



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

(11) PI 0821887-0 B1



(22) Data do Depósito: 11/01/2008

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: CABO DE FORÇA PLANO

(51) Int.Cl.: H01B 7/08; H01B 7/288.

(73) Titular(es): PRYSMIAN S.P.A..

(72) Inventor(es): EL-FITYANI WALID.

(86) Pedido PCT: PCT IT2008000019 de 11/01/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/087696 de 16/07/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/07/2010

(57) Resumo: CABO DE FORÇA PLANO Um cabo de força plano compreende pelo menos dois núcleos (2) dos quais pelo menos dois compreendem um elemento isolado transmissor de força (3,4) e uma bainha protetora (5) disposta em posição radialmente externa com relação ao elemento isolado transmissor de força (3,4). Os núcleos (2) são dispostos em um eixo transversal comum (X-X) e uma blindagem externa (9) contém os núcleos (2). Dentro de dita blindagem (9), núcleos adjacentes (2) e uma superfície interna (12) da blindagem (9) delimitam espaços intersticiais vazios (10). O cabo plano (1) compreende enchimentos intumescíveis (13) dispostos em ditos espaços intersticiais vazios (10). Em uma seção transversal do cabo (1), cada um dos enchimentos intumescíveis (13), em uma configuração não intumescida, apresenta uma área de seção transversal menor que uma área de seção transversal do respectivo espaço intersticial vazio (10). Os enchimentos intumescíveis (13) intumescem pela absorção de fluidos nos quais o cabo de força plano (1) é submerso e se alarga, enchendo todos dos interstícios, empurrando contra os núcleos e a blindagem e constringendo o cabo em sua configuração plana.

“CABO DE FORÇA PLANO”

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a um cabo de força plano. O cabo de força deve ter adequada capacidade de transportar corrente e
5 suficiente resistência dielétrica para minimizar perdas elétricas e falhas, mesmo sob condições ambientais adversas.

A US 3.889.049, por exemplo, ensina as condições dentro de um poço. As condições ambientais do poço variam geralmente na dependência do local geográfico. Em alguns casos, o fluido de poço é
10 altamente corrosivo e em muitos casos as temperaturas de poço excedem aproximadamente 135°C (275°F). A maioria dos fluidos de poço de petróleo inclui salmouras contendo gás H₂S dissolvido, carbonatos e sais, e grandes volumes de óleo. A pressão de fluido em poços pode ser muito alta e em muitos casos exceder aproximadamente 270 atm man. (4.000 psig).
15 Adicionalmente, os poços são muito profundos, em média aproximadamente 2 a 3 km (8.000 a 10.000 pés). O cabo elétrico deve possuir suficiente resistência física para permitir a inserção do motor e cabo até estas profundidades e a superfície externa do cabo deve resistir à abrasão associada com a inserção. Dentre estas aplicações, existem cabos elétricos submersíveis
20 planos usados para transportar energia elétrica para os aparelhos submersíveis (isto é, os motores) para uso em poços de petróleo, de mineral e de água. O formato plano desses cabos permite que a passagem do mesmo através de vias estreitas em poços de petróleo ou de diâmetro relativamente pequeno, onde um cabo redondo maior poderia causar interferência ou outros problemas,
25 como ensinado, por exemplo, pela US 4.600.805.

Um exemplo de cabo plano usado em ambiente hostil é comercializado pela Requerente com o nome de marca Devilead® Flat Pump Cable. Tal cabo tem três condutores isolados com um composto à base de EPDM (monômero de etileno propileno dieno). Cada condutor isolado é

revestido por uma bainha de chumbo. Uma blindagem de fita de aço enrolada circunda os três condutores isolados e revestidos. A presença de dita bainha de chumbo protege os cabos condutores isolados contra óleo, produtos químicos e gases, e a descompressão de isolamento, mas também aumenta o peso de cabo.

Um cabo mais leve, por exemplo, é comercializado pela Requerente com o nome de marca Deviline® Flat Cable, em que cada um dos três condutores, isolados por uma camada à base de polipropileno, é protegido por uma bainha polimérica (à base de, por exemplo, borracha de monômero de etileno propileno dieno, EPDM). Por sua vez, a bainha polimérica é helicoidalmente sobreposto com fita de fluoropolímero (por exemplo, de politetrafluoretileno PTFE). Uma blindagem de fita de aço enrolada circunda os três condutores isolados e revestidos. A combinação de bainha polimérica/fita de fluoropolímero provê os condutores isolados com proteção contra calor, óleo, produtos químicos e descompressão.

Observou-se que, em alta temperatura, o ambiente de gás/óleo ou por causa de variação em pressão, a bainha polimérica tende a intumescer ou se expandir nos espaços vazios intersticiais sob a blindagem, possivelmente causando um desarranjo de fitas ou entrançados que envolvem a bainha e/ou prejudicam a geometria de cabo, ou, ambos os resultados eventualmente levando à falha do cabo. O intumescimento da bainha polimérica e o desarranjo das fitas podem fazer com que os condutores isolados se movam uns com relação aos outros. Sob tais circunstâncias, os núcleos isolados perdem sua configuração - uma ocorrência altamente indesejável - e isto eventualmente conduz a falhas do cabo.

