



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº PI 0921940-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 0921940-4

**(22) Data do Depósito:** 25/11/2009

**(43) Data da Publicação Nacional:** 16/01/2018

**(51) Classificação Internacional:** F16L 59/22.

**(30) Prioridade Unionista:** FR 0858214 de 03/12/2008.

**(54) Título:** CONDUTO SUBMARINO DE JUNÇÃO COMPREENDENDO UM ISOLAMENTO TÉRMICO E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO MESMO

**(73) Titular:** SAIPEM S.A., Sociedade Francesa. Endereço: 1/7 Avenue San Fernando, 78180 Montigny Le Bretonneux, FRANÇA(FR)

**(72) Inventor:** JULIEN TRIBOUT; JULIEN VERDEIL.

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/063922 de 10/06/2010

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 25/11/2009, observadas as condições legais

**Expedida em:** 05/11/2019

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CONDUTO SUBMARINO DE JUNÇÃO COMPREENDENDO UM ISOLAMENTO TÉRMICO E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO MESMO**".

A presente invenção refere-se a um conduto submarino de junção compreendendo um isolamento periférico, nomeadamente, um conduto submarino que transporta fluidos quentes ou frios, de um modo preferido, um conduto submarino destinada a grandes profundidades.

Na maioria dos domínios industriais, investigam-se sistemas de isolamento eficientes para manter os fluidos transportados nas tubagens a uma temperatura constante, de modo a possibilitar transferências entre equipamentos a distâncias consideráveis, atingindo, por exemplo, várias centena de metros ou mesmo vários quilômetros. Estas distâncias são vulgares nas indústrias, tais como as refinarias de petróleo e as instalações de gás natural liquefeito (-165°C), estendendo-se os campos petrolíferos submarinos por várias dezenas de quilômetros. Estes campos petrolíferos são desenvolvidos em profundidades de água cada vez maiores, que podem exceder 3000 m.

A presente invenção refere-se, em particular, a um conduto de junção entre elementos de condutos submarinos isolados, instaladas nos campos petrolíferos a muito grandes profundidades, nomeadamente, entre um conduto assente no fundo do mar e um conduto de ligação fundo-superfície em suspensão entre o fundo do mar e um navio de superfície ancorado sobre o referido campo petrolífero.

O petróleo bruto sai, de um modo geral, de cabeças de poços a temperaturas de 45 a 75°C, ou mesmo mais e as referidas cabeças de poços estão, frequentemente, afastadas, horizontalmente, vários quilômetros do suporte de superfície que recebe e processa o petróleo bruto, enquanto a água está a cerca de 3-5°C. Além disso, a profundidade de água atinge e excede 2000 a 3000 m, e tenta-se manter o petróleo bruto, até à sua chegada à superfície, a uma temperatura superior a 30-35°C, de modo a evitar a formação de rolhas de parafina ou de hidratos de gases, que bloqueariam a produção. Isto requer, por conseguinte, um isolamento térmico eficiente e

contínuo do conduto de ligação fundo-superfície que transporta o petróleo bruto.

Assim, desenvolveram-se múltiplos tipos de condutos isolados e, em particular, condutos de tipo "Pipe in Pipe" ou PiP, ou seja, "conduto em  
5 - um conduto", em que um conduto interno transporta o fluido e um conduto externa coaxial à anterior, também denominada "invólucro externo", está em contato com o meio ambiente, ou seja, a água. O espaço anelar entre os dois condutos pode ser preenchido com um material isolante ou, ainda, não conter qualquer gás.

10 - Estes sistemas foram desenvolvidos para atingir um elevado nível de desempenho térmico e versões específicas foram desenvolvidas para responder de forma mais adaptada aos grandes fundos, ou seja, para resistir à pressão do fundo do mar. Com efeito, sendo a pressão da água, substancialmente, de 0,1 MPa, isto é, cerca de 1 bar para 10 m de profundidade, a  
15 - pressão à qual o conduto deve resistir é, então, de cerca de 10 MPa, isto é, cerca de 100 bar para 1000 m de profundidade e cerca de 30 MPa, isto é, cerca de 300 bar para 3000 m.

Estes condutos de alto desempenho são utilizadas em comprimento corrente, tanto para os condutos assentes no fundo do mar como para os condutos de ligação fundo-superfície, mas, de um modo geral, não podem por ser utilizadas para os elementos individuais de junção, denominados «spool piece» ou peça de conexão, ou ainda do conduto de junção, porque estes elementos de condutos apresentam, de um modo geral, formas complicadas, compreendendo uma pluralidade de curvaturas ou cotovelos e  
20 - devem ser fabricadas após a instalação dos condutos submarinos e a instalação das ligações fundo-superfície.

Conhecem-se meios de isolamento dos condutos externas que resistem a pressões hidrostáticas elevadas e, por conseguinte, aptos a ser utilizados a profundidades de imersão elevadas, constituídos por:

30 - - revestimentos materiais poliméricos maciços, praticamente incompressíveis, à base de poliuretano, polietileno, polipropileno, etc., que se apresentam, se for caso disso, sob a forma de uma manga tubular maciça.

Mas estes materiais apresentam uma condutividade térmica e propriedades de isolamento térmicas demasiado medianas, insuficientes para evitar os inconvenientes de formação de rolhas mencionados acima no caso de paragem de produção para os condutos submarinos que transportam hidrocar-

5 - bonetos, ou

- revestimentos em materiais sintéticos constituídos por esferas ocas contendo um gás e resistentes à pressão exterior, embutidos em ligantes, tais como concreto, uma resina epóxi, nomeadamente, revestimentos conhecidos sob o nome de espuma sintática, etc., cujas propriedades de  
10 , isolamento térmico são superiores, mas que são muito mais dispendiosos e mais difíceis de fabricar e instalar. Tem-se recorrido, com efeito, a semi-  
invólucros que se montam em torno da soldadura de união a proteger e após a conclusão da mesma. Mas é necessário, em seguida, preencher os interstícios entre os invólucros para evitar pontes térmicas localizadas. Numa outra  
15 tra forma de realização, efetua-se uma moldagem diretamente a partir do conduto ou das partes de conduto para obter um isolamento sem descontinuidade na periferia, mas este método tem a desvantagem de ser propenso à abertura de fissuras devido ao considerável gradiente de temperatura entre o conduto, geralmente a uma temperatura de 50 a 85°C, e o meio ambiente  
20 marinho em contato com o invólucro externo, a uma temperatura de 3 a 5°C.

Além disso, conhecem-se materiais isolantes com propriedades de isolamento térmico superiores, ou seja, com uma menor condutividade térmica, reforçados com propriedades de mudança de fase. Materiais isolantes de mudança de fase (PCM) são implementados, nomeadamente, nos  
25 documentos WO 00/40886 e WO 2004/003424, mas estes materiais isolantes PCM, que podem adotar um estado líquido têm que estar confinados num material absorvente, como descrito no documento WO 00/10886, ou confinados em bolsas, como descrito no documento WO 2004/003424.

Estes revestimentos isolantes térmicos são revestidos com um  
30 invólucro externo tubular contínuo semirrígido. Mas, no estado da técnica anterior, as formas de realização descritas estão limitadas ao fabrico de condutos retilíneos e não podem ser adaptadas para fabricar condutos cur-

vos. Estas formas de realização não são adaptáveis para a execução de um isolamento térmico em condutos de junção curvas devido à estrutura dos invólucros externos que, tal como descritos, não podem ser deformados concentricamente em relação ao conduto interno e não permitem obter uma

5 . espessura substancialmente constante de material isolante, nomeadamente nas zonas curvas.

Outros materiais de isolamento em forma de gel foram descritos, nomeadamente, nas patentes FR 2800915, FR 2820426 e FR 2820752. Mais particularmente, esses géis isolantes são constituídos por um complexo

10 . compreendendo um primeiro componente apresentando propriedades de isolamento térmico que é misturado com um segundo componente consistindo num componente de gelificação ou de efeito estruturante, nomeadamente por reticulação, tal como um componente de poliuretano, apresentando-se o referido primeiro componente na forma de partículas ou microcápsulas dispersas no interior de uma matriz do referido segundo componente ge-

15 lificado ou reticulado, confinando, assim, a referida matriz, o referido primeiro componente isolante podendo ser apresentado em forma líquida, reduzindo-se, assim, radicalmente, os fenômenos de convecção.

O referido primeiro composto pode ser, ele próprio, um composto de mudança de fase, como a parafina e outros compostos da família dos alcanos, tais como ceras, betumes, alcatrões, alcoóis graxos , glicóis e, mais particularmente, qualquer composto cuja temperatura de fusão esteja compreendida entre a temperatura  $t_2$  dos efluentes quentes que circulam no conduto interno e a temperatura  $t_3$  do meio envolvente do conduto em funcionamento, ou seja, de fato e geralmente, uma temperatura de fusão

20

25 compreendida entre 20 e 80°C.

Mas o referido primeiro composto pode ser um material isolante sem mudança de fase, tal como o querosene.

Nas formas de realização anteriores, esses géis isolantes estão

30 confinados entre um conduto interno de aço e um invólucro de proteção externo flexível ou semirrígido, mas apenas para partes de conduto retilíneo.

Para isso, preparam-se invólucros tubulares pré-constituídos que

são dispostos em fila um sobre o outro, coaxialmente e injeta-se o gel no espaço anelar após se ter obstruído as extremidades dos referidos invólucros tubulares.

Este método não é aplicável a partes de condutos curvos, porque não é possível encurvar o invólucro externo flexível com o raio de curvatura necessário sem criar dobras que afetam a natureza circular e concêntrica da seção transversal do invólucro externo em relação ao conduto interno. Isso resultaria em reduções na espessura do espaço anelar interno entre o conduto interno e o invólucro externo e, por conseguinte, ir-se-ia diminuir, localmente, o isolamento térmico ao nível do referido espaço anelar.

O objectivo da presente invenção é, por conseguinte, proporcionar condutos de junção curvas, isoladas termicamente, melhoradas que sejam fáceis de fabricar e apresentando propriedades de isolamento térmico elevadas.

