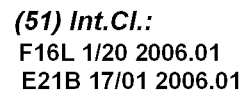




(22) Data de Depósito: 09/10/2006
(43) Data da Publicação: 05/07/2011
(RPI 2113)



“MÉTODO DE INSTALAR UM CONJUNTO DE TUBULAÇÃO, CONJUNTO DE TUBULAÇÃO, DISPOSITIVO DE TUBULAÇÃO, E, DISPOSITIVO DE CONEXÃO”

CAMPO DA INVENÇÃO E DESCRIÇÃO DA TÉCNICA PRECEDENTE

5 A presente invenção é relativa a um conjunto de tubulação. A presente invenção ainda é relativa a um método para instalar o conjunto de tubulação.

 Tubulações são amplamente aplicadas na indústria costa afora, por exemplo, para transportar um fluido ou uma mistura de fluidos a partir de
10 um poço de petróleo em um fundo do mar para um dispositivo alvo localizado em uma superfície de água. Este dispositivo alvo pode ser uma embarcação, uma plataforma, por exemplo uma plataforma flutuante de produção e armazenagem, genericamente conhecida como uma FPSO.

 Muitas vezes uma tubulação é depositada, a qual repousa sobre
15 um fundo do mar por uma certa distância e sobe do fundo do mar em um certo ponto que é conhecido genericamente como um ponto de deposição. A tubulação encurva para cima a partir do ponto de deposição e se estende até o dispositivo alvo. A seção da tubulação que se estende para cima a partir do fundo do mar é indicada genericamente no campo da técnica como um tubo
20 ascendente. O tubo ascendente é muitas vezes indicado como um tubo ascendente de catenária de aço (SCR), uma vez que ele é genericamente feito de aço e se estende substancialmente ao longo de uma trajetória de uma catenária.

 Uma vantagem da tubulação substancialmente em catenária
25 (ou tubo ascendente) é que estruturas complexas na tubulação são eliminadas. A tubulação pode ser conectada a um poço de petróleo no fundo do mar em uma extremidade da tubulação e ser conectada ao dispositivo de flutuação em uma segunda extremidade oposta (livre) da tubulação, sem quaisquer estruturas na linha entre elas, tal como, por exemplo, um gabarito (template).

No campo da técnica, fadiga tem um papel importante nas considerações de projeto de um tubo ascendente. Cada movimento do tubo ascendente provoca um aumento da fadiga da tubulação, e assim uma perda na vida útil. Melhoramentos no campo da técnica são muitas vezes
5 direcionados para a diminuição da fadiga do tubo ascendente, prolongando com isto a vida útil.

Um dispositivo alvo localizado no nível da água está, genericamente, submetido a forças de vento, ondas e correntes de água, que provocam movimentos e rotações do dispositivo alvo. Os movimentos podem
10 ser ao mesmo tempo horizontais e verticais. Também o dispositivo alvo pode ter um calado variável devido a condições de carregamento diferentes. Se uma extremidade de distribuição do tubo ascendente está conectada com o dispositivo alvo, a extremidade de distribuição se move juntamente com o dispositivo alvo e os movimentos e rotações do dispositivo alvo provocam
15 fadiga no tubo ascendente.

Para reduzir os movimentos da extremidade de distribuição, a extremidade de distribuição da tubulação pode ser conectada a um dispositivo de flutuação separado ao invés de conectar a extremidade de distribuição diretamente ao dispositivo alvo. O dispositivo de flutuação genericamente tem
20 uma posição alvo que está abaixo da superfície da água a uma profundidade na qual forças de vento e de ondas não afetam substancialmente a posição do dispositivo de flutuação.

Pelo menos uma tubulação de conexão flexível conecta a extremidade de distribuição da tubulação a partir do dispositivo de flutuação
25 ao dispositivo alvo, fornecendo uma conexão direta. Os movimentos do dispositivo alvo assim não perturbam o tubo ascendente. Também o dispositivo alvo pode ser conectado a e desconectado da tubulação sem perturbar ou mover a própria tubulação. A tubulação de conexão é genericamente indicada no campo da técnica como um flexível.

O dispositivo de flutuação torna possível depositar e instalar a tubulação com uma embarcação de deposição de tubulação e remover a embarcação de deposição de tubulação da extremidade livre da tubulação antes da chegada do dispositivo alvo na localização de instalação.

5 A profundidade na qual o dispositivo de flutuação é posicionado pode, por exemplo, ser 100 m. As profundidades de água para as quais esta tecnologia é tipicamente aplicada, podem se situar entre 1.000 e 3.000 metros. A tubulação de conexão flexível entre a extremidade de distribuição da tubulação e o dispositivo alvo pode ter um comprimento de
10 diversas centenas de metros.

Genericamente é necessário fixar de maneira substancial pelo menos a posição vertical do dispositivo de flutuação. Para esta finalidade o dispositivo de flutuação é ancorado ao fundo do mar por meio de uma linha de ancoragem (também indicada no campo da técnica como um tirante), e o
15 dispositivo de flutuação é dotado de mais flutuação do que é necessário para suportar a extremidade de distribuição da tubulação. Isto assegura que a linha de ancoragem está esticada e segura uma posição do dispositivo de flutuação que é substancialmente fixada em uma direção vertical. O dispositivo de flutuação aplica tensão axial na tubulação uma região acima do ponto de
20 acoplamento.

A linha de ancoragem que conecta o dispositivo de flutuação com o fundo do mar pode, em caso de uma profundidade de água substancial, ter um comprimento considerável. Isto é genericamente desvantajoso. Instalar uma linha de ancoragem longa é genericamente difícil.

25 Suportar a extremidade de distribuição do tubo ascendente com um dispositivo de flutuação não impede todos os movimentos da tubulação. Outros fatores também desempenham um papel. Correntes de água mutantes e vibrações induzidas por vórtices (VIV) exercem forças dinâmicas na tubulação ao longo de seu comprimento. Estas forças podem ainda

provocar movimentos de pelo menos uma parte do tubo ascendente, com isto provocando fadiga.

As forças dinâmicas na seção do tubo ascendente podem, em particular, mover a tubulação na zona de deposição em relação ao fundo do mar. Isto provoca um aumento da fadiga na zona de deposição. Com relação a isto é conhecido, por exemplo, do documento OTC 16.627 por S Bhat e outros, apresentado em 3-6 de maio de 2004, que fadiga na zona de deposição é crítica em considerações de projeto de tubos de subida.

Além do aumento da fadiga, um movimento da zona de deposição resulta em um risco de a seção do fundo do mar da tubulação ser danificada, por exemplo, devido a desgaste e rasgamento da interação tubo-solo.

Em um conjunto de tubo ascendente conhecido da US 4.023.517, um tubo ascendente é fornecido tendo uma mangueira flexível próximo ao fundo do mar, a qual encurva para cima a partir do fundo do mar. O dispositivo da US 4.023.517 tem uma desvantagem grave em que trabalho de construção extensivo é necessário no fundo do mar para instalar a mangueira flexível e conectá-la a ambos, à tubulação horizontal e ao tubo ascendente vertical. O dispositivo da US 4.023.517 também se estende acima da superfície da água, sendo com isto influenciado por forças de vento e ondas, o que aumenta seriamente a fadiga do tubo ascendente.

Da US 4.802.431 é conhecido um sistema de tubo ascendente, o qual se estende ao longo de uma curva de onda lenta, a partir do fundo do mar até um ponto no qual linhas de ancoragem conectam o tubo ascendente com o fundo do mar. Um peso morto é fornecido em combinação com as linhas de ancoragem permitindo que o tubo ascendente mova para cima, juntamente com uma embarcação ao qual ele está conectado. O movimento induz fadiga forte no tubo ascendente conduzindo a uma vida útil curta. O sistema de tubo ascendente da US 4.802.431 se estende acima da superfície da

água, e é assim influenciado por forças de vento e ondas, o que aumenta ainda mais a fadiga do tubo ascendente.

Da US 4.906.137, um sistema de tubo ascendente é conhecido, no qual um tubo ascendente é conectado por meio de uma haste a um peso morto. O tubo ascendente se estende ao longo de uma forma de uma onda lenta até uma localização acima da superfície da água, onde ele é conectado a uma plataforma que move sob a influência de vento e ondas. A combinação de uma forma de onda lenta e uma conexão direta a uma plataforma na superfície de água cria cargas grandes variáveis no sistema de tubo ascendente conduzindo à fadiga forte e uma vida útil curta.

Da US 5.944.448 é conhecido um sistema de tubo ascendente que compreende uma tubulação flexível. Tal tubulação flexível é somente adequada para profundidades de água menores. O tubo ascendente é conectado diretamente a uma embarcação na superfície da água. O tubo ascendente tem uma forma de onda lenta e é conectado ao fundo do mar através de um tirante em uma seção da tubulação que é substancialmente horizontal. Esta configuração conduz a uma fadiga forte da tubulação, uma vez que grandes cargas dinâmicas podem ser exercidas sobre a tubulação. O grande ângulo do tirante em relação à tubulação na junção ainda induz um momento de dobramento elevado no tubo ascendente na junção.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É genericamente desejável no campo da técnica, reduzir movimentos da tubulação, em particular na zona de deposição.

Em uma configuração da invenção, um conjunto de tubulação é fornecido, compreendendo:

uma tubulação que é substancialmente rígida, a tubulação se estendendo parcialmente sobre um fundo do mar, a tubulação ainda compreendendo uma seção encurvada que encurva para cima a partir do fundo do mar, a tubulação se estendendo até uma sua extremidade de

distribuição fornecida próximo a uma superfície da água;

pelo menos um dispositivo de ancoragem fornecido no fundo do mar;

5 pelo menos um dispositivo de conexão que conecta um ponto de acoplamento na tubulação com o dispositivo de ancoragem, o dispositivo de conexão sendo configurado para limitar substancialmente um movimento para cima do ponto de acoplamento; e

um dispositivo de suporte acoplado à tubulação na extremidade de distribuição.

10 O dispositivo de conexão limita a liberdade de movimento do ponto de acoplamento, reduzindo com isto substancialmente movimentos na zona de deposição da tubulação. Daí, fadiga da tubulação, em particular na zona de deposição, é substancialmente diminuída.

15 Um movimento para cima do ponto de acoplamento pode não ser completamente impedido, uma vez que o dispositivo de conexão pode, em algumas configurações da invenção, pivotar ao redor do ponto de ancoragem por um pequeno ângulo. Um pequeno movimento para cima do ponto de acoplamento pode então ocorrer. Contudo, o ponto de acoplamento é impedido de mover para cima por uma distância substancial.

20 Durante a instalação da tubulação, uma embarcação de deposição de tubulação pode depositar a tubulação em um modo de deposição J, modo de deposição S ou em um modo de carretel, desenrolando a tubulação de um carretel. A tubulação é genericamente primeiro depositada no fundo do mar por uma certa distância. Em seguida, a seção de tubo ascendente da
25 tubulação é instalada. Finalmente a extremidade de distribuição da tubulação é suportada na ou junto à superfície da água para fixar a posição da tubulação.

Um único dispositivo de ancoragem com um único dispositivo de conexão pode ser fornecido, ou uma pluralidade de dispositivos de ancoragem podem ser fornecidos no fundo do mar, a uma distância um do

outro, cada dispositivo de ancoragem tendo um dispositivo de conexão por meio do qual o ponto de acoplamento é conectado ao dispositivo de ancoragem.

Fatores que determinam a trajetória da tubulação podem ser a gravidade, a rigidez da tubulação a dobramento, e as condições de suporte na extremidade de distribuição.

A tubulação genericamente tem uma parede de aço, que é espessa em relação a um diâmetro interno da tubulação. A tubulação é assim mais pesada do que a água circundante e terá tendência de afundar, a despeito de um meio com o qual a tubulação é enchida.

A seção da tubulação que repousa no fundo do mar pode ser indicada como a seção do fundo do mar, enquanto a seção da tubulação que se estende desde o fundo do mar até a extremidade de distribuição da tubulação pode ser indicada como a seção de tubo ascendente. A seção de fundo do mar termina no ponto de deposição. A partir do ponto de deposição a tubulação se estende ao longo de uma trajetória encurvada para cima.

A curvatura da tubulação é mínima no ponto de deposição. A partir do ponto de deposição a curvatura da tubulação aumenta em uma direção para longe do ponto de deposição, no sentido de um ponto onde a curvatura alcança um máximo, indicada como um ponto de máxima curvatura. A partir deste ponto a curvatura gradualmente diminui ou aumenta em uma direção no sentido da extremidade de distribuição da tubulação. A parte superior da seção de tubo ascendente genericamente tem somente uma ligeira curvatura e se estende de maneira substancialmente vertical.

Em uma configuração, o dispositivo de suporte compreende pelo menos uma bóia que é posicionada a uma distância abaixo da superfície da água. A extremidade de distribuição também termina a uma distância abaixo da superfície da água. A tubulação pode, assim, ser suportada independentemente do dispositivo alvo, de tal modo que movimentos do

dispositivo alvo não afetam a tubulação. Em utilização, uma tubulação flexível intermediária fornece uma conexão direta entre a extremidade de distribuição e o dispositivo alvo.

5 Em um aspecto, uma seção da tubulação entre o ponto de acoplamento e a extremidade de distribuição é substancialmente reta. Os momentos de dobramento na tubulação devido à força para cima a partir do dispositivo de flutuação são assim limitados de maneira vantajosa.

10 Em um aspecto, a tubulação é reforçada localmente no e/ou junto ao ponto de acoplamento, para suportar um momento de dobramento que é localizadamente mais elevado devido a uma força que é aplicada na tubulação pelo dispositivo de conexão. Desta maneira, o ponto de acoplamento pode ser localizado mais baixo do que com uma tubulação não reforçada, conduzindo a um dispositivo de conexão mais curto e mais simples.

15 Em um aspecto, o ponto de acoplamento é posicionado aproximadamente a 300/900 metros acima do fundo do mar, em particular entre 600 e 800 m acima do fundo do mar. Surpreendentemente, a distância foi descoberto fornecer uma rigidez elevada e uma fadiga baixa do tubo ascendente no caso de um tubo ascendente que tem um diâmetro externo de
20 aproximadamente 12 polegadas (30,48 cm).

Foi verificado que para um tubo ascendente que tem um diâmetro externo menor do que 12 polegadas (30,48 cm) o ponto de acoplamento deve ser posicionado a uma distância de menos do que 700 metros do fundo do mar. Foi verificado que para um tubo ascendente que tem
25 um diâmetro externo de mais do que 12 polegadas (30,48 cm) o ponto de acoplamento deve ser posicionado a mais do que 700 metros do fundo do mar.

Em um aspecto, o ângulo entre um eixo longitudinal da tubulação e um eixo vertical, diminui quando visto ao longo da tubulação a partir de um ponto de deposição até o ponto de acoplamento. Uma curva

monotônica para cima sem qualquer onda lenta entre o ponto de deposição e o ponto de acoplamento foi descoberto produzir movimentos relativamente pequenos da tubulação e daí, baixa fadiga.

Em um aspecto, o dispositivo de conexão se estende ao longo de uma trajetória substancialmente em catenária a partir do dispositivo de ancoragem até o dispositivo de acoplamento. Foi descoberto que um cabo que segue uma curva em catenária fornece uma ancoragem adequada da tubulação.

Em uma configuração, o dispositivo de conexão compreende um dispositivo de conformação de tubulação para conformar pelo menos parte da tubulação ao longo de uma trajetória que tem uma curvatura substancialmente predeterminada. O dispositivo de conformação de tubulação impede a tubulação de adotar uma curvatura muito forte que conduz a ovalização ou à flambagem ou retorcimento da tubulação.

Em uma configuração, o dispositivo de conformação da tubulação compreende uma superfície de contato com pelo menos em parte, faces voltadas para baixo, na qual a sua superfície de contato encurva para cima. A tubulação pode ser posicionada contra a superfície de contato, restringindo o dobramento da tubulação ao longo da curvatura da superfície de contato.

Em uma configuração, a superfície de contato tem um raio de curvatura que é escolhido em relação ao diâmetro da tubulação, de tal maneira que a tubulação é deformada elasticamente ao engatar a superfície de contato ao longo de um de seu comprimento. O comportamento do material da tubulação em deformações elásticas é bem conhecido.

Alternativamente, em uma configuração a superfície de contato tem um raio de curvatura que é escolhido em relação a um diâmetro da tubulação, de tal maneira que a tubulação é deformada plasticamente ao engatar a superfície de contato ao longo de um seu comprimento. O raio de

curvatura pode ser relativamente pequeno, permitindo a utilização de um dispositivo de conformação de tubulação relativamente pequeno.

Em uma configuração, o dispositivo de conexão compreende um primeiro dispositivo de acoplamento fornecido na tubulação em um ponto de acoplamento acima do fundo do mar, e um órgão de conexão que conecta o primeiro dispositivo de acoplamento com o dispositivo de ancoragem. O órgão de conexão pode ser alongado, tendo uma primeira extremidade que é conectada ao primeiro dispositivo de acoplamento e que tem uma segunda extremidade oposta que é conectada ao dispositivo de ancoragem.

Em um aspecto, o dispositivo de ancoragem é fixado ao fundo do mar. Contrário a um peso morto, o dispositivo de ancoragem fixo não pode ser levantado para cima quando uma força forte para cima que excede o peso morto é aplicada a ele.

Esta configuração fornece uma maneira simples de impedir que o ponto de acoplamento se mova para cima. Uma força para cima exercida na tubulação pelo dispositivo de suporte podem, substancialmente, ser desviada para o dispositivo de conexão.

Em uma configuração o conjunto de tubulação compreende um dispositivo limitador de curvatura ajustado ao longo de pelo menos uma parte da seção encurvada da tubulação, o dispositivo limitador de curvatura sendo configurado para limitar uma curvatura máxima da tubulação de dita a parte de tubulação. A tubulação pode ser dobrada na sua seção encurvada sem nenhum risco de dobrar muito a tubulação, provocando ovalização ou dano à tubulação.

Em uma configuração, o dispositivo de conexão é conectado à tubulação em um ponto de acoplamento, no qual no ponto de acoplamento um eixo longitudinal da tubulação se estende com um ângulo de menos do que 10° , em particular menos do que 5° , com a vertical.

Um momento de dobramento na tubulação, provocado por

uma força vertical exercida sobre a tubulação no ponto de acoplamento, é dependente do ângulo no qual a tubulação se estende no ponto de acoplamento. Se o ângulo é pequeno, uma força para cima irá provocar somente um pequeno momento de dobramento na tubulação no ponto de acoplamento.

Preferivelmente, no ponto de acoplamento um eixo longitudinal da tubulação se estende de maneira substancialmente vertical. A tubulação pode assim ser substancialmente livre de momentos de dobramento no ponto de acoplamento, no caso de forças verticais exercidas na tubulação em sua extremidade de distribuição.

Em uma configuração, o órgão de conexão é alongado e se estende, pelo menos em parte, com um ângulo de menos do que 10° , em particular menos do que 5° com a vertical. Preferivelmente o órgão de conexão se estende de maneira substancialmente vertical. Esta orientação reduz ainda mais os momentos de dobramento na tubulação.

O dispositivo de conexão pode também ter uma função de exercer uma força horizontal na tubulação em uma direção para longe do ponto de deposição. Isto impede que o dispositivo de flutuação e/ou a seção de tubo ascendente se mova no sentido do ponto de deposição, caso em que uma curvatura muito forte poderia ser impressa à seção encurvada e a tubulação poderia deformar plasticamente e/ou ser danificada.

Em uma configuração, o primeiro dispositivo de acoplamento do dispositivo de conexão é construído para permitir uma rotação da tubulação em relação ao órgão de conexão ao redor de um eixo horizontal. Isto reduz ainda mais momentos de dobramento na tubulação no ponto de acoplamento.

Em uma configuração, o primeiro dispositivo de acoplamento do dispositivo de conexão é configurado para acoplar a tubulação ao dispositivo de conexão movendo a tubulação contra um órgão operacional do

primeiro dispositivo de acoplamento. O dispositivo de conexão pode assim ser pré-instalado e depositado no fundo do mar, pois do que a tubulação pode simplesmente ser depositada no dispositivo de acoplamento, fazendo com isto a conexão.

5 Em uma configuração, o conjunto de tubulação compreende um dispositivo de acoplamento de ancoragem que é configurado para acoplar o dispositivo de conexão ao dispositivo de ancoragem movendo o dispositivo de conexão contra um órgão operacional do dispositivo de acoplamento de ancoragem. O dispositivo de conexão pode assim ser conectado à tubulação
10 na embarcação de deposição de tubulação, em seguida abaixado para o fundo do mar e acoplado ao dispositivo de ancoragem que foi instalado anteriormente.

 Em uma configuração, a flutuação do dispositivo de flutuação é variável de maneira controlada. O dispositivo de flutuação pode ser enchido
15 com água quando o dispositivo de flutuação é abaixado sobre a superfície da água com a tubulação, o que reduz um risco de colapso do dispositivo de flutuação devido à pressão hidrostática. Quando a extremidade de distribuição está em sua localização alvo da extremidade de distribuição, a flutuação pode ser aumentada, suportando com isto a tubulação.

20 Em uma configuração, a tubulação é pelo menos em parte fabricada dentre um grupo de partes de tubulação que compreendem: tubo de aço, tubo flexível, tubo de aço revestido, tubo de aço com anodos, tubo de plástico, tubo em tubo de aço, seções de tubo de aço soldadas, e seções de tubo de aço rosqueadas e um tubo de aço com seções de espuma externa.

25 Estas partes são muito adequadas para tubos para a fabricação de tubos de subida.

 Em um aspecto a tubulação é fabricada de uma pluralidade de seções de tubo que são unidas juntas em uma embarcação de deposição de tubulação, na qual o ponto de acoplamento é fornecido em uma seção de tubo

particular a uma distância de ambas as extremidades de dita seção de tubo.

As seções de tubo são genericamente soldadas extremidade com extremidade. O momento de dobramento no ponto de acoplamento genericamente mostra uma subida local elevada aguda. Para minimizar um momento de dobramento nas zonas de solda próximas às extremidades, é vantajoso posicionar o ponto de acoplamento tanto quanto possível afastado para longe das extremidades, assim substancialmente no meio da seção de tubo.

Em um aspecto, uma parte substancial de dita seção de tubo é reforçada em relação às seções de tubo adjacentes, em particular de tal maneira que dita seção de tubo tem extremidades que têm uma seção transversal similar à seção transversal das extremidades de seções de tubo adjacentes, de tal modo que as seções de tubo reforçadas podem ser soldadas às seções de tubo adjacentes em uma maneira normal.

É preferível ser capaz de soldar a seção de tubo reforçada em uma maneira normal, isto é, com uma solda normal, uma vez que é usualmente difícil conseguir um padrão de qualidade elevada para soldas diferentes. Uma vez que a qualidade é importante, é preferível, genericamente, utilizar a mesma solda para a seção reforçada como para as outras seções.

A parte reforçada da seção de tubo pode, portanto, se estender por uma parte substancial da seção de tubo e gradualmente afunilar no sentido da uma seção transversal normal nas extremidades. O reforço pode compreender uma espessura de parede maior, ou ser um tipo diferente adequado de reforço. Em uma configuração o dispositivo de suporte é ancorado ao fundo do mar por meio de dispositivo de ancoragem. Ancorar o dispositivo de suporte ao fundo do mar reduz ainda mais movimentos da tubulação, com isto diminuindo fadiga ainda mais. O dispositivo de ancoragem pode compreender um tirante, uma linha de amarração e/ou outros

dispositivos de ancoragem.

Em uma configuração, pelo menos um dispositivo de flutuação em curvatura é conectado à tubulação, o dispositivo de flutuação em curvatura se estendendo ao longo de uma parte da seção de tubo ascendente e configurado para suportar a tubulação ao longo de uma trajetória de onda lenta.

Em uma trajetória de onda lenta, o ângulo da longitudinal principal em relação a um eixo vertical aumenta até um certo ponto de retorno, quando visto em uma direção para cima a partir do ponto de acoplamento. A partir do ponto de retorno o ângulo da longitudinal principal em relação ao eixo vertical diminui novamente, quando visto em uma direção para cima.