A US 7.009.113 se ocupa com um cabo elétrico de alta temperatura tendo um enchimento intersticial e com o problema de melhorar a redondeza do cabo. O cabo elétrico inclui um condutor isolado central e uma pluralidade de condutores isolados externos dispostos em torno do condutor

isolado central, o condutor isolado central e a pluralidade de condutores isolados externos formando um primeiro conjunto de interstícios entre eles e a pluralidade de condutores isolados externos formando um segundo conjunto de interstícios entre eles. O cabo elétrico inclui ainda um material de enchimento que substancialmente enche pelo menos uma porção do primeiro conjunto de interstícios e pelo menos uma porção do segundo conjunto de interstícios e um invólucro encerrando os condutores e o material de enchimento. Material de enchimento, tal como um mastique cerâmico, um fluoroelastômero, e/ou uma graxa fluorada ou óleo são exemplificados. O cabo elétrico inclui ainda um cordão de fios disposto em pelo menos um do segundo conjunto de interstícios, um material de enchimento substancialmente enchendo pelo menos uma porção do primeiro conjunto de interstícios e substancialmente enchendo pelo menos uma porção do segundo conjunto de interstícios em torno do fio, e uma camada de fita encerrando os condutores, o fio, e o material de enchimento. Em uma forma de concretização, o cordão de fios compreende tetrafluoroetileno.

A US 2007/0027245 se refere geralmente ao campo de exploração de petróleo, produção, e teste, e mais especificamente a materiais elastoméricos intumescíveis e seus usos em tais empreendimentos. Em particular, ela descreve um aparelho compreendendo uma composição elastomérica intumescível com características químicas peculiares. Tal aparelho inclui aqueles em que o elemento de campo de petróleo pode ser qualquer elemento exposto a água, água salgada, fluidos de pH baixo e alto, e/ou fluidos de hidrocarboneto, tais como, dentre outros, vedações e isoladores usados em componentes elétricos, tais como fio de metal e blindagem e/ou semicondutora de cabo e/ou envolvimento, bainhas de cabo de força.

Um outro problema confrontado na operação de cabos posicionados no ambiente hostil descrito aparece a partir da presença de

hidrocarbonetos de baixo peso molecular, como gás metano, como revelado, por exemplo, pela US 3.800.066. Nas profundidades do furo de poço e em temperaturas acima de 150°, que são muito comuns, gás pode permear a matriz do cabo devido a um fenômeno que pode ser chamado de difusão
5 ativada.

Verificou-se que o cabo da técnica anterior adota estruturas complexas e/ou pesadas para assegurar o desempenho do cabo em um ambiente hostil.

O peso dos cabos conhecidos aumenta também os custos para
10 transporte e o tempo necessário para a instalação nos furos de poço.

Foi visado reduzir o peso e a complexidade dos cabos planos conhecidos, assegurando ao mesmo tempo a estabilidade de sua geometria plana tanto durante o transporte quanto dentro do poço, quando submersos nos fluidos acima mencionados, enquanto mantém uma proteção efetiva
15 contra produtos químicos e ambiente hostil (altas temperatura e pressão).

Constatou-se que a adoção de enchimentos intumescíveis colocados dentro dos espaços intersticiais entre os núcleos e tendo, em uma configuração não intumescida, uma área de seção transversal menor que aquela de ditos espaços poderia manter a posição de um núcleo com relação
20 aos outros, assegurando a estabilidade da configuração geométrica plana.

Antes da instalação do cabo plano de acordo com a invenção dentro do poço e antes da submersão de dito cabo nos fluidos de poço, o enchimento intumescível preenche somente parte do espaço disponível dentro dos interstícios. Em vista da quantidade limitada de material dos enchimentos,
25 o peso e a rigidez do cabo plano durante transporte e antes de instalação são reduzidos com relação aos cabos conhecidos da técnica anterior. Depois da instalação do cabo plano dentro do poço, quando dito cabo entra em contato com os fluidos de poço e quando ditos fluidos se infiltram através da blindagem , eles são absorvidos pelos enchimentos intumescíveis. Os

enchimentos intumescíveis intumescem e aumentam, enchem todos dos interstícios e empurram contra os núcleos e a blindagem, contendo e mantendo o cabo em sua configuração original.

Por conseguinte, em um primeiro aspecto, a presente invenção se refere a um cabo plano compreendendo pelo menos dois núcleos dos quais pelo menos dois de ditos núcleos compreendem um elemento isolado transmissor de força e uma bainha protetora disposta em posição radialmente externa com relação a dito elemento isolado transmissor de força; ditos núcleos sendo dispostos em um eixo transversal comum; uma blindagem externa contendo ditos núcleos; dentro de dita blindagem, núcleos adjacentes e uma superfície interna de dita blindagem delimitando espaços intersticiais vazios; em que dito cabo plano compreende enchimentos intumescíveis dispostos em ditos espaços intersticiais vazios; em que, em uma seção transversal de dito cabo, cada um de ditos enchimentos intumescíveis em uma configuração não intumescida apresenta uma área de seção transversal menor que uma área de seção transversal do respectivo espaço intersticial vazio.

Preferivelmente, o cabo de força plano é um cabo submersível.

Na presente descrição e nas reivindicações, como "cabo submersível" é entendido um cabo de força usado para fornecer eletricidade para os motores submersíveis para uso em poços de petróleo, de mineral ou de água.

Preferivelmente, ditos enchimentos intumescíveis são feitos de uma composição à base de um material polimérico, selecionado dentre copolímero de propileno com uma C_2-C_6 alfa-olefina, por exemplo, copolímeros de etileno-propileno, opcionalmente na presença de um ou mais monômeros adicionais, por exemplo, um monômero de dieno; copolímero de etileno com pelo menos uma C_4-C_{14} alfa-olefina, opcionalmente em mistura com um alquileno de etileno – ou copolímero de éster de alquila; e mistura dos mesmos.

