



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

(11) PI 0720558-9 B1

(22) Data do Depósito: 17/12/2007

(45) Data de Concessão: 23/10/2018



* B R P I 0 7 2 0 5 5 8 B 1 *

(54) Título: TUBO FLEXÍVEL

(51) Int.Cl.: F16L 11/08

(30) Prioridade Unionista: 22/12/2006 DK PA 2006 01706

(73) Titular(es): NATIONAL OILWELL VARCO DENMARK I/S

(72) Inventor(es): JONAS GUDME

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/06/2009

“TUBO FLEXÍVEL”

CAMPO TÉCNICO

[0001] A invenção é relativa a um tubo flexível que pode ser utilizado para transporte de fluidos e gases e, em particular, um tubo flexível do tipo que é útil em transporte de água e em transporte fora da costa de petróleo cru, por exemplo, a partir do fundo do mar até uma instalação, ou entre instalações.

TÉCNICA FUNDAMENTAL

[0002] Os tubos flexíveis para utilização fora da costa são muitas vezes tubos ilimitados. O termo “ilimitado” significa neste texto que no mínimo duas das camadas do tubo não são limitadas uma à outra. Muitas vezes tubos flexíveis não limitados compreendem uma bainha interna que forma uma barreira contra o extravasamento do fluido que é transportado através do tubo, e uma ou mais camadas de blindagem no lado exterior da bainha interna (camada(s) de blindagem exteriores). O tubo flexível pode compreender camadas adicionais tais como uma carcaça, que é uma camada de blindagem interior para impedir o colapso da bainha interna. Uma bainha exterior pode ser fornecida com o objetivo de formar uma barreira contra o ingresso de fluidos a partir das vizinhanças do tubo para as camadas de blindagem. Na prática, o tubo irá compreender normalmente no mínimo duas camadas de blindagem que não são ligadas uma à outra diretamente ou indiretamente por meio de outras camadas ao longo do tubo. Com isto o tubo se torna dobrável e suficientemente flexível para enrolar para transporte.

[0003] Tubos flexíveis ilimitados típicos são, por exemplo, divulgados na WO0161232A1, US 6123114 e US 6085799.

[0004] O tipo de tubos flexíveis mencionado acima é utilizado, entre outras coisas, para aplicações fora da costa, bem como algumas (aplicações) na costa para o transporte de fluidos e gases. Tubos flexíveis podem, por exemplo, ser utilizados para o transporte de fluidos onde pressão de água

muito elevada ou variável existe ao longo do eixo longitudinal do tubo, tal como tubos ascendentes que se estendem a partir do fundo do mar até uma instalação na ou próxima da superfície do mar, tubos para transporte de líquido e gases entre instalações, tubos que são localizados em grandes profundidades no fundo do mar, ou entre instalações próximas à superfície do mar.

[0005] Em tubos flexíveis tradicionais, a uma ou mais camadas de blindagem são, na maior parte, muitas vezes na forma de arames de aço enrolados de maneira helicoidal, por exemplo, conformados como perfis onde as camadas individuais podem ser enroladas em diferente ângulo de enrolamento em relação ao eixo do tubo. Camadas de blindagem interiores são, muitas vezes, feitas de tiras de aço intertravadas dobradas, por exemplo, tiras dobradas (em S) tal como divulgado na US 6.415.825.

[0006] Para evitar a formação de ganchos não desejados entre os arames enrolados de maneira helicoidal da camada de blindagem e, em particular, camada de blindagem adjacente a uma bainha interna, a camada de blindagem é formada de arames perfilados intertravados. Inúmeros documentos da técnica precedente que divulgam tais camadas de blindagem formadas de arames perfilados intertravados US 6.065.051 divulgam uma camada de blindagem formada de arames perfilados em T intertravados ou formados de arames perfilados alternados em T e em U intertravados uns nos outros. A US 6.415.825 divulga uma camada de blindagem formada de arames perfilados em Z intertravados. A US 6.354.333 divulga arames perfilados em I ou em H intertravados e arames perfilados em U. A US 6.235.793 divulga uma camada de blindagem formada de arames perfilados em X intertravados por meio de arames perfilados em U.

[0007] O objetivo da invenção é fornecer um tubo flexível com uma camada de blindagem alternativa que é simples para produzir, e tem a resistência necessária para utilização como camadas de blindagem tal como

camada de blindagem de pressão e carcaça.

[0008] O objetivo foi alcançado pela invenção como reivindicado.

DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO

[0009] Deveria ser enfatizado que o termo “compreender/compreendendo” quando utilizado nesta especificação é tomado para especificar a presença de aspectos, inteiros, etapas ou componentes descritos, porém não exclui a presença ou adição de um ou mais outros aspectos, inteiros, etapas, componentes descritos ou grupos deles.

[00010] O inventor da presente invenção criou assim um novo tipo de camadas de blindagem que é feito de uma combinação de um ou mais arames perfilados e uma ou mais tiras metálicas. Uma tira dobrada é aqui definida como uma unidade em princípio sem-fim, com no mínimo uma dobra e uma largura que em condição dobrada é no mínimo seis vezes sua espessura, tal como no mínimo 10, tal como no mínimo 15 e tal como no mínimo 25 vezes sua espessura, ou mesmo até 100 ou 500 vezes sua espessura. Um perfil é, em princípio, uma unidade sem-fim com um perfil de seção transversal não dobrada preconformado. O perfil pode ter preferivelmente uma largura de menos do que 6 vezes sua espessura. O termo “sem-fim” é utilizado para indicar que as fitas e perfis são muito longos comparados à sua outra dimensão.

[00011] O tubo flexível da invenção compreende uma pluralidade de camadas que circundam um núcleo oco, a pluralidade de camadas compreende uma bainha interna e uma ou mais camadas de blindagem, no mínimo uma camada de blindagem intertravada sendo formada de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada e esta no mínimo um arame perfilado e este no mínimo uma tira de metal dobrado são enrolados de maneira helicoidal e intertravados um com o outro.

[00012] A camada de blindagem intertravada formada de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada, pode assim ser

fornecida com uma espessura desejada e ainda manter uma flexibilidade desejada. De maneira simultânea, fornecendo a camada de blindagem intertravada a partir de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada, a formação de ganchos não desejados pode ser evitada. A espessura da camada de blindagem intertravada é principalmente fornecida pelo arame perfilado enquanto a flexibilidade é fornecida principalmente pela tira de metal dobrado. Por meio desta construção também se verificou que a mesma tira dobrada pode ser utilizada para intertravar arames perfilados de diferentes espessuras. Isto significa que diferentes camadas de blindagem intertravadas de diferentes espessuras podem ser produzidas a partir de um tipo de tiras dobradas, juntamente com tipos diferentes de arames perfilados, onde os arames perfilados são de diferentes espessuras.

[00013] Como ficará claro da descrição a seguir, diversas configurações da invenção fornecem benefícios adicionais.

[00014] Como mencionado acima, o tubo flexível da invenção pode ter uma ou mais camadas de blindagem. O número e a colocação de camada ou camadas de blindagem pode ser, por exemplo, como é bem conhecido da técnica precedente, por exemplo, como divulgado na US 6.065.501, US 5.813.439 e WO 01/81.809. No mínimo uma das camadas de blindagem em uma camada de blindagem intertravada é formada de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada.

[00015] O tubo flexível da invenção pode em uma configuração compreender duas ou mais camadas de blindagem enroladas sobre a bainha interna. As duas camadas de blindagem podem ser, por exemplo, de arames enrolados, por exemplo, enrolados cruzados em ângulos com o eixo central do tubo de 40-60 graus, tal como 45-58 grau, tal como 53-56 grau com o eixo central da tubulação. Tais camadas de blindagem de arames enrolados cruzados tendo ângulos de 40-60 graus são muitas vezes referidas como um par de camadas de tração equilibradas. O tubo flexível pode compreender,

adicionalmente, uma camada de blindagem interior que em geral é referida como uma carcaça.