Para isso, a presente invenção proporciona um conduto de junção submarina isolada termicamente assegurando a junção entre duas partes de condutos submarinos isolados termicamente, compreendendo o referido conduto de junção um conduto interno curva rígida, de um modo preferido, em aço e apresentando um raio de curvatura de 3 a 10 vezes o seu diâmetro externo, de um modo preferido, 4 a 5 vezes o seu diâmetro externo, revestida com um material isolante térmico, compreendendo:

- um invólucro externo em torno do referido conduto interno, em material flexível ou semirrígido, acompanhando a forma curva do referido conduto interno, de modo concêntrico,
- a parede tubular do referido invólucro externo que compreende elementos estruturais de reforço de forma anelar ou helicoidal (5<sub>1a</sub>-5<sub>2a</sub>), aptos a permitir a curvatura da referida parede tubular do invólucro externo, mantendo, ao mesmo tempo, a sua seção transversal substancialmente uniforme, de um modo preferido, substancialmente circular e concêntrica em relação à seção transversal do referido conduto interno, apesar da sua curvatura para acompanhar o contorno curvo do referido conduto interno segundo o seu referido raio de curvatura.

De acordo com a presente invenção, o referido conduto de junção curva compreende ainda:

- 5 - uma pluralidade de elementos de suporte, denominados elementos centralizadores, em material rígido plástico ou compósito, intercalados entre o referido conduto interno e o referido invólucro externo, de modo a manter as seções transversais dos referidos invólucro externo e conduto interno substancialmente concêntricos, estando os referidos elementos centralizadores espaçados na direção axial do referido conduto a intervalos de, pelo menos, 1 m, de um modo preferido, de 3 a 10m, e
- 10 - uma pluralidade de elementos-guia longitudinais constituídos por material rígido ou semirrígido, dispostos a uma distância substancialmente constante, de um modo preferido, constante, da superfície do conduto interno curvo, estendidos entre dois elementos centralizadores sucessivos na periferia dos quais as extremidades dos referidos elementos-guia longitudinais assentam, de um modo preferido, pelo menos, quatro referidos elementos-guia uniformemente distribuídos na periferia dos referidos elementos centralizadores e
- 15 - um material isolante térmico praticamente incompressível, de um modo preferido, em forma de gel, preenchendo completamente o espaço anelar entre o referido conduto interno e o referido invólucro externo.

Entende-se aqui pelo termo «conduto curvo» que o referido conduto compreende, pelo menos, um segmento apresentando uma curvatura com um determinado raio de curvatura para formar, pelo menos, uma curva em cotovelo, de um modo preferido, entre dois segmentos retilíneos dispostos, ainda, de um modo preferido, a 90°, mas podendo ser dispostos de modo a formar outro ângulo, de um modo geral, entre 45 e 120°.

Entende-se aqui por raio de curvatura o raio de curvatura do conduto interno ao nível da linha neutra, isto é, o eixo do referido conduto interno.

30 Compreende-se que os referidos elementos estruturais de forma anelar ou helicoidal constituem elementos estruturais de reforço na medida em que asseguram a manutenção da forma da seção transversal da parede

tubular do invólucro externo quando este é enfiado em torno do conduto interno desde uma das suas extremidades para acompanhar o raio de curvatura do conduto interno de forma concêntrica a esta.

Compreende-se, por conseguinte, que a curvatura do invólucro externo apresenta o mesmo centro de curvatura e o mesmo raio de curvatura que os do conduto interno ao nível de uma determinada curva e, por conseguinte, que o raio de curvatura do invólucro externo é igual a 3 a 10 vezes o diâmetro externo do conduto interno e, de um modo preferido, respectivamente, a 4 a 5 vezes o seu diâmetro externo.

Compreende-se que os referidos elementos-guia longitudinais acompanham a curvatura da superfície do conduto interno curvo e, como são constituídos por material rígido ou semirrígido, estão aptos a suportar o referido invólucro externo flexível sem se deformarem substancialmente, ou seja, com uma deformação que não excede alguns milímetros.

Compreende-se, igualmente, que os referidos elementos-guia permitem que o invólucro externo flexível mantenha uma seção transversal substancialmente uniforme, apesar da sua flexibilidade, de um modo preferido, substancialmente circular entre dois elementos centralizadores, mas, além disso, os referidos elementos-guia permitem facilitar a progressão do invólucro flexível quando este é enfiado em torno do conduto interno, sem que a progressão desse enfiamento seja impedida pelos referidos elementos centralizadores, nomeadamente, nas partes curvas.

Os referidos elementos-guia longitudinais podem ser constituídos por perfis de material plástico compósito ou, igualmente, de aço, nomeadamente, perfis em chapa de ferro, assentes horizontalmente sobre a superfície externa de colares centralizadores aos quais podem ser aparafusados. Na medida em que os elementos-guia estão apenas em contato com o invólucro externo e não com o conduto interno, não têm que ser, necessariamente, constituídos por material isolante térmico. Podem ser rígidos ou semirrígidos para poder suportar, sem deformação, o referido invólucro externo.

De acordo com a presente invenção, é possível implementar um

invólucro externo relativamente flexível, devido, por um lado, à aplicação dos referidos elementos-guia longitudinais em torno do conduto interno curvo e, por outro lado, porque o material isolante térmico utilizado é um material praticamente incompressível em forma de gel.

5                   Devido à aplicação destes elementos-guia longitudinais, é possível aplicar invólucros externos com uma grande flexibilidade, o que é vantajoso para facilitar a sua colocação em torno de condutos internas em aço curvado, independentemente do grau de curvatura de uma parte.

10                   Por outro lado, estes elementos-guia contribuem para a manutenção de uma seção transversal substancialmente uniforme do invólucro externo, apesar da sua curvatura para acompanhar o contorno curvo do conduto interno, permitindo, assim, a obtenção de uma camada de material isolante preenchendo o espaço anelar entre o conduto interno e o invólucro externo com uma espessura substancialmente constante e, por conseguinte,  
15                   propriedades de isolamento controladas e substancialmente constantes em toda a extensão do conduto curvo.

                    Por fim, a aplicação de um invólucro flexível confere uma proteção mecânica suficiente no caso da aplicação de material isolante na forma de gel isolante praticamente incompressível.

20                   É, por conseguinte, a combinação da aplicação dos elementos-guia longitudinais de uma parte e de um material isolante na forma de gel isolante incompressível que possibilita a execução de um invólucro externo flexível, com uma colocação facilitada de acordo com a presente invenção.

25                   Devido à natureza praticamente incompressível do gel isolante, a aplicação de um invólucro flexível é suficiente para lhe proporcionar uma proteção mecânica.

30                   Por fim, a aplicação deste tipo de gel isolante como material isolante é vantajosa, na medida em que é obtido a partir de reagentes que podem ser injetados em forma líquida e, em seguida, endurecer por reticulação em forma de gel *in situ*.

                    A aplicação dos referidos elementos-guia, por um lado, e, por outro lado, de um referido invólucro flexível, tornam o fabrico de um conduto

curvo de acordo com a invenção relativamente fácil.

5 Numa primeira variante de realização, o referido invólucro externo apresenta uma parede tubular sólida extrudada e os referidos elementos estruturais de reforço são elementos de forma anelar constituídos por ranhuras, ondulações ou estrias reentrantes regularmente espaçadas na direção axial longitudinal da referida parede tubular com uma seção transversal circular.

10 Mais particularmente, os referidos elementos estruturais de reforço da parede tubular sólida do invólucro externo flexível ou semirrígido são constituídos por estrias reentrantes espaçadas de 1 a 2 cm de profundidade e largura, espaçadas regularmente por um comprimento de, pelo menos, 5 cm, de um modo preferido, de 5 a 10 cm, apresentando a referida parede tubular sólida uma espessura de 1 a 5 mm e sendo constituída por um material plástico, de um modo preferido, polipropileno.

15 Numa segunda variante da realização, a referida parede tubular é constituída por um enrolamento em espiral de uma faixa ou tira de material plástico ou têxtil flexível revestida com um polímero, de um modo preferido, poliuretano, compreendendo um referido elemento estrutural de reforço de forma helicoidal constituído por um fio ou vareta em ferro ou material plástico semirrígido, de um modo preferido, um fio ou vareta com um diâmetro de 1 a 20 8 mm, colado ou termossoldado à superfície externa da tira ou, de um modo preferido, envolvido na massa do material constituinte da referida tira e formando, assim, uma protuberância na superfície externa da referida tira.

25 Os invólucros externos constituídos pela parede tubular sólida estriada ou as referidas tiras compreendendo elementos longitudinais na sua superfície ou na sua massa são conhecidos pelos especialistas na técnica, nomeadamente, para formar bainhas no campo da construção ou das obras públicas, nomeadamente, bainhas de confinamento de cabos eléctricos ou condutos de ventilação.

30 Prefere-se esta segunda forma de realização com uma tira enrolada em espiral, porque permite fabricar, mais facilmente, um invólucro externo com um diâmetro desejado no local, a partir de um estoque de faixas.

A aplicação de um invólucro externo configurado desta forma concêntrica em relação ao referido conduto interno, por um lado, e, por outro lado, com um material isolante na forma de gel, contribui para proporcionar uma camada de material isolante de espessura substancialmente constante, 5 . por conseguinte, tendo propriedades de isolamento controladas e substancialmente constantes em toda a periferia e em todo o comprimento do conduto. Devido à natureza praticamente incompressível do gel isolante, um invólucro flexível ou semirrígido é suficiente para proporcionar uma proteção mecânica ao material isolante. Além disso, estes géis isolantes são vantajosos 10 . na medida em que são obtidos a partir de reações físicas e químicas entre diferentes componentes e podem ser injetados em forma líquida, após a mistura dos diferentes componentes, entre os condutos interno e invólucro externo do conduto de junção para, em seguida, endurecerem por reticulação sob forma de gel *in situ*.

15 Como o material de isolamento é praticamente compressível na forma de gel, isto é, entre outras coisas, que não contém gás livre, o material flexível ou semirrígido do invólucro externo, submetido à pressão hidrostática em grandes profundidades, é suportado pelo gel, de modo que o referido material flexível ou semirrígido do invólucro externo não exige uma resistên- 20 cia mecânica intrínseca tão elevada como a de um conduto de aço.

