



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

(11) PI 0811984-8 B1

(22) Data do Depósito: 29/05/2008

(45) Data de Concessão: 16/10/2018



(54) Título: CABO MARINHO DINÂMICO DE ENERGIA ELÉTRICA, INSTALAÇÃO OFF-SHORE E USO DE UM CABO DINÂMICO DE ENERGIA ELÉTRICA

(51) Int.Cl.: H01B 7/18

(30) Prioridade Unionista: 29/05/2007 EP 07109060.9

(73) Titular(es): ABB SCHWEIZ AG

(72) Inventor(es): MARC JEROENSE; CLAES SONESSON; JOHAN EKR

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/11/2009

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CABO MARINHO DINÂMICO DE ENERGIA ELÉTRICA, INSTALAÇÃO OFF-SHORE E USO DE UM CABO DINÂMICO DE ENERGIA ELÉTRICA**".

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se a um cabo marinho de energia elétrica, compreendendo pelo menos um núcleo de cabo, o pelo menos um núcleo de cabo compreende um condutor elétrico, um isolamento elétrico circundando o condutor e um revestimento protetor tubular circundando o isolamento elétrico e agindo como uma barreira à água que impede a entrada da água no isolamento elétrico. Particularmente a invenção se refere a um cabo elétrico de média ou alta voltagem.

TÉCNICA ANTECEDENTE

[002] Cabos marinhos dinâmicos elétricos são cabos de energia elétrica que podem ser conectados em uma instalação off-shore. As instalações distantes da costa podem incluir plataformas flutuantes, plataformas localizadas no fundo do mar, bem como navios flutuantes. As plataformas são, por exemplo, plataformas por meio das quais petróleo e/ou gás é explorado dos poços submarinos.

[003] Os cabos de energia elétrica serão usados tipicamente para transmitir a energia elétrica de média ou alta voltagem. Nessa descrição e nas reivindicações seguintes "médias voltagens" se referem a voltagens de aproximadamente 1 kV até aproximadamente 40 kV e "altas voltagens" se referem a voltagens de aproximadamente 40 kV até 800 kV ou até mesmo acima desse número.

[004] Um cabo marinho dinâmico pode ficar livremente estendido na água do mar entre certos pontos de fixação, por exemplo, a plataforma e o fundo do mar e, portanto, se moverá com o movimento do mar, incluindo correntes marinhas e movimentos induzidos pelo vento. É para ser entendido que parte de um cabo marinho de energia elétri-

ca dinâmico pode ficar localizada acima do nível da água no ponto de conexão, por exemplo, para a plataforma ou navio.

[005] Um cabo marinho trifásico de média ou alta voltagem compreendendo três condutores paralelos, cada condutor circundado com isolamento e um revestimento protetor externo, fica firme somente quando curvado um pouco. O revestimento protetor é geralmente feito de metal e é também chamado de uma camada de barreira à água. Radialmente para fora do revestimento protetor externo e também de uma parte do núcleo do cabo, uma camada de polímero poderia ser disposta como proteção. O isolamento é, por exemplo, isolamento de polímero, tal como polietileno reticulado, ou isolamento de óleo e papel. O "núcleo do cabo" se referirá na descrição seguinte e nas reivindicações a um condutor circundado pelo isolamento, pelo revestimento protetor e pela camada de polímero opcional.

[006] Todos os materiais, mas especificamente os metais, em um tal cabo ficam expostos à fadiga mecânica devido aos movimentos descritos acima. Certos materiais apresentam menor resistência à fadiga e, portanto, possivelmente romperão se submetidos a um certo grau de esforço de fadiga. Especialmente a camada de barreira à água, que geralmente é feita de metal tais como chumbo, cobre ou aço, é sensível à fadiga e eventualmente romperá depois de muitos ou de grandes movimentos. Isso levaria à entrada da água no isolamento do cabo, o que por sua vez, poderia levar a uma diminuição nas propriedades elétricas do isolamento citado. Um cabo marinho dinâmico elétrico, portanto, deve ter um projeto que diminua as forças que agem nas partes internas do cabo, tal como a camada de barreira à água.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[007] Um objetivo da invenção é proporcionar um cabo marinho de energia elétrica que tem resistência melhorada contra as forças de curvatura que agem no cabo.

[008] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, esse objetivo é obtido por um cabo marinho de energia elétrica de acordo com a reivindicação 1. Modalidades vantajosas da invenção se tornarão evidentes a partir da descrição abaixo e das reivindicações dependentes.

[009] De acordo com uma modalidade da invenção, o cabo marinho de energia elétrica compreende pelo menos um núcleo do cabo, o núcleo do cabo compreende um condutor elétrico, um isolamento elétrico circundando o condutor e um revestimento protetor circundando o isolamento elétrico e agindo como uma barreira à água impedindo a entrada da água no isolamento elétrico, o cabo compreende pelo menos uma camada externa circundando o pelo menos um núcleo do cabo. A barreira à água é feita de metal e o cabo de energia elétrica compreende pelo menos uma camada de redução de atrito circundando o pelo menos um núcleo do cabo e a camada de redução de atrito é disposta dentro da pelo menos uma camada externa. A camada de redução de atrito é adaptada para impedir que as forças de curvatura que agem no cabo sejam transmitidas para o revestimento protetor de metal. Com isso, um cabo com resistência melhorada contra a curvatura será obtido. A curvatura que age no cabo induzirá tensões por curvatura, axiais e por atrito no cabo. Particularmente, é evitado que a curvatura que age no cabo seja transmitida para o revestimento protetor disposto ao redor do isolamento e o risco que o revestimento protetor rompa é reduzido. A camada externa pode compreender várias camadas, tal como a armação e um invólucro externo para proteger o núcleo do cabo mecanicamente.