O pelo menos um dispositivo de flutuação em curvatura amortece movimentos da extremidade de distribuição de tal modo que os movimentos não se propagam até a área de deposição, com isto reduzindo ainda mais movimentos e fadiga na área de deposição.

Em uma configuração, o pelo menos um dispositivo de flutuação em curvatura compreende um número de elementos de flutuação ajustados ao longo da tubulação. Esta configuração fornece uma maneira simples de possibilitar uma configuração de onda lenta.

Em uma configuração, o dispositivo de suporte compreender um dispositivo alvo posicionado na superfície da água. A tubulação pode então ser diretamente conectada ao dispositivo alvo, por exemplo, no caso de a posição do dispositivo alvo ser substancialmente fixa, ou em combinação com uma configuração de onda lenta.

A invenção também é relativa a um dispositivo tubulação que compreende pelo menos um primeiro conjunto de tubulação e um segundo conjunto de tubulação conectados um ao outro a uma distância substancial acima do fundo do mar por meio de um dispositivo de conexão inter-

tubulações. Se uma tubulação é somente conectada ao fundo do mar no ponto de acoplamento e a extremidade de distribuição é conectada a um dispositivo de flutuação, a extremidade de distribuição pode mover horizontalmente por uma distância substancial. Fornecendo uma conexão entre duas tubulações os movimentos horizontais das tubulações, em particular movimentos das extremidades de distribuição, são substancialmente reduzidos. A rigidez horizontal total da tubulação com dois conjuntos de tubulação combinados é substancialmente aumentada.

Em uma configuração, o dispositivo de conexão inter-tubulações é dotado de uma pré-tensão, tracionando pelo menos parte dos primeiro e segundo conjuntos de tubulação no sentido um do outro por uma distância predeterminada. Isto reduz ainda mais os movimentos horizontais das tubulações.

Em uma configuração, o dispositivo de conexão inter-tubulações compreende um órgão substancialmente flexível conectado a uma sua primeira extremidade a um primeiro conjunto de tubulação, e conectado em uma sua segunda extremidade a um segundo conjunto de tubulação, o órgão substancialmente flexível dotado de uma massa substancial. Isto é uma maneira simples de fornecer uma pré-tensão.

Em uma configuração, o dispositivo de conexão inter-tubulações é conectado à tubulação do primeiro conjunto de tubulação e à tubulação do segundo conjunto de tubulação em suas respectivas extremidades de distribuição. Esta é uma localização lógica para conectar o dispositivo de conexão inter-tubulações.

Em uma configuração, a primeira tubulação e a segunda tubulação são suportadas por um dispositivo de suporte comum que compreende o dispositivo de conexão inter-tubulações. Se duas tubulações são suportadas por um dispositivo de suporte comum, um único dispositivo de flutuação pode ser fornecido. Movimentos horizontais das extremidades de

distribuição também são substancialmente reduzidos.

Em uma configuração, o dispositivo de suporte compreende um conector que é conectado em uma sua primeira extremidade à extremidade de distribuição, e em uma sua segunda extremidade a uma tubulação de conexão flexível, no qual o conector tem uma forma que é arqueada e no qual a primeira extremidade e a segunda extremidade são orientadas substancialmente para baixo. Isto permite que ambas, a tubulação e a tubulação de conexão sejam suspensas do conector, reduzindo momentos de dobramento em ambas, na tubulação e na tubulação de conexão.

O dispositivo de flutuação pode ser ajustado ao redor da tubulação, de tal modo que a tubulação se salienta de uma extremidade superior do dispositivo de flutuação. Alternativamente, o dispositivo de flutuação pode ser posicionado acima da extremidade de distribuição. Outras posições do dispositivo de flutuação também são possíveis, por exemplo, adjacente à tubulação.

A invenção ainda é relativa a um dispositivo de conformação de tubulação para utilização no conjunto de tubulação.

A invenção também é relativa a um dispositivo de suporte para utilização no conjunto de tubulação.

A invenção ainda é relativa a um método para instalar um conjunto de tubulação, o método compreendendo:

a) posicionar uma tubulação pelo menos parcialmente em um fundo do mar por meio de uma embarcação de deposição de tubulação, a tubulação sendo substancialmente rígida, a tubulação compreendendo uma seção encurvada que encurva para cima a partir do fundo do mar, a tubulação se estendendo até uma sua extremidade de distribuição que é suportada pela embarcação de deposição de tubulação;

b) fornecer pelo menos um dispositivo de ancoragem no fundo do mar; e

c) conectar a tubulação em um ponto de acoplamento ao dispositivo de ancoragem por pelo menos um dispositivo de conexão, o pelo menos um dispositivo de conexão sendo configurado para limitar substancialmente um movimento para cima do ponto de acoplamento;

5 d) posicionar a extremidade de distribuição em uma posição alvo de extremidade de distribuição;

e) suportar a tubulação na extremidade de distribuição por meio de um dispositivo de suporte; e

10 f) desconectar a tubulação da embarcação de deposição de tubulação.

De acordo com o método, uma tubulação pode ser instalada em uma maneira simples que tem um ponto de acoplamento que é impedido de mover para cima.

Em uma configuração a etapa c) compreende:

15 c1). acoplar um dispositivo de conexão à tubulação; e

c2) mover pelo menos parte da tubulação para baixo para acoplar o dispositivo de conexão ao dispositivo de ancoragem.

Em uma configuração a etapa c) compreende:

20 c1) acoplar um dispositivo de conexão ao dispositivo de ancoragem; e

c2) mover pelo menos parte da tubulação para baixo para acoplar o dispositivo de conexão ao dispositivo de ancoragem.

25 Nestas configurações a tubulação pode ser conectada ao dispositivo de ancoragem movendo o ponto de acoplamento como especificado. Este movimento pode ser efetuado pela embarcação de deposição de tubulação na superfície da água, eliminando com isto uma necessidade por operações submarinas complexas, por exemplo com um veículo operado de maneira remota (ROV).

Em um aspecto, na etapa c1) o dispositivo de conexão é

depositado no fundo do mar, o dispositivo de conexão se estendendo desde o dispositivo de ancoragem em uma direção a partir da qual uma tubulação se aproxima do dispositivo de ancoragem quando ela está sendo depositada. A tubulação assim alcança o dispositivo de conexão quando ela é depositada e pode ser simplesmente conectada ao dispositivo de conexão.

Em uma configuração, o método compreende acoplar pelo menos um dispositivo de flutuação à tubulação antes de conectar a tubulação ao dispositivo de ancoragem. O dispositivo de flutuação pode assim ser acoplado à tubulação na embarcação de deposição de tubulação onde esta operação pode ser realizada facilmente.

Em uma configuração, o método compreende pré-instalar o dispositivo de ancoragem antes da etapa a). Em uma configuração, o método compreende pré-conectar o dispositivo de conexão com o dispositivo de ancoragem, e acoplar a tubulação com o dispositivo de conexão durante a etapa c). Daí a própria tubulação é ainda simplificada e pode ser realizada por um única embarcação de deposição de tubulação.

Em uma configuração, o método compreende conectar o dispositivo de conexão à tubulação na embarcação de deposição de tubulação, na qual a etapa c) compreende acoplar o dispositivo de conexão ao dispositivo de ancoragem. Apenas uma operação de acoplamento precisa ser realizada no fundo do mar, e esta operação de acoplamento pode ser realizada manobrando a tubulação por meio da embarcação de deposição de tubulação.

Em uma configuração, a etapa c) compreende abaixar uma extremidade de distribuição da tubulação a partir da embarcação de deposição de tubulação por meio de um dispositivo de içamento. Esta é uma maneira simples de mover o ponto de acoplamento no sentido do dispositivo de ancoragem, para acoplar o ponto de acoplamento com o dispositivo de ancoragem por meio do dispositivo de conexão.

Em uma configuração, a etapa d) compreende conectar uma

tubulação de conexão flexível e o dispositivo de flutuação na embarcação de deposição de tubulação, e conectar a tubulação de conexão flexível com um dispositivo alvo depois de posicionar a extremidade de distribuição na posição alvo de extremidade de distribuição. Isto elimina uma necessidade por acoplar a tubulação de conexão com a extremidade de distribuição na profundidade alvo da extremidade de distribuição.

Em uma configuração, o método compreende fornecer um dispositivo de conformação de tubulação conectado com o dispositivo de ancoragem e dobrar a tubulação substancialmente ao redor do dispositivo de conformação de tubulação durante a etapa d).

A forma e posição requeridas da tubulação podem ser conseguidas manobrando simplesmente a extremidade de distribuição por meio da embarcação de deposição de tubulação. Daí nenhuma operação complicada no fundo do mar é necessária.

Em uma configuração, o método compreende depositar a tubulação pelo menos parcialmente no fundo do mar junto ao dispositivo de conformação de tubulação e, em seguida, mover a tubulação de maneira substancialmente horizontal até uma posição na qual uma parte da tubulação está situada abaixo do dispositivo de conformação de tubulação antes do dobramento da tubulação.

Isto elimina uma necessidade por uma deposição muito precisa da tubulação em relação ao dispositivo de conformação de tubulação.

A invenção está explicada em mais detalhe no texto que segue com referência aos desenhos, e que mostra um número de configurações que são fornecidas somente à guisa de exemplos não limitativos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 mostra uma vista lateral esquemática de um conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

As Figuras 2a e 2b mostram uma vista lateral esquemática de

uma série de etapas de um método de instalar o conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

As Figuras 2c e 2d mostram uma vista lateral esquemática de uma série de etapas de um outro método de instalar o conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 2e mostra uma vista elevada de uma configuração de um primeiro dispositivo de acoplamento ao longo das linhas A-A da Figura 2f;

A Figura 2f mostra uma vista lateral esquemática de uma tubulação posicionada em um primeiro dispositivo de acoplamento;

As Figuras 2i, 2j, 2k, 2l e 2m mostram vistas laterais esquemáticas de uma configuração do método de instalar o conjunto de tubulação;

As Figuras 3a e 3b mostram vistas laterais esquemáticas de configurações de um dispositivo de acoplamento;

A Figura 3c mostra uma vista lateral esquemática de um outro dispositivo de acoplamento de acordo com a invenção;

A Figura 3d mostram uma vista frontal esquemática de um dispositivo de acoplamento de acordo com a invenção;

A Figura 4a mostra uma vista frontal esquemática de um dispositivo de conexão;

A Figura 4b mostra uma vista lateral esquemática de um dispositivo de conexão;

As Figuras 5a e 5b mostram uma vista lateral esquemática de uma série de etapas de um método de instalar o conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 5e mostra uma vista axonométrica de uma configuração da extremidade de distribuição do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 5f mostra uma vista lateral de uma configuração da extremidade de distribuição do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 5f mostra uma vista superior de uma configuração da extremidade de distribuição do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 6 mostra uma vista lateral esquemática de uma outra configuração de um conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 7 mostra uma vista lateral esquemática de uma série de etapas de um método de instalar o conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 8a mostra uma vista lateral esquemática de uma configuração do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 8b mostra uma vista frontal esquemática de uma configuração de um dispositivo de conexão;

A Figura 8c mostra uma vista lateral esquemática de uma configuração de um dispositivo de conexão;

As Figuras 8d e 8e mostram uma vista lateral esquemática da uma série de etapas de um método de instalar o conjunto de tubulação das Figuras 8a-8c;

A Figura 9a mostra uma vista lateral esquemática de uma tubulação que compreende uma seção de limitação de curvatura;

A Figura 9b mostra uma vista lateral esquemática de uma tubulação encurvada que compreende uma seção de limitação de curvatura;

A Figura 10 mostra uma vista lateral esquemática de um conjunto de tubulação que compreende uma pluralidade de conjuntos de tubulação;

A Figura 11a mostra uma vista lateral esquemática de uma outra configuração do conjunto de tubulação;

A Figura 11b mostra uma vista axonométrica ampliada de uma outra configuração do conjunto de tubulação;

A Figura 11c mostra uma vista axonométrica esquemática de uma outra configuração do conjunto de tubulação;

5 A Figura 11d mostra uma vista axonométrica esquemática de uma outra configuração do conjunto de tubulação;

A Figura 12a mostra uma vista lateral esquemática de uma outra configuração do conjunto de tubulação da invenção;

10 A Figura 12b mostram uma vista lateral esquemática de ainda uma outra configuração do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

A Figura 13 mostra uma vista lateral esquemática de uma configuração do conjunto de tubulação de acordo com a invenção.

A Figura 14 mostra uma vista lateral esquemática de uma outra configuração do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;

15 A Figura 15 mostra uma vista lateral esquemática de ainda uma outra configuração do conjunto de tubulação de acordo com a invenção;
e

As Figuras 16a e 16b mostram vistas laterais esquemáticas de configurações de um dispositivo de suporte.

20 A Figura 1 mostra uma configuração de um conjunto de tubulação 1 de acordo com a invenção. Um dispositivo alvo 2 está mostrado posicionado em uma superfície de água 4. O dispositivo alvo 2 pode ser uma FPSO ou um tipo diferente de embarcação. A água 6 pode ter uma profundidade substancial 8, por exemplo se situando entre um e três
25 quilômetros.

Uma tubulação 10 compreende uma seção de fundo do mar 12 que repousa sobre um fundo do mar 14 e uma seção tubo ascendente 16 que se estende desde um ponto de deposição 18 no fundo do mar 14 até um dispositivo de flutuação 20, posicionado a uma profundidade 22 sob a

superfície da água 4. O dispositivo de flutuação 20 exerce uma força para cima na tubulação 10. A profundidade 22 é escolhida de tal modo que o dispositivo de flutuação 20 está substancialmente livre de forças de ondas e vento. Pelo menos uma tubulação flexível 34 conecta uma extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 ao dispositivo alvo 2 para fornecer uma conexão direta entre a extremidade de distribuição 36 e o dispositivo alvo 2. A seção de fundo do mar 14 pode ser conectada em uma sua extremidade a um poço de petróleo (não mostrado).

Um dispositivo de ancoragem 26 é fornecido no fundo do mar 14. O dispositivo de ancoragem 26 pode ser uma estaca de aspiração uma estaca cravada, um peso morto, uma estrutura de concreto ou um tipo diferente de dispositivo de ancoragem. Um dispositivo de conexão 27 conecta a tubulação 10 com o dispositivo de ancoragem 26. O dispositivo de conexão 27 compreende um órgão de conexão alongado 28, na forma de um cabo ou linha que se estende desde o dispositivo de ancoragem 26 até um ponto de acoplamento 30 na tubulação 10. O órgão de conexão 28 pode se estender de maneira substancialmente vertical ou com um pequeno ângulo para o eixo vertical 73, por exemplo, em um ângulo de 5 ou 10 ° em relação a um eixo vertical 73.

Este órgão de conexão 28 exerce uma força substancialmente para baixo no ponto de acoplamento 30, impedindo que o dispositivo de flutuação 20 flutue para cima, e assim mantendo a tubulação 10 substancialmente em uma posição vertical fixa. O dispositivo de conexão 27 limita assim uma liberdade de movimento de pelo menos uma parte da seção encurvada 15. Também é possível que o dispositivo de ancoragem 26 compreenda pelo menos dois pontos de ancoragem (não mostrado) separados no fundo do mar 14, no qual o ponto de acoplamento 30 é conectado a cada ponto de ancoragem.

Preferivelmente os pelo menos dois pontos de ancoragem são

separados em uma direção perpendicular ao eixo longitudinal 69 da tubulação 10. Alternativamente, os pelo menos dois pontos de ancoragem podem ser separados em uma direção paralela ao eixo longitudinal 69 da tubulação. O ponto de acoplamento 30 pode ser substancialmente impedido de mover

5 horizontalmente.

A partir do ponto de deposição 18, a seção de tubo ascendente 16 segue uma trajetória encurvada para cima. A seção de tubo ascendente 16 se estende com um ângulo α em relação ao eixo vertical 73, no qual o ângulo α diminui em uma direção para cima. A seção de tubo ascendente 16 pode ter

10 substancialmente uma forma de uma catenária na qual a curvatura da tubulação 10 varia ao longo da tubulação.

A curvatura da tubulação é definida por um raio de curvatura 32. A curvatura da tubulação aumenta ao longo da tubulação desde o ponto de deposição 18 no sentido de um ponto de curvatura máxima 24. A partir do

15 ponto de curvatura máxima 24 a curvatura diminui ao longo da tubulação em uma direção para cima. A uma certa distância acima do fundo do mar 14, a tubulação 10 tem apenas uma ligeira curvatura e se estende de maneira substancialmente vertical no sentido do dispositivo de flutuação 20.

Uma distância horizontal entre o dispositivo de flutuação 20 e

20 o ponto de acoplamento 30 é assim relativamente pequena, comparada a uma distância horizontal entre o dispositivo de flutuação 20 e o ponto de deposição 18 da tubulação 10. A curvatura da tubulação a partir do ponto de acoplamento 30 é substancialmente menor do que uma curvatura máxima da tubulação 10 que ocorre abaixo do ponto de acoplamento 30.

25 Um raio de curvatura 32 da tubulação 10 no ponto de acoplamento 30 é tipicamente maior do que 500 vezes o diâmetro externo 71 da tubulação 10.

O conjunto de tubulação 1 fornece um conjunto de tubulação substancialmente em catenária que sofre menos das desvantagens da técnica

precedente. Fadiga na zona de deposição é substancialmente menor do que em tubos de subida conhecidos. O ponto de deposição é substancialmente fixo em relação ao fundo do mar. Uma maneira simples e efetiva de ancorar um tubo ascendente substancialmente em catenária que tem uma extremidade de
5 distribuição suportada por um dispositivo de flutuação no fundo do mar é assim fornecida.

Voltando para as Figuras 2a e 2b, uma configuração de um método de instalar o conjunto de tubulação 1 de acordo com a invenção está mostrado nas etapas I-X.

10 Em uma primeira etapa I, a tubulação 10 é depositada pela embarcação de deposição de tubulação 40. Como mostrado, a tubulação está sendo depositada em um modo de deposição J. Também é possível depositar o tubo em um modo de deposição S ou desenrolando-o de um carretel (não mostrado). O dispositivo de conexão 27 compreende um primeiro dispositivo
15 de acoplamento 42 interconectado na embarcação de deposição de tubulação 40 à tubulação 10 durante o processo de deposição da tubulação 10. O dispositivo de acoplamento 42 pode ser um grampo instalado na tubulação 10 como uma estrutura na linha.

20 O órgão de conexão 28 é conectado a uma extremidade 44 dele ao dispositivo de acoplamento durante o processo de deposição de tubulação na embarcação de deposição de tubulação. O órgão de conexão 28 pode ser um tirante, um tendão, um cabo, uma linha, uma corrente, ou um outro dispositivo adequado.

25 O dispositivo de conexão 27 ainda compreende um dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 que é fornecido em uma extremidade oposta 46 do órgão de conexão 28, por exemplo, na forma de um gancho ou um assim chamado conector de pega esférica. O dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 é configurado para ser acoplado ao dispositivo de ancoragem 26. O dispositivo de ancoragem 26 compreende uma parte correspondente 49,

por exemplo, na forma de um olhal ou um receptáculo para um conector de pega esférica.

Quando a tubulação 10 está sendo depositada, o primeiro dispositivo de acoplamento 42 é movido para baixo no sentido do fundo do mar 14.

Na etapa II, uma seção de tubo final é unida à tubulação e a tubulação 10 alcançou seu comprimento alvo. Se a tubulação 10 é depositada em um modo de carretel, a tubulação 10 é completamente desenrolada de um carretel, cortada de um comprimento de tubo que permanece em um carretel, o corte posicionado na localização da extremidade de distribuição 36 (não mostrado). O primeiro dispositivo de acoplamento 42 tem uma posição a uma certa distância acima do fundo do mar 14.

Na etapa III o órgão de conexão 28 é posicionado no fundo do mar 14. Pelo menos, uma parte de seu comprimento, possivelmente em uma forma dobrada. Para esta finalidade o órgão de conexão 28 é substancialmente flexível.

O dispositivo de ancoragem 26 pode ter sido pré- instalado por um outra embarcação antes da deposição da tubulação 10, ou pode ser instalado pela embarcação de deposição de tubulação 40, por exemplo, quando a embarcação de deposição de tubulação 40 está posicionado substancialmente acima de uma localização alvo 52 do dispositivo de ancoragem 26. Na Figura 2a, esta poderia ser uma posição da embarcação de deposição de tubulação entre as etapas I e II.

Para acoplar o dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 ao dispositivo de ancoragem 26, a tubulação 10 pode ser manobrada pela embarcação de deposição de tubulação 40, de tal maneira que o dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 engata a parte correspondente 49 no dispositivo de ancoragem 26 e em seguida é acoplada com o dispositivo de ancoragem 26. Para esta finalidade pode ser necessário abaixar a extremidade

de distribuição 36 da tubulação 10 da embarcação de deposição de tubulação 40, por exemplo, por meio de um dispositivo de abandono e recuperação (A&R) como está mostrado na etapa IV.

5 Possivelmente a extremidade de distribuição 36 é inteiramente abaixada para o fundo do mar 14 como está mostrado na etapa V. Durante este processo, a embarcação de deposição de tubulação 40 é movido na direção da tubulação como está mostrado pela seta dupla 50. Contudo, também pode ser possível abaixar a extremidade de distribuição 36 até apenas uma profundidade limitada, que é suficiente para o dispositivo de
10 acoplamento de ancoragem 40 engatar o dispositivo de ancoragem 26.

Também podem haver outros métodos e dispositivos para conectar o dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 ao dispositivo de ancoragem 26. O dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 pode compreender dispositivo de comunicação e ser operável de maneira remota. O
15 dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 pode também compreender dispositivo de acionamento que é configurado para mover o segundo dispositivo de acoplamento no sentido do dispositivo de ancoragem 26, e acoplar o dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 ao dispositivo de ancoragem 26.

20 Como está mostrado na etapa VI, é possível desconectar o dispositivo A&R 54 da extremidade de distribuição 36 da tubulação 10. A embarcação de deposição de tubulação 40 pode então ser movido para longe do local de instalação, por exemplo, para depositar uma outra tubulação ou para instalar o dispositivo de ancoragem 26 e conectar o dispositivo de
25 acoplamento de ancoragem 48 a ele, quando o dispositivo de ancoragem 26 não foi pré-instalado (não mostrado).

Na etapa VII a embarcação de deposição de tubulação 40 levanta a extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 do fundo do mar 14 com o dispositivo A&R 54 e o move para cima. Ao mesmo tempo, a

extremidade de distribuição 36 é movida em uma direção horizontal no sentido da uma posição substancialmente acima do dispositivo de ancoragem 26. A tubulação 10 é substancialmente girada ao redor do ponto de deposição 18. Ao mesmo tempo o próprio ponto de deposição 18 move, uma vez que a tubulação 10 é levantada do fundo do mar 14.

Nas etapas VIII e IX a seção de tubo ascendente 16 da tubulação 10 está completamente levantada do fundo do mar 14, para adotar sua posição alvo. A extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 é gradualmente movida para cima e é posicionada substancialmente acima do dispositivo de ancoragem 26.

O primeiro dispositivo de acoplamento 42 é também gradualmente movido para cima. Durante o levantamento da tubulação 10, a embarcação de deposição de tubulação 40 é gradualmente movido horizontalmente no sentido de uma localização 56 substancialmente acima do dispositivo de ancoragem 26. Quando a seção de tubo ascendente 16 adota a sua posição alvo, o órgão de conexão 26 é puxado substancialmente e é esticado.

Na etapa X a extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 está posicionada em uma posição alvo de extremidade de distribuição 118.

Um dispositivo de flutuação 20 é conectado com a extremidade de distribuição da tubulação 10. O dispositivo de flutuação 20 suporta a extremidade de distribuição 36 da tubulação 10. A tubulação X é suspensa do dispositivo de flutuação 20. A força exercida pelo dispositivo A&R 54 na extremidade de distribuição 36 da tubulação X pode agora ser reduzida, e o dispositivo A&R 54 pode ser desconectado da extremidade de distribuição 36 da tubulação 10.