Entende-se aqui por «invólucro em material semirrígido» um material suficientemente rígido para manter a forma, apesar do peso inercial do material isolante confinado no invólucro, mas, sobretudo, apresentando uma determinada flexibilidade para aceitar deformações quando é colocado em 25 torno do conduto interno e, eventualmente, para acompanhar as deformações resultantes da alteração de volume do material isolante durante a sua possível mudança de fase, quando se trata de um material de mudança de fase.

Por «parede tubular» entende-se que os referidos invólucros, ex- 30 terno e interno, podem apresentar uma seção na direção transversal perpendicular ao eixo XX' longitudinal do referido invólucro de forma circular, oval ou, ainda, poligonal, mas, de um modo preferido, circular.

As formas ovais ou poligonais são, mais particularmente, apropriadas no caso em que o material isolante praticamente incompressível é um material de mudança de fase, pelo que as paredes podem, assim, deformar-se mais facilmente para suportar o aumento de volume durante a  
5 . mudança de fase do material isolante, se for caso disso, aproximando-se de uma forma circular.

Mais particularmente, o conduto de junção submarina de acordo com a invenção é constituída por:

- um conduto interno em aço com uma espessura de 8 a 35 mm  
10 . e com um diâmetro externo de 100 a 600 mm e
- um invólucro externo com uma espessura de 1 a 8 mm e um  
diâmetro interno de 120 a 1000 mm, com
- um material isolante com uma espessura de 10 a 200 mm.

Mais particularmente, o conduto de junção compreende elemen-  
15 tos centralizadores estanques compreendendo, de um modo preferido, orifícios passíveis de serem fechados permitindo o enchimento, com material isolante fluido, do espaço entre dois elementos centralizadores estanques sucessivos com, pelo menos, um elemento centralizador estanque em cada extremidade, de um modo preferido, pelo menos, um elemento centralizador  
20 estanque em intervalos de, pelo menos, 1 m, ainda, de um modo preferido, de 3 a 10 m e elementos centralizadores não estanques compreendendo reentrâncias permitindo a circulação de material isolante fluido através das referidas reentrâncias dos referidos elementos centralizadores não estanques durante o enchimento entre dois elementos centralizadores estanques  
25 consecutivos.

Entende-se aqui por termo «elemento centralizador estanque» significa que, quando o referido invólucro externo é aplicado contra os referidos elementos centralizadores estanques e fixo aos mesmos utilizando, nomeadamente, meios de envolvimento externos, os referidos elementos cen-  
30 tralizadores não permitem a circulação de fluido através de um referido elemento centralizador estanque e, por conseguinte, para além de um compartimento situado entre dois elementos centralizadores estanques sucessivos.

Isso permite efetuar o enchimento com o referido material isolante em forma líquida, que é confinado entre dois elementos centralizadores estanques consecutivos antes da sua gelificação por reticulação. Assim, o preenchimento completo do volume entre dois centralizadores estanques pode ser  
5 . efetuadefetuado antes de a gelificação em massa do material isolante começar de forma significativa.

Mais particularmente, os referidos elementos centralizadores são constituídos por colares em material rígido dispostos em torno e contra o referido conduto interno e nos quais assenta o referido invólucro externo.

10 . Compreende-se que esses elementos centralizadores também contribuem para proporcionar uma resistência mecânica ao invólucro externo, nomeadamente, quando o conduto de junção curva assenta no fundo do mar e a manter uma espessura substancialmente constante do material isolante confinado entre os referidos conduto interno e invólucro externo. Além  
15 disso, a constituição em material plástico ou compósito confere aos elementos centralizadores, um isolamento térmico substancialmente equivalente ao do material isolante térmico introduzido no volume delimitado por dois elementos centralizadores sucessivos e pelos referidos conduto interno e invólucro externo, de modo a evitar pontes térmicas entre o conduto interno e o  
20 invólucro externo.

De um modo preferido, o gel isolante compreende um primeiro componente apresentando propriedades de isolamento térmico, tais como alcanos, compreendendo uma cadeia de hidrocarbonetos de, pelo menos, seis átomos de carbono, de um modo preferido, pelo menos, dez átomos de  
25 carbono, em mistura com um segundo componente consistindo num componente polimérico gelificante ou de efeito estruturante, nomeadamente, por reticulação, tal como um componente de tipo poliuretano, polipropileno, polietileno ou silicone, apresentando-se o referido primeiro componente, de um modo preferido, na forma de partículas ou de microcápsulas dispersas dentro de uma matriz do referido segundo componente gelificado ou reticulado,  
30 confinando, assim, a referida matriz o referido primeiro componente isolante.

Estes géis isolantes apresentam a vantagem de poderem ser a-

plicados no estado líquido e transformarem-se, depois de algumas horas, em gel, no qual o componente isolante se encontra microencapsulado numa matriz do segundo componente funcionando, de alguma forma, como esponja apta a confinar o material isolante e a mantê-lo com uma forma cuja espes-  
5 -sura é substancialmente constante, reduzindo, assim, drasticamente os fenômenos de convecção e, possivelmente, absorvendo as variações de volume, se o material isolante for um material de mudança de fase.

Mais particularmente, o referido primeiro componente apresentando propriedades de isolamento térmico pode ser um material isolante de  
10 -mudança de fase, nomeadamente, alcanos ou álcoóis apresentando uma cadeia de hidrocarbonetos de, pelo menos, catorze átomos de carbono, tais como parafinas, ceras, betume, alcatrão, álcoóisálcoóis graxos ou, ainda, glicóis. Neste caso, o segundo componente de gelificação pode absorver uma parte considerável das variações de volume do primeiro componente  
15 durante as mudanças de fase.

Estes materiais isolantes de mudança de fase são vantajosos porque agem como acumuladores de calor aptos a restituir a sua energia na sua fase de solidificação e, inversamente, aptos a absorver essa energia durante a fusão. Pelo fato de restituírem a energia armazenada, estes mate-  
20 -riais permitem, por conseguinte, aumentar a duração das paragens de produção sem correr o risco de obstrução de conduto por arrefecimento prematuro do seu conteúdo.

O material de mudança de fase apresenta, de um modo vantajoso, uma temperatura  $t_0$  de fusão líquido/sólido entre 20 e 80°C, superior à  
25 temperatura  $t_1$  a partir do qual o fluido que circula no interior do conduto apresenta um aumento de viscosidade prejudicial à sua circulação no conduto e inferior à temperatura  $t_2$  do fluido em circulação no conduto em operação.

Numa forma de realização particular, o referido gel isolante é uma mistura de querosene e poliuretano.

30 O querosene é constituído, principalmente, por um alcano apresentando uma cadeia de carbono de, pelo menos, dez átomos de carbono e não apresentando propriedades de mudança de fase.

Os géis isolantes deste tipo apresentam as seguintes características físico-químicas:

- são constituídos por um componente isolante, de mudança de fase, ou não, disperso numa matriz reticulada formando uma esponja com células ocas microscópicas e estanques,
- a reticulação da matriz é de tipo físico ou de tipo químico, ou até mesmo de tipo físico-químico, ocorrendo a referida reticulação depois de várias horas, a uma temperatura ambiente (10-25°C) ou por aquecimento do conjunto,
- os géis assim obtidos têm uma dureza Shore A20 a A80 em função do tipo de matriz,
- a sua condutividade térmica varia de 0,130 a 0,150 W/mXK.

Para permitir a sua ligação às referidas partes de conduto submarina isolada termicamente relativamente à qual assegura a junção, o referido conduto de junção de acordo com a invenção compreende, de um modo vantajoso, um elemento de conexão, de um modo preferido, uma parte macho ou fêmea de um conector automático em cada extremidade.

Numa forma de realização preferida, um conduto de junção de acordo com a invenção compreende, pelo menos, dois segmentos curvos, espaçados por, pelo menos, um segmento retilíneo de conduto, de um modo preferido, pelo menos, 3 segmentos curvos e, pelo menos, dois segmentos retilíneos entre os referidos segmentos curvos.

Como explicado abaixo, esta forma de realização de uma pluralidade de curvas em cotovelo confere ao conduto de junção uma flexibilidade que permite movimentos relativos possíveis de extremidades dos condutos relativamente às quais assegura a junção, ligados à dilatação dos referidos condutos devido ao fluxo de calor que transporta e, igualmente, movimentos dos referidos condutos devido ao efeito de fundo quando os condutos assentes no fundo do mar são submetidas a variações de pressão.

Numa forma de realização particular, um conduto de junção de acordo com a invenção compreende, pelo menos, um segmento (5<sub>3</sub>) retilíneo de invólucro externo em plástico rígido.

A presente invenção proporciona, igualmente, um método de fabrico, no qual se executam as seguintes etapas, nas quais:

1) se aplicam, de um modo preferido, elementos centralizadores, de um modo preferido, regularmente espaçados na superfície de um referido  
5 \_ conduto interno curvo com, pelo menos, dois referidos elementos centralizadores estanques, respectivamente, em cada extremidade e, de um modo preferido, elementos centralizadores não estanques entre os elementos centralizadores estanques de extremidade, e

2) se aplicam, de um modo preferido, os referidos elementos-  
10 \_ guia longitudinais estendidos sobre e entre os referidos elementos centralizadores sucessivos nos quais estão assentes e, estão, se for caso disso, fixos,

3) se enfia um referido invólucro externo flexível ou semirrígido em torno do referido conduto interno, estando as extremidades do referido  
15 invólucro externo, de um modo preferido, envolvidas em torno e encostadas aos referidos elementos centralizadores de extremidade, pelo menos,

4) se preenche completamente o espaço livre entre os referidos conduto interno e invólucro externo com um referido material isolante térmico, despejado no estado líquido, de um modo preferido, através de orifícios  
20 passíveis de serem fechados ao nível dos referidos elementos centralizadores estanques.

