



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

(11) PI 0904739-5 B1



(22) Data do Depósito: 30/11/2009

(45) Data de Concessão: 12/11/2019

(54) Título: MONTAGEM TUBULAR

(51) Int.Cl.: E21B 33/04.

(52) CPC: E21B 33/04.

(30) Prioridade Unionista: 11/12/2008 US 12/332,817.

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

(72) Inventor(es): FRANK C. ADAMEK; JAMES R. M. ALLISON.

(57) Resumo: MONTAGEM TUBULAR PARA CONEXÃO, SUB DO REVESTIMENTO DE COMPENSAÇÃO E MÉTODO DE CONEXÃO. Trata-se de uma conexão de ligação entre uma plataforma de produção marítima (20) e uma cabeça de poço (30) no leito submarino (28) tem um riser (34) e um membro tubular expansível e retrátil (36) no interior do riser (34). O membro expansível e retrátil (36) compensa o movimento axial no interior do riser (34) ao mesmo tempo em que mantém a tensão axial no riser (34). O membro expansível e retrátil (36) é uma construção em corpo único dotada de uma parede (38) configurada para expandir e contrair de forma correspondente para compensar o movimento do riser (34). Na seção transversal, a parede do membro (38) compreende dobras formáveis alternando as fendas (40) formadas na superfície da parede (38) interna e externa ou uma superfície ondulada.

“MONTAGEM TUBULAR”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] O dispositivo descrito no presente documento refere-se de modo geral à produção de óleo e gás. Mais especificamente, o dispositivo aqui descrito se refere a um dispositivo tensionador expansível e/ou retrátil para uma montagem de ligação.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Algumas plataformas marítimas têm uma produção de árvore ou árvores acima da superfície marítima sobre a plataforma. Nesta configuração, uma coluna de revestimento se estende a partir do alojamento da cabeça de poço disposto no leito submarino. O revestimento de produção inserido no interior do furo do poço é sustentado pelo leito submarino por um suspensor no alojamento submarino. A coluna de revestimento entre o fundo do mar e os alojamentos da cabeça de poço da superfície é tensionada para evitar o arqueamento que pode ser causado pela expansão térmica proveniente dos fluidos aquecidos do furo do poço ou da vibração decorrente das cargas laterais aplicadas. Adicionalmente, o comprimento ou a altura da coluna são tipicamente ajustados para assentar ou pousar o suspensor do revestimento superior no interior da cabeça de poço da superfície.

[003] Uma submontagem (sub) pode ser fixada à coluna de revestimento e usada para tensionar a coluna de revestimento, ajustando seu comprimento. As submontagens tipicamente compreendem um par de alojamentos acasalados que, em resposta à força aplicada, são mecanicamente retráteis ao longo do comprimento. As submontagens ajustáveis se conectam em linha no interior da coluna ou em sua extremidade superior, e quando retraídas, conferem a força de tensão sobre a coluna de revestimento, e através dessa retração, reduzem o comprimento da coluna de revestimento.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[004] É revelada no presente uma montagem tubular para conexão entre uma plataforma e a montagem da cabeça de poço submarina. Em uma realização, a montagem tubular compreende um riser anular para conexão entre a plataforma e a montagem da cabeça de poço submarina e um membro expansível e retrátil axialmente conectado ao riser anular. O membro expansível e retrátil inclui um tudo dotado de uma parede formada para expandir e contrair axialmente uma maior quantidade por incremento linear do que o riser. O tubo pode ser formado a partir de uma construção de um corpo único. Quando a parede do membro expansível e retrátil se expande e contrai, essa mantém uma força axial. A parede pode incluir uma série de fendas ao longo do comprimento da parede formada alternadamente em torno da circunferência interna da parede e em torno da circunferência externa da parede, cada fenda repousando em um plano substancialmente perpendicular ao eixo geométrico do membro. Como alternativa, a parede do membro pode ser feita de segmentos dobráveis anulares empilhados coaxialmente ao longo do eixo geométrico do membro. Os segmentos dobráveis podem ter uma seção transversal em forma de "S" e o diâmetro interno e externo do segmento pode ser variável ao longo do comprimento do eixo geométrico do membro. A parede pode ter uma forma do tipo fole. Uma hélice formada no membro pode conformar a parede de maneira seletiva.