[00016] Quaisquer graus mencionados aqui deveriam ser tomados para significar graus em relação ao eixo central do tubo, a menos que seja especificado de outra forma.

[00017] Uma camada de blindagem interior é uma camada de blindagem que é colocada dentro da bainha interna e tem a finalidade principal de impedir esmagamento do tubo devido a forças externas. Uma camada de blindagem interior pode ser colocada em contato direto com o lado interior da bainha interna ou uma ou mais camadas de material, por exemplo, um filme e/ou uma camada isolante pode ser colocada entre o lado interior da bainha interna e a camada de blindagem interior.

[00018] Uma camada de blindagem exterior é uma camada de blindagem exterior colocada do lado de fora da bainha interna que tem a finalidade principal de resistir a forças de pressão devido a forças internas e/ou resistir a forças de tração devido a ambas as forças externa e interna. Tipicamente, um tubo flexível irá compreender no mínimo duas camadas de blindagem exteriores. Uma camada de blindagem exterior, a mais interna, pode ser colocada em contato direto com o lado exterior da bainha interna ou uma ou mais camadas de material, por exemplo, um filme pode ser colocado entre o lado exterior da bainha interna e a camada de blindagem exterior, a mais interna. Se o tubo compreende duas ou mais camadas de blindagem exterior, estas camadas de blindagem exterior podem ser colocadas em contato direto uma com a outra ou as duas ou mais camadas de blindagem exterior podem, independentemente uma da outra, ser separadas por uma ou mais camadas de material, por exemplo, camadas de filme, bainhas intermediárias, bainhas de isolamento, ou similares.

[00019] Para proteção, o tubo flexível pode compreender uma bainha exterior, preferivelmente uma camada de polímero.

[00020] O tubo flexível da invenção pode em uma configuração compreender uma camada de blindagem interior e três ou mais camadas de blindagens exteriores, onde a mais interior das camadas de blindagens exteriores é um arco de arames enrolados, enrolado em um ângulo ou inclinado com o eixo central do tubo, por exemplo acima de 90 graus, tal como acima de 90 graus, e as outras duas camadas de blindagem são de arames enrolados, enrolados cruzados em ângulos de 25-40 e 70-80 graus, respectivamente.

[00021] O tubo flexível da invenção pode compreender camadas adicionais tal como é bem conhecido na técnica, por exemplo, camadas de isolamento de polímeros, compostas, cortiça, ou outras bainhas de polímero intermediárias ou filmes, etc.

[00022] O tubo flexível da invenção pode ter, por exemplo, uma estrutura como descrito em qualquer um dos documentos da técnica precedente US 6691743, US 6668867, US 5813439, WO0242674, US 5730188, US 6354333, US 4549581, US 6192941, US 6283161, WO 0181809, WO 0036324, US 6454897, US 6408891 e US 6110550, com a diferença que a no mínimo uma das camadas de blindagem é uma camada de blindagem intertravada formada de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada, preferivelmente como descrito aqui.

[00023] Em uma configuração, uma das camadas de blindagem é uma camada de blindagem intertravada formada de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada, preferivelmente como descrito aqui. Esta poderia preferivelmente ser uma camada de blindagem interior ou poderia ser uma camada de blindagem exterior a mais interna, por exemplo, um arco.

[00024] Em uma configuração, duas ou mais das camadas de blindagem são camadas de blindagem intertravadas, cada uma formada de no mínimo um arame perfilado e no mínimo uma tira de metal dobrada, preferivelmente

como descrito aqui. Esta poderia preferivelmente incluir uma camada de blindagem interior e/ou uma camada de blindagem exterior a mais interna, por exemplo, um arco.

[00025] No que segue, o termo “arame perfilado” deveria significar no mínimo um arame perfilado, a menos que especificado de outra maneira e, de maneira similar, o termo “tira de metal dobrada” deveria significar no mínimo uma tira de metal dobrada, a menos que especificado de outra maneira.

[00026] Em uma configuração, o arame perfilado que compreende uma base com no mínimo dois flanges laterais cada, e independentemente um do outro, se salienta em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, dita no mínimo uma tira de metal dobrada sendo dobrada para formar duas seções borda no qual, o arame perfilado em um enrolamento é travado a dito arame perfilado em um enrolamento subsequente por meio de dita tira de metal dobrada.

[00027] Um flange lateral significa um flange que se estende essencialmente na direção do comprimento do perfil. O flange pode ser um flange contínuo ou um flange descontínuo. Na prática é mais simples fornecer o perfil com flanges contínuos.

[00028] A base do perfil é a parte que conecta os dois flanges laterais. A base pode ter, em princípio, qualquer forma. A base pode em uma configuração ser essencialmente plana ou ser ligeiramente encurvada, por exemplo, em uma maneira convexa ou côncava.

[00029] A direção no sentido do ou para longe do núcleo oco deveria ser tomada para significar as direções radiais no sentido do eixo central do tubo.

[00030] As seções borda da tira de metal dobrada deveriam ser tomadas para significar as duas seções bordas opostas que se estendem essencialmente na direção do comprimento da tira e que compreendem no mínimo uma dobra capaz de engatar com um flange do perfil.

[00031] O tubo flexível pode, em princípio, compreender qualquer

número de tiras de metal dobradas enroladas N_s e qualquer número de arames perfilados enrolados de maneira helicoidal N_w .

[00032] Em uma configuração, o número de tiras de metal dobradas enroladas de maneira helicoidal N_s é no mínimo o número N_w de arames perfilados enrolados de maneira helicoidal. O número de arames perfilados enrolados de maneira helicoidal N_w pode ser preferivelmente $= Y * \text{o número de tiras de metal dobradas enroladas de maneira helicoidal } N_s$ onde Y é um inteiro de 1 ou 2.

[00033] Em uma configuração preferida, o número de arames perfilados enrolados de maneira helicoidal N_w é 1-100, tal como qualquer número entre eles.

[00034] Em camadas de blindagem de pressão o número de arames perfilados enrolados de maneira helicoidal N_w é usualmente relativamente baixo, tal como 10 ou menos, por exemplo, 1-5. Camadas de blindagem de pressão compreendem o grupo de camadas de blindagem selecionado dentre camadas de blindagem interiores e camadas de blindagem exteriores fornecidas principalmente para resistir a forças de pressão. Camadas de blindagem exteriores principalmente fornecidas para resistir a forças de pressão não incluem normalmente camadas de blindagem de arames com um ângulo de enrolamento de 80 graus ou mais.

[00035] Em camadas de blindagem de tração o número de arames perfilados enrolados de maneira helicoidal N_w usualmente é maior do que um, tal como mais do que 5, tal como 10 até 100. Camadas de blindagem de tração compreendem o grupo de camadas de blindagem principalmente fornecido para resistir a forças de pressão, selecionadas preferivelmente entre camadas de blindagem exteriores de arames com um ângulo de enrolamento de menos do que 80 graus.

[00036] Em uma configuração, as tiras de metal dobradas enroladas de maneira helicoidal e ditos arames perfilados enrolados de maneira helicoidal

são enrolados com essencialmente o mesmo ângulo de enrolamento com o eixo central do tubo flexível. O ângulo de enrolamento pode ser, como divulgado acima, por exemplo, o ângulo de enrolamento 25-90 tal como 80-90 graus para camadas de blindagem de pressão e tal como 25-80 graus para camadas de blindagem de tração.

[00037] As seções borda da tira de metal dobrada podem preferivelmente ser arranjadas para intertravar com flanges laterais do arame perfilado.