No método de acordo com a invenção, fabrica-se um referido conduto de junção compreendendo uma pluralidade de segmentos curvos e uma pluralidade de segmentos retilíneos, caracterizado por se executarem  
25 etapas, nas quais:

1) se executam duas partes do referido conduto interno, compreendendo, cada, pelo menos, um segmento curvo, de um modo preferido, pelo menos, dois segmentos curvos e, pelo menos, um segmento retilíneo, de um modo preferido, pelo menos, dois segmentos retilíneos,

2) se aplicam referidos elementos centralizadores às referidas partes de conduto interno e referidos elementos-guia aos referidos elementos centralizadores, preferência com os elementos centralizadores

estanques delimitando as extremidades de cada segmento curvo e retilíneo,

3) se enfiarem segmentos do referido invólucro externo flexível ou semirrígido em torno dos referidos segmentos curvos ou retilíneos das referidas partes de conduto interno por cima dos referidos elementos centralizadores e referidos elementos-guia e

4) se solidarizam os referidos segmentos de invólucro externo, de um modo preferido, ao nível dos referidos elementos centralizadores estanques nas extremidades de cada um dos referidos segmentos retilíneos e curvos de conduto interno, com exceção, de um modo preferido, de uma extremidade do segmento na extremidade de, pelo menos, uma das referidas partes de conduto de junção assim constituídas, para permitir a dobragem da referida extremidade de invólucro externo ao nível da zona de soldadura da etapa 5),

5) se executar uma montagem por soldadura extremidade a extremidade das duas extremidades das duas referidas partes de conduto interno,

6) se executar a junção das extremidades dos dois segmentos finais dos referidos invólucros externos flexíveis ou semirrígidos em frente da zona de soldadura da etapa 5) e

7) se executar o enchimento, com material isolante térmico, dos espaços livres entre os referidos segmentos de invólucro externo e os referidos segmentos de conduto interno, despejando-o, em forma líquida, de um modo preferido, ao nível de orifícios passíveis de serem fechados, nos referidos elementos centralizadores estanques nas extremidades dos referidos segmentos.

Outras características e vantagens da presente invenção aparecerão após a leitura da descrição pormenorizada que se segue, recorrendo às figuras seguintes, nas quais:

- a figura 1 representa, em corte e numa vista lateral, um conduto de junção isolada, de acordo com a invenção, instalada entre uma base de ancoragem de um conduto de ligação fundo-superfície e um conduto isolada assente no fundo do mar,

- a figura 2 é uma vista em perspectiva de um conduto de junção isolada, de acordo com a invenção, com referência à figura 1,

- a figura 3 é uma vista lateral de um invólucro de plástico anelado semirrígido que funciona como invólucro externo do conduto de junção isolada de acordo com a invenção,

- a figura 4 é uma vista lateral de um invólucro plástico flexível reforçado que funciona como invólucro externo do conduto de junção isolada de acordo com a invenção,

- as figuras 4A-4B são vistas em corte do processo de execução do invólucro da figura 4 a partir de uma faixa de tecido reforçado,

- a figura 5 é uma vista lateral do arqueamento do invólucro externo da figura 4, em posição retilínea, para obter uma forma curva após ser enfiado em torno de um conduto interno apresentando uma curvatura,

- as figuras 6A-6B-6C-6D representam, numa vista lateral, uma parte de conduto de junção durante diferentes etapas de instalação de um invólucro externo,

- as figuras 7A-7B são cortes, respectivamente, segundo os planos CC e DD da figura 6A ao nível de centralizadores, respectivamente estanques (figura 7A) e dotados com orifícios de passagem (figura 7B),

- a figura 8 é uma vista de duas partes de conduto de junção compreendendo, cada uma, uma pluralidade de segmentos (3c) curvos e segmentos (3d) retilíneos,

- a figura 8A é uma vista em planta da zona L1-L2 da figura 8 que mostra apenas os elementos centralizadores e elementos-guia laterais,

- a figura 8B é um corte ao longo do plano CC da figura 8A,

- a figura 8C é uma vista em planta com referência à figura 8b.

Na figura 1, representou-se em corte e numa vista lateral, uma base 1<sub>2</sub> de ancoragem de um conduto 1 de ligação fundo-superfície compreendendo uma plataforma 1a assente no fundo 2 do mar, estando a referida plataforma ancorada por uma estaca 1b e suportando a referida plataforma uma estrutura 1b. A estrutura 1b suporta um dispositivo 1c de fixação da extremidade 1<sub>1</sub> inferior do conduto 1, por um lado e, por outro lado, a estrutura

1b suporta e mantém em posição uma parte 1<sub>3</sub> de conduto curvo ligada à extremidade 1<sub>1</sub> inferior do conduto 1 de ligação fundo-superfície. As instalações deste tipo foram descritas nos pedidos de patente anteriores, em nome da requerente, nomeadamente, os documentos WO 02/066786 e WO 5 2003/095788.

O conduto de ligação fundo-superfície compreende, de modo conhecido, uma coluna ascendente substancialmente vertical denominada «riser vertical» que se estende desde a referida base 1<sub>2</sub> até à subsuperfície e ligada a um suporte flutuante à superfície por um conduto flexível mergulhante em forma de catenária. A extremidade superior do *riser* vertical em 10 subsuperfície ao nível da junção com o referido conduto flexível é mantida em tensão por uma bóia, não representada. A extremidade livre da parte 1<sub>3</sub> de conduto curvo mantida pela base 1<sub>2</sub> compreende uma parte 1e macho ou fêmea de conector automático. Um conduto 3 de junção compreendendo 15 uma pluralidade de curvaturas assegura a junção entre o elemento 1e de conector da extremidade da parte 1<sub>3</sub> de conduto curvo e o elemento 1f de um conduto 1d assente no fundo do mar.

O referido conduto 3 de junção é representada em perspectiva na figura 2 e compreende quatro curvaturas ou curvas 3c em cotovelo permitindo múltiplas e importantes mudanças de direção devido às condições de 20 instalação e condições operacionais do conduto 1d assente no fundo do mar. De fato, durante a instalação da montagem, procura-se colocar a extremidade do conduto 1d submarina assente no fundo do mar perto da base 1<sub>2</sub>, por exemplo, num alvo com um raio de 15 m localizado a 40 m da base 25 1<sub>2</sub>. E, assim, a forma final do referido conduto 3 de junção só é conhecida, por um lado, depois de instalar a base 1<sub>2</sub>, e, por outro lado, o conduto 1d submarina assente no fundo do mar. O conduto 3 de junção é, então, fabricada depois de uma metrologia muito precisa ter sido efetuada, de modo conhecido, entre a extremidade da parte 1e macho ou fêmea de um conector 30 automático solidário com a extremidade da parte 1<sub>3</sub> de conduto curvo e a extremidade da parte 1f macho ou fêmea de um conector automático solidário com a extremidade do conduto 1d assente no fundo do mar. O eixo BB

do conector 1f automático, correspondente à parte 3b fêmea ou macho do conector automático de uma extremidade do conduto 3 de junção tem, de um modo geral, uma direção radicalmente diferente do eixo AA da parte macho ou fêmea do conector 1e automático, da parte 1<sub>3</sub> de conduto curvo correspondente à parte 3c fêmea ou macho do conector automático da extremidade do conduto 3 de junção, como representado na figura 2. O conduto 3 de junção é, então, realizada à superfície através da integração de partes 3d retilíneas, mudanças de direção importantes, de um modo geral, três ou quatro ou mais, criadas por segmentos 3c curvos, de um modo geral, com um ângulo de 90°, de modo a dar flexibilidade ao conduto 3 de junção. De fato, quando o conduto 1d assente no fundo do mar está sob pressão, a sua extremidade alonga-se ligeiramente e este alongamento aumenta quando a temperatura do petróleo aumenta. Assim, a sua extremidade fica mais perto da base 1<sub>2</sub>. Da mesma forma, em caso de despressurização e de arrefecimento do referido conduto, esta última retrai-se e a sua extremidade afasta-se da base 1<sub>2</sub>. Assim, as várias e importantes mudanças de direção do conduto 3 de junção destinam-se a dar flexibilidade à montagem e a permitir deslocamentos axiais ao longo de AA e BB, limitando, ao mesmo tempo, os níveis de tensão por flexão aceitáveis na montagem do referido conduto 3 de junção.

Ao procurar manter o petróleo bruto a uma temperatura elevada durante todo o percurso desde a cabeça do poço até a superfície, é vantajoso utilizar condutos isoladas, de um modo geral, de tipo PiP. No entanto, os condutos 3 de junção não são do tipo PiP, mas são, de um modo geral, isoladas por invólucros de espuma sintática ou revestimentos de materiais isolantes termoplásticos fabricados sob medida e montados lado a lado ao longo de todo o seu comprimento. O fabrico e instalação destes sistemas de isolamento são muito delicados e dispendiosos e, além disso, são propensos à abertura de fissuras ao longo do tempo, quando instalados no fundo do mar, devido aos grandes gradientes de temperatura a que são submetidos. De fato, a sua parede externa está à temperatura da água do mar, ou seja, 3-5°C, ao passo que em contato com o conduto de junção, a temperatura do

petróleo pode chegar aos 60-90°C ou mais.

O conduto 3 de junção isolada de acordo com a invenção é representada nas figuras 6A-6B-6C-6D em diversas fases de fabrico. É constituída por:

- 5 - uma parte 4 de conduto interno em aço constituída por segmentos 4a retilíneos e segmentos 4b curvos, estando a extremidade do referido conduto de junção equipada com a parte 3a fêmea de um conector automático,
- um invólucro 5 externo estanque de plástico com seção circular  
10 , apresentando uma flexibilidade tal que pode ser arqueado e adaptado ao raio de curvatura do segmento 4b curvo em torno do qual é instalado,
- elementos 6, 6a, 6b centralizadores em forma de colares em material rígido isolante, de um modo preferido, material plástico ou compósito, com uma seção transversal circular, na periferia dos quais assenta o referido  
15 invólucro externo, assegurando a manutenção da concentricidade entre o conduto interno 4 e o invólucro 5 externo, com:
  - elementos 6a centralizadores estanques impedindo a  
passagem do fluido de isolamento através do referido centralizador estanque  
e
  - 20 • elementos 6b centralizadores não estanques que permitem a passagem do fluido de isolamento através de orifícios 6b<sub>1</sub> de passagem, permitindo a passagem, de um lado e outro, do referido elemento centralizador não estanque e
- elementos-guia 7 longitudinais paralelos ao conduto interno,  
25 pelo menos, três, de um modo preferido, pelo menos, quatro elementos-guia solidários com a periferia dos elementos 6 centralizadores.