Na posição alvo, o primeiro dispositivo de acoplamento 42 é posicionado substancialmente acima do dispositivo de ancoragem 26 ou a uma distância horizontal relativamente pequena do dispositivo de ancoragem

26. O órgão de conexão 24 pode ter um comprimento de aproximadamente 50 a 400 metros dependendo do diâmetro da tubulação 10. Quando a tubulação 10 tem um grande diâmetro, o raio de dobramento 32 de uma seção encurvada 15 da tubulação 10 é relativamente grande para limitar tensões que ocorrem na tubulação 10, e para assegurar que somente ocorrem deformações elásticas. Quando o diâmetro da tubulação 10 é relativamente pequeno, o raio 32 da seção encurvada 15 da tubulação 10 pode ser relativamente pequeno. Isto permite um comprimento menor do órgão de conexão 28. Tipicamente, quando o diâmetro da tubulação é 12,75 polegadas (32,4 cm) e uma espessura de parede é 25 mm, o raio 32 da curvatura é da ordem de 250 metros. O dispositivo de flutuação pode ter uma forma cilíndrica tendo um diâmetro de 10 metros e um comprimento de 18 metros. O dispositivo de flutuação cilíndrico 20 pode ser orientado de maneira substancialmente vertical.

Ao invés de conectar o dispositivo de flutuação 20 à extremidade de distribuição 36 da tubulação na etapa X, é também possível conectar o dispositivo de flutuação 20 mais cedo, por exemplo, na etapa II quando a tubulação alcançou seu comprimento completo. Neste caso, o dispositivo de flutuação 20 pode ter uma flutuação que pode ser variada de maneira controlável, por exemplo, ou enchendo o dispositivo de flutuação com ar ou com água, ou enchendo parcialmente o dispositivo de flutuação com ar ou parcialmente com água.

Nas etapas II-V o dispositivo de flutuação 20 será substancialmente enchido com água para possibilitar o abaixamento da extremidade de distribuição 36 que inclui o dispositivo de flutuação 20.

Na etapa VII a flutuação do dispositivo de flutuação 20 pode ser aumentada, auxiliando no levantamento da tubulação 10. Quando o dispositivo de flutuação 20 é abaixado na água 6 uma pressão hidrostática de água sobre a parede do dispositivo de flutuação 20 aumenta, e pode se tornar muito elevada. Para esta finalidade, o dispositivo de flutuação 20 pode ser

completamente enchido com água.

Também é possível conectar o órgão de conexão 28 ao dispositivo de ancoragem 26 antes de conectar o dispositivo de acoplamento 42 ao órgão de conexão 28. Neste caso, o primeiro dispositivo de acoplamento 42 pode compreender uma parte de acoplamento de tubulação (não mostrado) conectada à tubulação 10 e uma primeira parte correspondente (não mostrado) conectada ao órgão de conexão 28, de tal modo que a primeira parte correspondente pode ser acoplada na parte de acoplamento de tubulação quando a parte de acoplamento de tubulação engatar a primeira parte correspondente. Por exemplo, a primeira parte correspondente pode ser um grampo que se situa em uma posição aberta no fundo do mar. A parte de acoplamento de tubulação pode ser um colar ou uma saliência diferente fixada à tubulação, e que se estende para fora a partir da tubulação 10. Quando a tubulação 10 é depositada no grampo, o grampo é fechado, circundando substancialmente a tubulação. O colar é posicionado entre o grampo e o ponto de deposição 18. Quando a tubulação 10 é movida para cima, a tubulação 10 desliza através do grampo e o colar engata o grampo. A tubulação 10 é assim impedida de mover ainda mais para cima em relação ao grampo. O órgão de conexão 28 é puxado esticado, e a posição alvo do conjunto de tubulação 1 é alcançada. A primeira parte correspondente também pode ser um gancho adaptado para encaixar em um olhal fornecido em uma extremidade do órgão de conexão 28.

Voltando para as Figuras 2c e 2d, uma série de etapas I-VI está mostrada, na qual o dispositivo de flutuação 20 é conectado à extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 na embarcação de deposição de tubulação 40, e na qual o dispositivo de flutuação 20 é em seguida abaixado da embarcação de deposição de tubulação 40 durante a etapa II para acoplar o órgão de conexão 28 ao primeiro dispositivo de acoplamento 42 e ao dispositivo de ancoragem 26. Preferivelmente o dispositivo de flutuação 20 compreende um

sistema de pressão para lastrar ou deslastrar o dispositivo de flutuação 20. Durante as etapas I e II, o dispositivo de flutuação pode ser substancialmente lastrado para reduzir a força de flutuação.

Na etapa III, o órgão de conexão 28 é acoplado ao dispositivo de ancoragem 26 e ao primeiro dispositivo de acoplamento 42. A conexão pode ser realizada por meio de um ROV (não mostrado).

Nas etapas IV, V e VI a extremidade de distribuição 36 e o dispositivo de flutuação 20 são movidos para a localização alvo da extremidade de distribuição 118. O dispositivo de flutuação 20 é deslastrado para fornecer a força de levantamento para a tubulação 10 ser suspensa.

As Figuras 2e, 2f e 2g mostram um primeiro dispositivo de acoplamento 42 que tem uma abertura 134 em um seu lado superior 135. O primeiro dispositivo de acoplamento 42 compreende roletes 62 que permitem um movimento da tubulação 10 em relação ao primeiro dispositivo de acoplamento 42 na direção do eixo longitudinal 69 da tubulação 10. Os roletes 62 se conifcam para fora a partir do centro, no sentido de suas respectivas extremidades 137 para fornecer suporte lateral.

Em operação, uma tubulação 10 pode ser abaixada no primeiro dispositivo de acoplamento 42 na direção da seta 136. Suportes laterais 138 também fornecidos para guiar a tubulação 10 na posição requerida para suportar as tubulações 10 em uma direção lateral.

Na Figura 2f, um órgão de acoplamento 140 é movido no sentido do primeiro dispositivo de acoplamento 42 e conectado a ele, para conectar o primeiro dispositivo de acoplamento 42 ao redor da tubulação 10. O órgão de acoplamento 140 é instalado por meio de um ROV 142. O ROV pode ser suspenso de uma embarcação de superfície por meio de uma suspensão 151 ou auto-flutuação. O órgão de acoplamento 140 pode também ser suspenso de um guindaste em uma embarcação de superfície (não mostrado) de tal maneira que o ROV controla substancialmente a posição

horizontal do órgão de acoplamento 140 e a posição vertical do órgão de acoplamento 140 é controlada pelo guindaste.

O primeiro dispositivo de acoplamento 42 é conectado de maneira móvel à tubulação 10 na direção do eixo longitudinal.

5 Também é possível fornecer um primeiro dispositivo de acoplamento 42, que é configurado para ser depositado no fundo do mar 14 em uma posição substancialmente aberta, e configurado para acoplar de maneira substancialmente automática uma tubulação 10 quando a tubulação 10 é depositada em cima do primeiro dispositivo de acoplamento 42 pela
10 força para abaixo da tubulação 10 no primeiro dispositivo de acoplamento 42. Isto pode ser conseguido por meio de duas ou mais partes de pega que são móveis uma em relação à outra e substancialmente pegam a tubulação 10. Assim, um ROV não é necessário.

Voltando para as Figuras 2i, 2j, 2k, 2l e 2m, uma série de
15 etapas para instalar o conjunto de tubulação 1 estão mostradas. Na Figura 2i, o dispositivo de ancoragem 26 é instalado com um órgão de conexão 28 acoplado a ele. Na Figura 2j o primeiro dispositivo de acoplamento foi fornecido e conectado ao órgão de conexão 28. A tubulação 10 é depositada no primeiro dispositivo de acoplamento 42, em particular nos roletes 62 e a
20 tubulação 10 se estende adjacente ao dispositivo de ancoragem 26. A tubulação 10 é dotada de um dispositivo colar 144. Em seguida o órgão de acoplamento 140 é fornecido no primeiro dispositivo de acoplamento 42.

Na Figura 2k, o primeiro dispositivo de acoplamento 42 é conectado à tubulação 10 e pronto para ser levantado do fundo do mar 14. O
25 órgão de conexão 28 é conectado ao primeiro dispositivo de acoplamento 42 por meio do ROV. Na Figura 2l, a tubulação 10 é movida para cima. O primeiro dispositivo de acoplamento 42 gira ao redor do eixo longitudinal 69 da tubulação 10, de tal modo que os roletes 62 são posicionados em um lado superior da tubulação 10. O dispositivo colar 144 será movido em relação ao

primeiro dispositivo de acoplamento 42 até que o dispositivo colar 144 encontre o primeiro dispositivo de acoplamento 42.

Na Figura 2m, a tubulação 10 alcançou sua posição alvo. O dispositivo colar 144 encontra o primeiro dispositivo de acoplamento 42 e o
 5 órgão de conexão 28 é puxado e esticado. A força para cima 146 da tubulação 10 é desviada por meio do dispositivo colar 144 e do primeiro dispositivo de acoplamento 42 para o órgão de conexão 28 e por meio do órgão de conexão 28 e do dispositivo de ancoragem 26 para o fundo do mar 14.

Voltando para as Figuras 3a e 3b, configurações diferentes do
 10 primeiro dispositivo de acoplamento 42 estão mostradas. O primeiro dispositivo de acoplamento 42 pode ser um grampo, como está mostrado na Figura 3a, que é aparafusado por parafusos 60 ao redor da tubulação 10. O grampo pode ser ajustado ao redor da tubulação 10 completamente ou parcialmente, por exemplo, pegando a tubulação 10 a partir de dois lados
 15 opostos. O órgão de conexão 28 pode ser conectado ao primeiro dispositivo de acoplamento 42, de tal maneira que ele está livremente rotativo em relação ao primeiro dispositivo de acoplamento 42 sem exercer um momento de dobramento substancial na tubulação 10. Assim, o ângulo α mostrado nas Figuras 3a e 3b pode variar. A própria tubulação se estende com um ângulo β
 20 em relação a um eixo vertical 73.

Na Figura 3b, uma configuração do primeiro dispositivo de acoplamento 42 está mostrada tendo roletes 62 que possibilitam ao primeiro dispositivo de acoplamento 42 mover em relação à tubulação 10 em uma direção paralela a um eixo longitudinal 69 da tubulação 10 como mostrado
 25 por uma seta dupla 63. Desta maneira, o primeiro dispositivo de acoplamento 42 pode escolher sua própria posição preferida quando o conjunto de tubulação 1 é instalado.

As Figuras 3c 3d mostram uma outra configuração do primeiro dispositivo de acoplamento 42, na qual projeções 64 se estendem de maneira

substancialmente horizontal a partir do primeiro dispositivo de acoplamento 42 ao longo de um eixo horizontal 67 que interceptam o eixo longitudinal 69 da tubulação 10. Uma força é transferida do órgão de conexão 28 para a tubulação 10 em um ponto de transferência de força localizado substancialmente no eixo horizontal 67. O órgão de conexão 28 é acoplado às projeções 64 e é capaz de girar ao redor das projeções 64. Desta maneira, o órgão de conexão 28 pode girar em relação à tubulação 10, sem exercer um movimento de dobramento na tubulação 10.

O primeiro dispositivo de acoplamento 42 é assim configurado para transferir uma força do órgão de conexão 27 para a tubulação 10, em pelo menos um ponto de transferência de força 77 localizado em um eixo substancialmente horizontal 67 que se estende através do eixo longitudinal 69 da tubulação 10, no qual o eixo horizontal 67 se estende substancialmente perpendicular a um plano vertical qual no qual se estende a tubulação 10.

Voltando para as Figuras 4a e 4b, uma configuração do dispositivo de conexão 27 de acordo com a invenção está mostrada, na qual o dispositivo de conexão 27 é configurado para guiar a tubulação 10 ao longo de uma trajetória predeterminada, a qual é em parte encurvada. Para esta finalidade o dispositivo de conexão 27 compreende um dispositivo de conformação de tubulação 65 que define a trajetória encurvada. A curvatura da trajetória é tal que a tubulação 10 é substancialmente deformada plasticamente.

O dispositivo de conexão 27 é conectado ao dispositivo de ancoragem 26. O dispositivo de conexão 27 compreende uma superfície de contato 66 que, quando vista da lateral como está mostrado na Figura 4b, é encurvada e tem substancialmente uma forma de um quarto de círculo. A superfície de contato 66 não precisa ser exatamente circular. Quando vista de frente a superfície de contato 66 tem uma forma substancial em U que é girada de cabeça para baixo e compreende uma primeira crista 68 e uma

segunda crista 68b que definem uma forma como goteira 70. A goteira 70 suporta a tubulação 10 em uma direção horizontal quando forças horizontais são exercidas sobre ela como está indicado pela seta dupla 72. A posição da seção encurvada 15 é assim fixada na direção da seta 72.

5 O dispositivo de conexão 27 pode também ser indicado como um banco de dobramento, uma vez que a tubulação 10 é dobrada ao redor do dispositivo de conexão 27 e uma seção encurvada 15 da tubulação 10 é formada. A goteira 70 é configurada para exercer uma força para baixo na tubulação 10, impedindo a tubulação 10 de mover para cima por meio de uma
10 força para cima 74 exercida na tubulação pelo dispositivo de flutuação 20, e assim mantendo a tubulação 10 em uma posição vertical fixa.

Uma folga vertical 76 é fornecida entre o dispositivo de conformação de tubulação 65, em particular entre a crista 68a e o fundo do mar 14. A folga 67 possibilita à tubulação ser movida horizontalmente de uma
15 posição adjacente ao dispositivo de conexão 27 até uma segunda posição substancialmente sob a superfície de contato 66 como será mais explicado daqui em diante.

Um dispositivo de travamento 78 pode ser fornecido para travar substancialmente a tubulação 10 em sua posição.

20 As Figuras 5a e 5b mostram um método de instalar um conjunto de tubulação 1 que compreende o dispositivo de conexão 27 das Figuras 4a e 4 b. Em etapas subsequentes I até IX. Na etapa I a tubulação X é depositada por meio da embarcação de deposição de tubulação 40.

Na etapa II, a tubulação 10 alcançou seu comprimento alvo e a
25 extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 é abaixada da embarcação de deposição de tubulação 40 por um dispositivo A&R 54. A embarcação de deposição de tubulação 40 é movido na direção da seta 50 e, como mostrado nas etapas III e IV, a tubulação 10 é completamente depositada no fundo do mar 14. Também pode não ser necessário depositar a tubulação 10

completamente no fundo do mar 14. Neste caso, a tubulação 10 é mantida na posição mostrada na etapa II e, em seguida, movida para cima como está mostrado na etapa VII. As etapas 56 podem assim ser saltadas.

O dispositivo A&R 54 pode alternativamente ser desconectado da tubulação 10 como está mostrado na etapa V. Em seguida, o dispositivo de ancoragem 26 e o dispositivo de conexão 27 podem ser fornecidos por exemplo por meio da embarcação de deposição de tubulação 40, que é movido para uma localização 56, substancialmente acima da localização alvo do dispositivo de ancoragem 26. É possível que na etapa V o dispositivo de conexão 27 seja posicionado diretamente acima da tubulação 10. Desta maneira, a tubulação 10 pode, em seguida, ser levantada sem uma necessidade de movimentar a tubulação 10 horizontalmente. Contudo, também é possível instalar o dispositivo de conexão 29 em uma localização ao longo da tubulação 10. Então a tubulação 10 deve ser movida lateralmente para uma posição sobre o dispositivo de conexão 27, para cuja finalidade a folga 76 é fornecida entre o dispositivo de conformação de tubulação 65 e o fundo do mar 14.

Contudo, também é possível pré-instalar o dispositivo de ancoragem 26 e o dispositivo de conexão 27. O dispositivo de conexão 26 pode ser instalado por meio de um segunda embarcação auxiliar (não mostrado). Neste caso, a tubulação não pode ser posicionada sobre o dispositivo de conexão 27 na etapa III, e o movimento horizontal deve ser realizado como descrito acima. O dispositivo de ancoragem 26 e o dispositivo de conexão 27 podem ser pré-montados em uma construção, e em seguida posicionados no fundo do mar 14. Também é possível montar o dispositivo de ancoragem 26 e o dispositivo de conexão 27 no fundo do mar 14.

Na etapa VI está mostrado que a extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 é levantada do fundo do mar 14 pela embarcação de tubulação 40 com a utilização do dispositivo A&R 54. O dispositivo de

conexão 27 é fornecido junto ao fundo do mar 14 e ancorado ao fundo do mar 14 por um dispositivo de ancoragem 26. A extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 é movida para cima e movida horizontalmente no sentido de uma localização acima do dispositivo de conexão 17.

5 Na etapa IX a tubulação 28 engata a superfície de contato 66 do dispositivo de conexão 27, e é deformada plasticamente pela superfície de contato 66, de tal maneira que uma seção encurvada 15, que tem um raio relativamente pequeno 32, é formada. A deformação plástica é conseguida movendo a embarcação de deposição de tubulação 40 em relação ao fundo do
10 mar 14. A extremidade de distribuição 36 é movida pela embarcação de deposição de tubulação 40.

Como está mostrado na etapa IX, pode ser necessário mover a extremidade de distribuição 36 por uma distância 119 além de sua posição alvo de extremidade de distribuição 118, dobrando com isto a tubulação 10
15 ligeiramente mais do que era requerido na posição alvo. Isto permite algum relaxamento da seção encurvada 15 da tubulação 10, diminuindo com isto as tensões na parede da tubulação na seção encurvada 15 na posição alvo. O dispositivo de flutuação 20 pode ser conectado à extremidade de distribuição 36 na etapa X, ou pode ter sido conectado à extremidade de distribuição 36 da
20 tubulação anteriormente, por exemplo, na etapa I.

Um dispositivo trava 78 pode ser fornecido para travar a tubulação 10 em sua posição alvo.

Voltando para as Figura 5c, 5d, 5e e 5f, uma configuração da invenção está mostrada, na qual o dispositivo de flutuação 20 é conectado à
25 tubulação 10 na etapa I. Da mesma maneira como no método das Figuras 2c e 2d, o dispositivo de flutuação 20 é abaixado para uma profundidade predeterminada 99 e em seguida movido para a localização alvo de extremidade de distribuição 118.

Na etapa I, o dispositivo de ancoragem 26 e o dispositivo de

conformação de tubulação 65 são instalados no fundo do mar 14. Na etapa II o dispositivo de flutuação 20 é conectado à extremidade de distribuição 36. Nas etapas III e IV a tubulação 10 é depositada adjacente ao dispositivo de conformação de tubulação 65. O dispositivo de flutuação é abaixado até uma profundidade predeterminada 99. O dispositivo de flutuação 20 pode ser parcialmente ou completamente lastrado. Na etapa V, a tubulação 10 é movida horizontalmente para posicionar uma parte da tubulação 10 abaixo do dispositivo de conformação de tubulação 65. Nas etapas VI e VII, a extremidade de distribuição 36 é movida no sentido da localização alvo da extremidade de distribuição 118 substancialmente da mesma maneira como nas etapa VI-X da Figura 5b, com isto dobrando a tubulação 10 ao redor do dispositivo de conformação de tubulação 65.

Voltando para as Figura 5e, 5f e 5g uma configuração do dispositivo de flutuação 20 está mostrada, na qual o dispositivo de flutuação 20 é alongado e fornecido substancialmente ao redor da tubulação 10 próximo à sua extremidade de distribuição 36. A extremidade de distribuição 36 se salienta a partir do lado superior 148 do dispositivo de flutuação 20.

Um dispositivo de acoplamento de extremidade de distribuição 150 é fornecido na extremidade de distribuição 36, à qual um dispositivo A&R 54 pode ser acoplado. Um conector arqueado 108 é fornecido para conectar uma extremidade da tubulação de conexão flexível 34 à extremidade de distribuição 36.

Na Figura 5g o dispositivo de flutuação 20 é dotado de um recesso 152, que permite acoplamento e desacoplamento fáceis do dispositivo de flutuação 20 com a tubulação 10, por exemplo depois que a tubulação 10 seja posicionada em sua posição alvo. Um dispositivo batente 154 na forma de um colar é fornecido na tubulação 10 para engatar o dispositivo de flutuação 20 e suportar uma força para cima do dispositivo de flutuação 20 sobre a tubulação 10.

Voltando para as Figuras 6 e 7, uma configuração do conjunto de tubulação 10 está mostrada, compreendendo um dispositivo de limitação de curvatura 82. O dispositivo de limitação de curvatura 82 é ajustado substancialmente ao redor da tubulação 10 e se estende por um comprimento
5 predeterminado ao longo da tubulação 10. O dispositivo de limitação de curvatura 82 compreende uma serie de elementos interconectados 84a....84l ajustados substancialmente ao redor da tubulação 10, os elementos 84a.....84l sendo conectados de maneira pivotante um ao outro. Um ângulo de pivotamento de um elemento em relação a um próximo elemento é limitado.
10 Tal dispositivo de limitação de curvatura 82 é conhecido no campo da técnica.

Ao invés de um dispositivo de limitação de curvatura que compreende uma serie de elementos interconectados 84a.....84l, também é possível aplicar uma seção de tubo de parede espessa ao redor da tubulação 10 tendo transições de junta de tensão como está mostrado nas Figuras 9a e
15 9b.

O dispositivo de limitação de curvatura 82 assegura que a tubulação 10 não pode ser dobrada além do que uma deformação elástica permite. Está assim assegurado que a tubulação 10 é substancialmente livre de tensões além do limite elástico, e assim livre de deformações plásticas. Um
20 raio de curvatura elástico típico 32 é 300 vezes o diâmetro externo da tubulação 10. Alternativamente, o dispositivo de limitação de curvatura 82 pode limitar a curvatura da tubulação 10 a uma deformação plástica máxima predeterminada.

Na posição alvo, o dispositivo de limitação de curvatura 82 se
25 estende substancialmente de maneira horizontal no fundo do mar 14 e encurva para cima até um ponto 86 onde o dispositivo de limitação de curvatura 82 e a tubulação 10 se estendem substancialmente de maneira vertical. Aqui, o primeiro dispositivo de acoplamento 42 é fornecido. Um órgão de conexão 28 conecta o primeiro dispositivo de acoplamento 42 ao dispositivo de

ancoragem 26. O órgão de conexão 28 pode ser um cabo, uma corrente ou uma haste.

Um dispositivo de acoplamento de ancoragem 48 é fornecido para acoplar o órgão de conexão 28 com o dispositivo de ancoragem 26.

5 A Figura 7 mostra um método de instalar o órgão de conexão 28 da Figura vi. Antes da etapa I o dispositivo de limitação de curvatura 82 foi ajustado ao redor da tubulação 10 na embarcação de deposição de tubulação 40. Também o primeiro dispositivo de acoplamento 42 é instalado na embarcação de deposição de tubulação 40.

10 Na etapa I a embarcação de deposição de tubulação 40 suporta a extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 a uma certa profundidade. Genericamente não é necessário depositar completamente a tubulação 10 no fundo do mar 14. A embarcação de deposição de tubulação 40 em seguida se move na direção da seta 58, posicionando com isto a seção de tubo ascendente
15 16 substancialmente voltada para cima.

Na etapa II o dispositivo de acoplamento é posicionado diretamente acima do dispositivo de ancoragem, e a tubulação adota a sua posição e forma alvos. Na etapa IV a haste 28 é fornecida entre o primeiro dispositivo de acoplamento e o dispositivo de ancoragem 26.

20 Na etapa V, um dispositivo de flutuação 20 é conectado à extremidade de distribuição 36. O dispositivo A&R 54 pode então ser desconectado da extremidade de distribuição 36. Como na configuração das Figuras 2a e 2b, o dispositivo de flutuação 20 também pode ser conectado à tubulação quando a extremidade de distribuição 36 está suportada na
25 superfície da água 4 pela embarcação de deposição de tubulação 40.

Voltando para as Figuras 8a, 8b, 8c, 8d e 8e, uma configuração está mostrada, na qual o dispositivo de conformação de tubulação 65 é fornecido, o qual é configurado para fornecer uma curvatura da tubulação que é relativamente grande, deformando com isto elasticamente a tubulação 10. O

dispositivo de conformação de tubulação 65 define uma trajetória alvo encurvada da tubulação 10, que forma substancialmente um quarto de um círculo.

5 Um raio típico da trajetória encurvada é pelo menos 300 vezes o diâmetro externo 71 da tubulação 10. Isto implica que o dispositivo de conexão 27 pode ter um comprimento 92 e altura 94 da ordem de 50 a 100 metros, dependendo do diâmetro da tubulação 10.