[00038] Em uma configuração na qual o arame perfilado compreende uma base com no mínimo dois flanges laterais que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, a tira de metal dobrada é dobrada para formar duas seções borda que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

[00039] O arame perfilado pode, em princípio, ter qualquer forma perfilada. Formas preferidas do arame perfilado incluem a forma dos arames perfilados como divulgado em qualquer uma das publicações US 6691743, US 6668867, US 5813439, WO0242674, US 5730188, US 6354333, US 4549581, US 6192941, US 6283161, WO 0181809, WO 0036324, US 6454897, US 6408891 e US 6110550. Mais preferivelmente os arames perfilados têm um perfil selecionado a partir do grupo que consiste de perfis conformados em Z, perfis conformados em U, perfis conformados em X, perfis conformados em I, perfis conformados em H e perfis conformados em T.

[00040] Em uma configuração o arame perfilado tem um perfil conformado em T. O no mínimo um arame conformado perfilado em T preferivelmente compreende uma base com dois flanges laterais que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco e com um flange saliente que se estender desde a base entre os dois flanges laterais e na mesma direção no sentido de ou para longe do núcleo oco como ditos dois flanges laterais. Nesta configuração uma tira de metal dobrada pode

engatar com um dos flanges laterais do perfil enquanto simultaneamente fisicamente separado de uma tira de metal dobrada engatada com o outro dos dois flanges laterais do perfil por meio de dito flange saliente que se estende desde a base entre os dois flanges laterais. O flange saliente que se estender desde a base entre os dois flanges laterais constitui com isto uma barragem entre as duas tiras de metal dobradas engatadas com o arame perfilado.

[00041] Durante transporte e utilização, um tubo flexível será dobrado em uma maneira mais ou menos controlada. Os engates entre o arame perfilado e a tira de metal dobrada podem, conseqüentemente, deslizar de lado para lado dentro de um jogo predeterminado. Este jogo deveria preferivelmente ser arranjado para fornecer um jogo suficiente para boa flexibilidade e ainda ser limitado de maneira suficiente para fornecer resistência e estabilidade ao tubo. Separando fisicamente a tira de metal dobrada adjacente que engata ao mesmo arame perfilado, o jogo desejado pode ser obtido enquanto obtendo simultaneamente um alto grau de estabilidade e resistência.

[00042] Em uma configuração o arame perfilado tem um perfil conformado em Z. O no mínimo um arame perfilado compreende uma base com dois flanges laterais, um primeiro flange se salientando na direção no sentido do núcleo oco e um segundo flange se salientando na direção para longe do oco. Nesta configuração uma tira de metal dobrada pode engatar com um dos flanges laterais do perfil, enquanto simultaneamente fisicamente separada de uma tira de metal dobrada engatada com o outro dos flanges laterais do perfil por dita base entre os dois flanges laterais. A base constitui com isto uma barragem entre as duas tiras de metal dobradas engatadas com o arame perfilado.

[00043] Em uma configuração o arame perfilado tem um perfil conformado em X. O arame perfilado compreende uma base com dois flanges laterais que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do

núcleo oco, e dois flanges laterais se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco. A tira de metal dobrada é dobrada para formar duas seções borda que se salientam em no mínimo uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco. Nesta configuração o arame intertravado pode compreender preferivelmente duas tiras de metal dobradas para cada arame perfilado onde metade das tiras de metal dobradas compreende seções borda que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco e a outra metade das tiras de metal dobradas compreende seções borda que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco. Nesta configuração cada arame perfilado pode assim ser engatado por 4 tiras de metal dobradas, duas do lado do arame perfilado voltado no sentido do núcleo oco, e duas do lado do arame perfilado voltado para longe do núcleo oco. Esta configuração fornece assim uma camada de blindagem muito estável e forte, enquanto simultaneamente mantém uma flexibilidade muito elevada.

[00044] O arame perfilado conformado em X pode assim, de maneira preferível, em um enrolamento ser travado a dito no mínimo um arame perfilado em um enrolamento subsequente por meio de no mínimo uma tira de metal dobrada que compreende seções borda que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco e uma das tiras de metal dobradas que compreende seções borda que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

[00045] A tira de metal dobrada pode, em princípio, ser dobrada para formar as seções borda com qualquer forma, desde que elas possam engatar com o flange lateral do arame perfilado. Em uma configuração, a tira de metal dobrada é dobrada contra ela mesma no mínimo ao longo de uma de suas bordas para formar no mínimo uma seção borda que se salienta em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

[00046] Em uma configuração a tira de metal dobrada é dobrada ao longo

de ambas as suas bordas para formar as seções bordas que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

[00047] A direção de dobramento e a direção de saliência podem ser essencialmente a mesma, ou podem ser essencialmente opostas uma à outra. A direção de dobramento significa a direção perpendicular à superfície da parte não dobrada da seção borda da tira de metal dobrada e no sentido da parte dobrada da seção borda.

[00048] Na maior parte das situações é desejado que a direção de dobramento e a direção de saliência sejam essencialmente a mesma.

[00049] A tira de metal dobrada deveria preferivelmente ser dobrada no mínimo ao longo de uma de suas bordas em no mínimo uma dobra para formar no mínimo uma seção borda.

[00050] Uma dobra significa que a parte borda é dobrada uma vez para formar uma seção borda de duas camadas.

[00051] Em uma configuração a tira de metal dobrada é dobrada no mínimo ao longo de uma de suas bordas em no mínimo duas dobras, para formar no mínimo uma seção borda que tem três ou mais camadas.

[00052] A tira de metal dobrada pode em uma configuração ser dobrada contra ela mesma no mínimo ao longo de uma de suas bordas em no mínimo uma dobra, tal como duas ou mesmo mais dobras, para formar no mínimo uma seção borda, onde a seção borda compreende duas ou mais camadas de material em tira.

[00053] Em uma configuração a tira de metal dobrada é a dobrada no mínimo ao longo de uma de suas bordas de modo que um elemento secundário é integrado no dobramento. O material secundário pode, em princípio, ser qualquer tipo de material tal como uma rosca ou um filme de reforço. Em uma configuração o elemento secundário integrado no dobramento é uma fibra tal como um sensor de fibra, por exemplo, para sensorear deformação e ou temperatura ou propriedades do tubo ou de

elementos do tubo. Um sensor adequado é o sensor como descrito na US 7.024.941.

[00054] A tira de metal dobrada pode preferivelmente ser dobrada para formar duas seções borda e uma seção intermediária não dobrada entre as duas seções borda.

[00055] A seção intermediária não dobrada pode, em princípio, ter qualquer forma de espessura dentro da limitação para uma tira. Contudo, em geral é preferido que a seção intermediária não dobrada seja essencialmente plana para permitir o jogo desejado entre os arames perfilados engatados e as tiras de metal dobradas.

[00056] Em uma configuração a seção intermediária não dobrada tem uma espessura essencialmente uniforme.

[00057] A espessura ótima da tira de metal dobrada depende enormemente da dimensão do tubo, do uso pretendido para o tubo, da resistência do metal utilizado para a tira de metal dobrada. Se o tubo é grande a espessura da tira de metal dobrada deveria preferivelmente ser também relativamente grande, por exemplo, mesmo até 16 mm. Se o tubo deve ser utilizado como um tubo ascendente a espessura da tira de metal dobrada pode preferivelmente ser maior do que se o tubo for utilizado como uma linha de escoamento.

[00058] Na maior parte das situações uma espessura da tira de metal dobrada de barragem de 5mm, mesmo ao redor de 2 mm é suficiente.

[00059] Em uma configuração a seção intermediária não dobrada tem uma espessura não dobrada T_{ns} de 0,2-5 mm, tal como 0,2-2 mm.