[005] É adicionalmente revelado aqui um motor elétrico para conexão da montagem da cabeça de poço submarina e de uma plataforma de superfície. O método pode envolver o fornecimento de um membro tubular axialmente expansível, que conecta o membro tubular em um riser estendido entre a montagem da cabeça de poço submarina e a plataforma de superfície, e aplicando tensão ao riser e ao membro tubular, sendo que o membro tubular é mais expansível por incremento linear que o riser.

[006] Na presente técnica de subs ajustáveis, existe uma pluralidade de elementos vedantes para acomodar o alongamento ou o encurtamento da coluna de revestimento. O dispositivo aqui descrito elimina a necessidade de elementos de vedação deslizantes e, portanto, o desenho pode ser usado para pressões e temperaturas mais elevadas dos fluidos ou gases produzidos. Como alternativa, o sub do tipo fole irá acomodar uma injeção de líquidos ou gases com temperaturas mais elevadas no interior do reservatório.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[007] Tendo discriminado alguns dos recursos e benefícios da presente invenção, outros se tornarão evidentes na medida em que a descrição prosseguir quando tomados em conjunto com os desenhos anexos, em que:

[008] A figura 1 é uma vista lateral de uma plataforma marítima com uma coluna de revestimento que se estende até o leito submarino, sendo que a coluna de revestimento tem um dispositivo de tensão.

[009] A figura 2 é uma vista em seção lateral de uma realização de um dispositivo de tensão.

[010] A figura 3 representa uma porção ampliada do dispositivo de tensão da figura 2.

[011] A figura 4 é uma vista em corte lateral de uma realização alternativa de um dispositivo de tensão

[012] A figura 5 é uma vista em perspectiva transversal de uma realização alternativa de um dispositivo de tensão.

[013] A figura 6 é uma vista em seção lateral de uma realização de um dispositivo de tensão dotado de uma luva de suporte externa.

[014] Apesar de a invenção ser descrita tendo por base as realizações, o entendimento será de que as mesmas não restringem a invenção a tais realizações. Pelo contrário, a intenção é abranger todas as alternativas, modificações e equivalências, desde que incluídas no espírito e no

escopo da invenção, conforme definido nas reivindicações anexas.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[015] A presente invenção será a partir deste momento descrita com detalhes mais profundos fazendo referência aos desenhos anexos, os quais são mostrados nas realizações da invenção. A presente invenção pode, no entanto, ser incorporada em diversas formas diferentes e não deve ser interpretada como limitante às realizações ilustradas aqui descritas; em vez disso, estas realizações são fornecidas para que esta revelação venha a ser inteira e completa, e transmitir com plenitude o escopo da invenção aos técnicos no assunto. Números idênticos se referem a elementos idênticos em toda a descrição.

[016] Fazendo referência nesse momento à figura 1, é fornecido nessa Figura um exemplo de uma plataforma marítima 20 em uma vista lateral. A plataforma marítima 20 compreende um convés 22 situado acima do nível da superfície do mar 21 com uma estrutura de torre 24 afixada no topo do convés 22. Pernas de sustentação 26 se estendem do fundo do convés 22 e se fixam no leito submarino 28. Uma cabeça de poço submarina 30 é formada acima de um furo do poço 31. Uma coluna de revestimento de ligação 34 se estende no sentido ascendente a partir da cabeça de poço submarina 30 e é acoplada a uma cabeça de poço da superfície 32 disposta no interior do convés 22. Alinhada à coluna de revestimento 34 está um membro compensador tubular 36. O membro compensador 36 pode ser formado integralmente com a coluna de revestimento de ligação 34. Como opção, o membro compensador 36 pode ser formado separadamente da coluna de revestimento de ligação 34 e em seguida ali fixado por uma solda, conexão rosqueada, ou conexão por flange. O membro compensador 36 pode compensar as alterações no comprimento da coluna de revestimento de ligação 34 ao mesmo tempo em que mantém uma tensão substancialmente constante na coluna de revestimento de ligação 34.