10 O dispositivo de conformação de tubulação 65 tem uma superfície de contato na forma de uma forma substancial em U, definida por cristas 68a e 68b para suportar a tubulação 10 em uma direção lateral. Uma primeira extremidade 88 do dispositivo de conformação de tubulação 65 se estende de maneira substancialmente horizontal, e uma segunda extremidade 89 se estende de maneira substancialmente vertical.

15 O dispositivo de conformação de tubulação 65 é ancorado ao fundo do mar 14 em pelo menos dois pontos de ancoragem 26a, 26b.

20 Nas Figuras 8d, 8e está mostrado um método de instalar a tubulação 10 das Figuras 8a, 8b, 8c, Em uma primeira etapa I, o dispositivo de conformação de tubulação 65 é conectado ao dispositivo de ancoragem 26a, 26b fornecido no fundo do mar 14. Em uma etapa subsequente II, a tubulação 10 é depositada pela embarcação de deposição de tubulação 40 ou por uma embarcação auxiliar. Na etapa III, a tubulação 10 é posicionada abaixo do dispositivo de conformação de tubulação 65, o que pode requerer um movimento lateral. Este movimento lateral pode ser realizado movendo a embarcação de deposição de tubulação 40 para os lados, perpendicularmente
25 a um plano vertical no qual a tubulação 10 se estende.

Na etapa IV a embarcação de deposição de tubulação é desconectado da tubulação 10. Esta etapa pode ser opcional. Nas etapas V e VI a embarcação de deposição de tubulação 40 move a extremidade de distribuição 36 para cima, diminuindo o comprimento do dispositivo A&R 54.

Ao mesmo tempo, a embarcação de deposição de tubulação move na direção da seta 58.

Na etapa VII embarcação de deposição de tubulação 40 é posicionado substancialmente acima do dispositivo de conexão 27 e a tubulação 10 adotou sua posição alvo. A tubulação 10 engata a superfície de contato 66 do dispositivo de conformação de tubulação 65, e a tubulação 65 é dobrada substancialmente na forma de um quarto de círculo, de tal modo que uma seção encurvada 15 é formada entre uma seção de fundo do mar 12 e uma seção substancialmente vertical 17. Um dispositivo trava 78 pode ser fornecido para prender a tubulação 10 em uma posição em engatamento com o dispositivo de conformação de tubulação 65. Uma tubulação de conexão flexível 34 pode ser conectada depois da instalação do dispositivo de flutuação 20. Também é possível conectar a tubulação de conexão flexível 34 ao dispositivo de flutuação acima da superfície da água 4 e em seguida conectar o dispositivo de flutuação com a tubulação de conexão flexível 34 à extremidade de distribuição 36.

Voltando para as Figuras 9a e 9b, uma configuração de um dispositivo de limitação de curvatura está mostrada, tendo uma seção de tubo de parede espessa 96 que compreende seções de transição afuniladas 98. A seção de tubo de parede espessa 96 é configurada para funcionar como um dispositivo de limitação de curvatura 82, e assegura um valor mínimo do raio de curvatura 32 como pode ser visto na Figura 9b. O dispositivo de limitação de curvatura 82 compreende uma parte de tubulação 96 que tem uma espessura de parede que é pelo menos em parte maior do que é uma espessura de parede da tubulação 10.

Voltando para a Figura 10, uma configuração da invenção está mostrada, na qual uma pluralidade de tubulações devem se estendem entre um fundo do mar 14 e suas respectivas extremidades de distribuição 36 junto à superfície da água 4. Cada extremidade de distribuição 36 é conectada ao

dispositivo alvo por meio de uma respectiva tubulação de conexão 34.

O dispositivo alvo 2 é ancorado ao fundo do mar 14 por meio de linhas de amarração 100. As linhas de amarração 100 podem ser agrupadas juntas em grupos respectivos 101a, 101b. As linhas de amarração 100 suportam o dispositivo alvo 2 em uma direção horizontal e substancialmente fixam a posição do dispositivo alvo 2.

Diversos grupos de linhas de amarração 101a, 101b podem se estender entre o fundo do mar 14 e o dispositivo alvo 2, deixando apenas um corredor relativamente estreito de espaço disponível para a tubulação 10 se estender desde o fundo do mar 14 até uma posição requerida junto à superfície da água 4.

Se a tubulação 10 é conectada ao fundo do mar 14 de acordo com qualquer das configurações divulgadas aqui acima, as extremidades de distribuição 36 das tubulações 10 podem mover uma em relação à outra sob a influência de correntes de água ou devido a forças exercidas nas extremidades de distribuição 36 pelas tubulações de conexão flexíveis 34. Em tal caso, pode haver um risco que as tubulações 10 atinjam uma à outra. Também pode haver um risco de uma tubulação 10 atingir uma linha de amarração 100.

Para reduzir os movimentos das tubulações 10, um dispositivo de conexão inter-tubulações 102 entre uma primeira e uma segunda tubulação 10, em particular entre as suas respectivas extremidades de distribuição 36, pode ser fornecido. O dispositivo de conexão inter-tubulações 102 também pode ser conectado às tubulações 10 em um ponto abaixo da extremidade de distribuição. O dispositivo de conexão inter-tubulações 102 pode ser uma linha ou um cabo que tem uma massa substancial, que puxa uma primeira e uma segunda extremidades de distribuição 36 no sentido uma da outra por uma distância 104. Uma pré-tensão é assim fornecida no dispositivo de conexão inter-tubulações 102, a qual é dependente do movimento lateral dos respectivos dispositivos de flutuação. Se os dispositivos de flutuação 20

movem no sentido um do outro, a força de tração diminui e os dispositivos de flutuação 20 movem para longe um do outro, e a força de tração aumenta. Desta maneira um equilíbrio será alcançado.

5 O dispositivo de conexão inter-tubulações 102 pode ser fornecido em combinação com qualquer um dos dispositivos de conexão 27 divulgados aqui acima. O resultado do dispositivo de conexão inter-tubulações 102 é que a rigidez horizontal total do dispositivo tubulação 122 é aumentada e que os movimentos horizontais das extremidades de distribuição 36 são substancialmente reduzidos. Isto reduz o risco de colisão das 10 tubulações 10 uma com a outra e com as linhas de amarração 100.

Uma pluralidade de extremidades de distribuição 36 podem ser interconectadas por meio dos respectivos dispositivos de conexão inter-tubulações 102, por exemplo em uma formação de malha fechada que compreender três ou mais extremidades de distribuição 36.

15 Voltando para as Figuras 11a, 11b, 11c e 11d também é possível que um dispositivo de conexão substancialmente rígido 103 seja fornecido. O dispositivo de conexão rígido 103 pode ser uma viga ou haste horizontal, ou ter uma configuração diferente. O dispositivo de conexão inter-tubulações 103 pode ser conectado de maneira substancialmente rígida às 20 primeira e segunda tubulações 10. Cada dispositivo de flutuação 20 pode suportar uma extremidade do dispositivo de conexão rígido 103 por um respectivo console 104.

25 A tubulação 10 pode se estende através do dispositivo de flutuação 20 que pode ter a forma de um cilindro. Conectores 108 podem ser fornecidos entre cada tubulação 10 e uma tubulação de conexão 34, os conectores 108 tendo extremidades opostas 109, 111 que se projetam substancialmente para baixo. A tubulação de conexão 34 é suspensa da extremidade 109.

Uma ou mais tubulações adicionais 10 podem ser suspensas do

dispositivo de conexão rígido 103. Esta tubulação adicional 10 também pode ser ancorada ao fundo do mar 14 por meio de um dispositivo de conexão 27. É também possível conectar outras linhas, tais como um ou mais umbilicais ou um tubo ascendente flexível 106 ao dispositivo de conexão rígido 103.

5 Neste caso, a flutuação total dos respectivos dispositivos de flutuação 20 deveria ser suficiente para suportar todas as tubulações que são suspensas do dispositivo de suporte 19. Flutuação extra pode ser fornecida na instalação do dispositivo de flutuação 20 em um momento posterior, por exemplo, quando o dispositivo de conexão rígido 103 é instalado, ou quando um tubo ascendente
10 flexível 106 ou umbilical é suspenso do dispositivo de conexão rígido 20.

Nas Figuras 11c e 11d um dispositivo de suporte 19 está mostrado, no qual dispositivos de flutuação adicionais 21 são fornecidos, os quais são conectados ao dispositivo de conexão rígido 103 por meio de dispositivo de conexão respectivo 110, na forma de uma corrente, cabo ou
15 tendão. Os dispositivos de flutuação adicionais 21 têm uma forma cilíndrica, se estendendo substancialmente verticais. Outras formas do dispositivo de flutuação 21 também são possíveis.

Na Figura 11d está mostrado que o dispositivo de conexão rígido 103 pode ser ancorado ao fundo do mar 14 por meio de linhas de
20 ancoragem 112, que são, cada uma, conectadas a um dispositivo de ancoragem 113. Isto fornece rigidez adicional ao conjunto de tubulação 1 e ainda reduz movimentos horizontal e vertical do conjunto de tubulação.

As Figuras 12a e 12b mostram uma configuração da invenção na qual a tubulação 10 é fornecida com uma série de dispositivos de flutuação
25 114a...114f a uma certa profundidade. Tal configuração é conhecida no campo da técnica como uma onda lenta. A tubulação 10 se estende com um ângulo α para um eixo vertical 73, no qual o ângulo α primeiro diminui desde o ponto de acoplamento 30 em uma direção para cima ao longo de uma parte da tubulação 10 até um primeiro ponto de retorno 144, então aumenta até um

segundo ponto de retorno 145 e então diminui novamente até o ponto de acoplamento do dispositivo alvo 118. A onda lenta pode ser fornecida a uma profundidade relativamente grande, conhecida como uma onda lenta baixa, ou em uma profundidade relativamente pequena.

5 O conjunto de tubulação 1 é conectado ao fundo do mar 14 com um dispositivo de conexão 27 como descrito aqui acima. O dispositivo de conexão 27 pode compreender um dispositivo de acoplamento 42 e um órgão de conexão 27, porém pode também compreender um dispositivo de conformação de tubulação 65, para dobrar plasticamente a tubulação 10 como
10 mostrado na Figura 12b ou um dispositivo de limitação de curvatura 82 (não mostrado). Também é possível fornecer um dispositivo de conformação de tubulação 65 para dobrar elasticamente a tubulação 10 (não mostrado).

A Figura 13 mostra um conjunto de tubulação 1 que compreende um dispositivo de flutuação 20 ancorado ao fundo do mar 14 por
15 meio de dois dispositivos de ancoragem 113 e dois tendões associados 112. Um dispositivo de conexão 27 que compreende um dispositivo de acoplamento 42 e um órgão de conexão 28 é conectado em um ponto de acoplamento 30 à tubulação 10. Movimentos da extremidade de distribuição 36 são assim substancialmente reduzidos e movimentos da seção encurvada
20 15 também são substancialmente reduzidos.

A Figura 4 mostra uma configuração do conjunto de tubulação 1 que compreendeu uma tubulação 10 que é acoplada ao dispositivo alvo 2 por meio de um dispositivo de acoplamento de dispositivo alvo 116. Dois conjuntos de tubulação similares 1 estão mostrados, cada um conectado a um
25 dispositivo alvo comum 12. O dispositivo de acoplamento do dispositivo alvo 116 acopla a extremidade de distribuição 36 do conjunto de tubulação ao dispositivo alvo 2, assegurando que a extremidade de distribuição 36 move em conjunto com o dispositivo alvo 2 no caso de movimentos horizontais do dispositivo alvo 2. O dispositivo de acoplamento do dispositivo alvo 116

permite um movimento vertical limitado da extremidade de distribuição 36 em relação ao dispositivo alvo 2.

Os dispositivos alvo 2 podem ser uma semi-submersível, uma TLP, uma barcaça, ou uma FPSO espalhada ou de torreta amarrada. O dispositivo alvo 2 também pode ser posicionado por meio de posicionamento dinâmico.

A extremidade de distribuição 36 pode ser posicionada mais próximo do dispositivo alvo 2, permitindo uma tubulação de conexão mais curta 34.

A Figura 15 mostra uma configuração da invenção que compreende uma tubulação 1 que tem uma extremidade de distribuição 36 que é conectada diretamente ao dispositivo alvo 2. O próprio dispositivo alvo 2 fornece a flutuação para suportar a extremidade de distribuição 36. A ancoragem da tubulação 10 de acordo com a invenção irá reduzir a fadiga no ponto de deposição 18 com o fundo do mar. O dispositivo alvo 2 é amarrado ao fundo do mar por meio de linhas de amarração 100.

Uma pessoa versada na técnica irá apreciar que esta configuração é particularmente adequada em condições nas quais o dispositivo alvo tem um movimento de cabeceio limitado, tal como em áreas que têm bom tempo ou somente pequenas ondas, e para um dispositivo alvo que tem um movimento de cabeceio restrito, tal como em uma plataforma de perna de tração e uma SPAR.

As Figuras 16 a e 16b mostram um dispositivo de suporte 19 que compreende um dispositivo de flutuação 20. A extremidade de distribuição 36 da tubulação 10 termina a uma distância 127 abaixo do dispositivo de flutuação 20. A tubulação de conexão flexível é conectada à extremidade de distribuição 36 sob o dispositivo de flutuação 20. Um conector 128 que tem uma forma substancialmente arqueada conecta a extremidade de distribuição 36 com a tubulação de conexão 34 para fornecer

uma conexão direta entre elas. O conector 128 tem uma primeira extremidade 130 que é orientada de maneira substancialmente vertical, a cuja primeira extremidade 130 a extremidade de distribuição 36 é conectada. O conector 128 tem uma segunda extremidade 132 que é também orientada em uma direção substancialmente para baixo 136. A direção 136 pode ter também um componente horizontal 140. O dispositivo de flutuação 20 é conectado à extremidade de distribuição 36 do conector 128 por um dispositivo de conexão de flutuação 126, e posicionado acima da extremidade de distribuição 36.

10 Será óbvio para alguém versado na técnica que inúmeras mudanças nos detalhes e nos arranjos das partes podem ser variadas por uma faixa considerável sem se afastar do espírito da invenção e do escopo das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de instalar um conjunto de tubulação na forma de um tubo ascendente de catenária tendo uma conformação substancial em J, o método sendo caracterizado pelo fato de que compreende:

5 a) depositar uma tubulação (10) pelo menos parcialmente em um fundo do mar (14) por meio de uma embarcação de deposição de tubulação (40), a tubulação sendo substancialmente rígida, a tubulação (10) compreendendo uma seção encurvada (15), a qual encurva para cima a partir do fundo do mar (14), a dita tubulação (10) se estendendo para uma extremidade de distribuição (36) da
10 tubulação (10), a qual é suportada pela embarcação de deposição de tubulação (40);

 b) fornecer pelo menos um dispositivo de ancoragem (26) no fundo do mar (14);

 c) conectar a tubulação (10) num ponto de acoplamento (30) ao
15 pelo menos um dispositivo de ancoragem (26) mediante pelo menos um órgão de conexão alongado (28) depois do dispositivo de ancoragem ser provido no fundo do mar, executando-se ou uma etapa c1) ou uma etapa c2),

 a etapa c1) compreendendo:

 - acoplar uma extremidade do dito órgão de conexão alongado
20 à tubulação no ponto de acoplamento quando o ponto de acoplamento estiver próximo da embarcação de deposição de tubulação,

 - abaixar a tubulação com o ponto de acoplamento e o órgão de conexão alongado, de tal modo que a extremidade oposta do órgão de conexão alongado seja movida até o dispositivo de ancoragem ao manobrar a tubulação
25 com a embarcação de deposição de tubulação,

 - acoplar a extremidade oposta do órgão de conexão alongado com o dispositivo de ancoragem no fundo do mar engatando-se a extremidade oposta contra uma parte correspondente do dispositivo de ancoragem,

 a etapa c2) compreendendo:

- acoplar uma extremidade do dito órgão de conexão alongado ao dispositivo de ancoragem e depositar o órgão de conexão alongado no fundo do mar, a extremidade oposta do dito órgão de conexão alongado sendo provida com uma parte correspondente, a qual também é depositada no fundo do mar,

5 - mover o ponto de acoplamento sobre a tubulação para a parte correspondente no fundo do mar ao manobrar a tubulação com a embarcação de deposição de tubulação,

- acoplar o ponto de acoplamento à parte correspondente no fundo do mar,

10 - mover o ponto de acoplamento para cima manobrando-se a tubulação com a embarcação de deposição de tubulação, desse modo içando o órgão alongado a partir do fundo do mar,

em que o pelo menos um órgão de conexão alongado (28) está configurado para limitar substancialmente um movimento para cima do ponto de acoplamento (30),

15 d) posicionar a extremidade de distribuição (36) em uma posição alvo da extremidade de distribuição (118);

e) suportar a extremidade de distribuição (36) por meio de um dispositivo de suporte (2; 19); e

20 f) desconectar a tubulação (10) da embarcação de deposição de tubulação (40).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a etapa c1) compreende: engatar a extremidade oposta do órgão alongado contra a parte correspondente do dispositivo de ancoragem mediante a manobra da tubulação com a embarcação de deposição de tubulação; e

a etapa c2) compreende: engatar o ponto de acoplamento contra a parte correspondente do órgão de conexão alongado mediante a manobra da tubulação com a embarcação de deposição de tubulação.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que na etapa c1) a parte correspondente do dito dispositivo de ancoragem compreende um olhal ou um receptáculo para um conector de pega esférica e em que um gancho ou um conector de pega esférica está conectado à extremidade oposta do órgão de conexão alongado, e em que a etapa c1) compreende:

- acoplar o gancho ou o conector de pega esférica ao olhal ou ao receptáculo para o conector de pega esférica,

e em que na etapa c2) um gancho é provido no referido ponto de acoplamento e a parte correspondente na extremidade oposta do órgão de conexão alongado compreende um olhal, e em que a etapa c2) compreende acoplamento do gancho ao olhal.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa c2) compreende:

- depositar a parte correspondente no fundo do mar,
- depositar o ponto de acoplamento em cima da parte correspondente ao manobrar a tubulação por meio da embarcação de deposição de tubulação, desse modo conectando o ponto de acoplamento automaticamente de maneira substancial à parte correspondente mediante uma força para baixo da tubulação sobre a parte correspondente.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que na etapa c2) a parte correspondente compreende um grampo e em que um colar ou uma saliência é fixa à tubulação no ponto de acoplamento e se estende para fora a partir da tubulação, e em que a etapa c2) compreende:

- depositar o grampo em uma posição aberta no fundo do mar,
- depositar a tubulação no grampo, e
- fechar o grampo de tal maneira que a referida tubulação esteja substancialmente circundada.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a etapa d) compreende:

- mover a tubulação para cima de tal modo que a tubulação deslize através do grampo,

- o colar ou a saliência engata o grampo, desse modo evitando que a tubulação se movimente ainda mais para cima em relação ao grampo, e

5 - puxar o esticado órgão de conexão alongado.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende pré-instalar o órgão de conexão alongado (28) com o pelo menos um dispositivo de ancoragem (26), e acoplar a tubulação (10) com o pelo menos um órgão de conexão (28) durante a etapa c).

10 8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um dispositivo de ancoragem é provido no fundo do mar por meio da embarcação de deposição de tubulação enquanto depositando a tubulação, quando a embarcação estiver posicionada substancialmente acima de uma localização alvo do dispositivo de ancoragem.

15 9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o método é realizado por meio de uma única embarcação.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manobra da tubulação por meio da embarcação de deposição de tubulação em relação ao dispositivo de ancoragem compreende depositar uma
20 seção adicional de tubulação pela embarcação de deposição de tubulação.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende instalar um primeiro conjunto de tubulação (1) e um segundo conjunto de tubulação (1), e conectar os primeiro e segundo conjuntos de tubulação (1) a um outro mediante um dispositivo de conexão inter-tubulação
25 (102; 103) em uma distância substancial do fundo do mar.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa d) compreende posicionar a tubulação de tal maneira que no ponto de acoplamento (30) um eixo longitudinal (69) da tubulação (10) se estenda num ângulo de menos do que dez graus, em particular menos do que cinco graus,

para um eixo vertical (73).

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa d) compreende posicionar a tubulação de tal maneira que o órgão de conexão se estenda em um ângulo de menos do que dez graus, em particular menos do que cinco graus, para um eixo vertical (73).

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a manobra da tubulação com a embarcação de deposição de tubulação compreende abaixar a extremidade de distribuição da embarcação de deposição de tubulação enquanto movendo a embarcação de deposição de tubulação para longe do dispositivo de ancoragem, e em que o posicionamento da dita extremidade de distribuição na posição alvo da extremidade de distribuição da etapa d) compreende içar a extremidade de distribuição na direção da dita embarcação de deposição de tubulação enquanto movendo a embarcação de deposição de tubulação na direção de uma posição substancialmente acima do dispositivo de ancoragem.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a tubulação está disposta de tal modo que o ângulo entre um eixo longitudinal da tubulação e um eixo vertical diminui quando visto ao longo da tubulação a partir de um ponto de deposição até o ponto de acoplamento.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o ponto de acoplamento está posicionado a 300-900 metros acima do fundo do mar.

17. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o ponto de acoplamento está posicionado a 600-800 metros acima do fundo do mar.

18. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende acoplar pelo menos um dispositivo de flutuação (20) à tubulação (10) próxima a sua extremidade de distribuição (36).

19. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende pré-instalar o dispositivo de ancoragem (26) antes da

etapa a).

20. Conjunto de tubulação (1), compreendendo:

- uma tubulação (10), a qual é substancialmente rígida, a referida tubulação se estendendo parcialmente sobre um fundo do mar (14), a tubulação (10) compreendendo uma seção encurvada (15) que encurva para cima a partir do fundo do mar (14), tal tubulação (10) se estendendo para uma extremidade de distribuição (36) da tubulação (10) provida próxima a uma superfície da água (4) na forma de um tubo ascendente de catenária tendo uma conformação substancial em J;

- pelo menos um dispositivo de ancoragem (26) provido no fundo do mar (14);

- pelo menos um órgão de conexão alongado (28) que conecta um ponto de acoplamento (30) na tubulação (10) com o pelo menos um dispositivo de ancoragem (26), o órgão de conexão alongado (28) estando configurado para limitar substancialmente um movimento para cima do ponto de acoplamento (30);

- um dispositivo de suporte (2; 19) acoplado à tubulação (10) na extremidade de distribuição,

caracterizado pelo fato de que ou:

a) o conjunto de tubulação compreende uma parte correspondente conectada ao dispositivo de ancoragem, a dita parte correspondente configurada para estabelecer um acoplamento com uma extremidade do órgão alongado quando a dita extremidade estiver engatada contra a dita parte correspondente, ou

b) uma extremidade do órgão de conexão alongado está conectada ao dispositivo de ancoragem e o dito conjunto de tubulação compreende uma parte correspondente conectada à extremidade oposta do órgão alongado, a dita parte correspondente configurada para estabelecer um acoplamento com a tubulação quando o ponto de acoplamento da tubulação estiver engatado contra a dita parte correspondente.

21. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20,

caracterizado pelo fato de que no ponto de acoplamento (30) um eixo longitudinal (69) da tubulação (10) se estende num ângulo de menos do que dez graus, em particular menos do que cinco graus, para um eixo vertical (73).

22. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o órgão de conexão alongado se estende em um ângulo de menos do que dez graus, em particular menos do que cinco graus, para um eixo vertical (73).

23. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o órgão de conexão alongado (28) é escolhido a partir de um grupo compreendendo: um tirante, um tendão, um cabo, uma linha e uma corrente.

24. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que compreende:

no item a) um gancho ou um conector de pega esférica, o qual está conectado a uma extremidade do órgão de conexão alongado, e em que a parte correspondente do dispositivo de ancoragem compreende um olhal ou um receptáculo para um conector de pega esférica, e em que o gancho ou conector de pega esférica está acoplado ao olhal ou ao receptáculo, e

no item b) um gancho é fornecido no ponto de acoplamento, e a parte correspondente na extremidade oposta do órgão de conexão alongado compreende um olhal, e em que o gancho está acoplado ao olhal.

25. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de suporte compreende um dispositivo de flutuação, e em que a flutuação do dispositivo de flutuação (20) é variável de maneira controlável.

26. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que no item b) a parte correspondente é configurada para ser depositada no fundo do mar em uma posição substancialmente aberta, e é configurada para acoplar automaticamente de maneira substancial à tubulação

por intermédio de uma força para baixo da tubulação quando a tubulação estiver depositada em cima da parte correspondente.

27. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que no item b) a parte correspondente compreende um grampo compreendendo duas ou mais partes de pega, as quais são móveis uma em relação à outra e substancialmente pegam a tubulação.

28. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que no item b) um colar ou saliência está conectado à tubulação no ponto de acoplamento, em que a tubulação e a parte correspondente são configuradas de tal maneira que a tubulação possa deslizar através da parte correspondente até o colar ou a saliência engata a parte correspondente.

29. Dispositivo de tubulação (122), caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos um primeiro conjunto de tubulação (1) conforme definido na reivindicação 20 e um segundo conjunto de tubulação (1) conforme definido na reivindicação 20 conectados um ao outro numa distância substancial acima do fundo do mar por meio de um dispositivo de conexão inter-tubulação (102; 103), os primeiro e segundo conjuntos de tubulação fabricados por meio do método conforme definido na reivindicação 1.

30. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o ângulo entre um eixo longitudinal da tubulação e um eixo vertical diminui quando visto ao longo da tubulação a partir de um ponto de deposição até o ponto de acoplamento.

31. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o ponto de acoplamento está posicionado a 300-900 metros acima do fundo do mar.

32. Conjunto de tubulação, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o ponto de acoplamento está posicionado a 600-800 metros acima do fundo do mar.

33. Dispositivo de conexão para conectar um tubo ascendente de

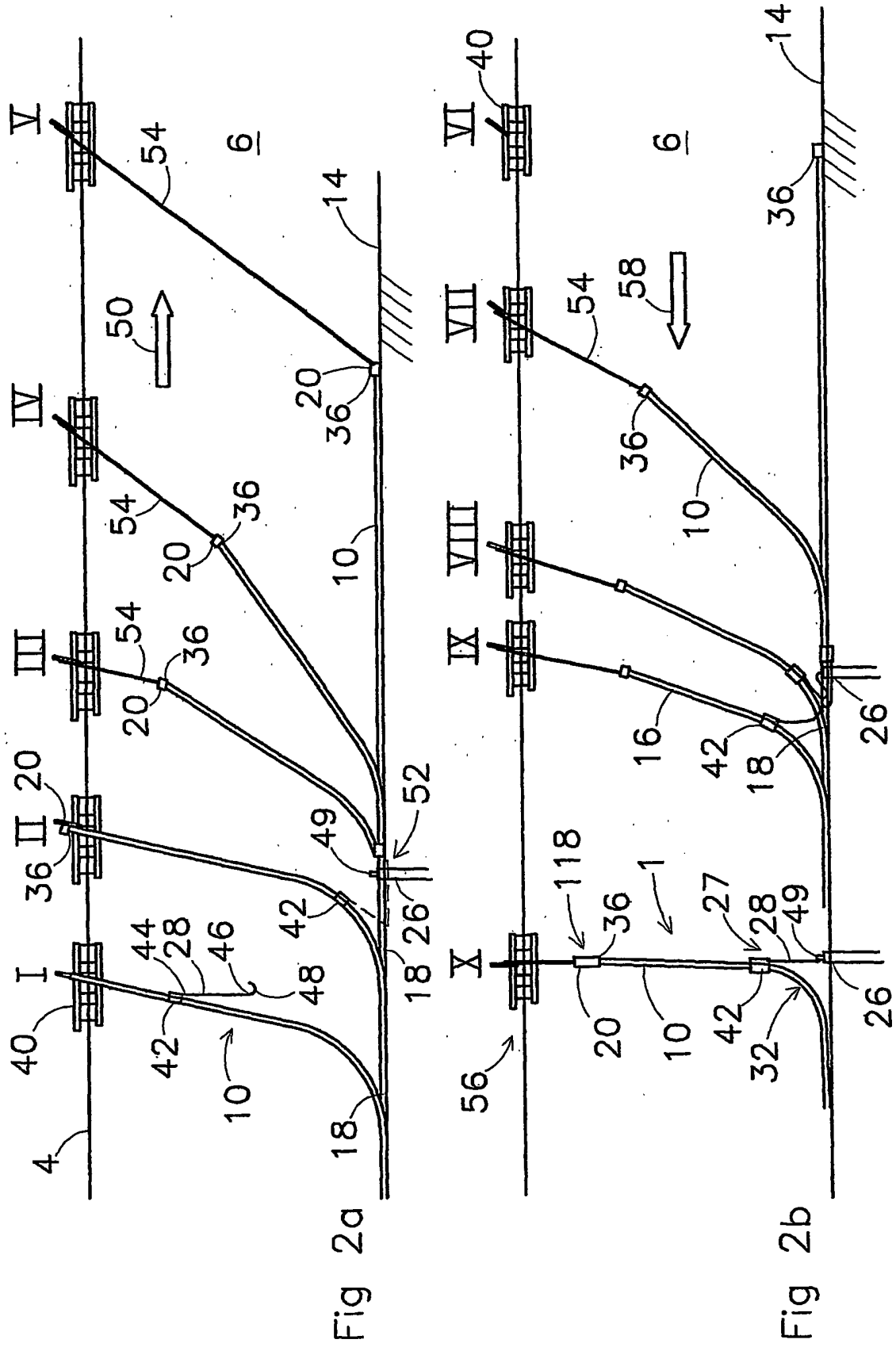
catenária a um fundo do mar via um órgão de conexão alongado, o dispositivo de conexão caracterizado pelo fato de que compreende:

- um dispositivo de ancoragem configurado para ser conectado ao fundo do mar;

5 - um órgão de conexão alongado compreendendo uma extremidade que está conectada ao dispositivo de ancoragem;

- uma parte correspondente conectada à extremidade oposta do órgão de conexão alongado, a parte correspondente configurada para acoplar a tubulação (10) automaticamente de maneira substancial ao dispositivo de conexão

10 (27) quando o dispositivo de ancoragem estiver conectado ao fundo do mar e a tubulação (10) estiver engatada debaixo d'água contra a parte correspondente.



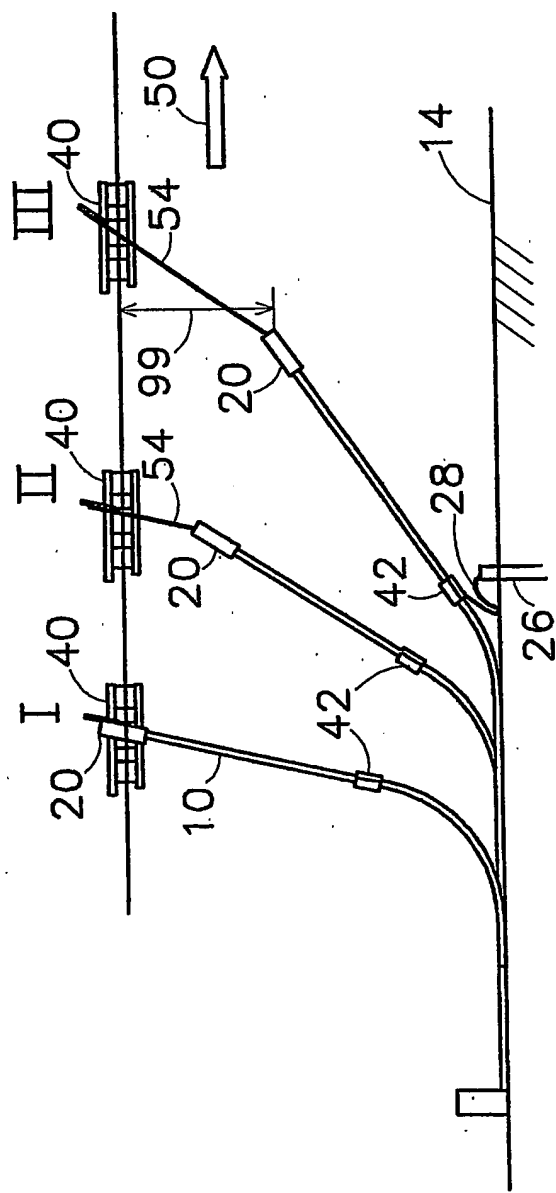


Fig 2c

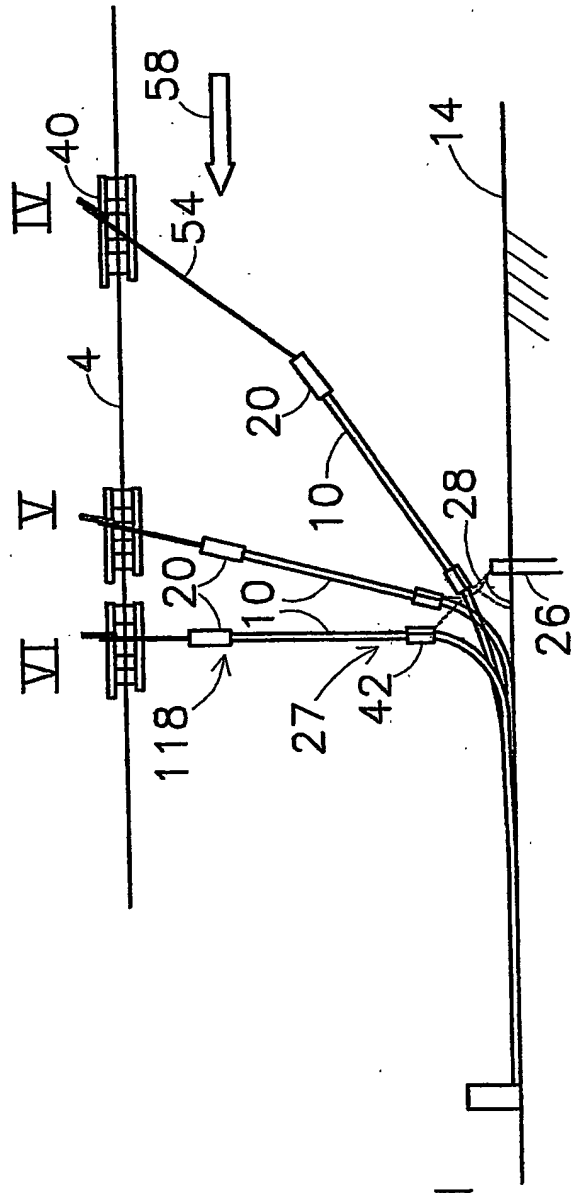
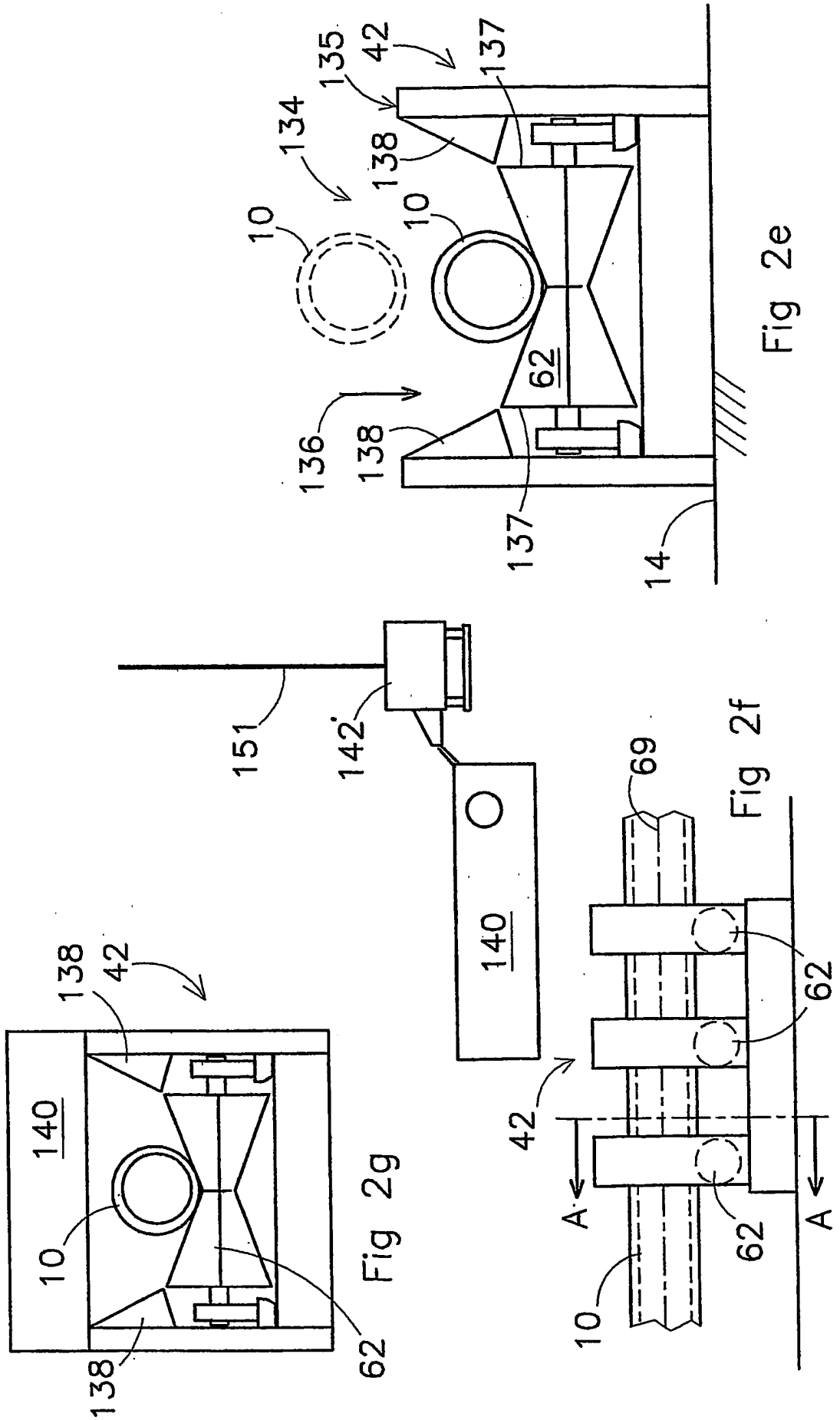


Fig 2d



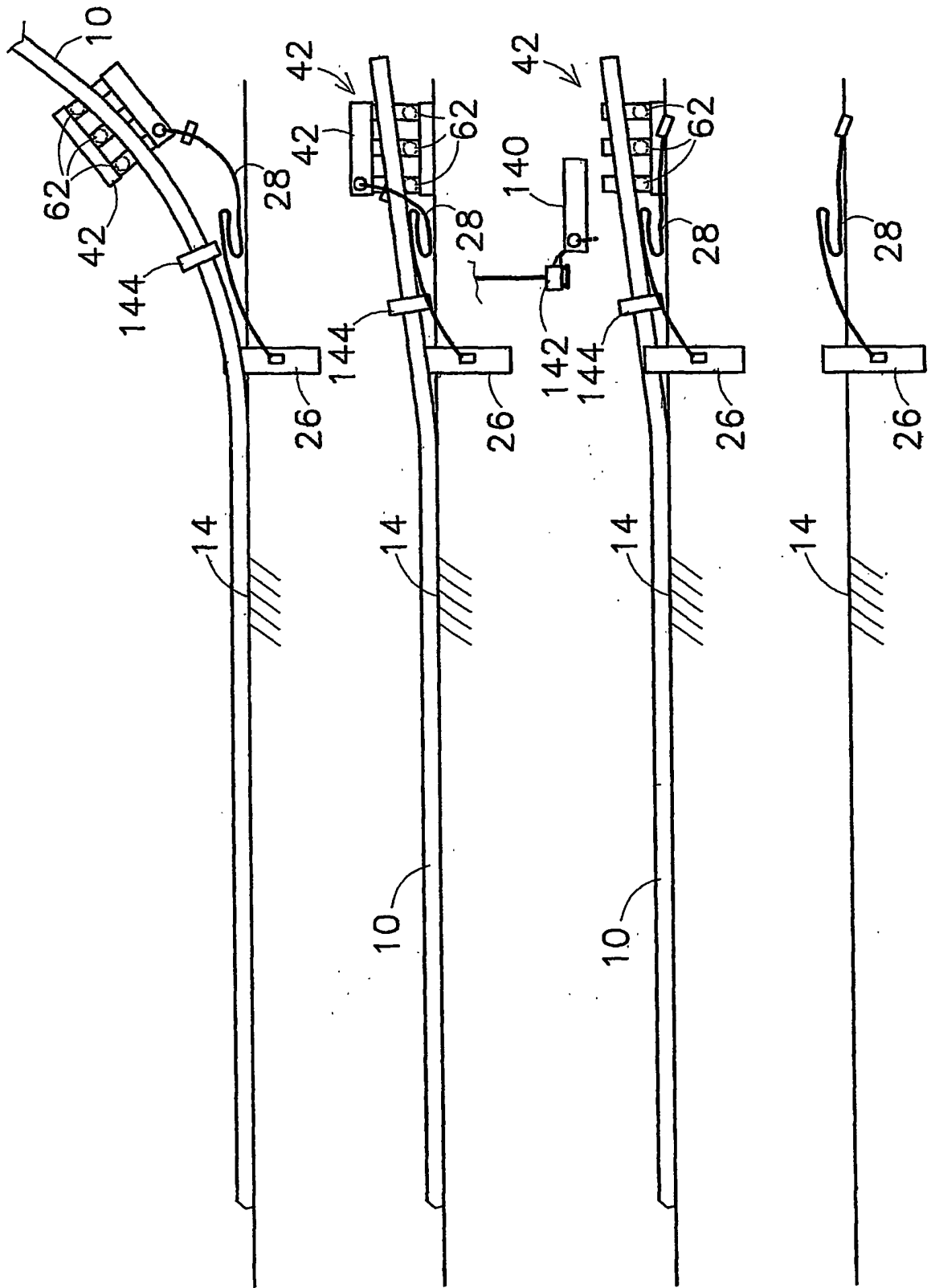


Fig 2L

Fig 2k

Fig 2j

Fig 2i

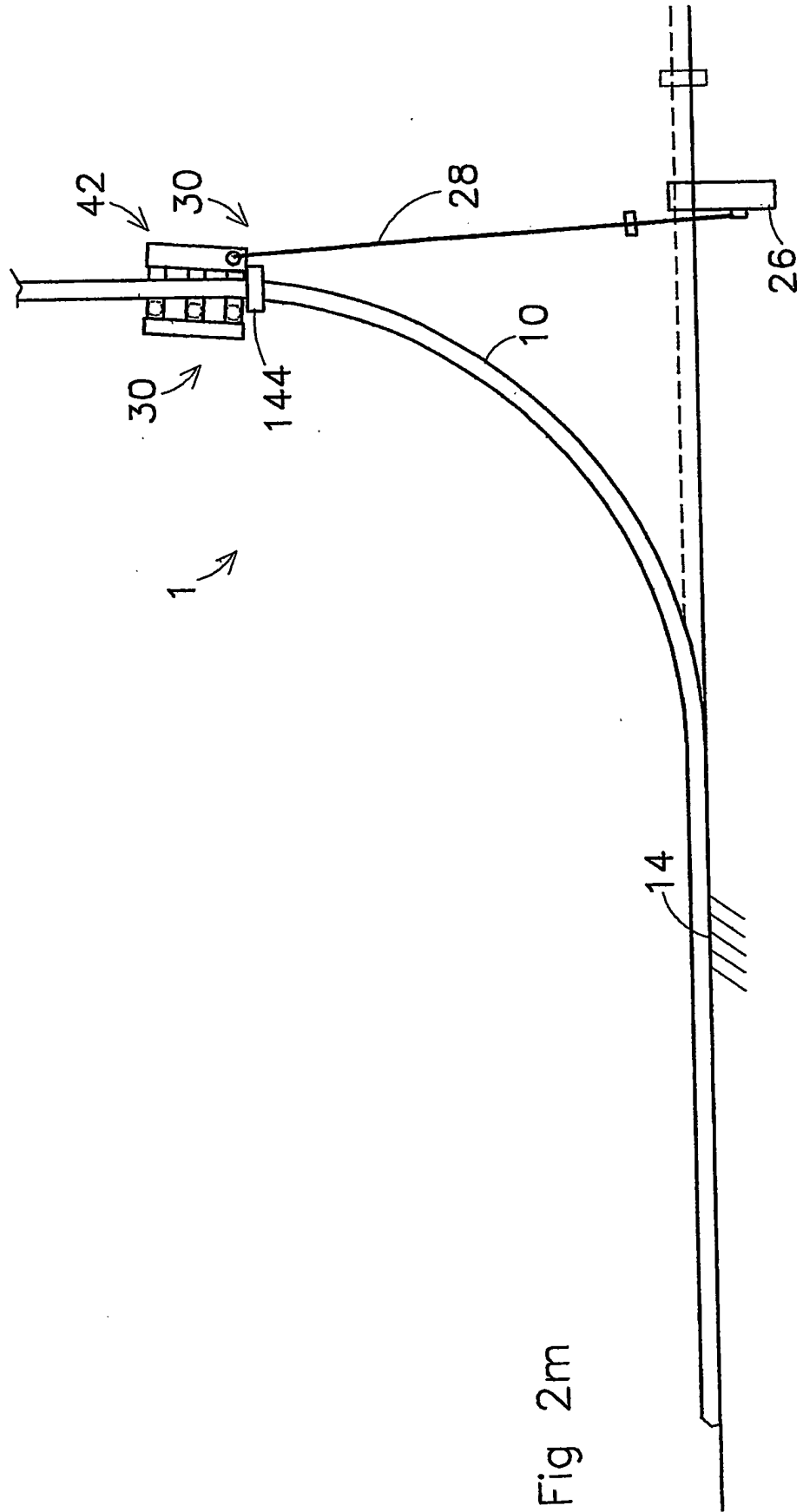
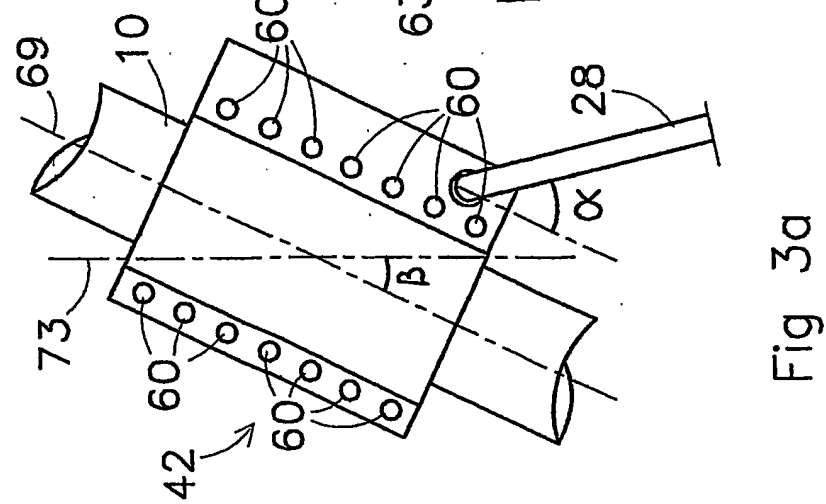
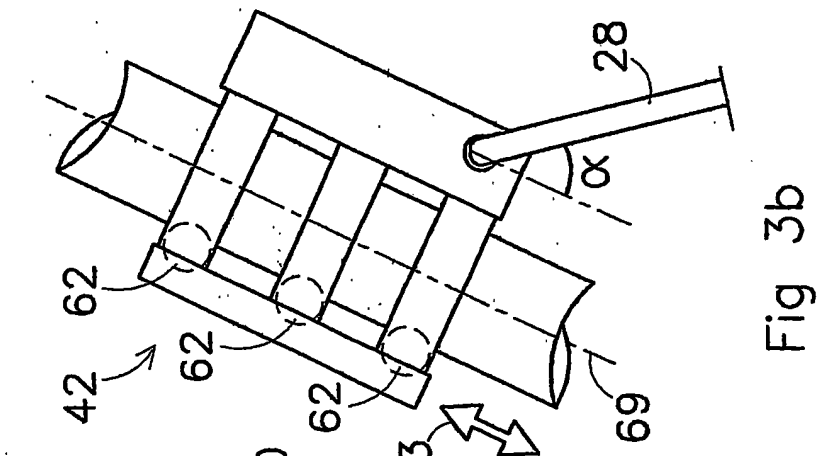
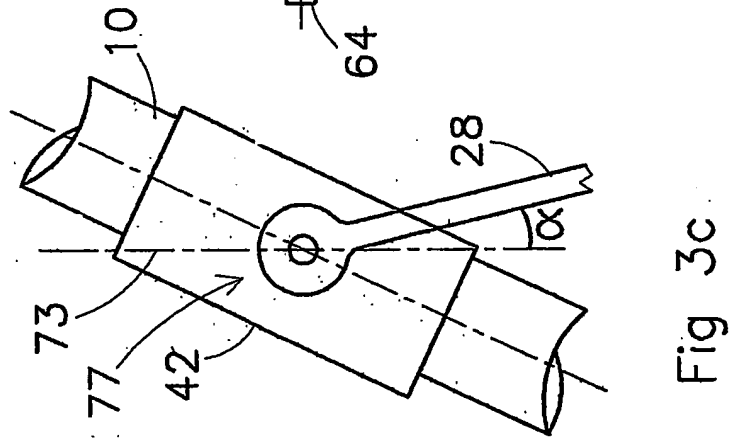
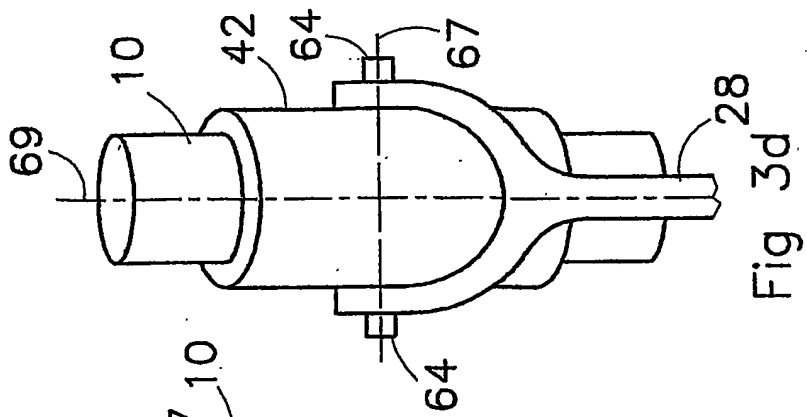