[00060] As camadas dobradas da seção borda da tira de metal dobrada podem, por exemplo, ter uma espessura que é diferente da seção intermediária não dobrada. Assim, em uma configuração as camadas dobradas da seção borda da tira de metal dobrada têm uma espessura entre 0,5 e 1,5 vezes a espessura da seção intermediária não dobrada. Em princípio, as seções borda

podem assim ter, cada uma, uma espessura de seções borda T_{fs} de menos do que uma vez a espessura da seção intermediária não dobrada T_{ns} . Contudo, na prática é desejado que as seções borda sejam mais espessas do que a seção intermediária não dobrada T_{ns} .

[00061] Em uma configuração as seções de borda têm, cada uma, uma espessura de seções borda T_{fs} de 1,5 até 10 vezes a espessura da seção intermediária não dobrada T_{ns} , tal como o de 3-4 vezes a espessura da seção intermediária não dobrada T_{ns} .

[00062] O arame perfilado compreende uma base com uma primeira e uma segunda face colocadas respectivamente afastadas do e no sentido do núcleo oco.

[00063] Em uma configuração o arame perfilado compreende dois flanges laterais que se salientam a partir da primeira face da base para formar com isto no mínimo um primeiro canal de face. Uma seção borda da tira de metal dobrada pode preferivelmente se salientar para o interior de dito no mínimo um primeiro canal e engatar com um dos dois flanges laterais e uma outra seção borda de uma tira de metal dobrada se salientar para dito no mínimo um canal e engatar com o outro dos dois flanges laterais.

[00064] Em uma configuração o arame perfilado ainda compreende dois flanges laterais que se salientam da segunda face da base para formar com isto no mínimo um segundo canal de face. Uma seção borda da tira de metal dobrada pode preferivelmente se salientar para o interior de dito no mínimo um segundo canal e engatar com um dos dois flanges laterais e uma outra seção borda de uma tira de metal dobrada se salientar para o interior de dito no mínimo um canal e engatar com o outro dos dois flanges laterais.

[00065] O arame perfilado pode, portanto, compreender no mínimo um primeiro canal em um primeiro lado da base e no mínimo um segundo canal no segundo lado da base.

[00066] Em uma configuração o arame perfilado pode compreender dois

ou mais primeiros canais de face e/ou dois ou mais segundos canais de face. Os dois ou mais primeiros canais de face e/ou dois ou mais segundos canais de face podem, por exemplo, ser separados por uma barragem, por exemplo na forma de um flange que se salienta dos respectivos lados da base. Preferivelmente uma seção borda de uma tira de metal dobrada se salienta para o interior de cada um de ditos dois primeiros canais de face e/ou dois segundos canais de face.

[00067] A barragem pode, preferivelmente, ter uma altura que é até a altura da espessura das seções borda das tiras dobradas. Com isto um engate muito bom entre o arame perfilado e a tira de metal dobrada pode ser obtido.

[00068] O arame perfilado tem uma espessura de base T_{bw} que é definida pela distância entre a primeira e a segunda face. Se a espessura real é variável sobre a base, a espessura para a base deveria significar a espessura média. Na maior parte das situações é desejado que a espessura da base T_{bw} seja igual a ou mais alta do que a espessura não dobrada T_{ns} de no mínimo uma tira de metal dobrada à qual ela está engatada. Preferivelmente a espessura da base T_{bw} é no mínimo 2 vezes, tal como no mínimo 5 vezes, tal como 6-40 vezes mais alta do que a espessura não dobrada T_{ns} da tira de metal dobrada à qual ela é engatada.

[00069] Em uma configuração o arame perfilado tem uma espessura de base T_{bw} de 2 até 25 mm, tal como 3 até 20mm, tal como 5 até 15 mm.

[00070] Os flanges salientes do arame perfilado têm, cada um, uma altura de flange que é definida pela distância saliente a partir da base. A altura do flange pode preferivelmente ser igual a, ou menor do que a espessura das seções borda T_{fs} . Em uma configuração preferida altura do flange sendo aproximadamente a espessura das seções borda T_{fs} menos a espessura não dobrada T_{ns} . Com isto um engate particularmente bom entre o arame perfilado e a tira de metal dobrada pode ser obtido.

[00071] As bordas do arame perfilado podem ter qualquer forma.

Preferivelmente, bordas do arame ou arames perfilados que em seguida dão volta no perfil enrolado para formar a camada de blindagem são adaptadas uma à outra. As bordas do arame perfilado podem, por exemplo, ser essencialmente planas. Em uma configuração as bordas do arame perfilado compreendem uma ranhura e/ou uma concavidade. Um elemento secundário, por exemplo, um arame e/ou um sensor podem ser colocados em tal ranhura/concavidade.

[00072] A tira de metal dobrada pode, em princípio, ser feita de qualquer metal que possa ser dobrado e que tenha uma resistência suficiente para manter junto arame perfilado por meio de engate, como descrito acima. Preferivelmente a tira de metal dobrada é feita de uma nobreza relativamente elevada. Metais preferidos para a tira de metal dobrada incluem aços e ligas de aço, por exemplo, um aço duplex.

[00073] O arame perfilado pode, em princípio, ser de qualquer material que tenha resistência suficiente para fornecer a camada de blindagem. O material para o arame perfilado pode ser, por exemplo, selecionado do grupo que consiste de materiais compostos e metais. Em uma configuração o arame perfilado é metal tal como aço ou uma liga de aço, por exemplo um aço duplex.

[00074] Para minimizar o risco de corrosão galvânica da tira de metal dobrada em situação onde o arame perfilado é de metal, a tira de metal dobrada deveria preferivelmente ser do mesmo metal ou a tira de metal dobrada pode ser de um metal com uma nobreza mais elevada do que o arame perfilado. Nesta última situação o arame perfilado pode ser feito de um material menos caro.

BREVE DESCRIÇÃO DE DESENHOS

[00075] A invenção será explicada mais completamente abaixo em conexão com uma configuração preferida e com referência aos desenhos, nos quais:

[00076] A figura 1 é uma vista lateral esquemática de um tubo com uma carcaça.

[00077] A figura 2 é uma vista lateral esquemática de um tubo sem uma carcaça.

[00078] As figuras 3a-3f são vistas laterais em seção transversal de uma tira de metal dobrada, diferente, que pode ser uma parte de uma camada de blindagem do tubo flexível da invenção.

[00079] As figuras 4a-4g são vistas laterais em seção transversal esquemática de arames perfilados diferentes que podem ser uma parte de uma camada de blindagem do tubo flexível da invenção.

[00080] A figura 5 é uma vista lateral em seção transversal de uma camada de blindagem feita de tiras dobradas intertravadas e arames perfilados.

[00081] A figura 6 é uma vista lateral em seção transversal de uma outra camada de blindagem feita de tiras dobradas intertravadas e arames perfilados.

[00082] A figura 7 é uma vista lateral em seção transversal de ainda outra camada de blindagem feita de tiras dobradas intertravadas e arames perfilados.

[00083] As figuras são esquemáticas e simplificadas para clareza, e mostram apenas detalhes que são essenciais para o entendimento da invenção enquanto outros detalhes são abandonados. Através de todas, os mesmos numerais de referência são utilizados para partes idênticas ou correspondentes.