Como alternativa, o membro compensador 36 pode ser conectado em uma extremidade a extremidade superior ou inferior do terminal do riser 34 e em sua outra extremidade a uma cabeça de poço da superfície 32 ou a uma cabeça de poço submarina 30. O membro compensador 36 pode ser acoplado a qualquer riser e não está limitado ao uso com uma coluna de revestimento de ligação. O membro compensador 36 pode ser exposto à água do mar ou pode ser confinado ao interior das colunas de revestimento adicionais. Outros exemplos incluem tubulações, linhas de transferência submarina, conexões de linhas de escoamento submarina, e membro tubulares inseridos no interior de um furo do poço.

[017] O membro compensador 36 é axialmente compressivo ou expansível em resposta a uma força axial aplicada. O membro 36 sofre compressão ou expansão dependendo da magnitude da força aplicada e de sua direção. Como se nota acima, a coluna de revestimento de ligação 34 tipicamente permanece em tensão durante a operação. Consequentemente, o membro 36 pode ser comprimido em resposta ao alongamento da coluna de revestimento 34 (ou de outro) sem remover a tensão da coluna de revestimento 34.

[018] Com referência nesse momento à Figura 2, nela é ilustrada uma vista transversal de uma realização do membro compensador 36. Nessa realização, o membro compensador 36 inclui um corpo 37 e condutores 39. Os condutores 39 se estendem a partir das extremidades opostas do corpo 37 para conectar o corpo 37 à coluna de revestimento 34. Conexões rosqueadas 41 são mostradas na extremidade livre dos condutores 39; muito embora soldas ou flanges pudessem ser utilizados para efetuar a conexão à coluna de revestimento 34. Quando formado de forma integralizada à coluna de revestimento 34, o membro compensador 36 pode opcionalmente não incluir conexões específicas em relação à coluna de revestimento 34. O corpo 37

transita de uma espessura menor nas partes adjacentes dos condutores 39 até uma espessura maior ao longo de sua porção média para formar uma parede 38 entre as transições. A seção transversal da parede 38 é delineada em um padrão repetidamente conformado como "S" ou "Z". O padrão pode ser criado pela formação de fendas 40 no interior da circunferência interna e externa da parede 38. Alternando estrategicamente as fendas 40 entre a superfície interna da parede 38 e a superfície externa da parede 38 ao longo do eixo geométrico Ax do corpo 37 forma o padrão conformado como "S"/"Z".

[019] A incorporação das fendas 40 altera a estrutura da seção transversal da parede 38. Conforme ilustrado em vista ampliada na figura 3, a seção transversal da parede 38 compreende uma série de membros 44, cada um deles dotado de um elemento de rede 46 a partir de cada extremidade e que se estendem em uma direção oposta. A conexão do membro 44 ao elemento de rede 46 é análoga a uma conexão de cantiléver C. Os membros 44 são mostrados em alinhamento substancialmente paralelo um ao outro e dispostos perpendicularmente aos elementos de rede 46 e ao eixo geométrico Ax do corpo 37. No entanto, existem outras realizações onde um ou mais membros 44 são dispostos obliquamente a um ou mais membros 44, oblíquos a um ou mais elementos de rede 46, ou oblíquos ao eixo geométrico Ax do corpo 37. Opcionalmente, um ou mais elementos de rede 46 podem ser oblíquos ao eixo geométrico Ax do corpo 37.