Fig 2m



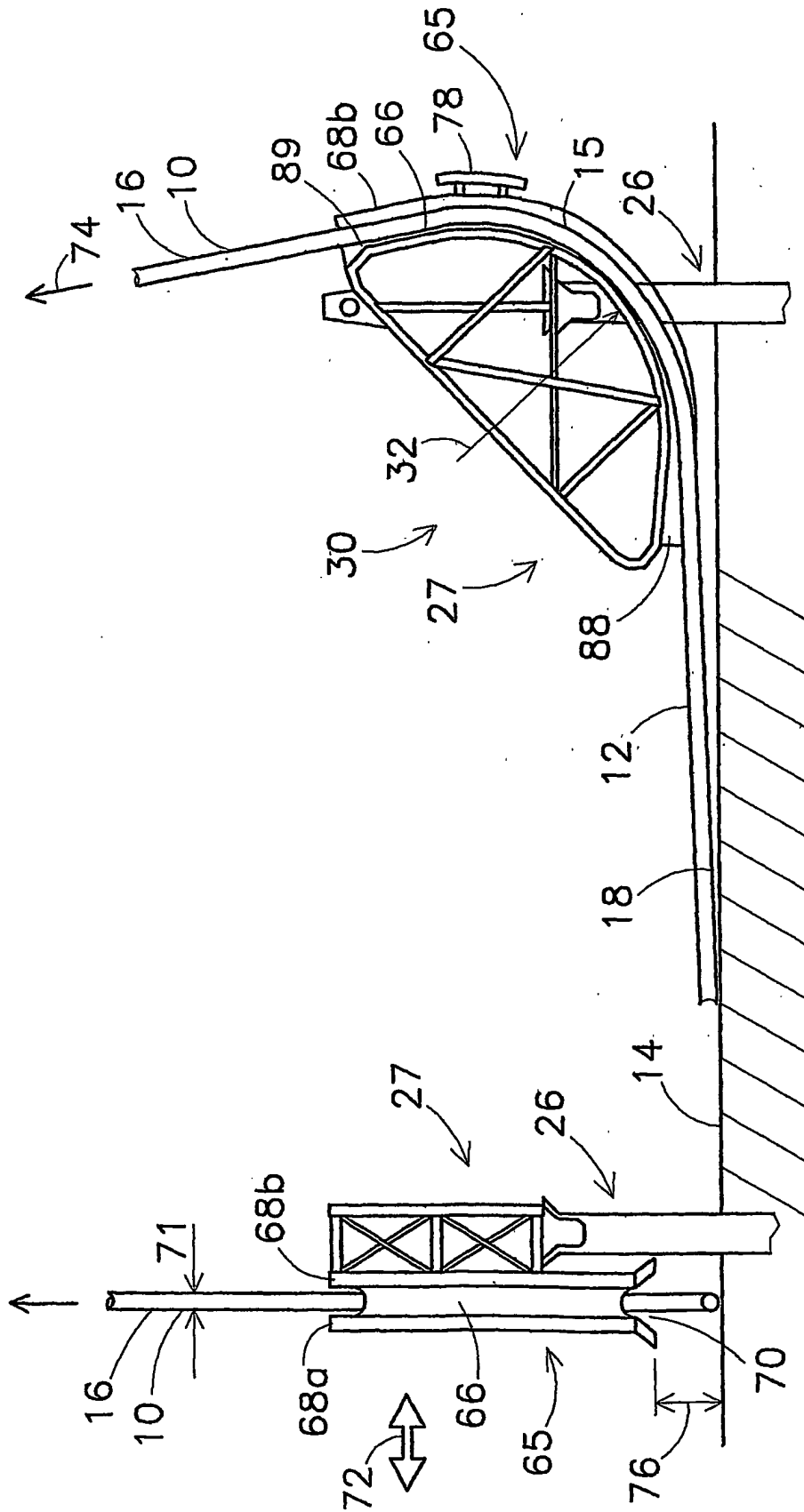


Fig 4b

Fig 4a

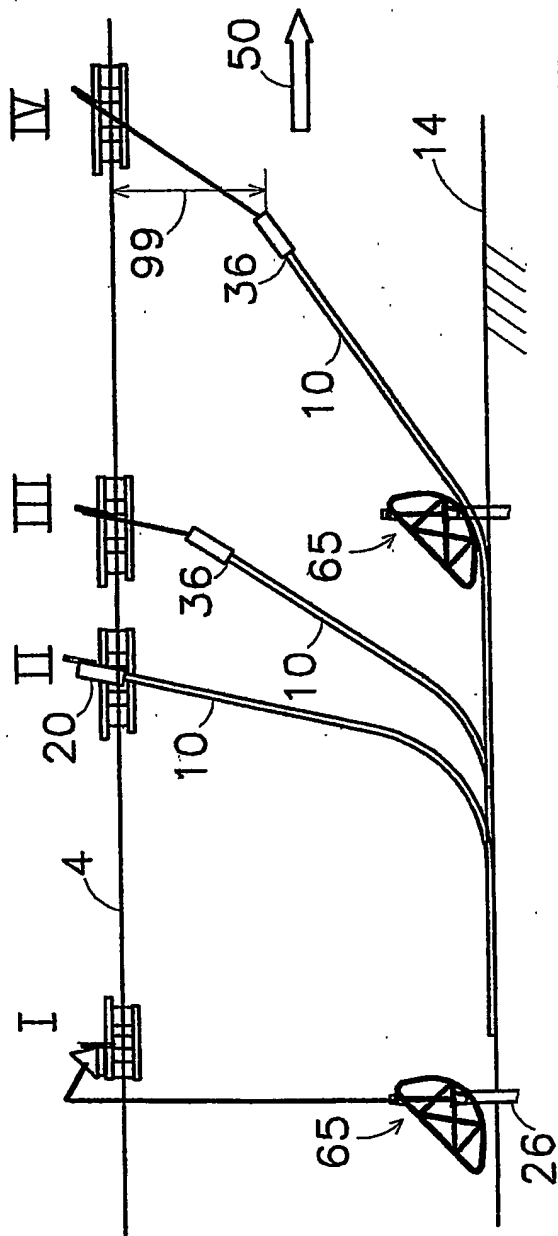


Fig 50

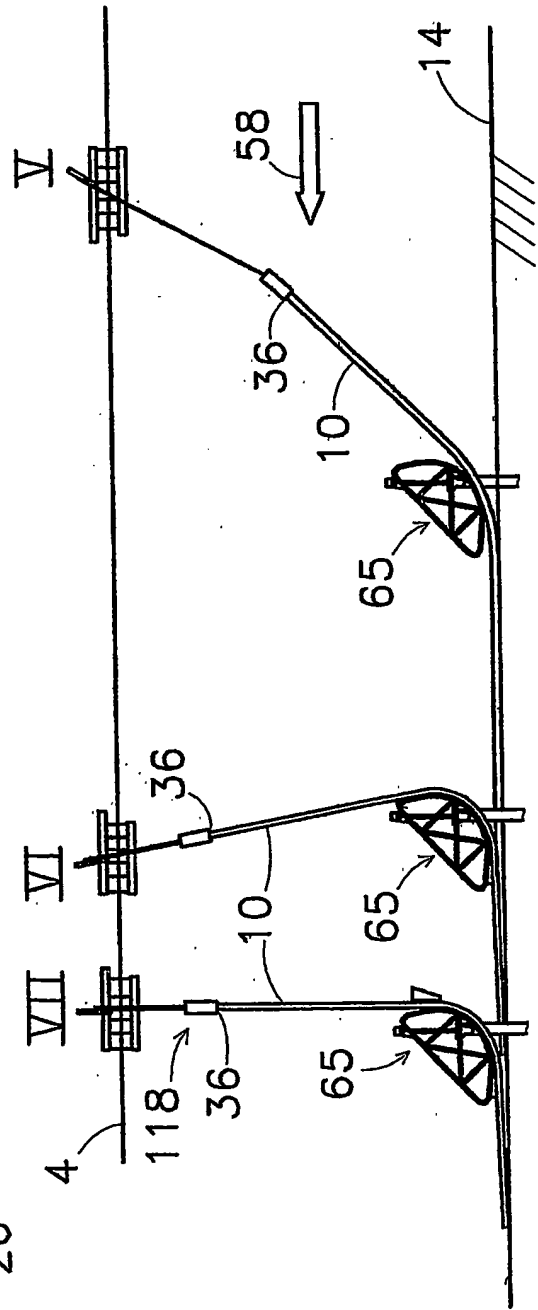


Fig 5d

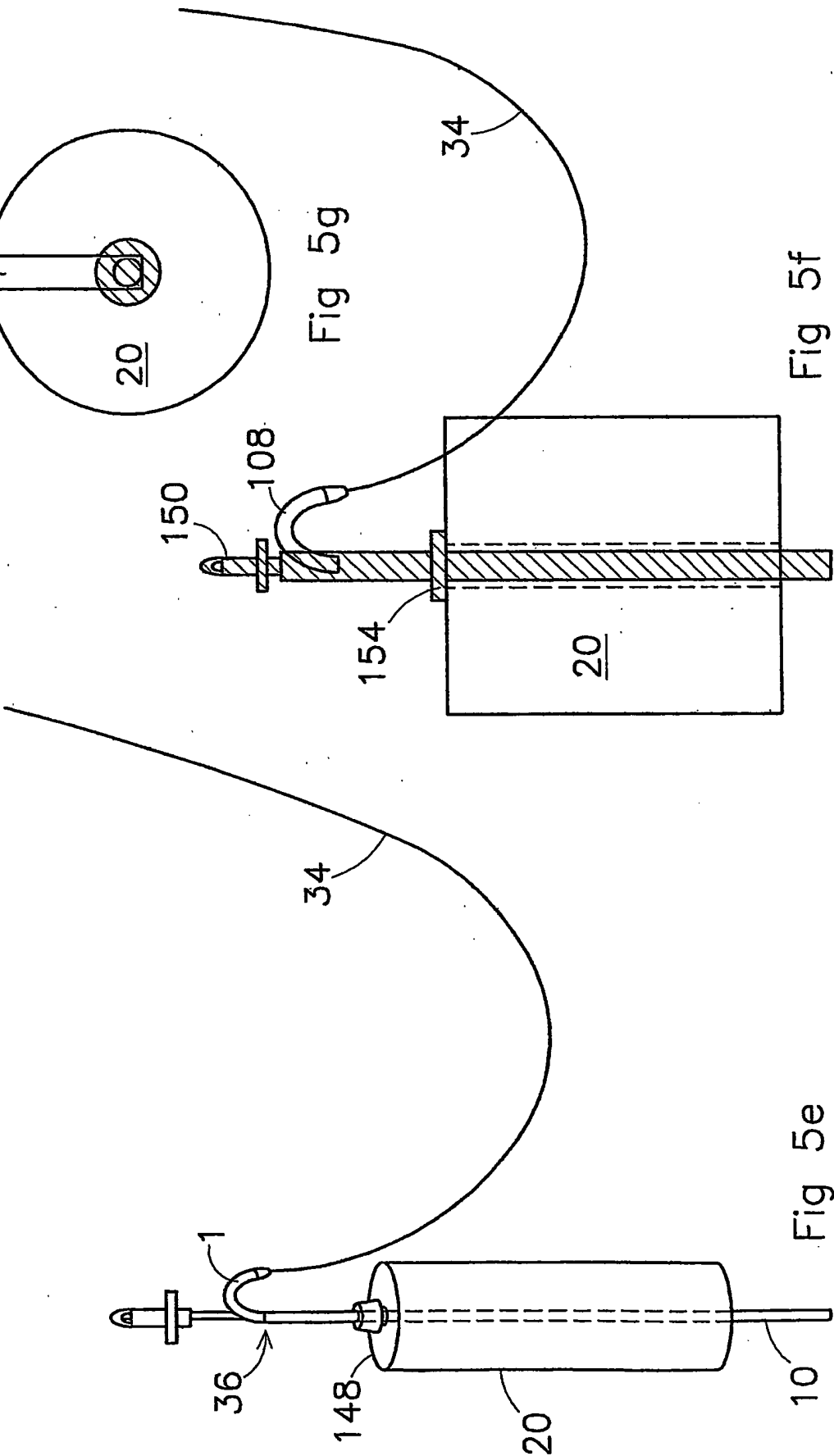


Fig 5g

Fig 5f

Fig 5e

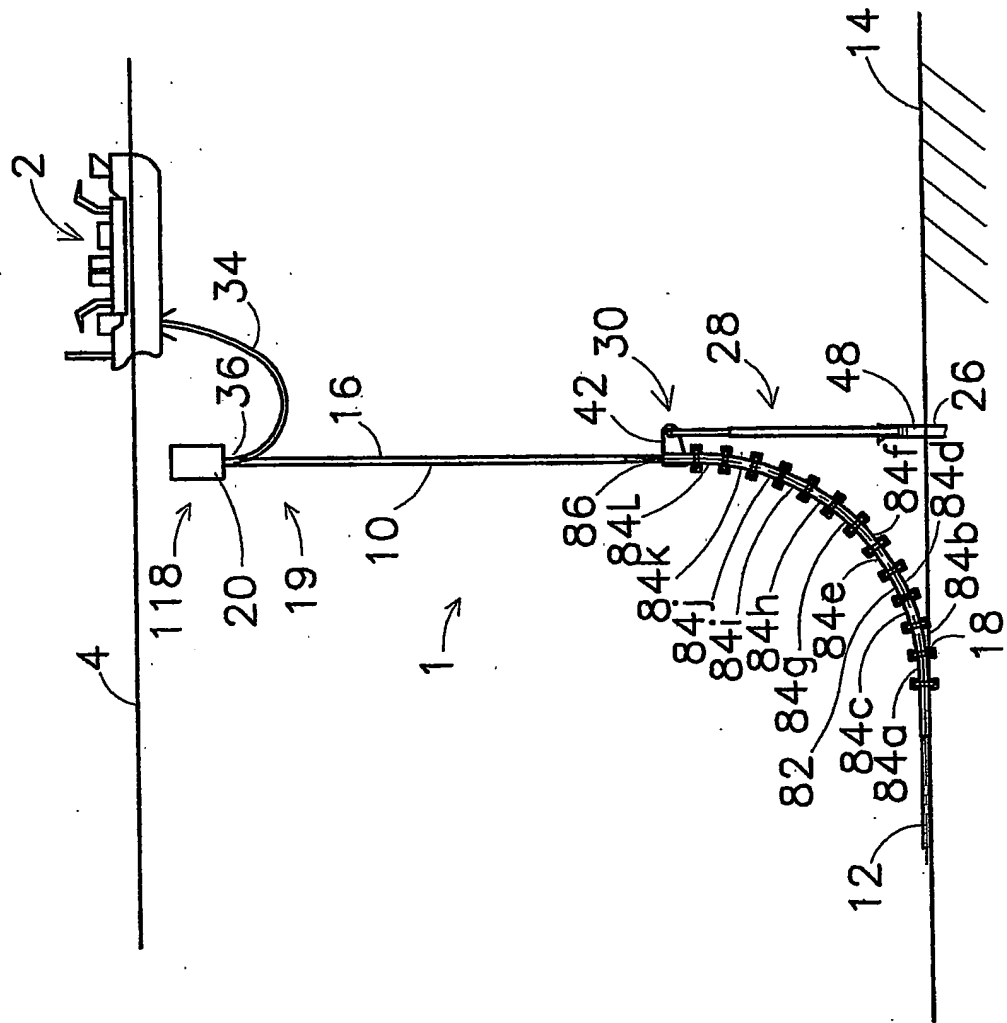