[00084] O tubo flexível mostrado na figura 1 compreende uma bainha interna 102, muitas vezes também chamada um revestimento interno, por exemplo de PE reticulado. Dentro do revestimento interno 102 o tubo compreende uma camada de blindagem interior 101, chamada uma carcaça. No lado exterior do revestimento interior 102 o tubo flexível compreende três

camadas de blindagem exteriores 103, 104 e 105. A camada de blindagem interior 103 mais próxima do revestimento interior 102 é uma camada de blindagem de pressão 103 feita de arames e/ou tiras enroladas em um ângulo agudo como o eixo central do tubo, por exemplo, próximo a 90 graus. Ao redor da camada de blindagem de pressão 103 o tubo compreende um par de camadas de blindagem de tração enroladas cruzadas 104, 105 feitas de arames enrolados e/ou tiras onde uma das camadas de blindagem de tração 104 tem um ângulo acima de 55 graus tipicamente entre 60 e 75 graus e no qual a outra das camadas de blindagem de tração 105 tem um ângulo abaixo de 55 graus, tipicamente entre 31 e 45 graus. O tubo ainda compreende uma camada exterior de polímero 106 no eixo, que protege a camada de blindagem mecanicamente e/ou contra o ingresso de água do mar.

[00085] No mínimo uma das camadas de blindagem 102, 103, 104, 105 é formada de no mínimo um arame perfilado e de no mínimo uma tira de metal dobrada, como descrito acima.

[00086] A figura 2 mostra um outro projeto de tubo. Este tubo flexível compreende um revestimento interior 212 e um par de camadas de blindagem exteriores 214, 215 na forma de arames e/ou tiras enroladas ao redor do revestimento interior 212. As duas camadas de blindagem são enroladas cruzadas com ângulo com o eixo central do tubo próximo a 55 graus, tipicamente uma das camadas é enrolada em um ângulo ligeiramente menor do que 55 graus, por exemplo, entre 52 e 55 graus e o outro deles é enrolado em um ângulo ligeiramente maior do que 55 graus, por exemplo, entre 55 e 57. O tubo ainda compreende uma camada exterior de polímero 216 que protege a camada de blindagem mecanicamente e/ou contra o ingresso de água do mar.

[00087] No mínimo uma das camadas de blindagem 214, 215 é formada de no mínimo um arame perfilado e de no mínimo uma tira de metal dobrada, como descrito acima.

[00088] A figura 3a mostra uma vista lateral em seção transversal de uma tira de metal dobrada, útil em uma camada de blindagem do tubo da invenção. A tira de metal é dobrada para formar suas duas seções borda 1, ambas se salientando na mesma direção, a saber, na direção de dobramento. A tira de metal é dobrada contra ela mesma ao longo de suas bordas em duas dobras para cada uma das seções borda 1. A tira ainda compreende uma seção intermediária não dobrada 2, entre as duas seções borda 1.

[00089] A figura 3b mostra uma vista lateral em seção transversal de outra tira de metal dobrada. A tira de metal é dobrada para formar duas seções borda 3, ambas se salientando na direção oposta à direção de dobramento.

[00090] A figura 3c mostra uma vista lateral em seção transversal de outra tira de metal dobrada onde a tira de metal é dobrada para formar duas seções borda 4a, 4b, ambas se salientando na mesma direção. A tira de metal é dobrada contra um elemento secundário 5 tal como uma fibra em sua primeira seção borda 4a. Em sua segunda seção borda a tira é dobrada contra ela mesma em três dobras. O número de dobras pode naturalmente ser ajustado como desejado.

[00091] A tira mostrada na figura 3d difere da tira da figura 3a no número de dobras das duas seções borda 6.

[00092] A figura 3e mostra uma vista lateral em seção transversal de outra tira de metal dobrada, onde a tira de metal é dobrada para formar duas seções borda 7, 8, respectivamente, com quatro e três dobras. Além disto, a seção intermediária 9 da tira de metal é deformada para fornecer uma saliência adaptada para se salientar no mínimo parcialmente entre perfis adjacentes para controlar movimentos de deslizamento dos elementos da camada de blindagem.

[00093] A figura 3f mostra uma vista lateral em seção transversal de outra tira de metal dobrada, onde a tira de metal é dobrada para formar duas seções borda 10a, 10b, ambas se salientando na mesma direção. A tira de

metal é dobrada contra um elemento secundário 5a, tal como uma fibra em uma de suas seções borda 10b. Na outra de suas seções a borda 10a a tira é dobrada contra ela mesma, em três dobras.

[00094] A figura 4a mostra um primeiro arame perfilado útil para fornecer uma parte de uma camada de blindagem do tubo flexível da invenção. O arame perfilado é um perfil K tal como está descrito na WO 01/81.809. O arame perfilado compreende uma base 11 e dois flanges laterais 12 que se salientam na mesma direção. O arame perfilado ainda compreende recessos 13 nas laterais da base 11 e recortes 14 dos cantos do arame perfilado oposto aos flanges laterais 12.

[00095] A figura 4b mostra outro arame perfilado útil para fornecer uma parte de uma camada de blindagem do tubo flexível da invenção. O arame perfilado compreende uma base 15 e dois flanges laterais 16 que se salientam na mesma direção.

[00096] A figura 4c mostra outro arame perfilado que difere do arame perfilado mostrado na figura 4b em que ele compreende adicionalmente outro par de flanges laterais 17 que se salientam na direção oposta aos primeiros dois flanges laterais 16.

[00097] A figura 4d mostra outro arame perfilado que difere do arame perfilado mostrado na figura 4c em que ele compreende adicionalmente recessos 18 nas laterais da base 15.

[00098] A figura 4e mostra outro arame perfilado conformado como um arame perfilado em Z, que visto em perfil compreende uma base 19 conformada como Z, e dois flanges laterais 20, 21 que se salientam em direções opostas um ao outro.

[00099] A figura 4f mostra outro arame perfilado útil para fornecer uma parte de uma camada de blindagem do tubo flexível da invenção. O arame perfilado compreende uma base 22 e dois flanges laterais 23 que se salientam na mesma direção. Entre os flanges laterais 23 o arame perfilado compreende

um flange saliente 24, que se estender desde a base 22 na mesma direção que os dois flanges laterais 23. Este arame perfilado é normalmente descrito como um arame perfilado conformado em T.

[000100] A figura 4g mostra outro arame perfilado útil para fornecer uma parte de uma camada de blindagem do tubo flexível da invenção. O arame perfilado compreende uma base 25 e dois flanges laterais 26 que se salientam na mesma direção. Entre os flanges laterais 26 o arame perfilado compreende um flange saliente 27 que se estende desde a base 25 na mesma direção que os dois flanges laterais 26. O arame perfilado ainda compreende recessos 28 nas laterais da base 25.

[000101] A figura 5 mostra um corte em seção transversal de uma parte de uma camada de blindagem de um tubo flexível da invenção. A camada de blindagem é formada de no mínimo um arame perfilado 30 e no mínimo duas tiras de metal dobradas 31, 32 dito no mínimo um arame perfilado e dita no mínimo uma tira de metal dobrada sendo enroladas de maneira helicoidal e intertravadas um com o outro. Os arames perfilados 30 são conformados como o arame perfilado mostrado na figura 4c. As tiras de metal dobradas 31, 32 correspondem respectivamente às tiras de metal dobradas mostradas na figura 3a e figura 3b.

[000102] Os flanges laterais 16 dos arames perfilados 30 sendo engatados com as seções borda 1 das tiras de metal dobradas 31, e os flanges laterais 17 dos arames perfilados 30 sendo engatados com as seções borda 3 das tiras de metal dobradas 32, para com isto intertravar os arames perfilados 30 com as tiras de metal dobradas 31, 32.

[000103] A figura 6 mostra um corte em seção transversal de uma parte de outra camada de blindagem de um tubo flexível da invenção. A camada de blindagem é formada de no mínimo um arame perfilado 40 e no mínimo uma tira de metal dobrada 41, bem como no mínimo um elemento de travamento 43. Os elementos de travamento 43 são como descrito na WO 01/81809 e são

na forma de uma arame com um perfil oval.

[000104] Os arames perfilados 40, as tiras de metal dobradas 41 e os elementos de travamento 43 são enrolados de maneira helicoidal e os arames perfilados 40 e as tiras de metal dobradas 41 são intertravados um com o outro. Os arames perfilados 40 correspondem ao arame perfilado mostrado na figura 4g. As tiras de metal dobradas 41 correspondem à tira de metal dobrada mostrada na figura 3b.