Neste documento, o termo «paralelo» significa que os referidos elementos-guia estão dispostos a uma distância constante do conduto interno.

30 Nas figuras 7A, 7B e 8B, vê-se que os colares constituindo os elementos centralizadores são constituídos por semicolares unidos entre si e montados, de modo estanque, em torno do conduto 4 interna.

O invólucro 5 externo flexível ou semirrígido pode, assim, ser enfiado desde uma extremidade livre do conduto 4 interna não compreendendo ainda a finalização por um conector 3a, 3b automático, para ser conduzido até à sua posição final por deslizamento sobre elementos-guia 7 em frente  
5 das partes retilíneas 4a e curvas 4b do conduto interno, como representado na figura 6c. Durante a introdução da parede tubular do invólucro 5 externo em torno do conduto 4 interna, o invólucro 5 externo é guiado através dos diferentes elementos-guia 7 e, especialmente, devido ao fato de o invólucro manter a sua seção transversal substancialmente circular quando é encurvado, como será descrito a seguir. Assim, a progressão axial do referido invólucro não é impedida pelos diversos elementos 6a, 6b centralizadores cujo  
10 diâmetro exterior é apenas ligeiramente menor que o diâmetro interno do referido invólucro externo.

A figura 6A representa, numa vista em planta, a extremidade do conduto interno equipada com um conector 3a automático, compreendendo  
15 o referido conduto interno uma parte 4b arqueada ou curva e uma parte 4a retilínea nas quais se instalaram previamente elementos centralizadores estanques 6a e não estanques 6b, mais próximo um dos outros na parte 4b curva do que na parte 4a retilínea. Por fim, colocam-se dois elementos 6a  
20 centralizadores estanques, respectivamente, nas duas extremidades do segmento 4b curvo, sendo estes últimos um pouco maiores do que os elementos centralizadores não estanques, de modo a poder fixar nos mesmos as extremidades dos segmentos de invólucro externo por envolvimento das referidas extremidades em torno e encostadas à superfície periférica cilíndrica dos referidos elementos 6a centralizadores estanques.  
25

Na figura 6B, instalaram-se elementos-guia 7 «paralelamente» ao conduto 4 interno, de um modo preferido, em continuidade uns com os outros ao longo de uma direção «paralela» a uma geratriz do conduto interno e distribuídos, de um modo preferido, uniformemente na periferia dos elementos 6a, 6b centralizadores, como representado nas figuras 7A-7B, onde são em número de quatro.  
30

Na Figura 6C, enfia-se uma parte de invólucro 5 externo flexível

em torno do segmento 4b curvo de conduto interno, desde a extremidade livre do segmento 4a retilíneo. O segmento de invólucro 5 externo estende-se, de um modo preferido, desde um primeiro elemento 6a centralizador estanque adjacente ao conector 3a automático, até um segundo elemento 6a centralizador estanque na outra extremidade do segmento 4b curvo, cobrindo, assim, o referido segmento de invólucro externo quatro outros elementos 6b centralizadores não estanques. As extremidades do segmento de invólucro externo flexível são firmemente unidas aos elementos centralizadores de extremidade através de meios de envolvimento, não representados. Assim, o volume compreendido entre o conduto 4b interno e o invólucro 5 externo e os elementos 6a centralizadores estanques é impermeabilizado. O referido volume pode, então, de um modo vantajoso, ser preenchido através de um orifício 6a<sub>1</sub> passível de ser fechado, representado nas figuras 8B e 8C, por um componente isolante praticamente incompressível, transferido para o estado líquido até ao preenchimento completo do referido volume. Em seguida, o orifício 6a<sub>1</sub> é fechado de modo permanente e perfeitamente estanque e o referido componente pode polimerizar em poucas horas para se reticular em forma de gel. Utiliza-se, por exemplo, um gel de poliuretano-querosene da Companhia ARKEMA (França), que é transferido no estado líquido após a mistura dos componentes e que reticula a frio em poucas horas na forma de gel.

Para garantir o preenchimento completo do volume, teve-se o cuidado de colocar o segmento em questão com um declive suficiente, para evitar bolsas de ar ao nível dos centralizadores não estanques intermédios e orifícios suplementares localizados tangencialmente ao invólucro externo, na parte superior dos referidos centralizadores não estanques, reduzem ainda mais os volumes das referidas bolsas de ar que poderiam estar aprisionadas.

Na figura 6D, enfia-se um segmento 5<sub>3</sub> de invólucro externo circular rígido, constituído a partir de um conduto extrudado de polietileno ou polipropileno com uma espessura de 4 a 15 mm, até atingir um centralizador 6a estanque. Em seguida, aquece-se, uniformemente, por exemplo, com ar

quente, uma extensão de 10 a 20 cm da extremidade do invólucro que, depois de amolecida, é envolvida de modo estanque sobre o referido elemento 6a centralizador de extremidade. A segunda extremidade do referido segmento 5<sub>3</sub> de invólucro é regulada em termos de comprimento para cooperar  
5 com um segundo elemento 6a centralizador estanque, não representado, em torno do qual é envolvida de modo estanque depois de ter sido aquecida para ser amolecida, como explicado anteriormente. Deve salientar-se que só é possível instalar um segmento de invólucro externo rígido se a parte de  
10 conduto interno correspondente não compreender uma parte de extremidade ou se uma parte retilínea não compreender qualquer parte curva desde a sua extremidade livre a partir do qual é enfiado o referido segmento de invólucro rígido. Neste caso, a extremidade do segmento 5<sub>3</sub> de invólucro externo retilíneo rígido é fixo no elemento 6a centralizador estanque ao qual está, igualmente, fixa a extremidade do segmento 5<sub>2</sub> de invólucro externo flexível  
15 curvo da figura 6D.

Na figura 3, representou-se uma primeira versão do invólucro externo constituindo um invólucro 5<sub>1</sub> externo rígido obtido a partir de um conduto plástico extrudado, nomeadamente, em polipropileno com uma espessura de 1 a 8 mm, de um modo preferido, 2 a 5 mm e apresentando estrias ou  
20 ranhuras 5<sub>1a</sub> com perfil arredondado ou oco regularmente espaçadas a cada 5 a 10 cm na direção longitudinal axial do invólucro externo. As referidas estrias são obtidas diretamente durante o processo de fabrico por deformações localizadas a quente, antes do endurecimento do material plástico extrudado, após arrefecimento. Estas estrias apresentam uma largura e uma  
25 profundidade de, aproximadamente, 1 a 2 cm, para um diâmetro total do invólucro externo de 25 a 50 cm, de um modo preferido, 35 a 45 cm. As bainhas deste tipo são normalmente utilizadas como bainhas de condutos eléctricas a enterrar no solo ou integradas em elementos de alvenaria ou, ainda, como  
30 dreno.

Estas estrias anelares constituem elementos de reforço do invólucro, conferindo-lhe uma rigidez de forma na sua seção transversal, permitindo, assim, manter a forma substancialmente circular da seção transversal

do invólucro, apesar da sua forma curva, se necessário.

As bainhas aneladas deste tipo são comercializadas pela Companhia Courant (França), com a referência «dreno agrícola».

Na figura 4 representou-se, numa vista lateral, uma segunda  
5 . versão 5<sub>2</sub> preferida de um invólucro 5 externo de acordo com a invenção, apresentando uma maior flexibilidade. É constituída, como representado pela seção transversal nas figuras 4A-4B, por uma tira 5<sub>2b</sub> plástica ou em tela impermeável revestida com poliuretano compreendendo um elemento de reforço em forma de fio ou de vareta 5<sub>2</sub> em aço, aço inoxidável ou plástico  
10 . envolvido no material termoplástico ou no material constitutivo da referida tela, ou, ainda, uma vareta de poliamida ou de polipropileno, termossoldada ou colada na referida tela. O fio é disposto ao longo da direção longitudinal da referida faixa ou tira. O invólucro 5<sub>2</sub> flexível é obtido por enrolamento em espiral em torno de um mandril 5<sub>4</sub> rígido cujo diâmetro externo é apenas ligeiramente maior que o diâmetro externo dos elementos 6a-6b centralizados,  
15 . estando as espiras solidarizadas entre si durante o enrolamento, por exemplo, por soldadura, por fusão com roletes a quente ou por ultrassons com roletes, da sua borda 5<sub>5</sub> sobreposta, como representado na figura 4B. O fio ou vareta 5<sub>2a</sub> depois do enrolamento em espiral forma um elemento estrutural de reforço de forma helicoidal que, como uma mola e, pela mesma razão que as estrias 5<sub>1a</sub> da primeira forma de realização da figura 3, permite manter com uma forma substancialmente circular a seção transversal substancialmente circular do invólucro externo quando este é arqueado, como representado na figura 5. Este tipo de invólucro por enrolamento em espiral  
25 . de uma faixa ou tira compreendendo um elemento de reforço longitudinal é normalmente utilizado no fabrico de condutos de ventilação de grande diâmetro, sendo estes condutos comercializadas, por exemplo, pela companhia Masterflex (França), com a referência Master-PUR-LAE. Além disso, esta forma de realização é particularmente preferida porque, procedendo desse modo, obtém-se, a partir de um rolo de faixa reforçada, um invólucro externo com um diâmetro desejado, por simples alteração do diâmetro do mandril no qual se fabrica, continuamente, o referido invólucro externo. Esta forma de  
30 .

realização também é vantajosa porque é, então, possível transportar num volume muito pequeno um grande estoque de faixas deste tipo e fabricar, no local e a pedido, em termos de diâmetro e comprimento, os elementos de invólucro necessários para a realização dos vários segmentos do referido

5 . conduto de junção. Os invólucros externos acabados, tanto nas formas de realização das figuras 3 como da 4, ocupam um volume muito grande, mesmo que sejam altamente comprimidos e configurados em acordeão.

Na figura 5, representou-se um segmento  $5_2$  de invólucro externo flexível de acordo com a figura 4, numa posição retilínea na parte superior da

10 . figura e numa posição arqueada em torno de uma parte  $4b$  de conduto interno curva na parte inferior da figura.