[020] Ao contrário de um tubo sólido, uma força axial F inicialmente aplicada à parede 38 não produz uma tensão com distribuição uniforme ao longo da espessura da parede. Em vez disso, a tensão resultante se concentra nas conexões em cantiléver C entre o membro 44 e o elemento de rede 46 exercendo assim um momento de arqueamento B em torno da conexão C. Um momento de arqueamento A suficiente sobre um membro 44 deflete o membro 44 em direção a uma fenda 40 adjacente que, por sua vez,

encurta o comprimento da parede 38 e do membro 36. De modo semelhante, uma força axial aplicada em uma direção oposta à força F produz momentos de arqueamento orientados contrariamente, os quais aumentam a largura da fenda 40 para alongar o membro 36. Deve-se notar que a configuração do membro compensador 36 aqui descrita é designada para defletir, seja por compressão ou tensão, antes que as forças aplicadas se aproximem da resistência ao escoamento do riser 34 ou de outros componentes. Assim, o membro compensador 36 sofre expansão ou compressão em um incremento linear inferior à expansão/compressão linear do riser.

[021] Devido à natureza dinâmica do riser 34 em expansão e contração, o material da parede 38 deve ser suficiente e elasticamente deformável para acomodar tal carregamento dinâmico. Como é de conhecimento, o número de membros 44 que sofrem deflexão, e o grau de deflexão, depende da magnitude da força F, das dimensões da parede 38 e da fenda 40, e do material da parede 38. Portanto, o material do corpo 37, as dimensões da fenda 40, o número de fendas 40, e a espessura da parede 38 dependem das condições operacionais previstas para a fixação da ligação. No entanto, os técnicos no assunto são capazes de estimar essas. Na realização mostrada, o corpo 37 compreende essencialmente um membro, possuindo, portanto, uma construção em um corpo único. Nesta realização, o corpo 37 se expande e contrai para manter a tensão do riser sem movimento relativo entre dois ou mais membros acoplados.

[022] A figura 4 representa um membro compensador 36a alternativo em uma vista em seção lateral. Nesta realização, o membro compensador 36a inclui um corpo 37a, condutores 39a para fixar o corpo 37a ao riser 34, e uma parede 38a entre as transições adjacentes aos condutores 39a. Nesta realização, a seção transversal da parede 38a ilustra uma série de dobras semelhantes a uma série repetitiva de ondulações 50. As ondulações

50 têm, em geral, uma seção transversal em forma de "U", que compreende uma primeira e segunda porções orientadas, geralmente de forma perpendicular ao eixo geométrico Ax' do corpo 37a, unida por uma porção da base, onde a porção da base se estende geralmente em paralelo ao eixo geométrico Ax' do corpo 37a. Os espaços 52 são definidos na área entre respectivamente cada uma das primeira e segunda porções.

[023] Ainda com referência à Figura 4, as dobras circunscrevem o eixo geométrico Ax' do corpo 37a em seções anulares, sequencialmente empilhadas ao longo do comprimento do corpo 37a; as seções anulares estão assentadas em um plano substancialmente perpendicular ao eixo geométrico Ax' . Similarmente à parede 38 da figura 2, a parede 38a da figura 4 pode responder à expansão ou à contração da coluna de revestimento 34 quando sofre uma expansão ou contração de modo correspondente, enquanto retém uma tensão suficiente na coluna de revestimento 34. Como alternativa, a parede 38a do membro compensador 36a da figura 4 é formada como um fole ou como uma estrutura semelhante a um fole. Em outra realização, as dobras são formadas por um par de hélices afastadas axialmente e que são axialmente formadas na circunferência da parede 38a interna e externa. As hélices atravessam circularmente o corpo 37a que se estende entre as transições.

[024] É apresentada em uma vista em perspectiva transversal na figura 5 uma porção de outra realização de um membro compensador do movimento 36b. Nesta realização, sulcos helicoidais 54, 56 são formados ao longo do corpo 37b. Mais especificamente, um sulco helicoidal 54 interno é formado na superfície interna da parede 38b com um sulco helicoidal 56 externo correspondente formado ao longo da superfície externa da parede 38b. Os sulcos 54, 56 são mostrados em ziguezague ao longo do eixo geométrico Ax do membro 36b, formando desta forma uma seção transversal na forma de

"S" ou "Z" similar à realização da figura 2. Existem realizações que possuem um único sulco helicoidal, nas superfícies da parede 38b interna e externa. Como opção, o corpo 37b poderia compreender múltiplos sulcos helicoidais ao longo de suas superfícies, isto é, interna, externa ou ambas.