[000105] Os flanges laterais 26 dos arames perfilados 40 são engatados com as seções borda 6 das tiras de metal dobradas 41 para com isto intertravar os arames perfilados 40 com as tiras de metal dobradas 41. Os elementos de travamento 43 são arranjados na cavidade formada por dois recessos adjacentes 8 dos arames perfilados 40, para com isto travar contra deslocamento radial descontrolado dos arames perfilados 40 e das tiras de metal dobradas 41.

[000106] A figura 7 mostra um corte em seção transversal de uma parte de outra camada de blindagem de um tubo flexível da invenção. A camada de blindagem é formada de no mínimo um arame perfilado 50 e no mínimo de uma tira de metal dobrada 51, bem como no mínimo dois arames suporte 53, 54. Os arames suporte 53, 54 são na forma de arames com um perfil essencialmente retangular.

[000107] Os arames perfilados 50, a tira de metal dobrada 51 e os arames suporte 53, 54 são enrolados de maneira helicoidal e os arames perfilados 50 e as tiras de metal dobradas 51 são intertravados uns com os outros. Os arames perfilados 50 correspondem ao arame perfilado mostrado na figura 4e. As tiras de metal dobradas 51 correspondem à tira de metal dobrada mostrada na figura 3d, com a diferença que as seções exceções borda 6, 6' das tiras de metal dobradas se salientam em direções opostas.

[000108] Os flanges laterais 20, 21 dos arames perfilados 50 são engatados com as seções borda 6, 6' das tiras de metal dobradas 51 para com isto

intertravar os arames perfilados 50 com as tiras de metal dobradas 51. Os arames suporte 53, 54 são arrançados em cavidades formadas entre os enrolamentos dos arames perfilados 50 para com isto travar contra deslocamento radial descontrolado dos arames perfilados 50 e as tiras de metal dobradas 51.

[000109] Algumas configurações preferidas foram mostradas no que precede, porém deveria ser reforçado que a invenção não está limitada a estas, mas pode ser configurada em outras maneiras e variações, como ficará claro para a pessoa versada.

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo flexível, compreendendo uma pluralidade de camadas que circundam um núcleo oco, a pluralidade de camadas compreende uma bainha interna (102, 212) e uma ou mais camadas de blindagem (103, 104, 105, 214, 215), pelo menos uma camada de blindagem intertravada compreende pelo menos um arame perfilado e pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51), a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) sendo dobrada para formar duas seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b), o pelo menos um arame perfilado e a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) sendo enroladas de maneira helicoidal e intertravadas uma com a outra, caracterizado pelo fato de que as seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) da pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) são engatadas com flanges laterais (12, 16, 17, 20, 21, 23, 26) do pelo menos um arame perfilado.

2. Tubo flexível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o pelo menos um arame perfilado compreender uma base (11, 15, 19, 22, 25, 50) com pelo menos dois flanges laterais (12, 16, 17, 20, 21, 23, 26) cada, que é independentemente um do outro, que se salienta em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, a pelo menos uma tira de metal dobrada sendo dobrada para formar duas seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b), no qual o pelo menos um arame perfilado em um enrolamento é travado ao pelo menos um arame perfilado em um enrolamento subsequente por meio da pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51), preferivelmente as seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) da pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) sendo engatada com flanges laterais (12, 16, 17, 20, 21, 23, 26) do pelo menos um arame perfilado.

3. Tubo flexível de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o número de tiras de metal dobradas (31, 32, 41,

51) enroladas de maneira helicoidal N_s ser pelo menos o número N_w de anéis perfilados enrolados de maneira helicoidal, preferivelmente $N_w = Y * N_s$ onde Y é 1 ou 2, mais, tal como até 100.

4. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que as tiras de metal dobradas (31, 32, 41, 51) enroladas de maneira helicoidal e ditos arames perfilados enrolados de maneira helicoidal serem enrolados com essencialmente o mesmo ângulo de enrolamento com o eixo central do tubo flexível, dito ao ângulo de enrolamento sendo 25-90 tal como 70-90 graus para camadas de blindagem de pressão (103) e tal como 25-80 graus para camadas de blindagem de tração (4, 5, 14, 15).

5. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um arame perfilado compreender uma base (11, 15, 19, 22, 25, 50) com pelo menos dois flanges laterais (12, 16, 17, 20, 21, 23, 26) que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, dita pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) sendo dobrada para formar duas seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

6. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de pelo menos um arame perfilado ter um perfil selecionado dentre o grupo que consiste de perfis conformados em Z, perfis conformados em U, perfis conformados em X, perfis conformados em I, perfis conformados em H e perfis conformados em T.

7. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um arame perfilado ter

I. um perfil conformado em T, o pelo menos um arame perfilado compreendendo uma base (22) com dois flanges laterais (23) que se

salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, e um flange saliente (24) que se estende a partir da base (22) entre os dois flanges laterais (23) e na mesma direção no sentido do ou para longe do núcleo como os dois flanges laterais (23);

II. um perfil conformado em Z, o pelo menos um arame perfilado compreendendo uma base (19) com dois flanges laterais (20, 21), um primeiro flange (20) se salientando na direção no sentido do núcleo oco e um segundo flange (21) se salientando na direção para longe do núcleo oco; ou

III. um perfil conformado em X, o pelo menos um arame perfilado compreendendo uma base (15) com dois flanges laterais (16) que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, e dois flanges laterais (17) que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32) sendo dobrada para formar duas seções de borda (1, 3) que se salientam em pelo menos uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

8. Tubo flexível de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um arame perfilado tem um perfil conformado em X, dito arame intertravado compreender duas tiras de metal dobradas (31, 32) para cada arame perfilado, metade das tiras de metal dobradas (31) compreender seções de borda (1) que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, e a outra metade das tiras de metal dobradas (32) compreender seções de borda (3) que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, preferivelmente o pelo menos um arame perfilado em um enrolamento ser travado ao pelo menos um arame perfilado em um enrolamento subsequente por pelo menos uma tira de metal dobrada (31) que compreende seções de borda (1) que se salientam em uma das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco, e uma das tiras de metal dobrada (32) que compreende seções de borda (3) que se salientam na outra das direções no sentido do ou para longe do núcleo oco.

9. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) que é dobrada contra ela mesma pelo menos ao longo de uma de suas bordas para formar pelo menos uma seção de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) que se salienta em uma das direções no sentido do para longe do núcleo oco, preferivelmente a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) ser dobrada pelo menos ao longo de uma de suas bordas em uma direção de dobramento, a pelo menos uma seção de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) preferivelmente se salientando na direção de dobramento.

10. Tubo flexível de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) ser dobrada contra ela mesma em pelo menos ao longo de uma de suas bordas em pelo menos uma dobra para formar pelo menos uma seção de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b), a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) ser dobrada contra ela mesmo para formar pelo menos uma seção de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) que compreende duas ou mais camadas de material em tira.

11. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) ser dobrada para formar duas seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) e uma seção intermediária não dobrada entre as duas seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b), a seção intermediária não dobrada tem uma espessura essencialmente uniforme, a seção intermediária não dobrada tem uma espessura não dobrada T_{ns} de 0,2-5 mm, tal como 0,2-2 mm.

12. Tubo flexível de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) que é dobrada contra ela mesma pelo menos ao longo de uma de suas bordas em pelo menos uma dobra para formar pelo menos uma seção de borda

(1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b), as seções de borda, cada uma, tem espessura de seções de borda de T_{fs} de 1,5 até 10 vezes T_{ns} , tal como 3-4 vezes T_{ns} .

13. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de o pelo menos um arame perfilado (30) compreender uma base (15) com uma primeira e uma segunda faces colocadas respectivamente afastadas do e no sentido do núcleo oco, os dois flanges laterais (16) se salientarem da primeira face da base (15) para com isto formar pelo menos um primeiro canal de face, preferivelmente uma seção de borda (1) de uma tira de metal dobrada (31) se salientar para o pelo menos um canal e engatar com um dos dois flanges laterais (16) e uma outra seção de borda (3) de uma tira de metal dobrada (32) se salientar para o pelo menos um canal e engatar com o outro dos dois flanges laterais (17).

14. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de o pelo menos um arame perfilado compreender uma base (11, 15, 19, 22, 25, 50) com uma primeira e uma segunda faces colocadas respectivamente afastadas do e no sentido do núcleo oco, o pelo menos um arame perfilado compreender dois flanges laterais (12, 16, 20, 21, 23, 26) que se salientam da segunda face da base (11, 15, 19, 22, 25, 50) para com isto formar pelo menos um segundo canal de face e preferivelmente uma seção de borda de uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) se salientar para o interior do pelo menos um canal e engatar com um dos dois flanges laterais (12, 16, 20, 21, 23, 26) e uma outra seção de borda de uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) se salientar para o pelo menos um canal e engatar com o outro dos dois flanges laterais (12, 16, 20, 21, 23, 26).

15. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de o pelo menos um arame perfilado compreender uma base (11, 15, 19, 22, 25, 50) com uma primeira e uma segunda faces colocadas respectivamente afastadas do e no sentido do núcleo oco, o pelo menos um arame perfilado compreender dois ou mais

primeiros canais de face e/ou dois ou mais segundos canais de face, os dois ou mais primeiros canais de face e/ou dois ou mais segundos canais de face sendo separados por uma barragem (24, 27), preferivelmente uma seção de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) de uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) se salientar para o interior de cada um dos dois primeiros canais de face e/ou dois segundos canais de face, preferivelmente a barragem (24, 27) tem uma altura que é até a altura da espessura das seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) das tiras dobradas (31, 32, 41, 51).

16. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 15, caracterizado pelo fato de o pelo menos um arame perfilado ter uma espessura de base T_{bw} definida pela distância entre a primeira e a segunda face, a espessura de base T_{bw} sendo igual a ou mais elevada do que a espessura não dobrada T_{ns} da pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) à qual ela está engatada, preferivelmente a espessura de base T_{bw} sendo pelo menos 2 vezes, tal como pelo menos 5 vezes, tal como 6-40 vezes mais elevada do que a espessura não dobrada T_{ns} da pelo menos uma tira de metal dobrada (31, 32, 41, 51) à qual ela está engatada.

17. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 16, caracterizado pelo fato de o pelo menos um arame perfilado ter uma espessura de base T_{bw} definida pela distância entre a primeira e a segunda face, a espessura de base T_{bw} sendo 2 a 25 mm, tal como 3 até 20 mm, tal como 5 até 15 mm.

18. Tubo flexível de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 17, caracterizado pelo fato de os flanges salientes (24, 27) do pelo menos um arame perfilado terem cada um uma altura de flange definida pela distância saliente a partir da base (22, 25), a altura de flange sendo igual a ou menor do que as espessuras de seções de borda (1, 3, 4a, 4b, 6, 7, 8, 10a, 10b) T_{fs} , preferivelmente a altura de flange sendo ao redor da espessura das seções de borda T_{fs} menos a espessura não dobrada T_{ns} .