O material polimérico pode ser composto com aditivos, tais como agentes de reticulação, plastificantes e enchimentos inorgânicos, tais como negro de fumo ou caulim, ou ambos.

Preferivelmente, o material polimérico de ditos enchimentos
5 intumescíveis tem uma capacidade de intumescimento de desde 50% a 400% do volume original. A capacidade de intumescimento deve ser suficiente para compelir o cabo em sua configuração plana.

Preferivelmente, todos dos enchimentos intumescíveis têm a mesma capacidade de intumescimento. Todos dos enchimentos intumescíveis
10 se expandem com a mesma razão de intumescimento e mantêm o cabo em a configuração plana.

De acordo com uma forma de concretização preferida, a bainha protetora é feito de uma composição à base de um material polimérico selecionado de borracha de nitrila, copolímero de propileno com a C2-C6
15 alfa-olefina, preferivelmente copolímeros de etileno-propileno, opcionalmente na presença de um ou mais monômeros adicionais, por exemplo, um monômero de dieno, e misturas dos mesmos. O material polimérico pode ser composto com aditivos, tais como agentes de reticulação, plastificantes e enchimentos inorgânicos, tais como negro de fumo ou caulim, ou ambos.
20 Preferivelmente, ditos enchimentos intumescíveis têm uma capacidade de intumescimento pelo menos igual à capacidade de intumescimento da bainha protetora.

De outra maneira, ditos enchimentos intumescíveis têm uma capacidade de intumescimento mais alta que a capacidade de intumescimento
25 da bainha protetora. Desta maneira, o intumescimento dos enchimentos se opõe ao intumescimento da bainha protetora devido à absorção dos mesmos fluidos nos quais o cabo de força plano é submerso.

De acordo com uma forma de concretização preferida, cada um de ditos enchimentos intumescíveis é um elemento contínuo que se

desenvolve totalmente ao longo do cabo plano. A continuidade de cada elemento permite preencher cada interstício dentro do cabo e assegura homogeneidade da força exercida pelos enchimentos intumescidos sobre os núcleos e sobre a blindagem externa ao longo de todo o cabo. de outra
5 maneira, cada um de ditos enchimentos intumescíveis compreende uma pluralidade de elementos discretos alinhados um depois do outro totalmente ao longo do cabo plano.

Preferivelmente, todos dos enchimentos intumescíveis apresentam a mesma seção transversal. Preferivelmente, todos dos
10 enchimentos intumescíveis têm uma rosca de desprendimento em uma porção interna dos mesmos.

A rosca de desprendimento é preferivelmente à base de um material selecionado dentre um poliéster ou uma poliamida.

De acordo com uma forma de concretização preferida, cada
15 um de ditos enchimentos intumescíveis apresenta uma seção transversal circular.

Enchimentos intumescíveis com seção transversal circular são de fácil fabricação e de fácil estoque, isto é, enrolados sobre carretéis.

Preferivelmente, cada um de ditos enchimentos intumescíveis,
20 na configuração não intumescida, é situado contra os núcleos e a superfície interna.

Vantajosamente, também na configuração não intumescida, os enchimentos têm um diâmetro de modo a bloquear os enchimentos nos interstícios dos mesmos.

25 De acordo com uma forma de concretização preferida, o cabo de força plano compreende três elementos isolados transmissores de força com respectivas bainhas protetoras.

De acordo com uma forma de concretização da invenção, um dos núcleos é um elemento transmissivo de controle.

De acordo com uma forma de concretização preferida, cada núcleo compreende a fita de fluoropolímero disposto em posição radialmente externa com relação à bainha protetora.

Preferivelmente, cada núcleo compreende um entrançado sintético disposto em posição radialmente externa com relação à dita fita de fluoropolímero.

Alternativamente, cada núcleo pode compreender uma camada de fibra de vidro disposta em posição radialmente externa com relação à bainha protetora.

Preferivelmente, a relação entre a área de seção transversal de cada enchimento na configuração não intumescida e a área de seção transversal do respectivo espaço intersticial é compreendida entre aproximadamente 0,3 e aproximadamente 0,8.

De acordo com a presente descrição, como "cabo plano" é entendido um cabo compreendendo pelo menos dois núcleos dispostos em uma configuração mutuamente planar. Todos dos núcleos estão situados paralelos em um plano comum. Em uma seção do cabo transversal com relação à direção de comprimento do mesmo cabo, os núcleos estão situados centrados em um eixo transversal comum.

Na presente descrição e nas reivindicações subsequentes, o termo "núcleo" de um cabo plano é usado para indicar uma estrutura semi-acabada compreendendo um elemento transmissivo, tal como um condutor de energia elétrica, um elemento transmissivo de sinal óptico (por exemplo, uma fibra óptica) ou um elemento compósito que transmite tanto energia elétrica quanto sinais ópticos, e pelo menos um isolamento elétrico ou, respectivamente, pelo menos um elemento de contenção (por exemplo, um tubo, uma bainha, uma microbainha ou um núcleo ranhurado), ou pelo menos dois elementos, um dos quais é um elemento de isolamento elétrico e outro é um elemento de contenção, arranjado em uma posição radialmente externa

com relação ao elemento transmissivo correspondente. Na presente descrição e nas reivindicações subsequentes, o termo "elemento transmissivo de sinal óptico" é usado para indicar qualquer elemento de transmissão que compreende pelo menos uma fibra óptica. Um tal termo identifica tanto uma

