

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

(21) **PI0900091-7 A2**



(22) Data de Depósito: 09/01/2009
(43) Data da Publicação: 19/10/2010
(RPI 2076)

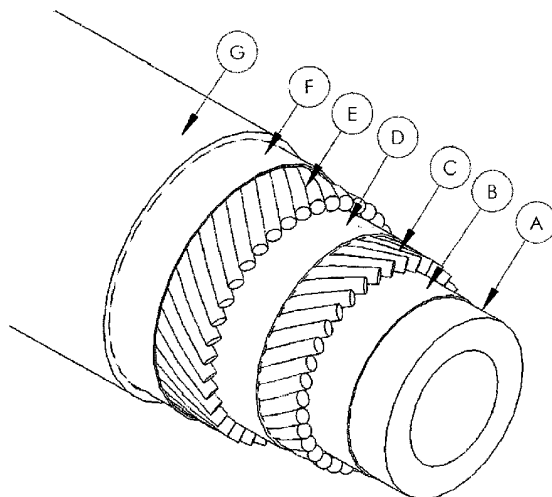
(51) *Int.Cl.:*
F16L 11/12
F16L 58/02

(54) Título: **APLICAÇÃO DE CABOS DE AÇO NA ARMADURA DE TRAÇÃO EM DUTOS FLEXÍVEIS EMPREGADOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO**

(73) Titular(es): Leandro Vanz de Andrade, Walter Andrey Fontana

(72) Inventor(es): Leandro Vanz de Andrade, Walter Andrey Fontana

(57) Resumo: APLICAÇÃO DE CABOS DE AÇO NA ARMADURA DE TRAÇÃO EM DUTOS FLEXÍVEIS EMPREGADOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO. A presente invenção tem como objetivo substituir as tiras por cabos de aço na estrutura da convencionalmente denominada armadura de tração, a qual garante resistência à tração a dutos flexíveis. O emprego de cabos de aço tem o potencial de aumentar o desempenho em fadiga e, conseqüentemente, a vida em serviço dos dutos flexíveis. Um equipamento será especificamente projetado e construído para o enrolamento dos cabos de aço sobre as camadas mais internas dos dutos flexíveis. Os parâmetros estruturais, tais como, as dimensões e o número de cabos por camada, ângulo entre camadas, passo etc. serão definidos por um processo de otimização que envolverá simulação numérica e testes laboratoriais.





“APLICAÇÃO DE CABOS DE AÇO NA ARMADURA DE TRAÇÃO EM DUTOS FLEXÍVEIS EMPREGADOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO”

O presente pedido de patente se refere a um sistema que emprega cabos de aço, com ou sem capa polimérica, para garantir resistência à tração a dutos flexíveis utilizados na indústria do petróleo. Este sistema busca substituir a armadura de tração convencionalmente empregada em dutos flexíveis.

A exploração de óleo e gás em águas profundas e ultraprofundas no Brasil emprega, em grande parte, dutos flexíveis. São estes dutos que transportam o produto do poço à unidade de produção. A fabricação destes dutos flexíveis envolve alta tecnologia, o que resulta em um número muito limitado de fornecedores e um elevado custo final.

As condições de operação destes dutos flexíveis são cada vez mais severas. De fato, isto se deve à progressão da exploração de petróleo para águas cada vez mais profundas e as grandes quantidades de contaminantes corrosivos. Como resultado, pode-se afirmar que a tecnologia corrente de dutos flexíveis não responde às demandas técnicas atuais.

De acordo com a tecnologia corrente de dutos flexíveis, a resistência à tração do duto se dá através de um componente conhecido como “armadura de tração”. Este componente é composto por duas camadas sobrepostas em ângulo de um arame de aço de alta resistência mecânica, enroladas na forma de uma helicóide sobre as camadas mais internas. O processo de enrolamento é feito a frio, impondo uma grande quantidade de deformação plástica e acumulando, inclusive, tensões residuais trativas na superfície do arame. Estas tensões afetam negativamente o desempenho em fadiga da armadura. Adicionalmente, ainda que o aço empregado na fabricação da armadura de tração seja de alta resistência mecânica, este também é, ao mesmo tempo, muito susceptível ao efeito de entalhe. Como resultado, trincas podem ser facilmente nucleadas a partir de pontos de concentração de tensões em defeitos superficiais. Com o carregamento cíclico, intrínseco ao regime de operação do duto, as trincas se propagam até um tamanho crítico, produzindo finalmente instabilidade e ruptura catastrófica.