Os condutos 3 de junção têm formas e comprimentos muito variados. As mais pequenas têm um comprimento de 10 a 15 m e as mais compridas podem atingir e exceder 100 m. Assim, para construir um conduto de

15 junção completa procede-se, de um modo vantajoso, em vários segmentos, como explicado na figura 8. A título de exemplo, o conduto de junção apresenta uma distância de 75 m entre as extremidades dos conectores  $3a$  e  $3b$  automáticos e tem um comprimento desenvolvido de 127 m. É preparada em dois segmentos  $3_1-3_2$  que estarão, na fase final, ligados por soldadura das

20 extremidades  $4_3$  de dois segmentos  $4_1-4_2$  de conduto interno em aço em  $3_3$ . O fabrico do segmento  $4_1$  do conduto interno do segmento  $3_1$  de conduto de junção inclui a colocação do conector  $3a$  automático na sua extremidade e, em seguida, a instalação dos elementos  $6a-6b$  centralizadores dos elementos 7 guia, seguida pelo enfiamento desde a extremidade  $4_3-3_3$  de um primeiro comprimento  $L_1$  de segmento  $5_1$  de invólucro externo semirrígido de

25 tipo da figura 3, seguido por um segundo comprimento  $L_2$  de segmento  $5_1$  de invólucro externo semirrígido, seguido por um terceiro comprimento  $C_1$  curvo de invólucro flexível de tipo  $5_2$ , seguido por um quarto segmento retilíneo de comprimento  $L_3$  de invólucro  $5_1$  externo de tipo semirrígido e, finalmente, por

30 um último segmento curvo de comprimento  $C_2$  de um invólucro  $5_2$  externo flexível. Da mesma forma, uma segunda parte  $3_2$  de conduto de junção é pré-fabricada a partir de uma parte  $4_2$  de conduto interno compreendendo

uma pluralidade de partes 4b curvas e de partes 4a retilíneas e um conector 3b automático numa das suas extremidades. Da mesma forma, aplicam-se à referida parte 4<sub>2</sub> de conduto interno elementos 6a-6b centralizadores e os elementos 7 guia. E, da mesma forma, os segmentos de invólucros externos

5 semirrígidos 5<sub>1</sub> e flexíveis 5<sub>2</sub> são enfiados em segmentos de conduto interno retilínea de comprimento L4 a L9 para os segmentos de invólucro externo semirrígido 5<sub>1</sub> e em torno de segmentos curvos de comprimento C3 a C4 para os invólucros 5<sub>2</sub> externos flexíveis. No entanto, o último segmento retilíneo de comprimento L4 pode ser coberto com um invólucro 6 externo rígido,

10 porque este não ultrapassa a curva quando é instalado a partir da extremidade 4<sub>3</sub> livre da parte 4<sub>2</sub> de conduto interno. Cada segmento de invólucro externo é circundado, hermeticamente, sobre elementos centralizadores estanques que delimitam as extremidades dos diferentes segmentos retilíneos de comprimento L1 a L9 e curvos de comprimento C1 a C4, com exceção da

15 extremidade direita do último segmento C2 curvo da parte 3<sub>1</sub> de conduto de junção. A extremidade esquerda do segmento L4 de invólucro 6 externo rígido pode ser envolvida, hermeticamente, sobre um elemento centralizador localizado a 30-40 cm da extremidade 4<sub>3</sub> da parte 4<sub>2</sub> de conduto interno, de modo a que as duas partes 4<sub>1</sub>-4<sub>2</sub> de conduto interno possam ser soldadas

20 entre si, nas suas extremidades 4<sub>3</sub>, para formar uma montagem m3<sub>3</sub> soldado e, assim, constituir um conduto 3 de junção por montagem das duas partes 3<sub>1</sub> e 3<sub>2</sub> de conduto 3 de junção. A parte C2 de invólucro externo arqueada é, de um modo vantajoso, comprimida como um acordeão antes da soldadura das extremidades 4<sub>3</sub> para desobstruir a zona de soldadura e permitir o acesso de máquinas de soldadura automatizadas. Após o teste de pressão final para testar a soldadura das extremidades 4<sub>3</sub> das partes 4<sub>1</sub>-4<sub>2</sub> de conduto interno, os elementos-guia 7 na zona de soldadura são colocados e o invólucro C2 flexível é estendido até atingir o elemento 6a centralizador comum com o segmento de invólucro 6 externo rígido de comprimento L4, no qual é,

25 em seguida, envolvido hermeticamente. Por fim, os vários segmentos L1 a L9 e C1 a C4 são, sucessivamente, preenchidos com material isolante em estado fluido para formar um gel isolante após reticulação.

30

Os elementos 6a centralizadores estanques são representados de forma ampliada relativamente aos elementos 6b centralizadores não estanques porque recebem as extremidades de dois segmentos adjacentes de invólucro externo, sendo, cada uma destas, envolvida, hermeticamente, sobre metade da largura do referido elemento centralizador. Os elementos centralizadores constituem, assim, pontos duros nos quais se vai instalar, além disso e de um modo vantajoso, uma pluralidade de linguas de elevação necessárias para o deslocamento da montagem durante o seu transporte para o local e a sua instalação no fundo do mar entre o conduto 1d submarina e a base 1<sub>2</sub>.

Na figura 8A, representaram-se os segmentos retilíneos de comprimento L1-L2 de conduto 4a interna retilínea equipados, nas suas extremidades, com elementos 6a centralizadores estanques e com cinco elementos 6b centralizadores não estanques, ao nível das zonas L1 e L2, bem como elementos-guia 7 laterais apenas para a zona L1.

A figura 8B é uma vista em corte frontal ao longo do plano CC da figura 8A de um elemento 6a centralizador estanque compreendendo dois orifícios 6a<sub>1</sub> passíveis de serem fechados que permitem a injeção de produto isolante no estado líquido, localizados na parte superior do elemento centralizador, em que o orifício da direita dirige o produto injetado para a zona L1, enquanto o orifício da esquerda dirige o produto injetado para a zona L2.

A figura 8C é uma vista em planta relativa à figura 8B que pormenoriza o percurso do produto injetado, respectivamente, para as zonas L1 e L2 a partir dos dois orifícios 6a<sub>1</sub> e ilustra o limite de inserção dos invólucros externos dos segmentos L1 e L2, de modo a cobrir o elemento 6a centralizador estanque comum sobre o qual estão envolvidos, sem cobrir os referidos orifícios 6a<sub>1</sub> de inserção de material isolante, de modo a desobstruir o acesso pelo exterior aos referidos orifícios 6<sub>1</sub> e para executar as injeções de produto isolante.

A título de exemplo, o conduto de junção da figura 8 apresentando um comprimento desenvolvido de 127 m é constituída por um conduto interno de aço com um diâmetro externo de 200 mm e uma espessura de 19

- mm, um invólucro externo flexível ou semirrígido com um diâmetro interno de 480 mm, o que representa uma espessura de gel de 140 mm. As diferentes curvas do conduto de junção da figura 8 apresentam raios de curvatura com um comprimento igual a 5 vezes o diâmetro externo do conduto interno. A
- 5 . montagem pesa 28,6 toneladas, das quais 10,7 toneladas para o aço do conduto interno, 1 tonelada para os dois conectores automáticos, 19 m<sup>3</sup> de gel de tipo querosene-poliuretano, com uma densidade de 0,85, ou seja, 16,1 toneladas e cerca de 0,75 toneladas de centralizadores e invólucro externo.
- 10 . Os 140 mm de gel de gasóleo-poliuretano da Companhia Arke-  
ma conferem ao conduto um desempenho térmico (U-value) de 2,0 W/m<sup>2</sup>xK,  
e é equivalente ao sistema de isolamento térmico de tipo de espuma sintáti-  
ca poliuretano (GSPU), de acordo com a técnica anterior, com uma espessu-  
ra de 180 mm.
- 15 Assim, o sistema de isolamento da invenção é radicalmente  
mais eficiente que o da técnica anterior com a espuma sintática, menos dis-  
pendioso, contínuo ao longo da sua periferia e comprimento e, além disso,  
não propenso à abertura de fissuras ao longo do tempo, como é o caso da  
espuma sintática.
- 20 Os condutos foram descritos acima com base em montagens en-  
tre partes de condutos retilíneos e partes de condutos de junção curvos e  
planos, ou seja, em que o eixo das duas partes de condutos unidas está  
sempre contido num mesmo plano. Mas, permanece-se no espírito da inven-  
ção, se as referidas partes de condutos unidos forem dispostas em espiral,  
25 ou seja, com um eixo substancialmente em configuração helicoidal em todo  
ou parte do seu comprimento.

## REIVINDICAÇÕES

1. Conduto de junção submarina isolado termicamente assegurando a junção entre duas partes de condutos submarinos isolados termicamente, compreendendo o referido conduto (3) de junção um conduto (4) interno curvo rígido, de um modo preferido, em aço e apresentando um raio de curvatura de 3 a 10 vezes o seu diâmetro externo, de um modo preferido, 4 a 5 vezes o seu diâmetro externo, revestida com um material isolante térmico, compreendendo:
- 5
- um invólucro (5, 5<sub>1</sub>-5<sub>2</sub>) externo em torno do referido conduto interno, em material flexível ou semirrígido, acompanhando a forma curva do referido conduto interno, de modo concêntrico,
- 10
- a parede tubular do referido invólucro externo que compreende elementos (5<sub>1a</sub>-5<sub>2a</sub>) estruturais de reforço de forma anelar ou helicoidal aptos a permitir a curvatura da referida parede tubular do invólucro externo, mantendo, ao mesmo tempo, a sua seção transversal substancialmente uniforme, de um modo preferido, substancialmente circular e concêntrica em relação à seção transversal do referido conduto interno, apesar da sua curvatura para acompanhar o contorno curvo do referido conduto interno seguindo o seu referido raio de curvatura,
- 15
- caracterizado por compreender:
- 20
- uma pluralidade de elementos de suporte denominados elementos (6, 6a, 6b) centralizadores em material rígido plástico ou compósito intercalados entre o referido conduto (4) interno e o referido invólucro (5) externo, de modo a manter as seções transversais dos referidos invólucro (5) externo e conduto (4) interno substancialmente concêntricas, estando os referidos elementos centralizadores espaçados na direção axial do referido conduto a intervalos de, pelo menos, 1 m, de um modo preferido, de 3 a 10 m, e
- 25
- uma pluralidade de elementos (7) guia longitudinais constituídos por material rígido ou semirrígido, dispostos a uma distância substancialmente constante da superfície do conduto (4) interno curvo, estendidos entre dois elementos (6, 6a, 6b) centralizadores sucessivos, na periferia dos quais as
- 30

extremidades dos referidos elementos (7) guia longitudinais assentam, de um modo preferido, pelo menos, quatro referidos elementos-guia uniformemente distribuídos na periferia dos referidos elementos (6) centralizadores e

- um material isolante térmico praticamente incompressível em  
5 forma de gel preenchendo completamente o espaço anelar entre o referido conduto (4) interno e o referido invólucro (5) externo.