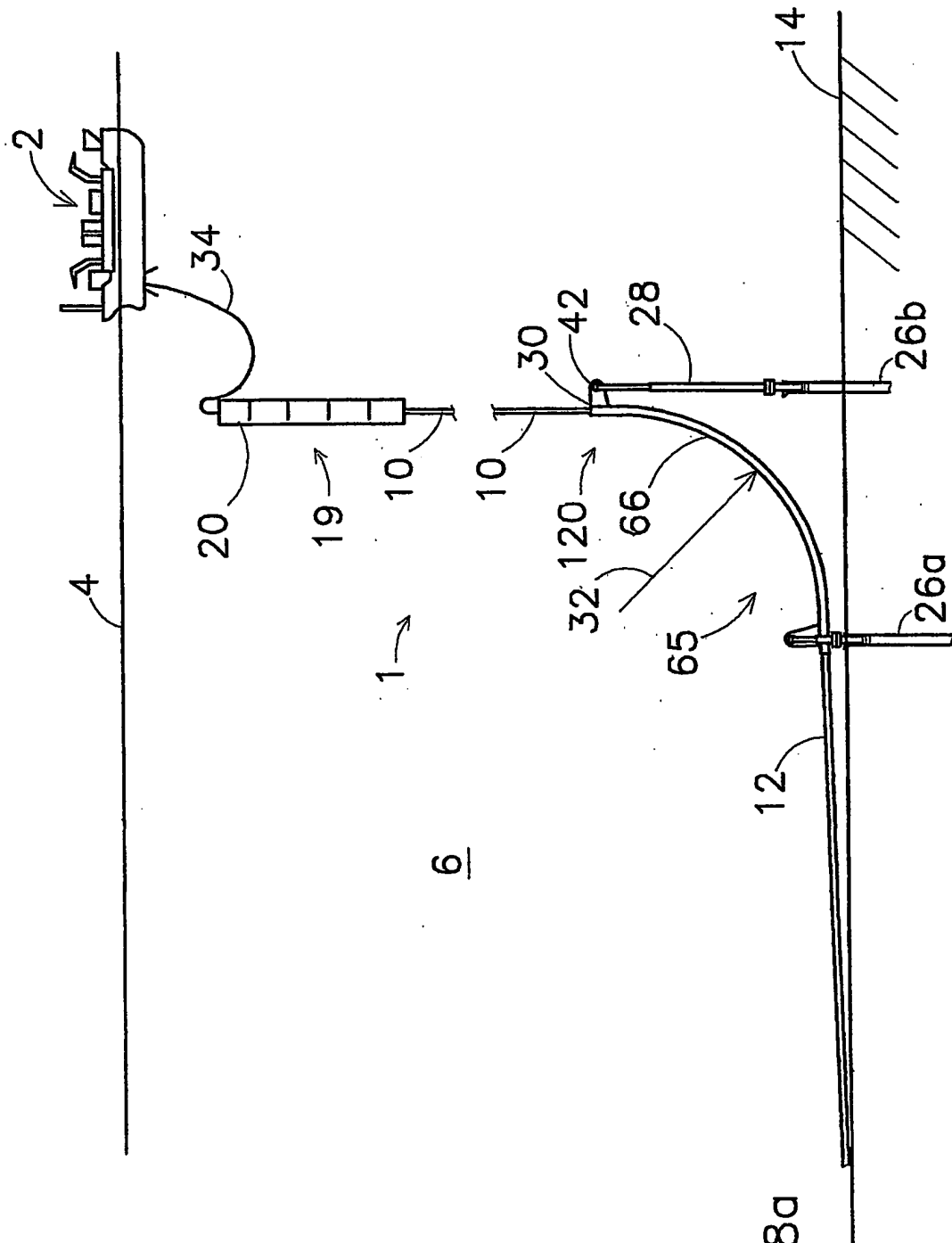
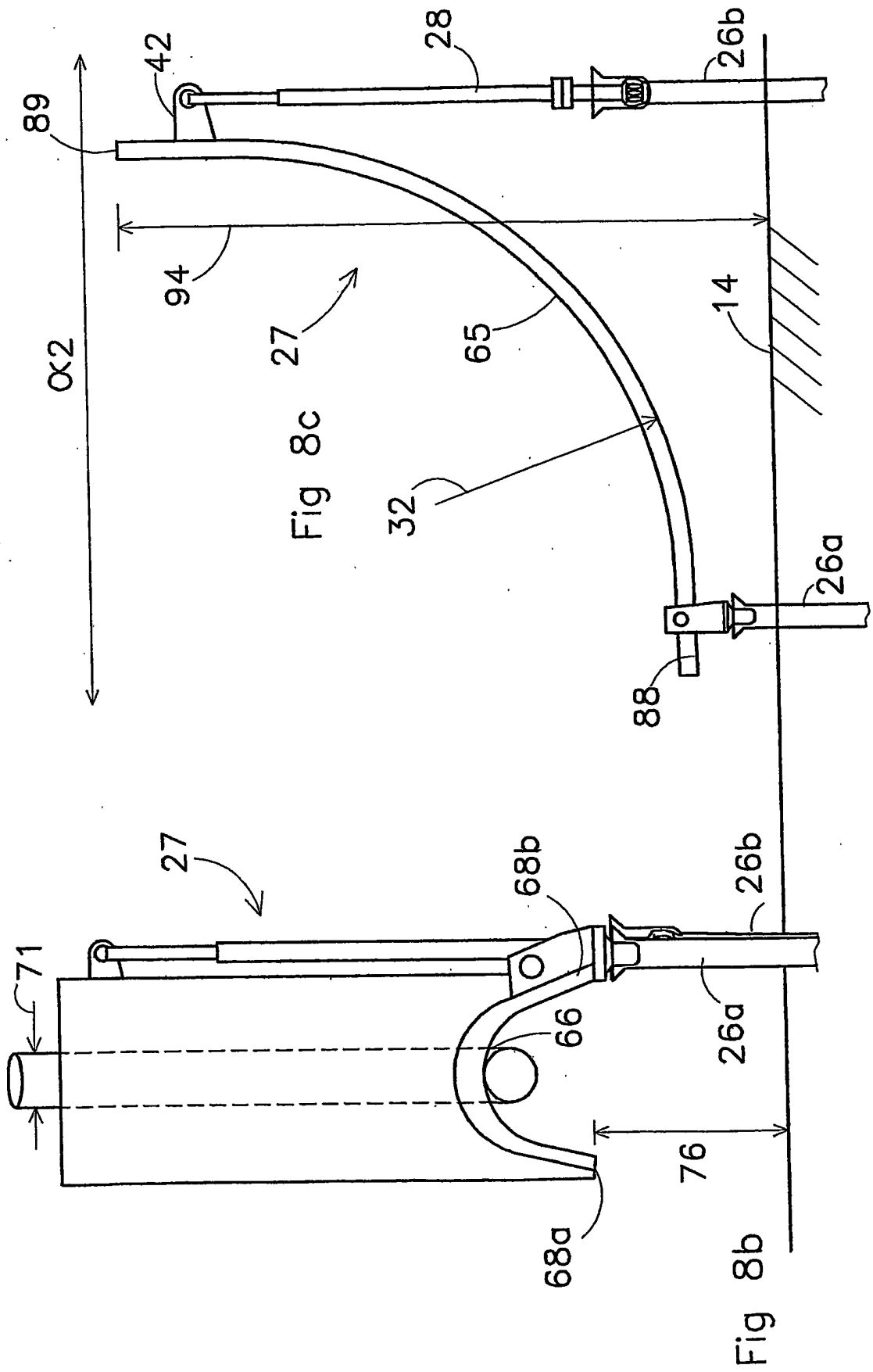
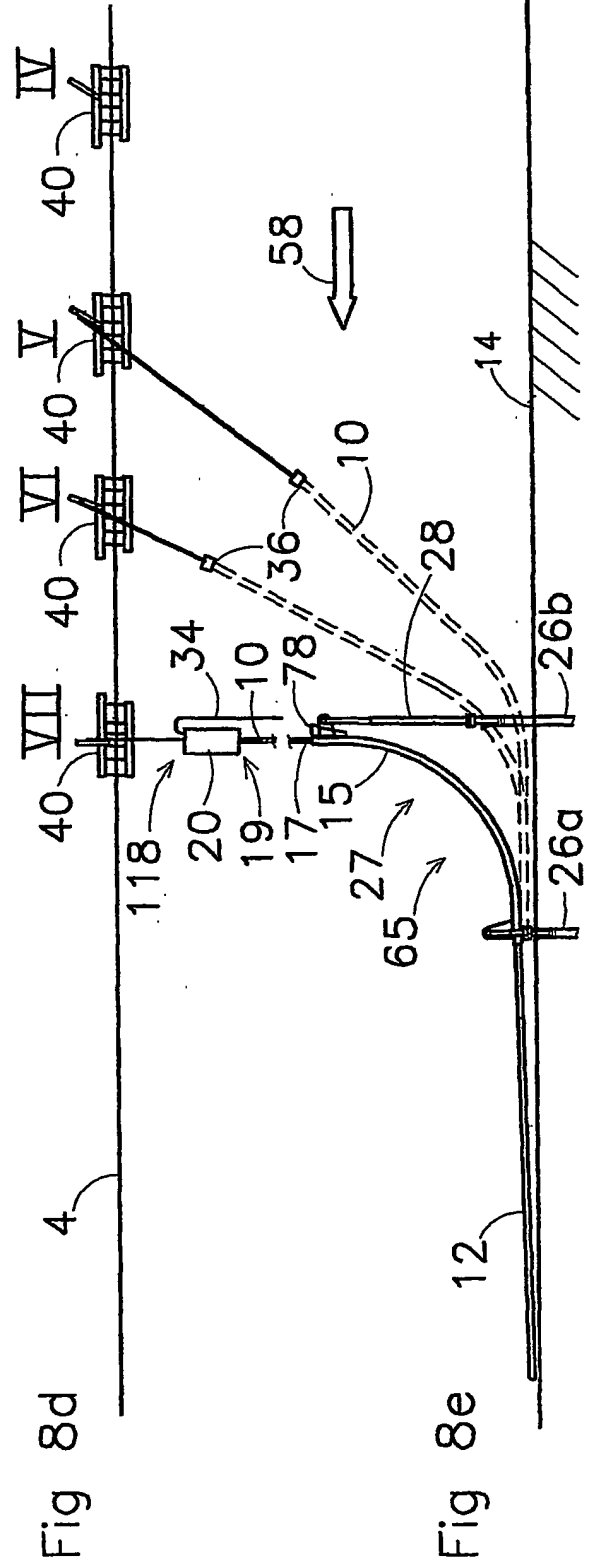
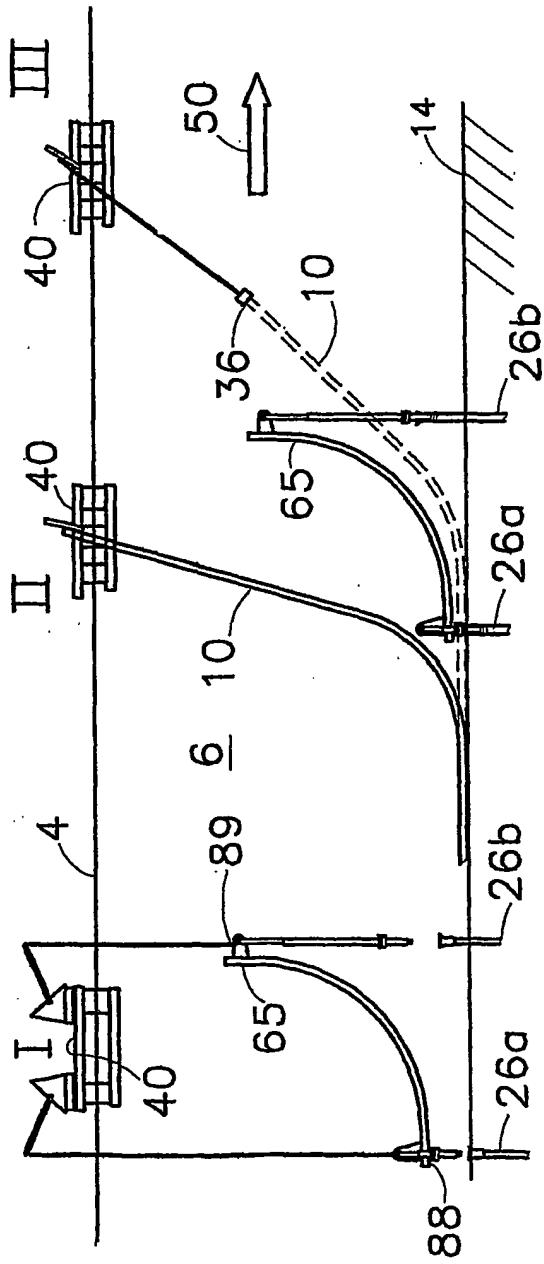
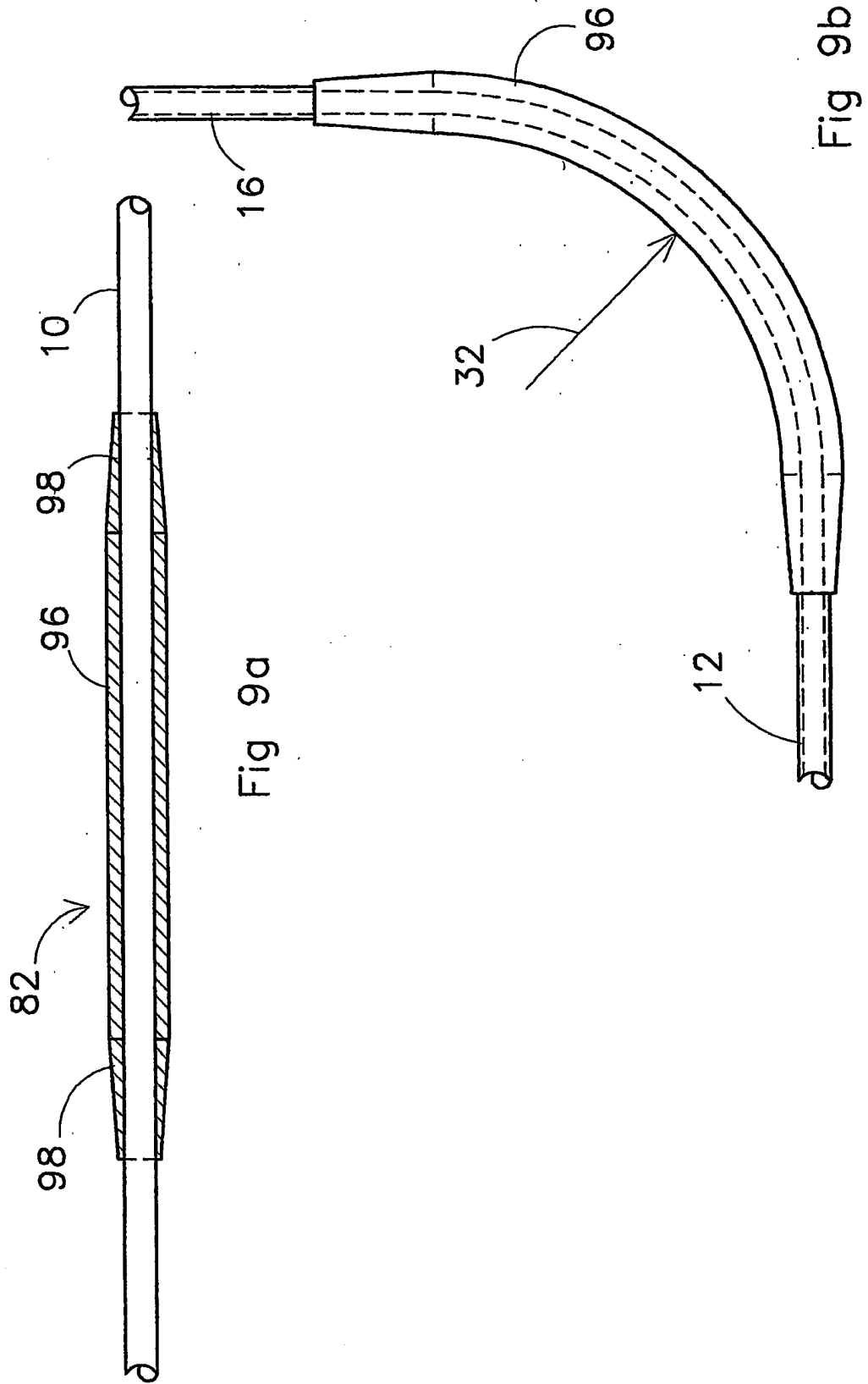


Fig 6









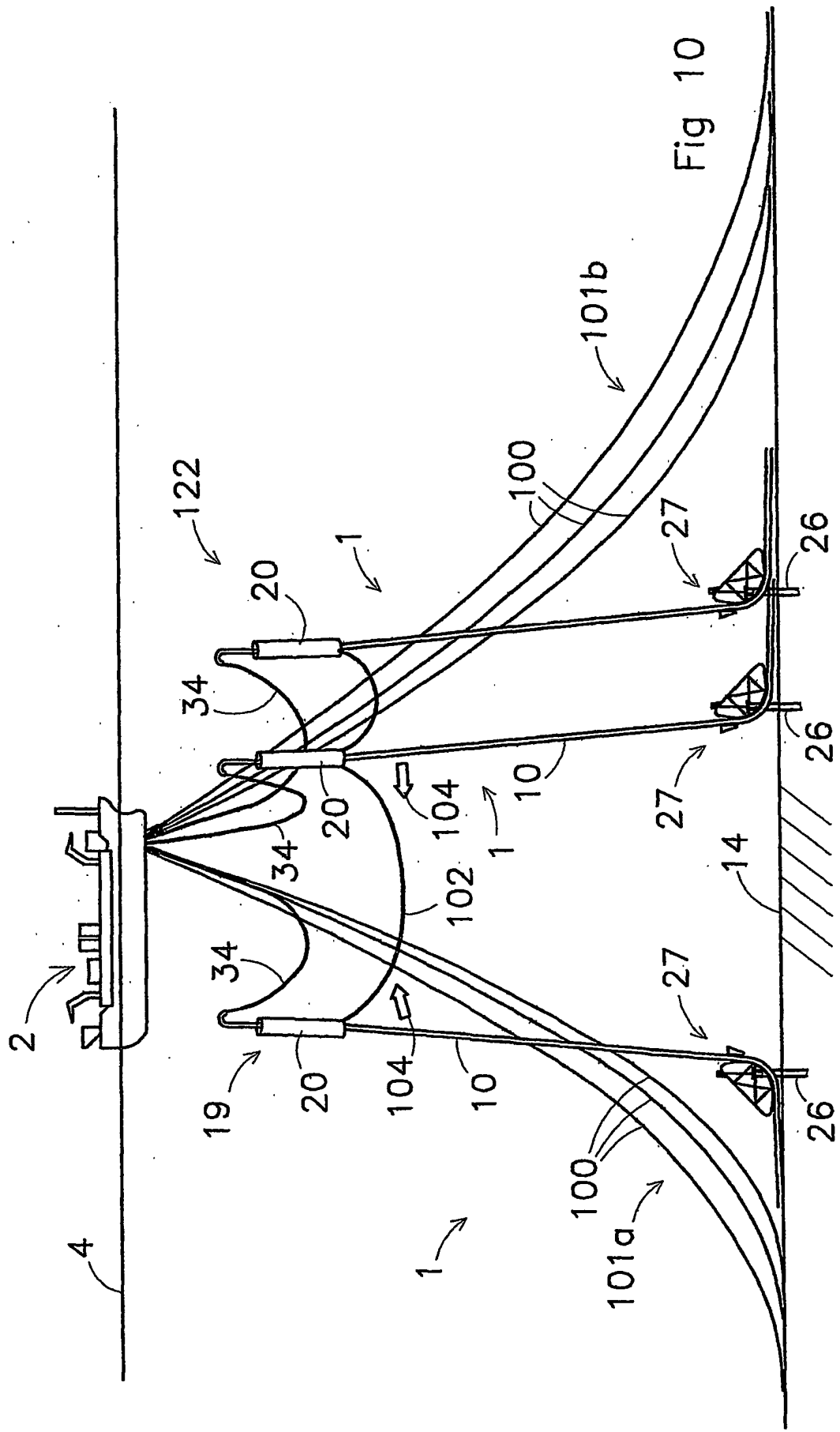
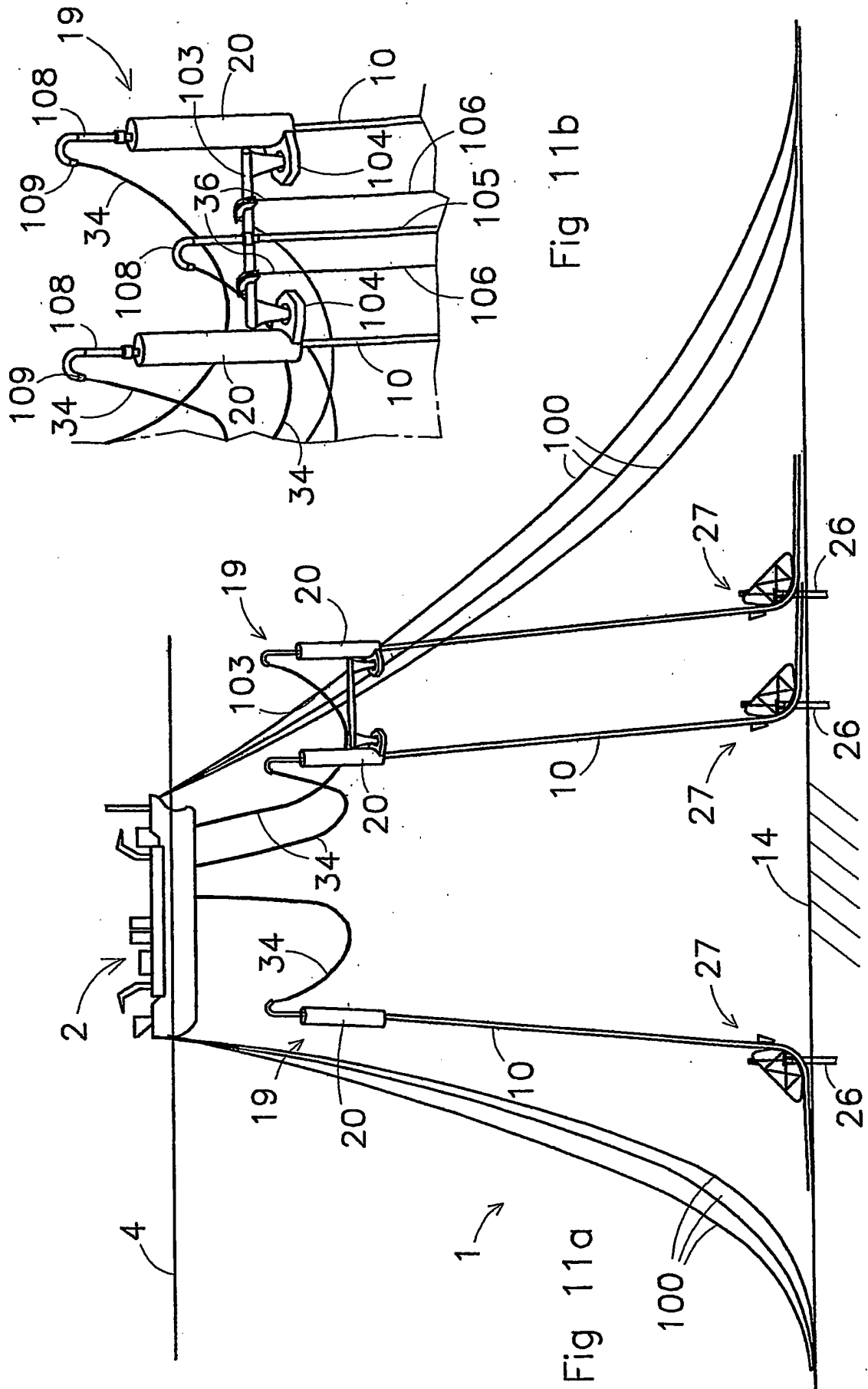