Se a capa externa polimérica, que protege as camadas mais internas dos dutos flexíveis contra a ação da água do mar, for danificada, um processo combinado de

corrosão e fadiga pode comprometer ainda mais o desempenho em serviço do duto flexível.

A presente invenção tem como objetivo eliminar o efeito de entalhe que compromete o desempenho em fadiga e corrosão-fadiga da armadura de tração convencional. Sendo o cabo de aço composto por vários fios, restringe-se em muito a possibilidade de uma trinca, formada a partir de um defeito superficial, ser capaz de se propagar continuamente, até a ruptura catastrófica do cabo. Com o emprego de cabos de aço revestidos por material polimérico, pode-se atenuar o processo de corrosão-fadiga, nas situações em que a capa externa do duto flexível for danificada.

A Figura 1 mostra a configuração do duto com armadura de tração constituído de cabos de aço, assim como toda a estrutura do duto flexível. Na Figura 1, o componente A representa as camadas internas do duto flexível; os componentes B, D e F representam camadas anti-atrito; os componentes C e E correspondem a armadura de tração em cabo de aço; e o componente G é uma representação da camada polimérica externa que envolve todas as outras camadas, com o objetivo de protegê-las de colisões durante o manuseio e instalação.

Já a Figura 2 mostra como as duas camadas de cabos de aço são enroladas sobre as camadas mais internas dos dutos flexíveis. Pode-se observar nesta Figura a disposição contrária do sentido de enrolamentos dos cabos (componentes C e E, correspondendo a armadura de tração interna e externa, respectivamente). Como mostra a Figura 2, as duas camadas de cabos de aço são sobrepostas em ângulo, com o objetivo de aumentar a flexibilidade e a capacidade de curvamento, para facilitar as operações de instalação dos dutos. O número de cabos de aço empregados em cada camada, assim como o passo do helicóide, dependem do diâmetro e do peso do duto.

Especificamente, esta invenção substituirá apenas a armadura de tração convencionalmente empregada em dutos flexíveis. A estrutura das camadas mais internas (componente A da Figura 1) será mantida. Ao invés de se empregar tiras de um aço de alta resistência mecânica para garantir resistência à tração ao duto flexível, esta invenção empregará cabos de aço revestidos com e sem revestimento de material polimérico. Um processo de otimização, pelo método dos elementos finitos e testes laboratoriais, será empregado para definir o tipo e a quantidade de cabos de aço, assim como as suas dimensões, ângulo entre camadas e passo.

O processo de enrolamento das duas camadas de cabos de aço será realizado por um equipamento especificamente projetado para a função. Detalhes deste processo e do equipamento serão dados em uma outra invenção.

5 Assim que as camadas sobrepostas de cabos de aço tenham sido enroladas, algum tipo de material polimérico ou compósito será empregado para fixação. Finalmente, toda a estrutura interna do duto flexível é isolada por uma capa de material polimérico.

REINVIDICAÇÕES

1. Sistema com cabos de aço para garantir a resistência à tração de dutos flexíveis empregados na indústria do petróleo, caracterizado por cabos de aço revestidos ou não com uma capa polimérica, na configuração de duas camadas sobrepostas na
5 forma de helicóide.

2. A partir da estrutura original dos dutos flexíveis, esta invenção se restringe a substituir a armadura de tração constituída de tiras de aço de alta resistência por cabos de aço com e sem capa polimérica.