5 única fibra óptica quanto uma pluralidade de fibras ópticas, opcionalmente agrupadas conjuntamente, formam um feixe de fibras ópticas ou arranjadas paralelas umas às outras e revestidas com uma bainha comum para formar uma fita de fibras ópticas. Na presente descrição e nas reivindicações subsequentes, o termo "elemento transmissivo eletro-óptico combinado" é

10 usado para indicar qualquer elemento ou combinação de elementos capaz de transmitir tanto energia elétrica quanto sinais ópticos de acordo com as definições acima mencionadas. Quando uma pluralidade de núcleos é apresentada em um cabo, o cabo pode ser referido como "cabo bipolar", "cabo tripolar" e "cabo multipolar", dependendo do número de núcleos incorporados

15 no mesmo (nos casos mencionados, no número de dois, três ou mais, respectivamente).

De acordo com tais definições, a presente invenção se refere a cabos planos providos com dois ou mais núcleos. De acordo com a presente invenção, pelo menos dois de tais núcleos compreendem, cada um, um

20 elemento transmissivo de força. A presente invenção se refere a cabos bipolares ou cabos planos multipolares do tipo elétrico para transportar ou distribuir energia de força elétrica. Como um exemplo ilustrativo, consideramos um cabo para transportar ou distribuir energia elétrica de

25 voltagem média (onde baixa voltagem indica uma voltagem mais baixa que 1 kV, enquanto voltagem média indica uma voltagem de desde 1 kV a 35 kV). Em adição aos núcleos com elementos transmissivos de energia, os cabos planos da presente invenção podem compreender um ou mais núcleos do tipo óptico compreendendo pelo menos uma fibra óptica, do tipo óptico para a transmissão de sinais, ou do tipo eletro-óptico combinado. Para a finalidade

da presente descrição e das reivindicações que seguem, exceto onde indicado ao contrário, todos os números que expressão quantidades, percentagens, e outros, devem ser entendidos como sendo modificados em todos os casos pelo termo "aproximadamente". Também, todas as faixas incluem qualquer combinação dos pontos máximos e mínimos revelados e incluem quaisquer faixas intermediárias nas mesmas, que podem ser ou não especificamente enumerados aqui. Outras características e vantagens ficarão mais aparentes a partir da descrição detalhada de algumas formas de concretização preferidas, mas não exclusivas, de um cabo, bem como de um método para fabricação de um cabo, de acordo com a presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Esta descrição será exposta doravante com referência aos desenhos anexos, nos quais:

- a figura 1 mostra em seção transversal um cabo de acordo com uma forma de concretização da invenção;
- a figura 2 mostra uma vista em perspectiva de um comprimento do cabo de figura 1, com partes removidas para revelar sua estrutura;
- a figura 3 mostra em seção transversal o cabo de figura 1 com enchimentos intumescidos;
- a figura 4 mostra em seção transversal um cabo de acordo com uma segunda forma de concretização da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FORMAS DE CONCRETIZAÇÃO PREFERIDAS

Com referência aos desenhos anexos, um cabo plano de acordo com a presente invenção é geralmente identificado pelo número de referência 1.

O cabo plano 1 compreende núcleos 2, núcleos 2 estes cada um dos quais apresenta um elemento transmissivo de energia 3. Com

referência às figuras anexas, cada núcleo 2 é representado esquematicamente e compreende um elemento transmissivo 3 e uma camada de isolamento 4 provida para envolver dito elemento transmissivo 3.

Em particular, as formas de concretização das figuras anexas
5 apresentam três núcleos 2, cada um dos quais é um condutor de energia elétrica de um cabo plano submersível de energia de CA. A presente invenção poderia se ocupar também com cabos planos bipolares ou multipolares 1.

Os elementos transmissivos ilustrados 3 são condutores
elétricos feitos de fios de metal, por exemplo, cobre, cobre estanhado ou
10 cobre estanhado recozido, entrançados conjuntamente de acordo com técnicas convencionais ou feitos de um único condutor sólido. O cabo de acordo com a presente invenção pode compreender ainda núcleos 2 também com diferentes elementos transmissivos, tais como elementos transmissivos ópticos ou elementos transmissivos eletro-ópticos combinados (não
15 mostrados).

Em uma forma de concretização não mostrada, o cabo plano 1 compreende três elementos transmissivos 3 de um suprimento de energia de CA e um condutor para o controle de instrumentação de diagnóstico, para um número total de quatro núcleos paralelos 2.

20 Independentemente do tipo e do número de núcleos 2, tais núcleos 2 são dispostos em uma configuração planar mútua. Todos dos núcleos estão situados paralelos em um plano comum e adjacentes uns aos outros. Em uma seção do cabo transversal com relação à direção de comprimento do mesmo cabo, os núcleos estão situados centrados em um
25 eixo transversal comum "X-X". cada núcleo 2 é também provido com uma bainha 5 que protege a camada de isolamento 4 contra ataque químico. A bainha protetora 5 é disposta em posição radialmente externa com relação ao dito elemento isolado transmissivo 3, 4.

De acordo com a forma de concretização de figuras 1 e 2, dita

bainha protetora 5 compreende uma bainha de material polimérico. Por exemplo, uma bainha protetora 5 à base de Nordel 4770 reticulado (EPDM comercializado pela The Dow Chemical Company) tem um intumescimento de aproximadamente 70% depois de tratamento em óleo mineral a 150°C por 5 168 horas.