[025] A figura 6 representa uma luva de suporte 58 que circunscreve o corpo 37. A luva de suporte 58 pode ser incluída para adicionar suporte estrutural ao membro compensador do movimento 36, especialmente ao carregamento tangencial ao eixo geométrico Ax. A luva de suporte 58 pode compreender um único membro tubular ou múltiplos elementos dispostos ao longo do corpo 37. A luva 58 pode consistir em qualquer material capaz de adicionar resistência ao corpo 37, os exemplos incluem aço, ligas e matérias compósitos. A luva 58 é presa, preferencialmente, em sua extremidade superior, à cabeça de poço da superfície 32, à plataforma 22, à coluna de ligação 34 entre o corpo 37 e à cabeça de poço da superfície 32, ou a qualquer outra estrutura semelhante. Como opção, a luva 58 pode ser ancorada no fundo à cabeça de poço 30, à coluna de ligação 34 entre o corpo 37 e a cabeça de poço 30, ou a qualquer outra estrutura semelhante.

[026] Em um exemplo do uso do dispositivo descrito neste documento, a coluna de revestimento 34 e o membro compensador 36 são afixados entre a cabeça de poço do leito submarino 30 e a cabeça de poço da superfície 32 e é tensionada axialmente. A tensão suficiente do membro compensador 36, 36a deforma elasticamente a parede 38, 38a e aumenta a espessura da fenda/espaco 40, 52 que, por sua vez, alonga elasticamente o membro compensador 36. Estando o membro compensador 36, 36a elasticamente deformado, o membro compensador 36, 36a pode efetuar uma compressão para um estado menos alongado e compensar o alongamento da coluna de revestimento 34 em decorrência da exposição de fluido em temperatura elevada. Como opção, a tensão efetiva aplicada à coluna de

revestimento 34 e ao membro compensador 36, 36a pode ultrapassar o valor de estabilização necessário à coluna de revestimento 34. Assim sendo, a tensão da coluna de revestimento 34 pode permanecer acima do valor requerido após qualquer redução da força de tensão experimentada pela compressão do membro compensador 36.

[027] Uma das vantagens apresentadas pelo membro compensador aqui descrito é que ele pode consistir em um único membro formado em uma construção de corpo único. Além disso, cada uma das realizações do membro compensador apresentadas pode ser formada em uma única unidade. A construção em corpo único elimina os componentes adicionais que podem dificultar a fabricação, assim como incrementar os modos de falha e os percentuais de falha.

[028] Deve-se compreender que a invenção não se restringe aos detalhes exatos de construção, operação, materiais exatos, ou às realizações apresentadas e descritas, as modificações e equivalências serão evidentes para os técnicos no assunto. Nos desenhos e na especificação, foram reveladas realizações ilustrativas da invenção e, apesar de terem sido empregados termos específicos, eles são usados unicamente em um sentido genérico e descritivo, e não para fins de limitação. Consequentemente, a invenção deve ser restringida apenas pelo escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. MONTAGEM TUBULAR, para conexão entre uma plataforma (20), uma montagem da cabeça de poço submarina (30) e um membro compensador (36, 36a, 36b), caracterizada pelo fato de que o membro compensador (36, 36a, 36b) compreende uma extremidade conectada a uma cabeça de poço submarina (30), uma coluna de revestimento superior (34) e uma coluna de revestimento inferior (34), o membro compensador (36, 36a, 36b) sendo tubular e compreendendo uma extremidade superior conectada a uma extremidade inferior da coluna de revestimento superior (34), uma extremidade inferior conectada a uma extremidade superior da coluna de revestimento inferior (34), e um corpo (37, 37a, 37b) tendo uma parede (38, 38a, 38b) com ondulações (50) que são mutáveis entre uma configuração comprimida e uma configuração alongada; em que as ondulações (50) na parede (38, 38a, 38b) compreendem uma série de fendas (40) ao longo de um comprimento da parede (38, 38a, 38b) formada alternadamente em torno de uma circunferência interna e de uma circunferência externa da parede (38, 38a, 38b), estando cada fenda (40) perpendicular a um eixo do membro compensador (36, 36a, 36b), as fendas (40) definindo uma série de cantiléver (C) ao longo de um comprimento do corpo (38, 38a, 38b) que são dobráveis quando o corpo (38, 38a, 38b) é axialmente comprimido e quando o corpo (38, 38a, 38b) é axialmente alongado; em que a coluna de revestimento superior (34) é suportada em tensão e o corpo (38, 38a, 38b) transmite a tensão para coluna de revestimento inferior (34).

2. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a série de cantiléver compreende segmentos dobráveis anulares (C) empilhados coaxialmente ao longo de um eixo do membro compensador (36, 36a, 36b).

3. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com a reivindicação 2,

caracterizada pelo fato de que os segmentos dobráveis (C) têm uma seção transversal em forma de "S".

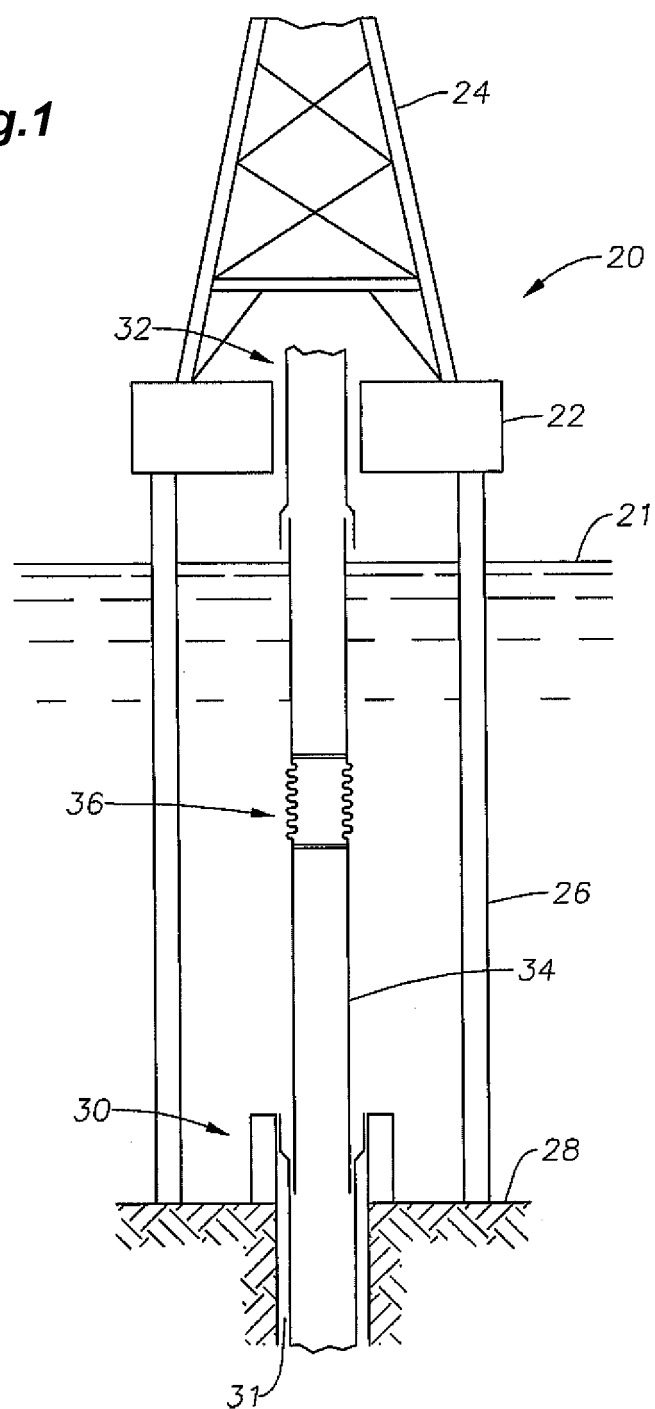
4. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que a parede (38, 38a, 38b) tem a forma de um fole.

