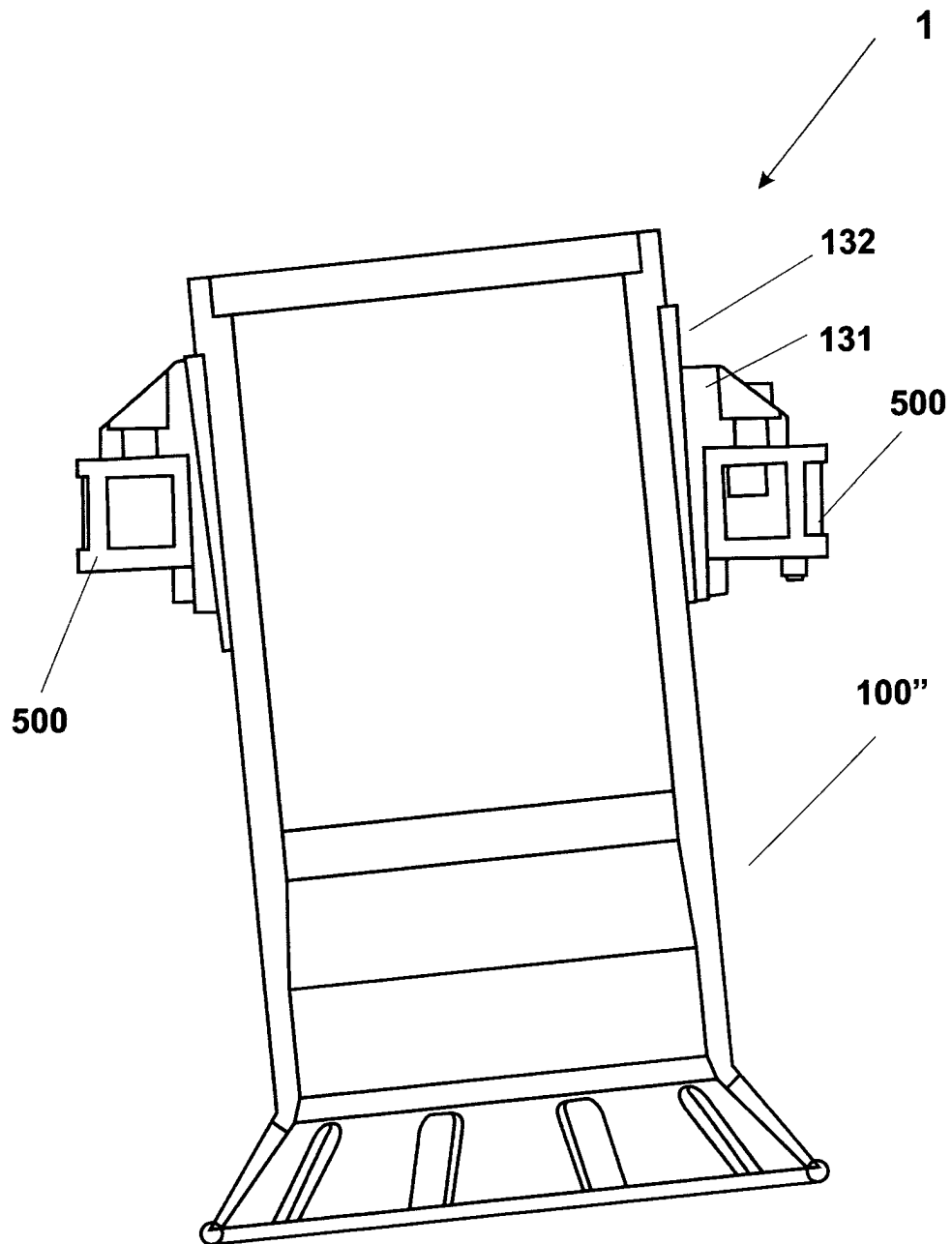


FIG. 8

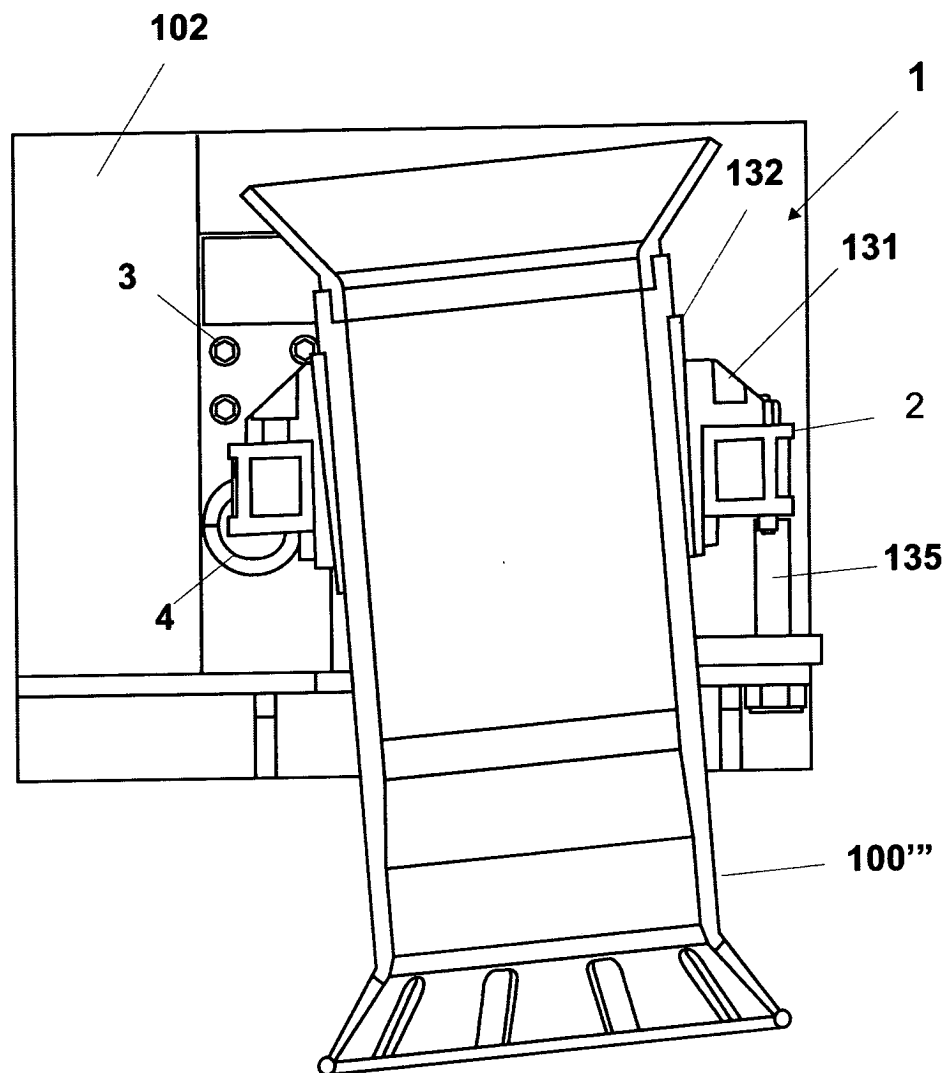


FIG. 9

**RESUMO****SISTEMA DE SUPORTAÇÃO MULTIANGULAR DE CONEXÃO DE RISER NO FLANCO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**

A presente invenção se refere a um suporte para instalação e posicionamento de linhas de coleta de produção no casco de uma Unidade Estacionárias de Produção (UEP), especialmente nos sistemas FPSO (Floating Production Storage and Offloading). O sistema agora proposto baseia-se na tecnologia utilizada em suportes do tipo tubos "I" híbrido. Oferece a possibilidade de combinações alternativas de arranjos baseados na aplicação individual, ou combinação de dois dentre três dispositivos independentes. Cada dispositivo é capaz de por si só alterar o ângulo de suporte e afixação de um riser em relação ao costado de uma unidade estacionária de produção, conferindo flexibilidade e precisão de modo a atender a qualquer situação de fixação de riser, seja rígido ou flexível, que possa vir a ocorrer durante a vida útil de uma unidade estacionária de produção.