Em torno da bainha protetora 5 é disposta uma fita. De acordo com a forma de concretização de figuras 1 e 2, cada núcleo 2 compreende uma fita de fluoropolímero 6 (por exemplo, em politetrafluoroetileno, PTFE) disposta em posição radialmente externa com relação à bainha de proteção 5. 10 Um entrançado sintético 7 é disposto em posição radialmente externa com relação à dita fita de fluoropolímero 6.

De acordo com a forma de concretização de figura 4, cada núcleo 2 compreende uma camada de fibra de vidro 8 disposta em posição radialmente externa com relação à bainha de proteção 5.

15 O cabo plano 1 de acordo com a invenção compreende ainda uma blindagem externa 9 disposta em uma posição externa com relação aos ditos núcleos 2. Tal blindagem externa 9 apresenta dois lados substancialmente planos 9a paralelos ao acima citado plano comum e dois lados arredondados opostos 9b circundando uma porção de dois núcleos 20 laterais 2. A blindagem externa 9 é preferivelmente uma blindagem de fita feita de aço ou de aço inoxidável ou de uma liga de cobre e níquel.

Como um resultado de sua estrutura, o cabo plano 1 tem uma pluralidade de espaços intersticiais 10 que são definidos pelos espaços vazios compreendidos entre os núcleos 2 e a blindagem externa 9. Dois núcleos 25 adjacentes 2 estão em contato ao longo de uma zona longitudinal interceptada pelo eixo transversal comum "X-X" e em cada lado de dito eixo transversal comum "X-X" um espaço intersticial substancialmente triangular 10 é definido. Em particular, cada espaço intersticial 10 é delimitado por uma superfície encurvada lateral 11 de cada dos dois núcleos adjacentes 2 e por

uma porção plana de uma superfície interna 12 da blindagem externa 9. Cada espaço intersticial 10 se estende ao longo de todo o cabo plano 1.

O cabo plano 1 de acordo com a invenção compreende ainda enchimentos intumescíveis 13 que são dispostos em ditos espaços intersticiais 10. Em uma seção transversal de dito cabo 1, cada um de ditos enchimentos intumescíveis 13 em uma configuração não intumescida apresenta uma área de seção transversal menor que a área de seção transversal do respectivo espaço intersticial 10 e, por esta razão, does não preenche completamente tal espaço 10 (figuras 1, 2 e 4). Preferivelmente, todos dos enchimentos intumescíveis 13 têm uma seção transversal com o mesmo formato e dimensões.

Na forma de concretização mostrada nas figuras anexas, cada enchimento intumescível 13 apresenta uma seção transversal circular em contato com cada uma das superfícies laterais encurvadas 11 dos núcleos 2 e com a superfície interna 12 da blindagem externa 9. Nos lados do enchimento intumescível circular 13, na configuração não intumescida, três espaços vazios estão presentes, cada um de formato substancial triangular.

O formato da seção transversal dos enchimentos intumescíveis 13 não é limitativo, mas tal formato e/ou a dimensão da seção transversal devem ser de um tal modo que o enchimento intumescível 13 na configuração não intumescida somente preenche parcialmente o respectivo espaço intersticial 10.

Preferivelmente, a relação entre a área de seção transversal de cada enchimento 13 na configuração não intumescida e a área de seção transversal do respectivo espaço intersticial 10 é compreendida entre aproximadamente 0,3 e aproximadamente 0,8.

De acordo com uma forma de concretização, cada enchimento intumescível 13 se estende ao longo do cabo plano 1 como um elemento contínuo, preferivelmente com uma seção transversal constante. Em uma

forma de concretização alternativa, cada enchimento intumescível 13 compreende uma pluralidade de elementos discretos alinhados um depois do outro, todos ao longo do cabo plano 1. Na presente descrição e nas reivindicações subsequentes, com o termo "capacidade de intumescimento",
5 referido para o enchimento, é entendido que o enchimento intumesce depois da impregnação em um fluido do tipo citado em uma percentagem medida com relação a um volume original não intumescido.

Preferivelmente, cada enchimento intumescível 13 apresenta uma capacidade de intumescimento compreendida entre 50% e 400%.
10 Preferivelmente, todos dos enchimentos intumescíveis 13 apresentam a mesma capacidade de intumescimento. Além do valor específico da capacidade de intumescimento, cada enchimento intumescível 13 intumesce depois de impregnação nos fluidos citados do poço, de modo que, na configuração intumescida, preenche completamente o respectivo espaço
15 intersticial vazio 10 e aperta contra a blindagem externa 9 e os núcleos 2, de modo que a ação de todos dos enchimentos intumescíveis 13 constrem o cabo 1 na configuração plana (figura 3).

Em particular, os enchimentos intumescíveis 13 contrastam também com o intumescimento da bainha de proteção 5 embebida nos
20 mesmos fluidos de poço. Para esta finalidade, preferivelmente, a capacidade de intumescimento dos enchimentos intumescíveis 13 é pelo menos igual ou preferivelmente mais alta que a capacidade de intumescimento da bainha de proteção 5.

Cada enchimento intumescível 13 é feito de um material
25 polimérico. Por exemplo, um enchimento intumescível 13 à base de copolímero de etileno-octeno/copolímero de acetato de vinil etileno reticulado tem um intumescimento de aproximadamente 200% depois de tratamento em óleo mineral a 150°C por 168 horas. Para fabricar o cabo plano 1 da invenção, de acordo com uma primeira etapa do método da invenção, os núcleos 2 são

preparados de acordo com uma configuração pré-selecionada, conhecida comumente por si.