Fig 10



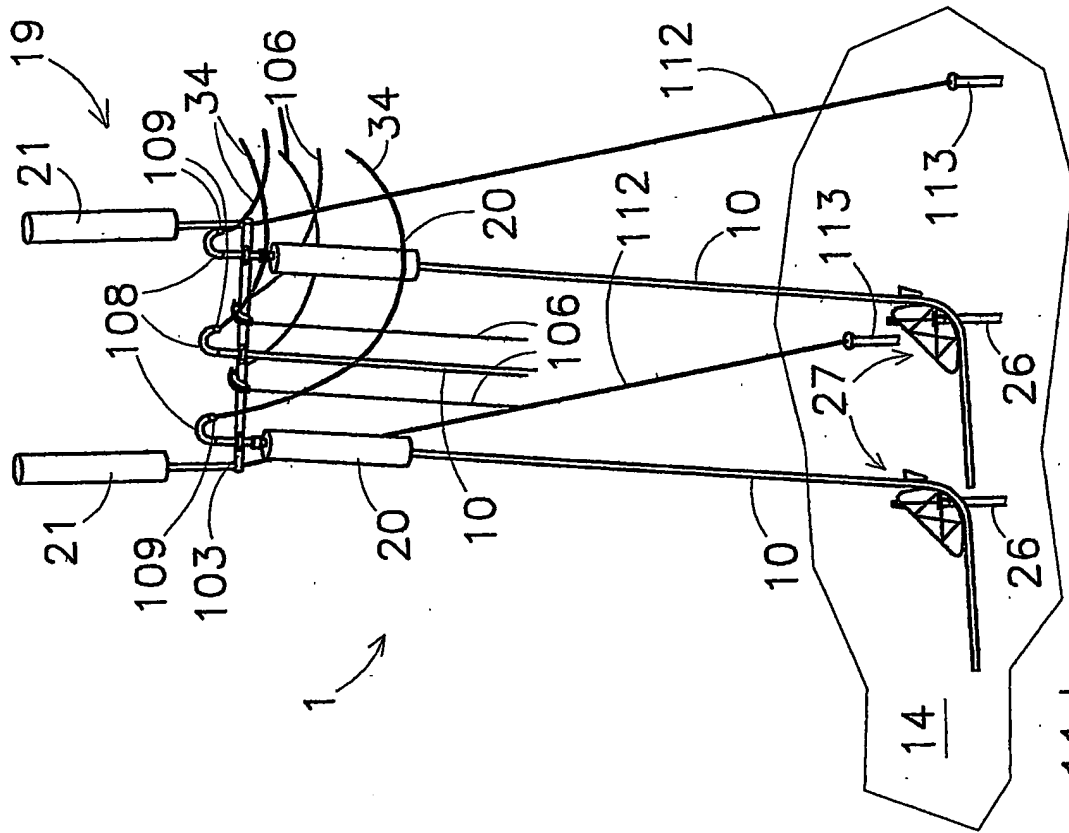


Fig. 11d

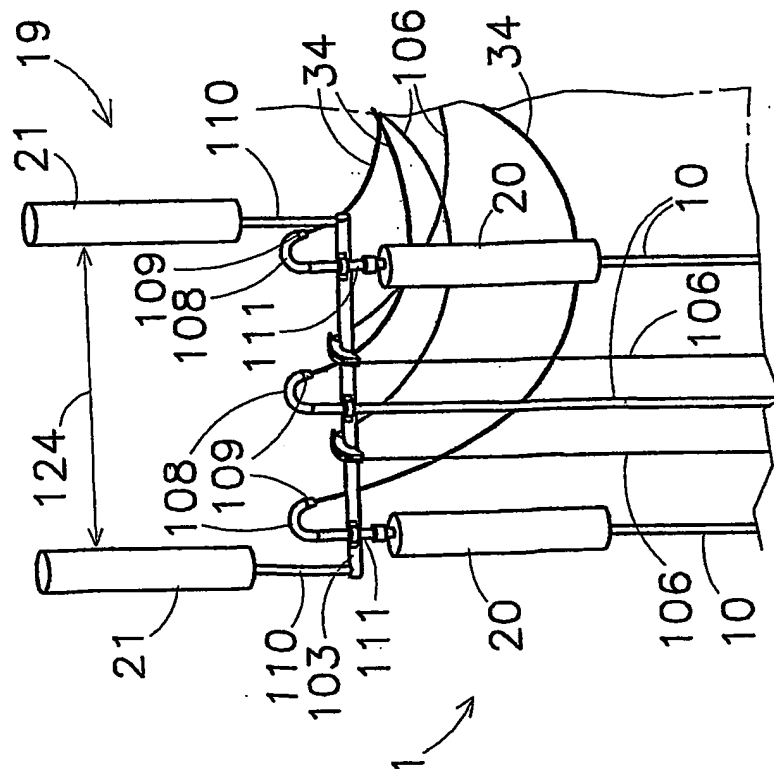
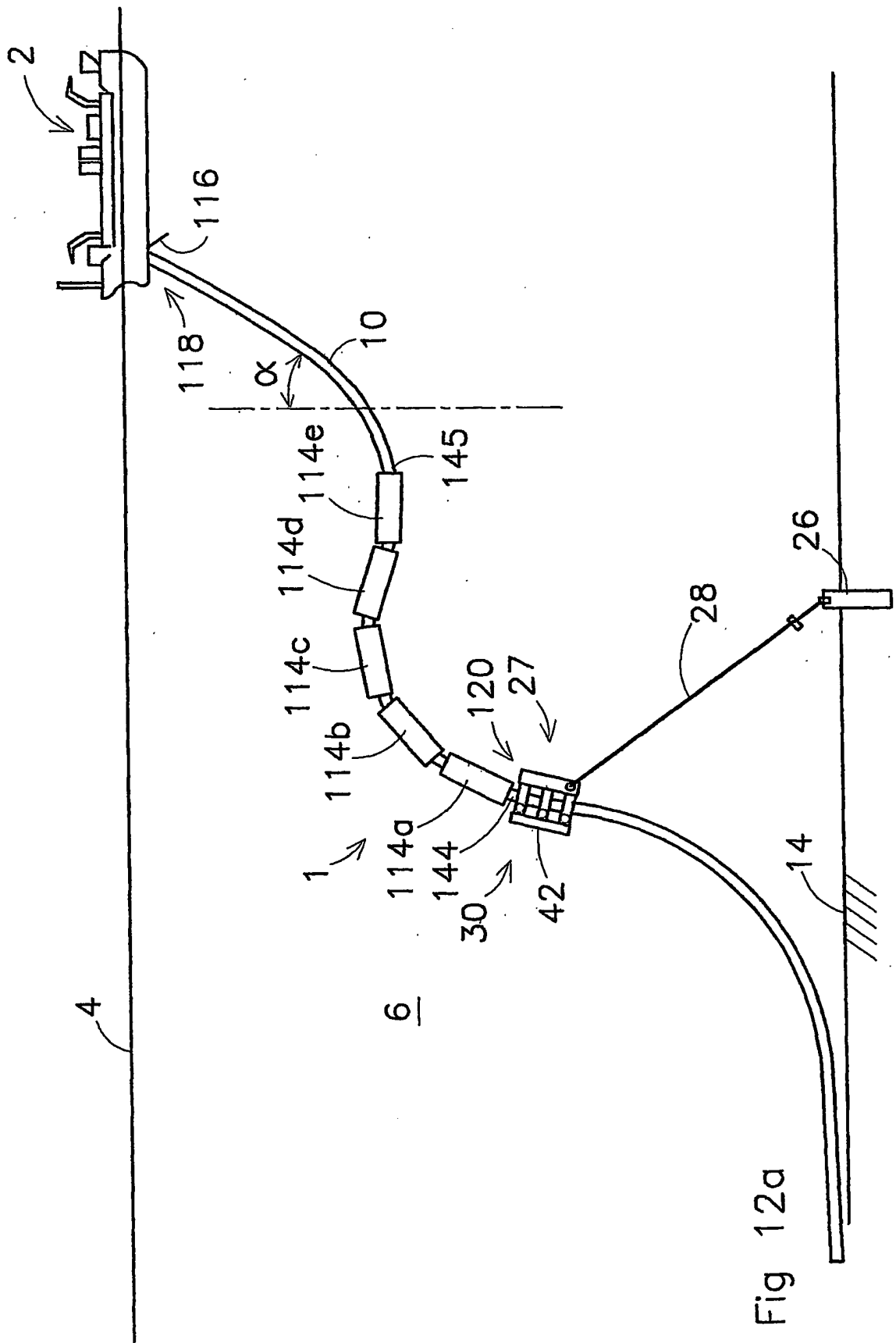
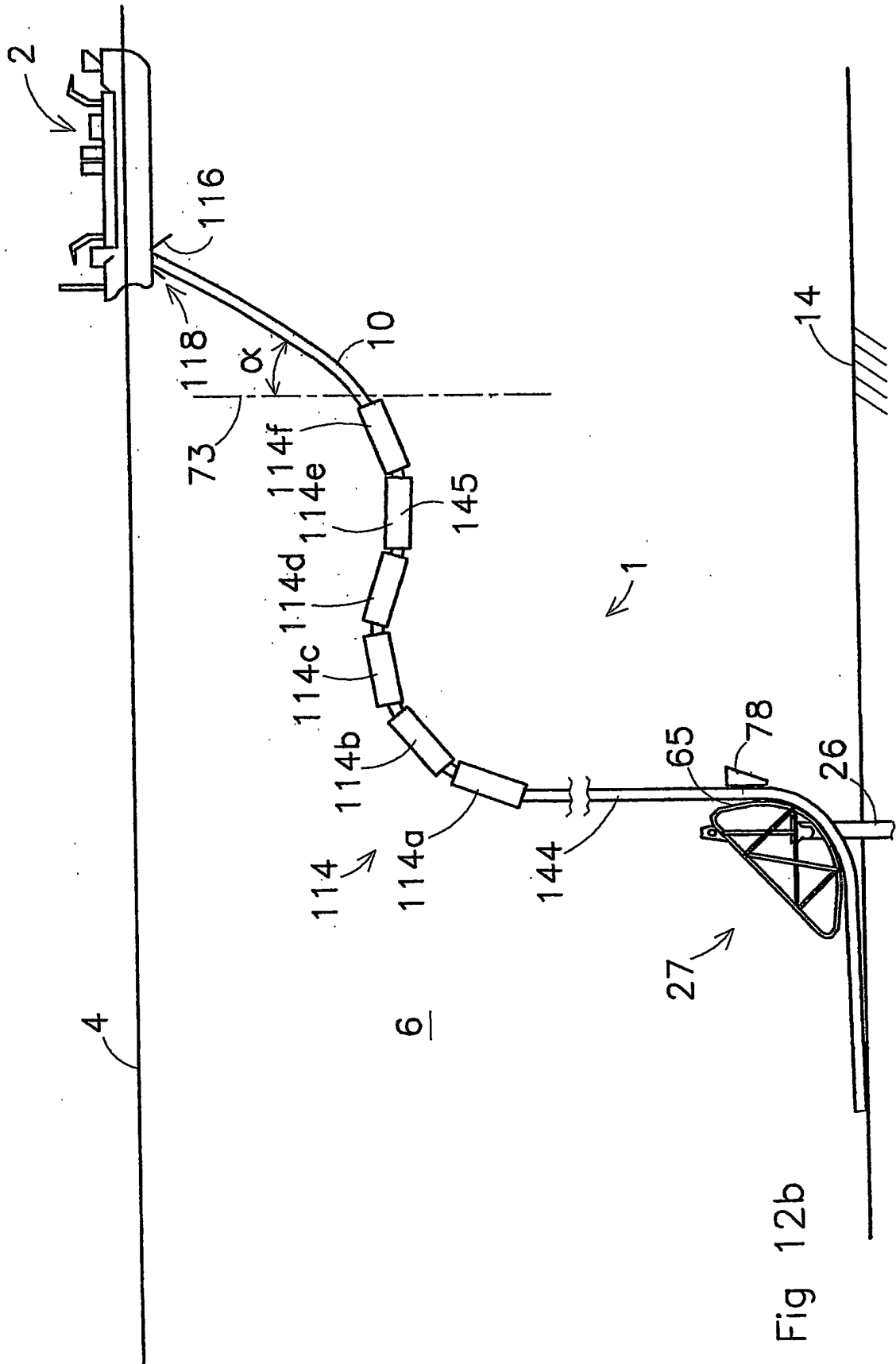
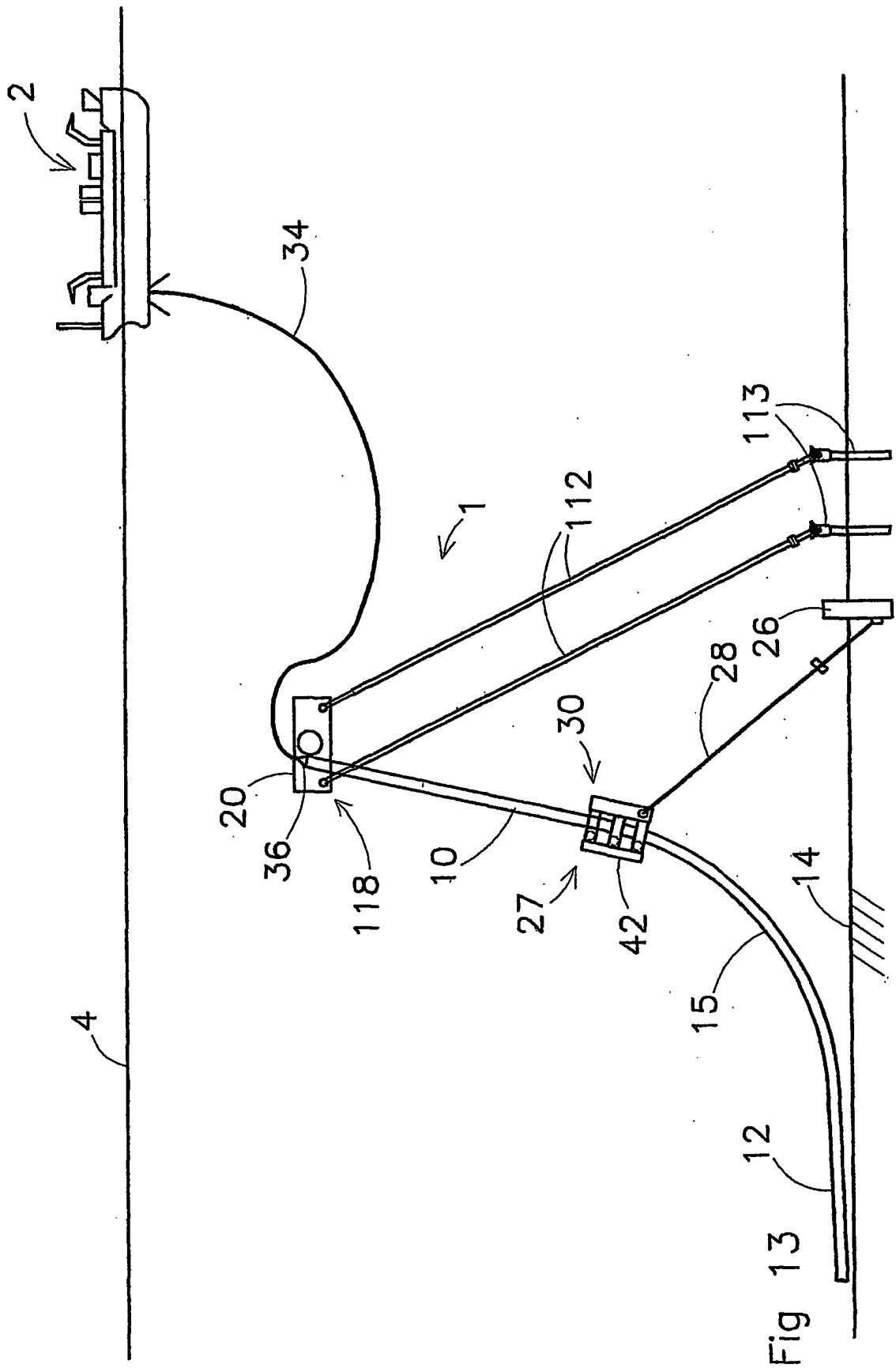


Fig 11c







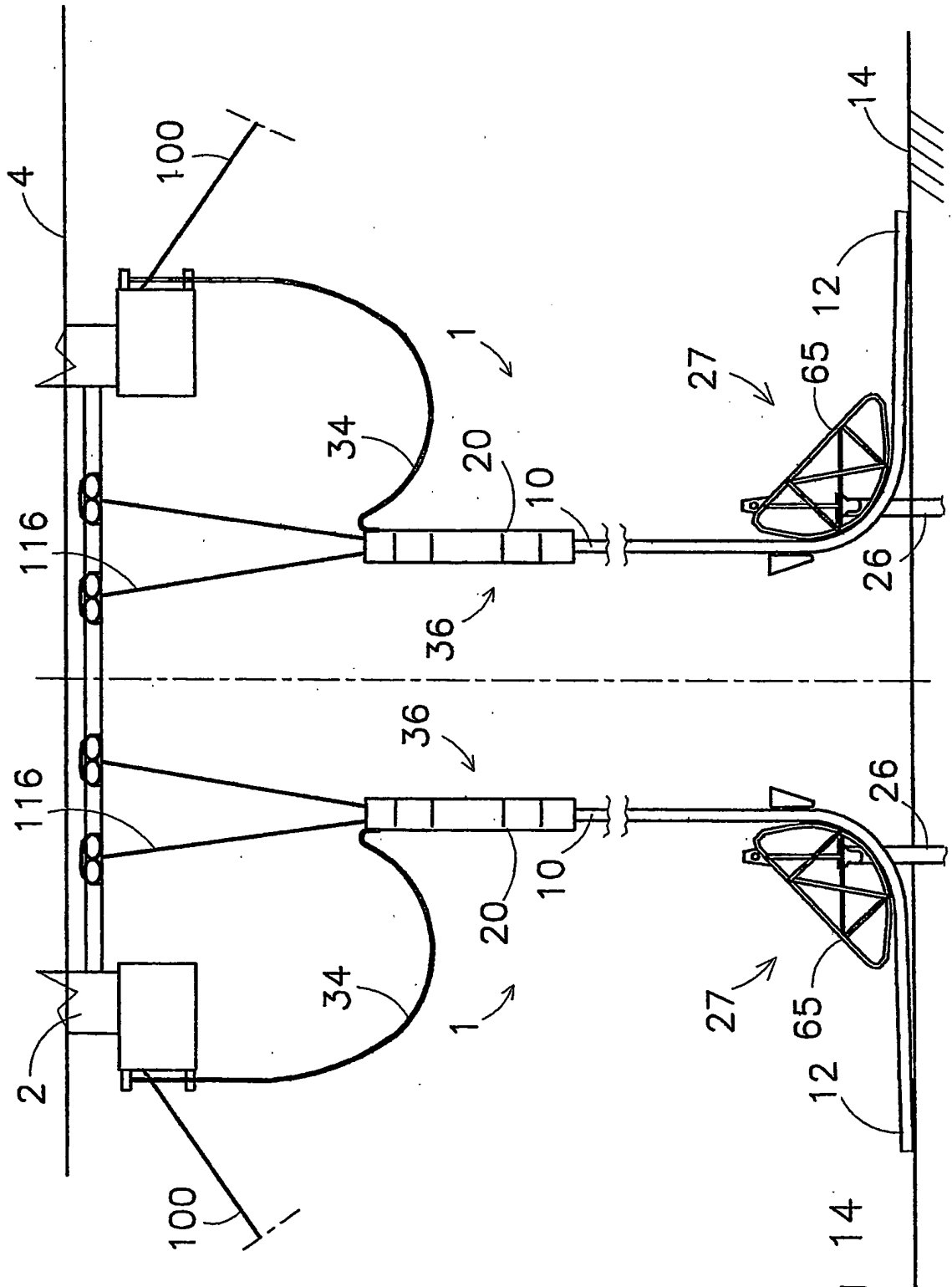
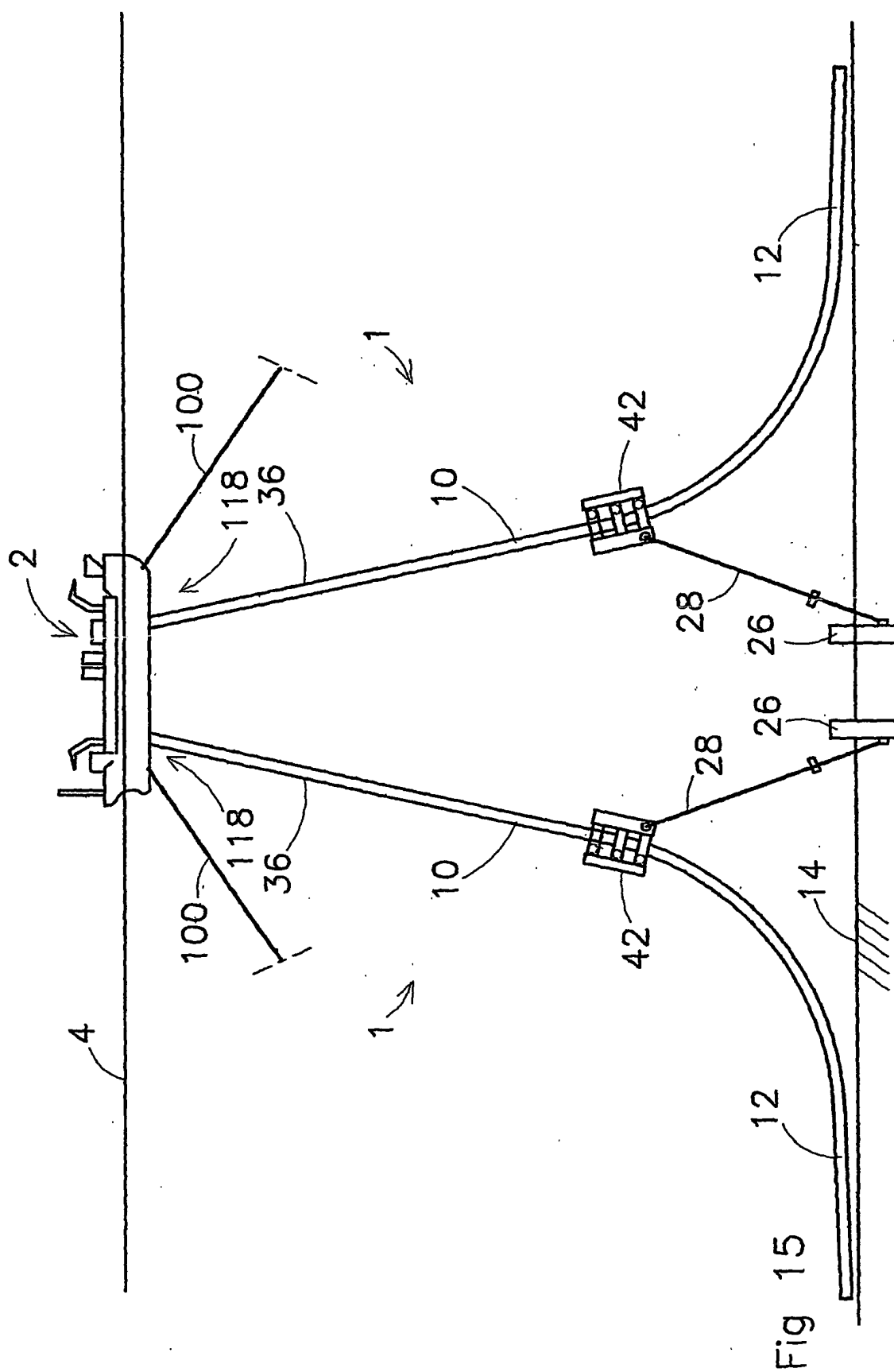


Fig 14



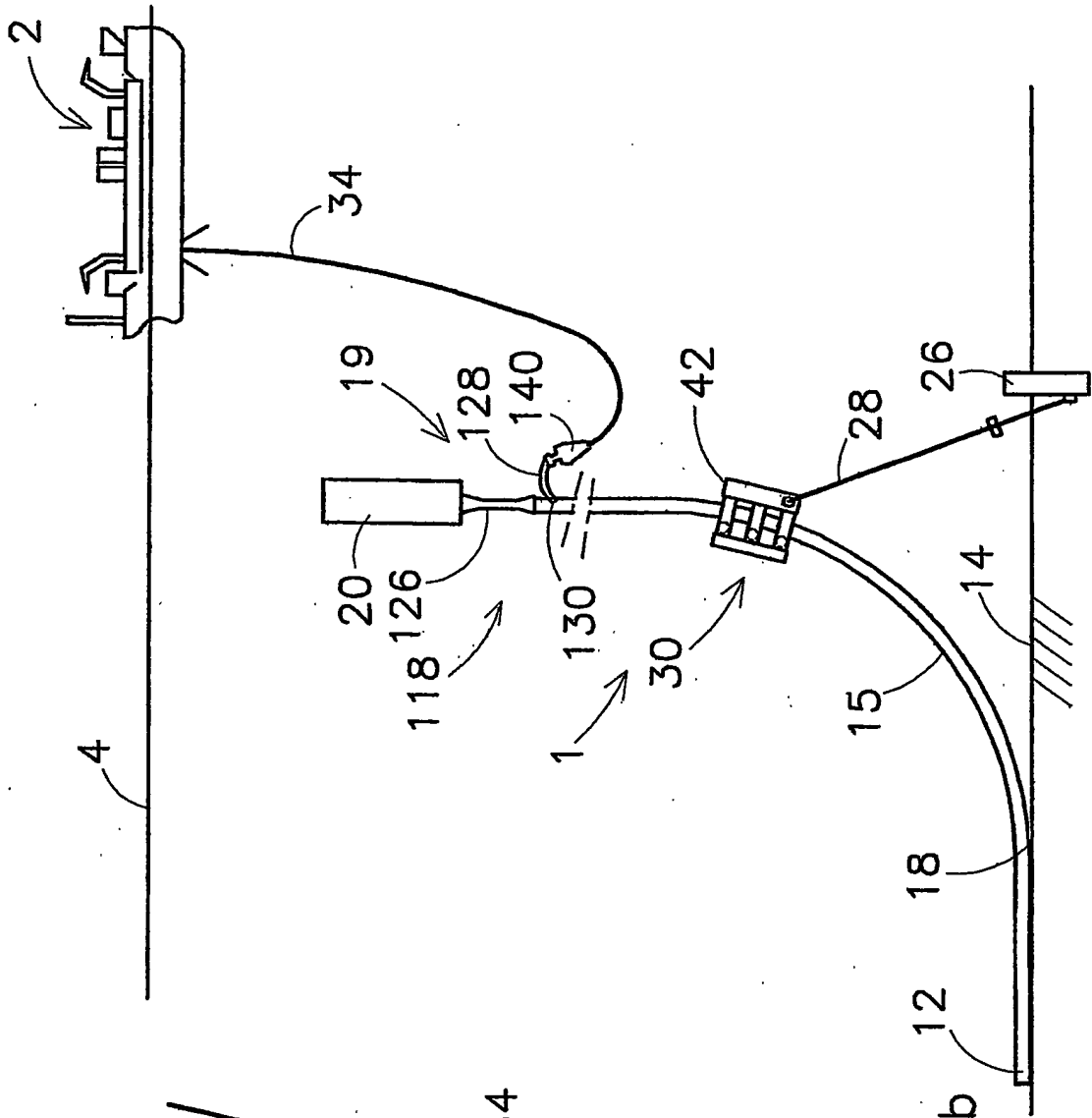


Fig 16b

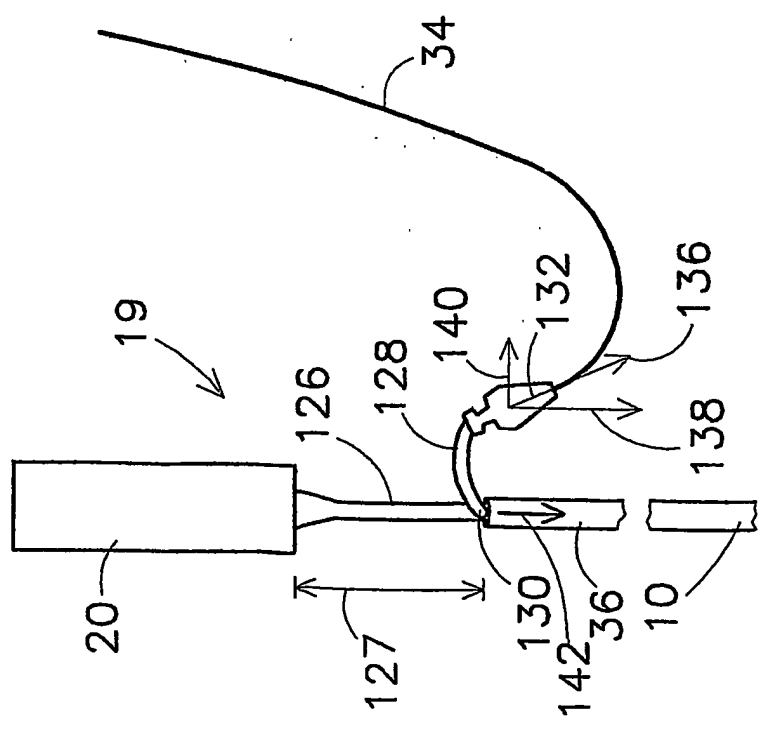


Fig 16a

RESUMO

“MÉTODO DE INSTALAR UM CONJUNTO DE TUBULAÇÃO, CONJUNTO DE TUBULAÇÃO, DISPOSITIVO DE TUBULAÇÃO, E, DISPOSITIVO DE CONEXÃO”

5 A invenção é relativa a um conjunto de tubulação (1) e um método de instalar um conjunto de tubulação, no qual a tubulação (10) se estende, pelo menos em parte, em um fundo do mar (14) e se encurva para cima a partir do fundo do mar ao longo de uma sua seção encurvada (15), a tubulação se estendendo no sentido de uma extremidade de distribuição (36)

10 fornecida na superfície da água (4), na qual um dispositivo de conexão (27) conecta a tubulação a um ponto de acoplamento (30) a um dispositivo de ancoragem (26) no fundo do mar, para impedir que o ponto de acoplamento se mova para cima. A invenção ainda é relativa a um dispositivo tubulação (122)

15 que compreende pelo menos dois conjuntos de tubulação que são interconectados a uma distância substancial do fundo do mar.