FIG.1

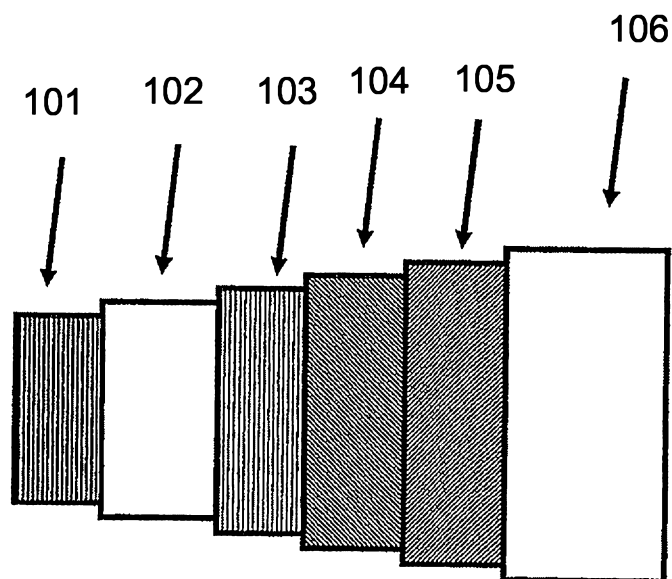


FIG.2

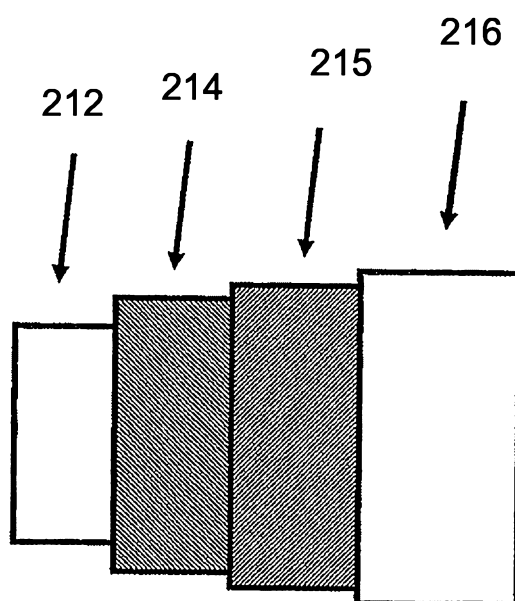


FIG.3

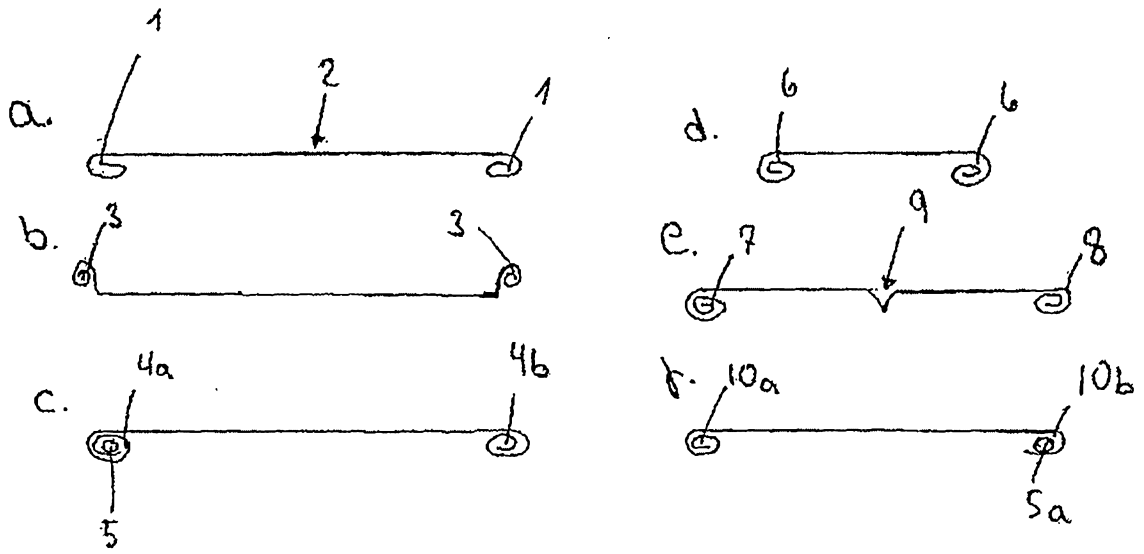


FIG.4a

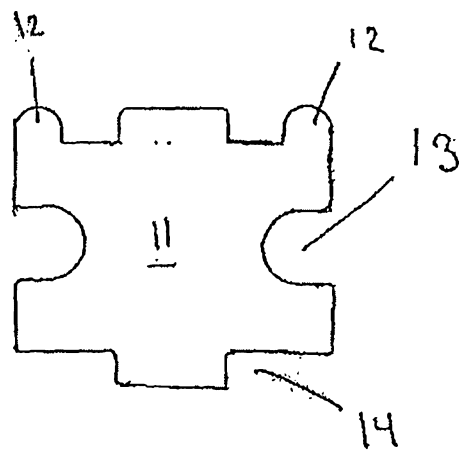


FIG.4b

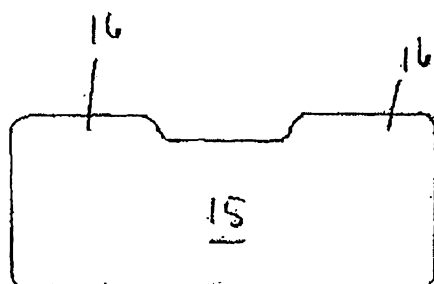


FIG.4c

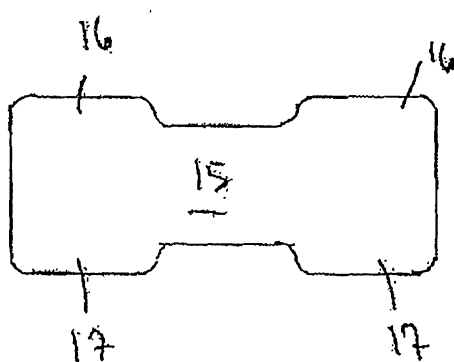


FIG.4d

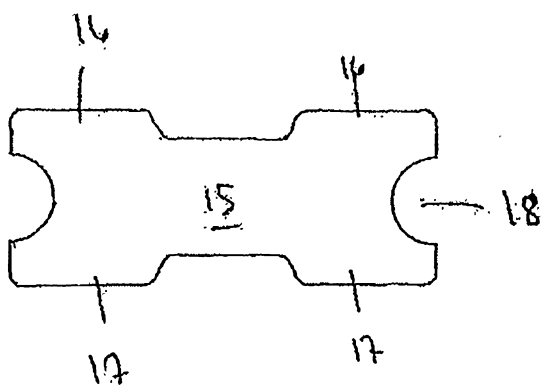


FIG.4e

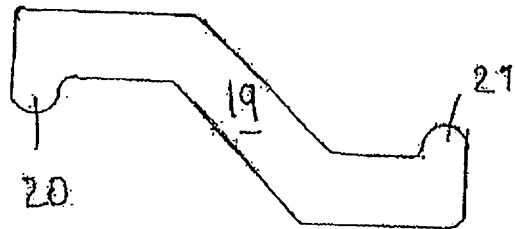


FIG.4f

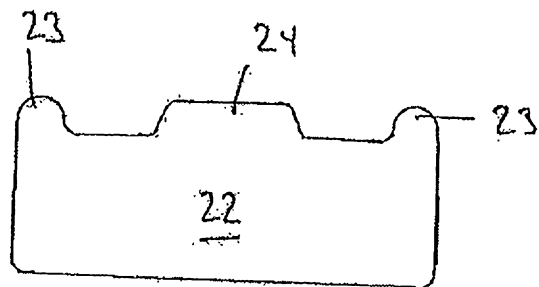


FIG.4g

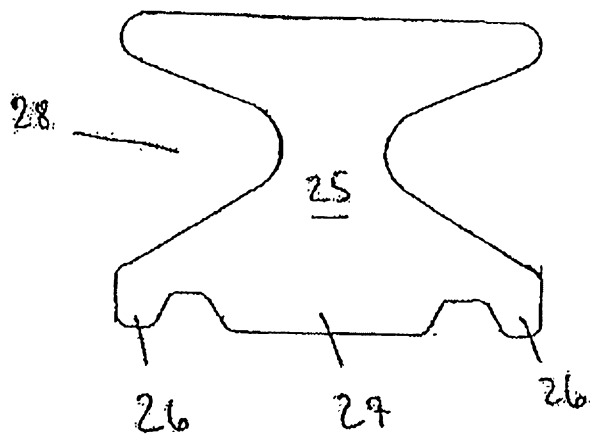


FIG.5

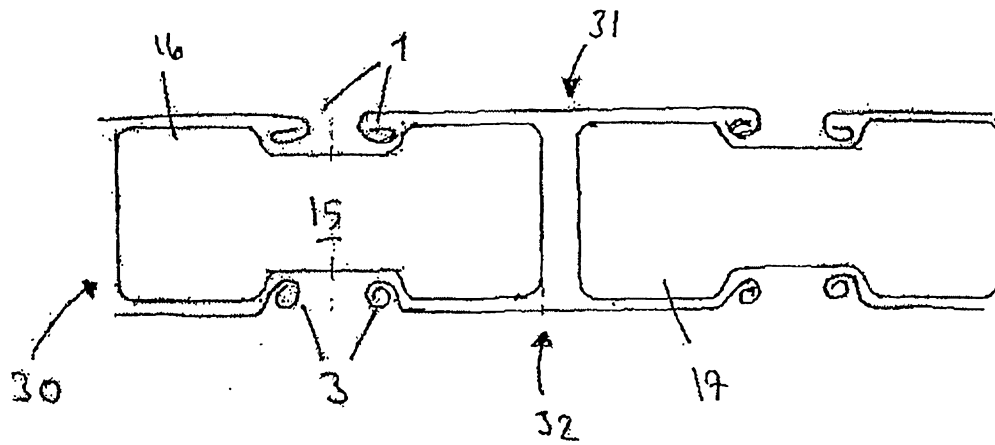


FIG.6

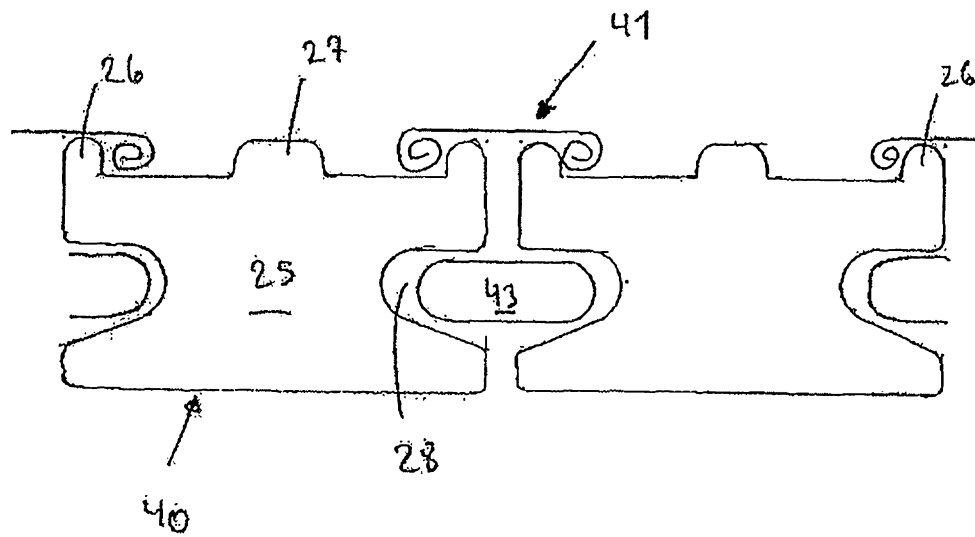


FIG.7