Os enchimentos intumescíveis 13 são preferivelmente preparados por extrusão em forma de elementos contínuos. Preferivelmente, cada elemento contínuo é extrudado em torno de uma rosca de desprendimento de modo que todos dos enchimentos intumescíveis têm a rosca de desprendimento em uma porção interna dos mesmos. Preferivelmente, a rosca de desprendimento é à base de um material selecionado dentre um poliéster ou uma poliamida.

Uma blindagem 9 é provida em torno dos núcleos 2 e do enchimento intumescível 13. Preferivelmente, uma fita de aço de blindagem é helicoidalmente enrolada em torno dos núcleos 2 e do enchimento intumescível 13 provido conjuntamente para uma máquina de embobinamento.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo de força plano compreendendo:

pelo menos dois núcleos (2) dos quais pelo menos dois de ditos núcleos (2) compreendem um elemento isolado transmissor de força (3,4) e uma bainha protetora (5) disposta em posição radialmente externa com relação a dito elemento isolado transmissor de força (3,4); ditos núcleos (2) sendo dispostos em um eixo transversal comum (X-X);

uma blindagem externa (9) contendo ditos núcleos (2); dentro de dita blindagem (9), núcleos adjacentes (2) e uma superfície interna (12) de dita blindagem (9) delimitando espaços intersticiais vazios (10);

caracterizado pelo fato de que dito cabo plano (1) compreende enchimentos intumescíveis (13) dispostos em ditos espaços intersticiais vazios (10);

em uma seção transversal de dito cabo (1), cada um de enchimentos intumescíveis (13) em uma configuração não intumescida tem uma área de seção transversal menor que uma área de seção transversal do respectivo espaço intersticial vazio (10); e

em uma configuração intumescida, cada enchimento intumescível (13) preenche o respectivo espaço intersticial vazio (10) e aperta contra a blindagem externa (9) e os núcleos (2) para constranger o cabo (1) na configuração plana.

2. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é um cabo submersível.

3. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que dito enchimento intumescível (13) intumesce pela absorção de fluidos nos quais o cabo de força plano (1) é submerso.

4. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ditos enchimentos intumescíveis (13) são feitos de uma composição à base de um material polimérico de propileno.

5. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o material polimérico de propileno é selecionado dentre copolímero de polipropileno-etileno e borracha de monômero de etileno propileno dieno (EPDM).

6. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ditos enchimentos intumescíveis (13) têm uma capacidade de intumescimento compreendida entre 50% e 400% do volume original.

7. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que todos dos enchimentos intumescíveis (13) têm a mesma capacidade de intumescimento.

8. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a bainha protetora (5) é feita de uma composição à base de um material polimérico de propileno.

9. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o material polimérico de propileno da bainha protetora (5) é selecionado dentre copolímero de polipropileno-etileno e borracha de monômero de etileno propileno dieno (EPDM).

10. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ditos enchimentos intumescíveis (13) têm uma capacidade de intumescimento pelo menos igual à capacidade de intumescimento da bainha protetora (5).

11. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ditos enchimentos intumescíveis (13) têm uma capacidade de intumescimento mais alta que a capacidade de intumescimento da bainha protetora (5).

12. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um de ditos enchimentos intumescíveis (13) é um elemento contínuo que se desenvolve totalmente ao longo do cabo

plano (1).

13. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um de ditos enchimentos intumescíveis (13) compreende uma pluralidade de elementos discretos alinhados um depois do outro totalmente ao longo do cabo plano (1).

14. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que todos dos enchimentos intumescíveis (13) apresentam a mesma seção transversal.

15. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que todos dos enchimentos intumescíveis (13) têm a rosca de desprendimento em uma porção interna dos mesmos.

16. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a rosca de desprendimento é à base de um material selecionado dentre um poliéster ou uma poliamida.

17. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um de ditos enchimentos intumescíveis (13) apresenta uma seção transversal circular.

18. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um de ditos enchimentos intumescíveis (13) na configuração não intumescida está situado contra os núcleos (2) e a superfície interna (12).

19. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos três elementos isolados transmissores de força (3, 4) com respectivas bainhas protetoras (5).

20. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um dos núcleos (2) é um elemento transmissivo de controle.

21. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada núcleo (2) compreende a fita de

fluoropolímero (6) disposta em posição radialmente externa com relação à bainha protetora (5).

22. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que cada núcleo (2) compreende um entrançado sintético (7) disposto em posição radialmente externa com relação à dita fita de fluoropolímero (6).

23. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada núcleo (2) compreende uma fita de fibra de vidro (8) disposta em posição radialmente externa com relação à bainha protetora (5).

24. Cabo de força plano de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a relação entre a área de seção transversal de cada enchimento (13) na configuração não intumescida e a área de seção transversal do respectivo espaço intersticial (10) é compreendida entre 0,3 e 0,8.