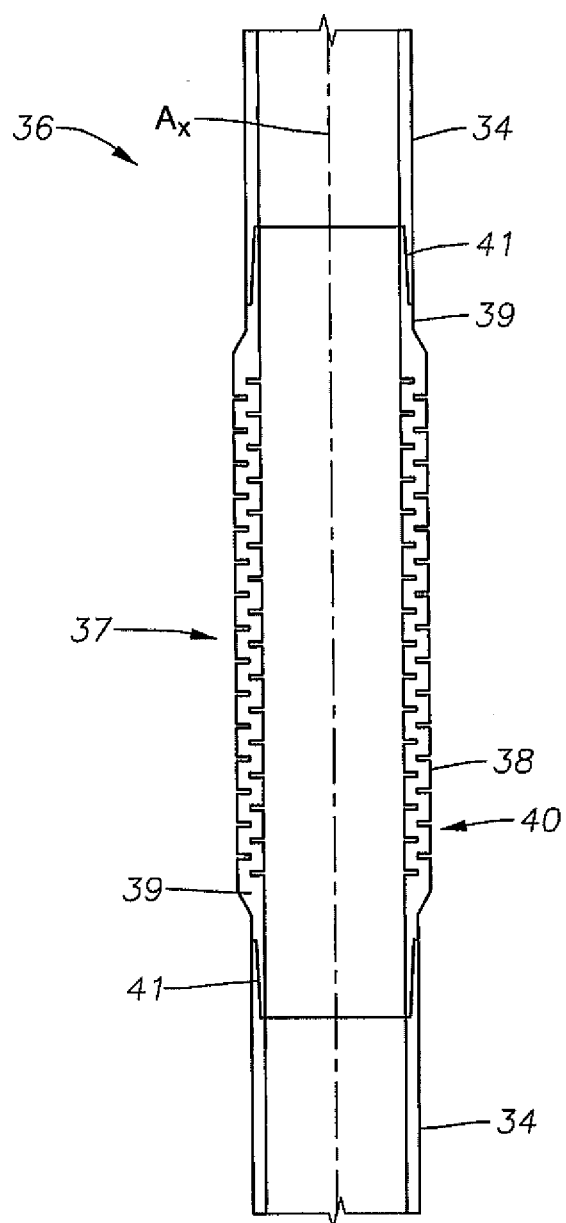
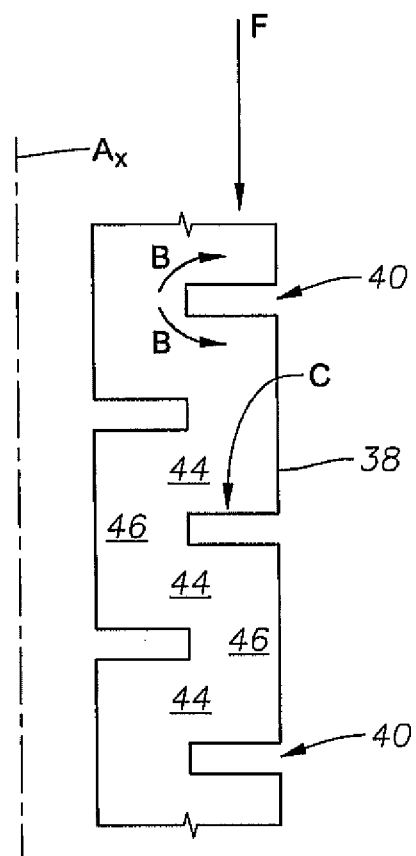
5. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que as fendas (40) na parede (38, 38a, 38b) do membro compensador (36, 36a, 36b) compreendem sulcos helicoidais (54, 56).