2. Conduto (3) de junção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o referido invólucro externo apresentar uma parede (5<sub>1</sub>) tubular sólida extrudada e os referidos elementos estruturais de reforço serem  
10 elementos (5<sub>1a</sub>) de forma anelar constituídos por ranhuras, ondulações ou estrias reentrantes regularmente espaçadas na direção axial longitudinal da referida parede tubular com uma seção transversal circular.

3. Conduto (3) de junção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a referida parede tubular ser constituída por um enrolamento  
15 em espiral de uma faixa (5<sub>2</sub>) ou tira de material plástico ou têxtil flexível revestida com um polímero compreendendo um referido elemento (5<sub>2a</sub>) estrutural de reforço de forma helicoidal constituído por um fio ou vareta em ferro ou material plástico semirrígido, de um modo preferido, um fio ou vareta com um diâmetro de 1 a 8 mm, colado ou termossoldado à superfície externa da  
20 tira ou, de um modo preferido, envolvido na massa do material constituinte da referida tira e formando, assim, uma protuberância na superfície externa da referida tira.

4. Conduto (3) de junção, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por compreender elementos (6a) centralizadores estanques compreendendo, de um modo preferido, orifícios (6a<sub>1</sub>) pas-  
25 síveis de serem fechados permitindo o enchimento, com material isolante fluido, do espaço entre dois elementos (6a) centralizadores estanques sucessivos com, pelo menos, um elemento centralizador estanque em cada extremidade, de um modo preferido, pelo menos, um elemento centralizador  
30 estanque em intervalos de, pelo menos, 1 m, ainda de um modo preferido, de 3 a 10 m, e elementos (6b) centralizadores não estanques compreendendo reentrâncias (6b<sub>1</sub>) permitindo a circulação de material isolante fluido atra-

vés das referidas reentrâncias dos referidos elementos centralizadores não estanques durante o enchimento entre dois elementos centralizadores estanques consecutivos.

5 5. Conduto (3) de junção de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os referidos elementos (6, 6a, 6b) centralizadores serem constituídos por colares em material rígido dispostos em torno e contra o referido conduto (4) interno e nos quais assenta o referido invólucro (5) externo.

10 6. Conduto de junção de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por o referido gel isolante compreender um primeiro componente apresentando propriedades de isolamento térmico, tais como alcanos, compreendendo uma cadeia de hidrocarbonetos de, pelo menos, seis átomos de carbono, de um modo preferido, pelo menos, dez átomos de carbono, em mistura com um segundo componente consistindo  
15 num componente polimérico gelificante ou de efeito estruturante, nomeadamente, por reticulação, tal como um componente de tipo poliuretano, poli-propileno, polietileno ou silicone, apresentando-se o referido primeiro componente, de um modo preferido, na forma de partículas ou de microcápsulas dispersas dentro de uma matriz do referido segundo componente gelificado  
20 ou reticulado, confinando, assim, a referida matriz o referido primeiro componente isolante.

7. Conduto de junção, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o referido gel isolante ser uma mistura de querosene e poliuretano.

25 8. Conduto (3) de junção, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado por compreender um elemento de conexão, de um modo preferido, uma parte macho ou fêmea de um conector (3a, 3b) automático em cada extremidade.

30 9. Conduto (3) de junção, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por compreender, pelo menos, dois segmentos (3c) curvos, espaçados por, pelo menos, um segmento (3d) retilíneo de conduto, de um modo preferido, pelo menos, 3 segmentos (3c) curvos

e, pelo menos, dois segmentos (3d) retilíneos entre os referidos segmentos curvos.

10. Processo de fabricação de um conduto de junção isolado termicamente, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por se realizarem as seguintes etapas, nas quais:

1) se aplicam, de um modo preferido, elementos (6, 6a, 6b) centralizadores, de um modo preferido, regularmente espaçados na superfície de um referido conduto (4) interno curvo com, pelo menos, dois referidos elementos (6a) centralizadores estanques, respectivamente, em cada extremidade e, de um modo preferido, elementos (6b) centralizadores não estanques entre os elementos (6a) centralizadores estanques de extremidade e

2) se aplicam, de um modo preferido, os referidos elementos-guia (7) longitudinais estendidos sobre e entre os referidos elementos (6, 6a, 6b) centralizadores sucessivos, nos quais estão assentes e, estão, se for caso disso, fixos,

3) se enfia um referido invólucro (5) externo flexível (5<sub>2</sub>) ou semi-rígido (5<sub>1</sub>) em torno do referido conduto interno, estando as extremidades do referido invólucro externo, de um modo preferido, envolvidas em torno e encostadas aos referidos elementos centralizadores de extremidade, pelo menos,

4) se preenche completamente o espaço livre entre os referidos conduto (4) interno e invólucro (5) externo com um referido material isolante térmico, despejado no estado líquido, de um modo preferido, através de orifícios (6a) passíveis de serem fechados ao nível dos referidos elementos (6a) centralizadores estanques.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 10, em que se fabrica um referido conduto de junção compreendendo uma pluralidade de segmentos (3c) curvos e uma pluralidade de segmentos (3d) retilíneos, caracterizado por se realizarem etapas nas quais:

1) se realizam duas partes (4<sub>1</sub>,4<sub>2</sub>) do referido conduto (4) interno, compreendendo, cada, pelo menos, um segmento (4b) curvo, de um modo preferido, pelo menos, 2 segmentos (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>) curvos e, pelo menos, um

segmento (4a) retilíneo, de um modo preferido, pelo menos, dois segmentos (L1-L3, L5-L9) retilíneos,

2) se aplicam referidos elementos (6a-6b) centralizadores às referidas partes de conduto interno e referidos elementos-guia (7) aos referidos elementos (6) centralizadores, delimitando, de um modo preferido, os elementos (6a) centralizadores estanques as extremidades de cada segmento curvo (C1-C2, C3-C4) e retilíneo (L1-L3, L4-L9),

3) se enfiam segmentos do referido invólucro (5) externo flexível ou semirrígido (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>) em torno dos referidos segmentos (6<sub>1</sub>, 6<sub>4</sub>) curvos ou retilíneos (L<sub>1</sub>, L<sub>9</sub>) das referidas partes de conduto interno por cima dos referidos elementos (6) centralizadores e referidos elementos-guia (7) e

4) se solidarizam os referidos segmentos de invólucro externo, de um modo preferido, ao nível dos referidos elementos (6a) centralizadores estanques nas extremidades de cada um dos referidos segmentos (C1-C4, L1-L9), retilíneos e curvos de conduto interno, com exceção, de um modo preferido, de uma extremidade do segmento na extremidade (3<sub>3</sub>) de, pelo menos, uma das referidas partes (3<sub>1</sub>-3<sub>2</sub>) de conduto de junção assim constituídos, para permitir a dobragem da referida extremidade de invólucro externo ao nível da zona de soldadura da etapa 5),

5) se realizar uma montagem por soldadura topo a topo das duas extremidades (4<sub>3</sub>) das duas referidas partes de conduto (4) interno,

6) se realizar a junção das extremidades dos dois segmentos finais dos referidos invólucros (5) externos flexíveis ou semirrígidos em frente da zona de soldadura da etapa 5) e

7) se realizar o enchimento, com material isolante térmico, dos espaços livres entre os referidos segmentos de invólucro externo e os referidos segmentos de conduto interno, despejando-o, em forma líquida, de um modo preferido, ao nível de orifícios (6a<sub>1</sub>) passíveis de serem fechados, nos referidos elementos centralizadores estanques nas extremidades dos referidos segmentos (L1-L9, C1-C4).