FIG 1

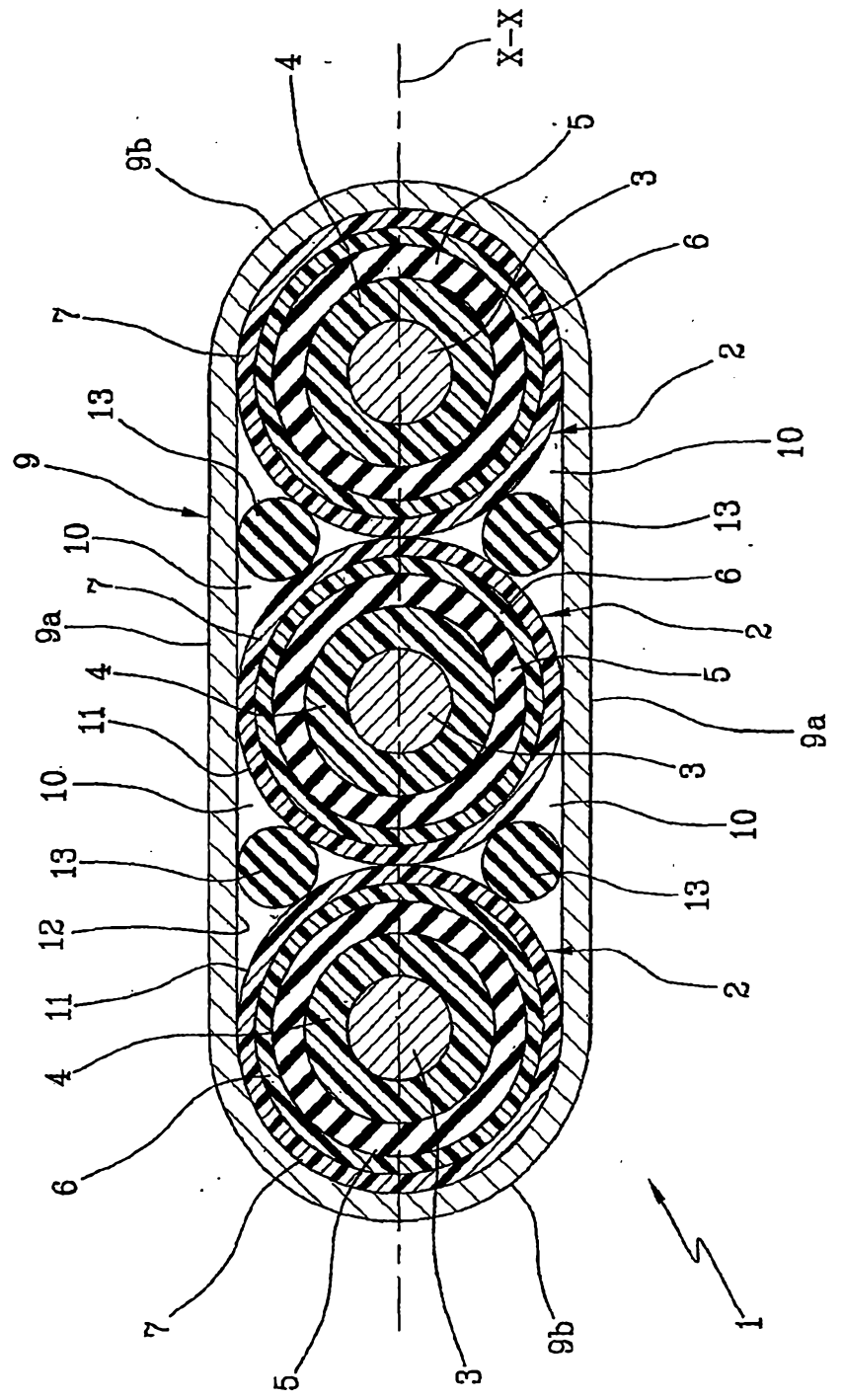


FIG 2

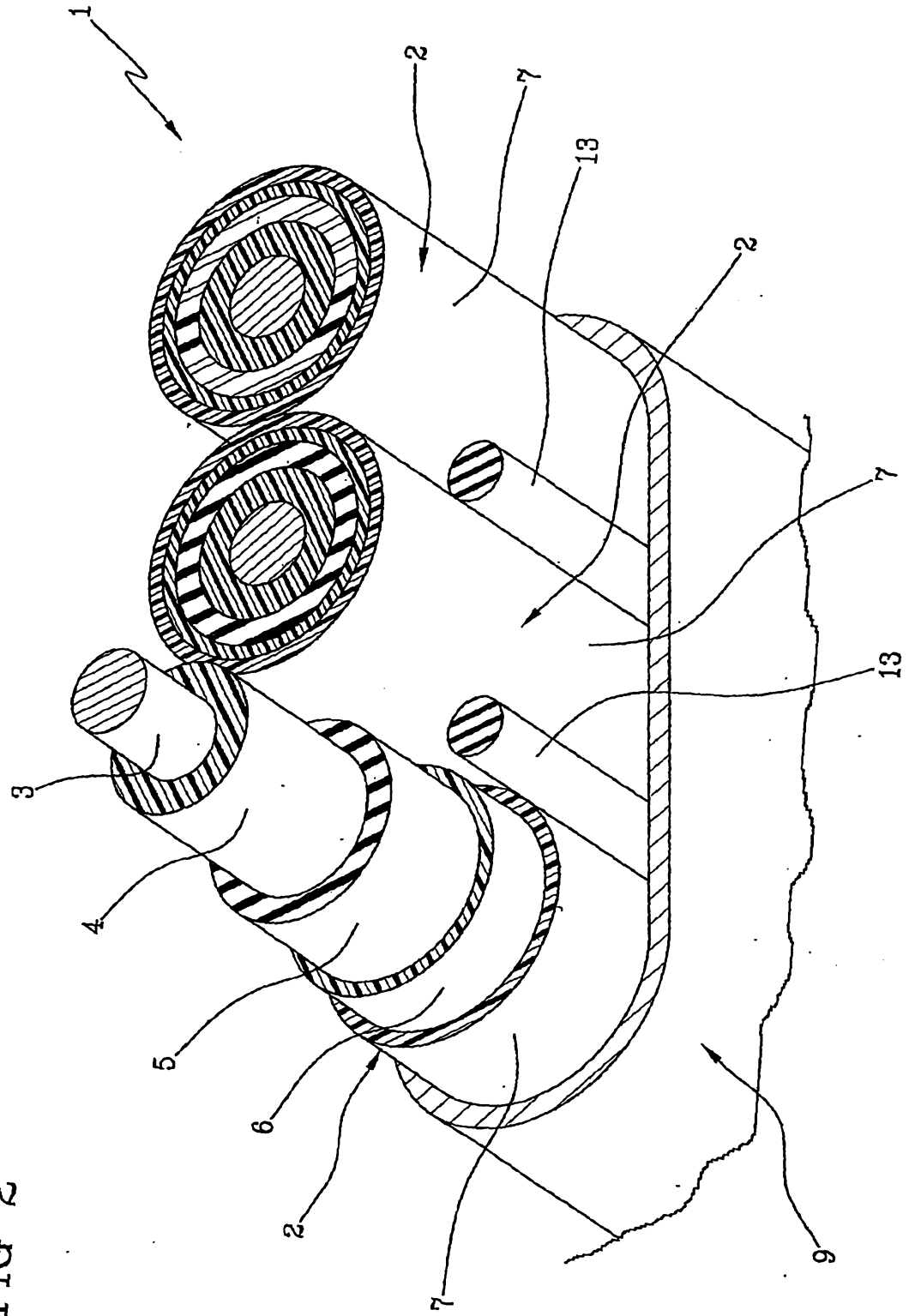