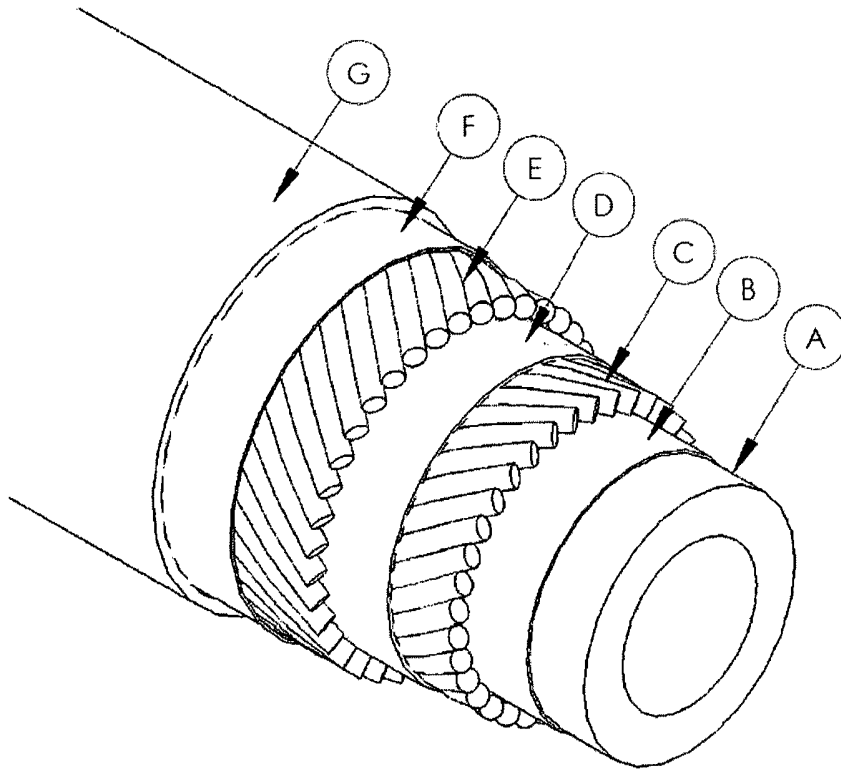
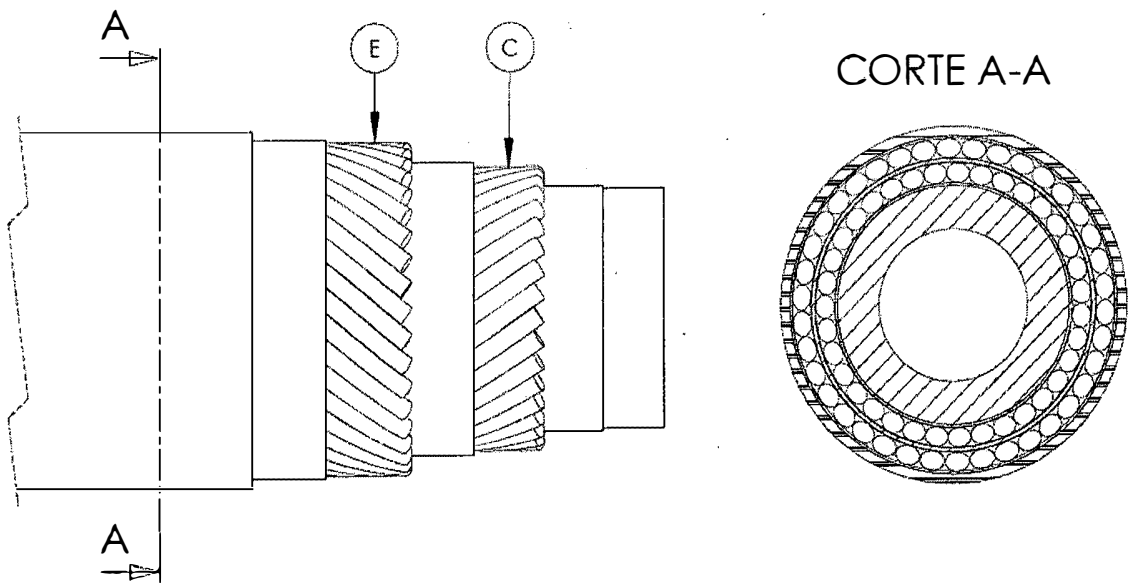


Figura 1



5

Figura 2

RESUMO**“APLICAÇÃO DE CABOS DE AÇO NA ARMADURA DE TRAÇÃO EM DUTOS FLEXÍVEIS EMPREGADOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO”**

A presente invenção tem como objetivo substituir as tiras por cabos de aço na
5 estrutura da convencionalmente denominada armadura de tração, a qual garante
resistência à tração a dutos flexíveis. O emprego de cabos de aço tem o potencial de
aumentar o desempenho em fadiga e, conseqüentemente, a vida em serviço dos dutos
flexíveis. Um equipamento será especificamente projetado e construído para o
enrolamento dos cabos de aço sobre as camadas mais internas dos dutos flexíveis. Os
10 parâmetros estruturais, tais como, as dimensões e o número de cabos por camada,
ângulo entre camadas, passo etc. serão definidos por um processo de otimização que
envolverá simulação numérica e testes laboratoriais.