1/4

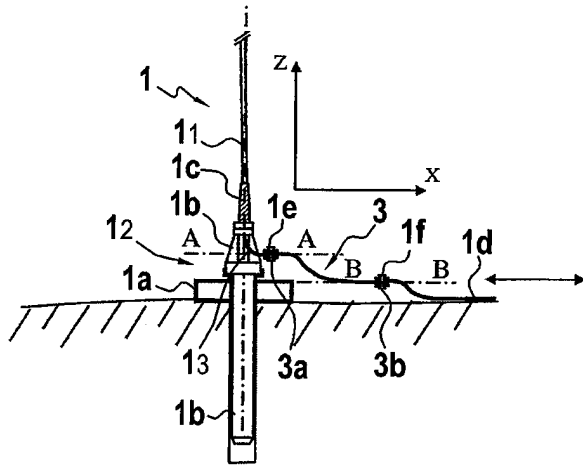


FIG. 1

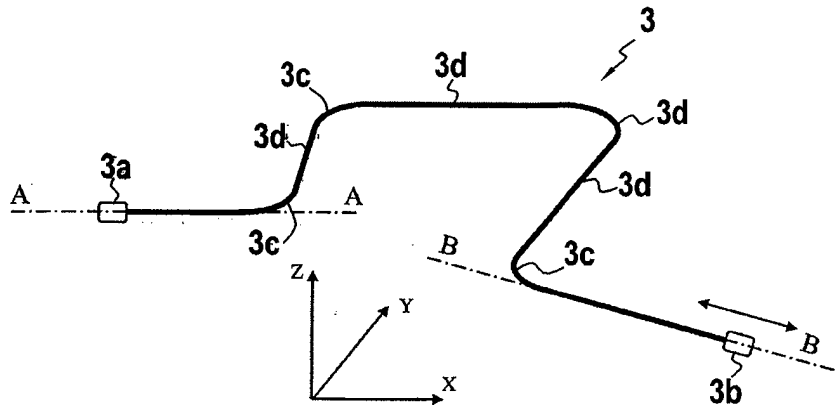


FIG. 2

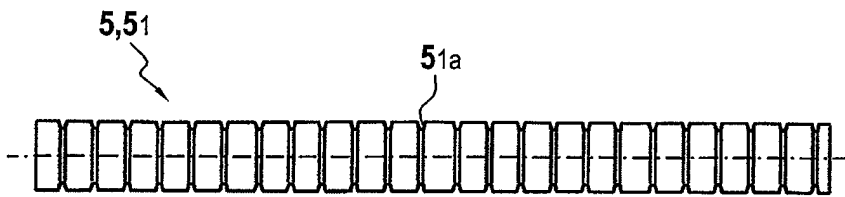


FIG. 3

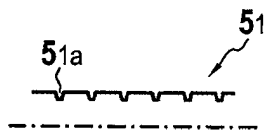


FIG. 3A

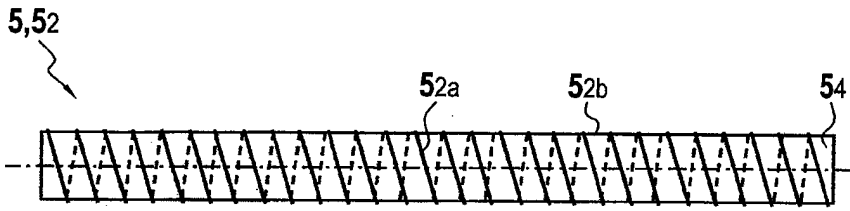


FIG. 4

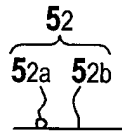


FIG. 4A

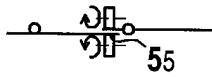
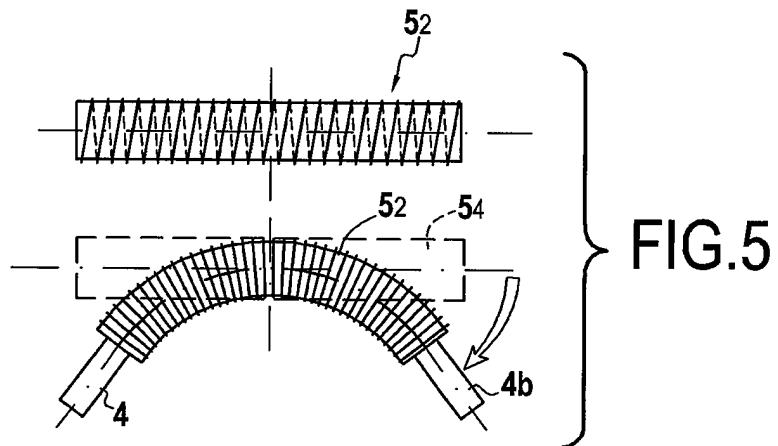


FIG. 4B



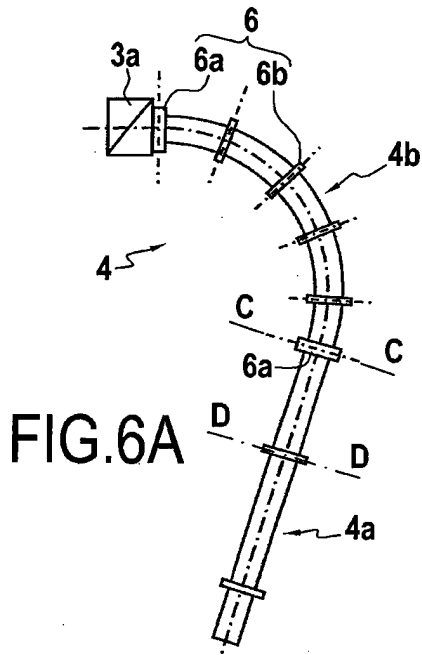


FIG. 6A

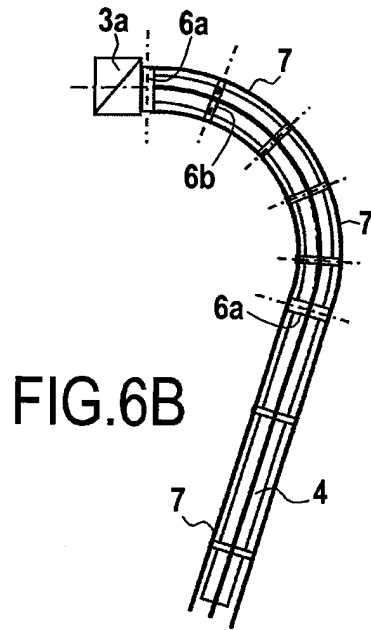


FIG. 6B

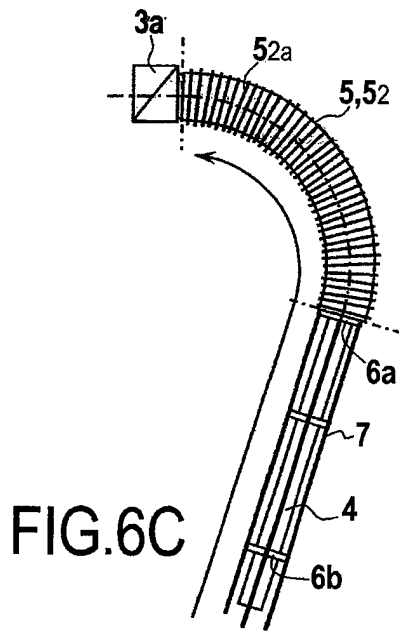


FIG. 6C

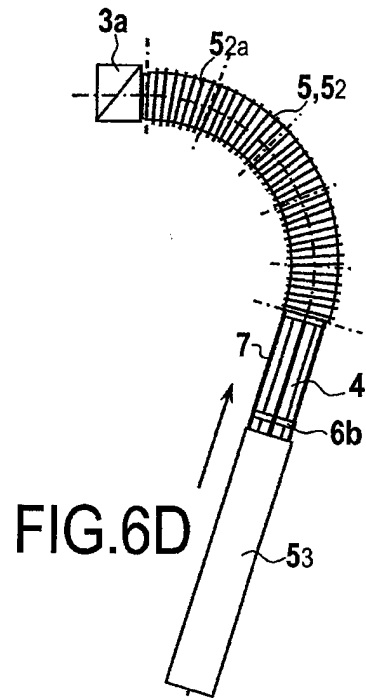


FIG. 6D

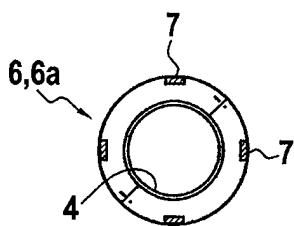


FIG. 7A

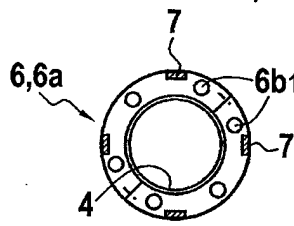


FIG. 7B

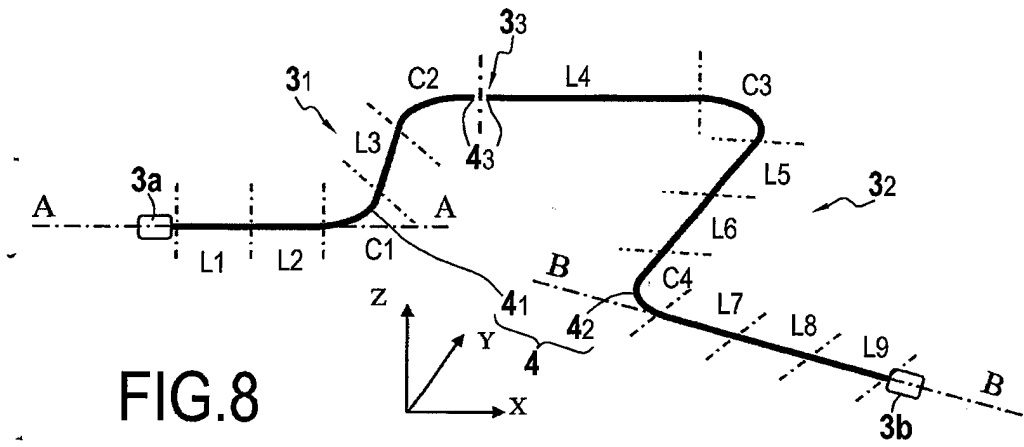


FIG. 8

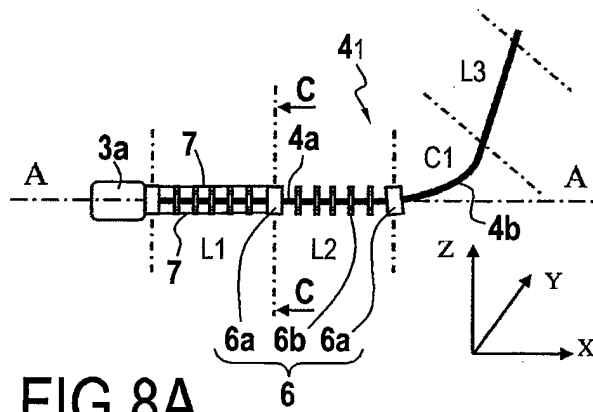


FIG. 8A

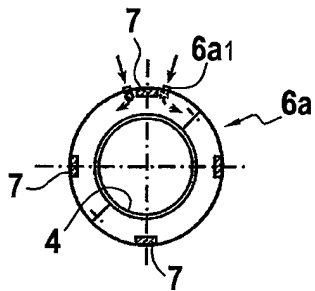


FIG. 8B

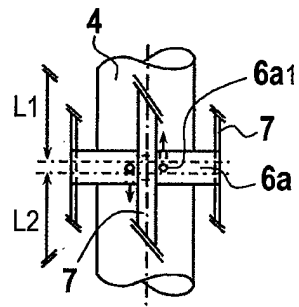


FIG. 8C