FIG 3

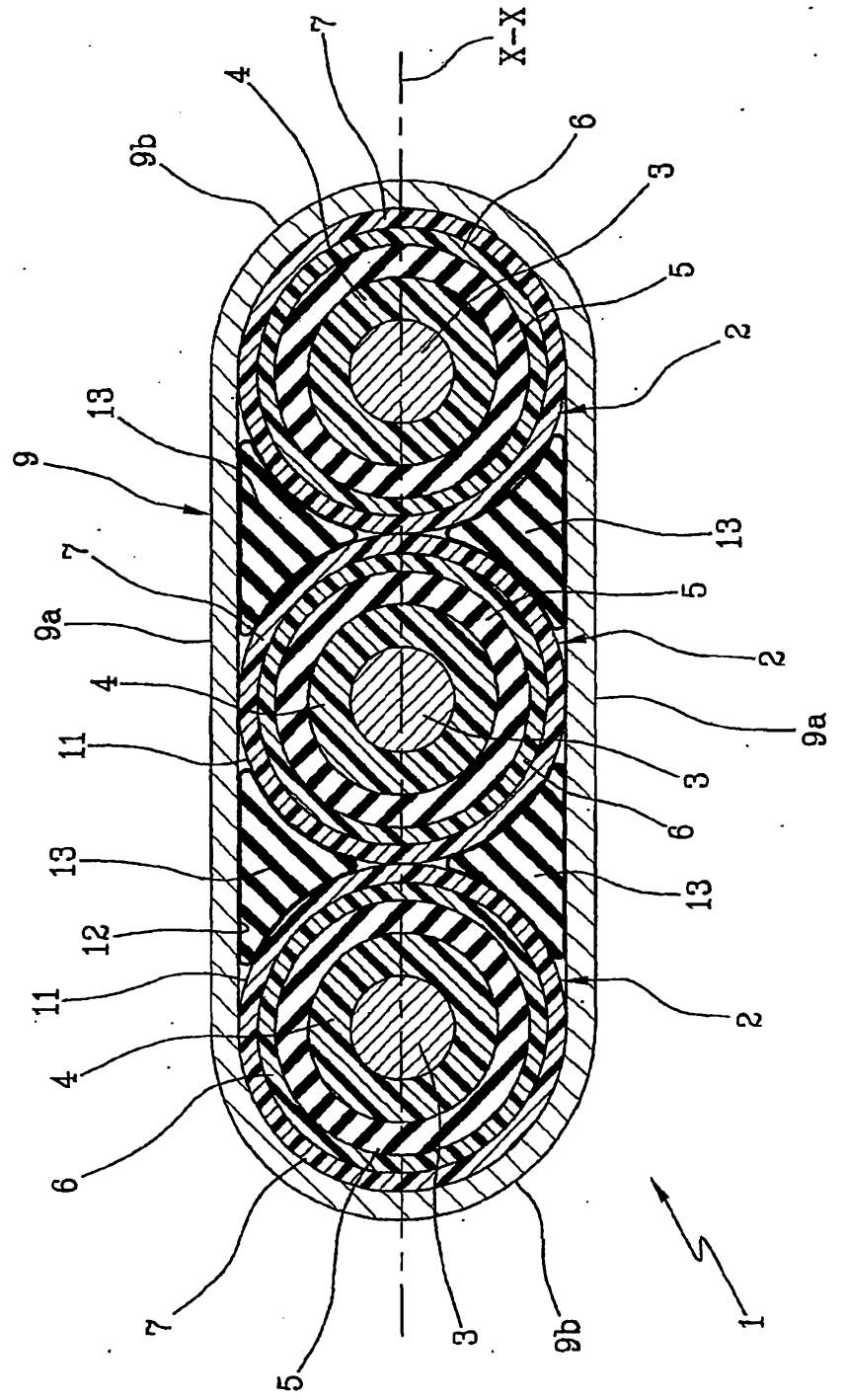


FIG 4