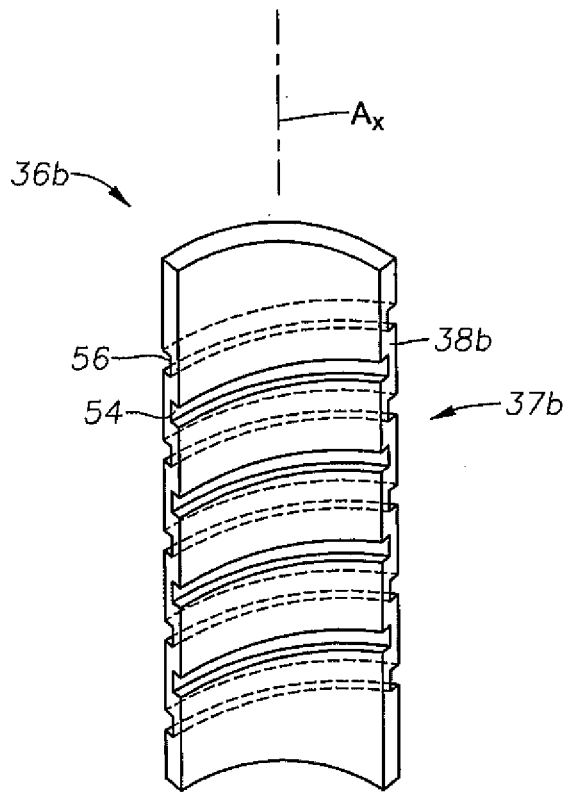
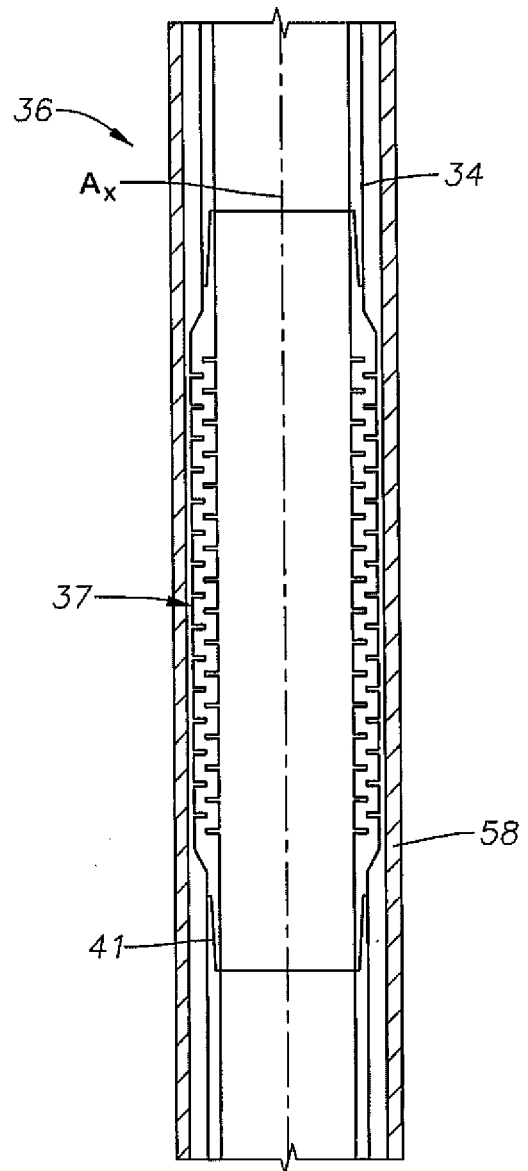
6. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente uma porção condutora superior (39, 39a) na extremidade superior do membro compensador (36, 36a, 36b) e uma porção condutora inferior (39, 39a) na extremidade inferior do membro compensador (36, 36a, 36b), sendo que as porções condutoras superior e inferior (39, 39a) são membros cilíndricos tendo roscas (41) conectadas as colunas de revestimento superior e inferior (34).

7. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que o membro compensador (36, 36a, 36b) sofre uma expansão e contração axial em maior quantidade por incremento linear do que as porções condutoras (39, 39a).

8. MONTAGEM TUBULAR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente uma luva de suporte (58) que circunscreve ao menos uma porção do membro compensador (36, 36a, 36b).

Fig.1

**Fig. 2****Fig. 3**

**Fig. 5****Fig. 6**