[0010] De acordo com uma modalidade, o revestimento protetor é feito de um revestimento metálico corrugado. O revestimento metálico é transformado em um tubo que é soldado ao longo da direção longitudinal do tubo e é disposto para envolver o pelo menos um núcleo do

cabo, tal que um revestimento protetor totalmente impermeável à água é formado. A corrugação é disposta com suas ondas helicoidal ou anularmente na direção circunferencial do tubo feito do revestimento protetor metálico. O metal no revestimento protetor é preferivelmente uma liga de cobre ou alumínio.

[0011] De acordo com uma modalidade da invenção, a camada de redução do atrito é pelo menos parcialmente disposta entre o revestimento protetor do pelo menos um núcleo do cabo e a pelo menos uma camada externa. Para dispor uma camada de redução de atrito pelo menos parcialmente entre a pelo menos uma camada externa e o revestimento protetor do núcleo do cabo, um cabo com resistência melhorada contra a curvatura será obtido.

[0012] De acordo com uma modalidade, o cabo de energia elétrica compreende três núcleos de cabo paralelos, um assim chamado cabo trifásico, e a camada de redução de atrito circunda os três núcleos do cabo. A camada de redução de atrito é disposta entre a pelo menos uma camada externa e os revestimentos protetores dos condutores. Para dispor a camada de redução de atrito entre as camadas externas e os revestimentos protetores, as forças de curvatura que agem no revestimento protetor são limitadas e o risco que os revestimentos protetores que agem como uma barreira à água rompam é reduzido.

[0013] De acordo com uma modalidade, perfis de enchimento são dispostos no espaço entre os núcleos do cabo quando o cabo compreende dois ou mais núcleos para formar uma seção transversal circular do cabo e para evitar, por exemplo, um cabo trifásico com uma seção transversal triangular. Cabos circulares são mais fáceis de manipular na produção do cabo e durante a instalação. De acordo com uma modalidade da invenção, a camada de redução do atrito fica também em contato com pelo menos a parte dos perfis do enchimento que estão virados para as camadas externas do cabo.

[0014] De acordo com uma modalidade, as camadas externas do cabo compreendem um elemento de ligação de núcleo do cabo circundando o pelo menos um núcleo do cabo e a camada de redução de atrito é disposta radialmente dentro do elemento de ligação do núcleo do cabo. O elemento de ligação do núcleo do cabo é, por exemplo, enrolado ao redor dos núcleos do cabo e perfis e mantém as partes diferentes do cabo. A camada de redução de atrito é disposta em contato com o elemento de ligação do núcleo do cabo e pelo menos parcialmente em contato com os revestimentos protetores dos condutores.

[0015] De acordo com uma modalidade alternativa à modalidade acima descrita, uma camada de polímero fica circundando o revestimento protetor do pelo menos um núcleo do cabo. A camada de polímero é geralmente uma camada extrusada. A camada de redução de atrito disposta dentro do elemento de ligação do núcleo do cabo fica então pelo menos parcialmente em contato com a camada do polímero que circunda o revestimento protetor.

[0016] De acordo com uma modalidade alternativa adicional à modalidade acima descrita, a camada de redução de atrito é disposta radialmente fora e em contato com o elemento de ligação do núcleo do cabo. A camada de redução de atrito é disposta entre o elemento de ligação de núcleo do cabo e a pelo menos uma camada externa.

[0017] De acordo com ainda uma modalidade alternativa adicional às modalidades acima descritas, a camada de redução do atrito é disposta parcialmente dentro e parcialmente fora do elemento de ligação do núcleo do cabo. Isto é, por exemplo, realizado por uma sobreposição de uma fita formando o elemento de ligação do núcleo do cabo e uma fita formando a camada de redução de atrito. A fita formando o elemento de ligação do núcleo do cabo e a fita formando a camada de redução de atrito são enroladas ao mesmo tempo e ficam se sobre-

pondo.

[0018] De acordo com uma modalidade, o cabo compreende três núcleos de cabo paralelos e a camada de redução de atrito é disposta radialmente fora de cada núcleo do cabo, tal que o interior da camada de redução de atrito fica em contato com a superfície externa do núcleo do cabo. A superfície externa do núcleo do cabo é o revestimento protetor ou a camada de polímero externa do núcleo do cabo.

[0019] De acordo com uma modalidade, pelo menos a superfície interna da camada de redução de atrito tem um coeficiente de atrito no intervalo de 0,05-0,4, e preferivelmente no intervalo de 0,1-0,3. A superfície interna da camada de redução de atrito está virada para os revestimentos protetores ou a camada de polímero externa disposta fora do revestimento protetor, ou do elemento de ligação do núcleo do cabo. Esse coeficiente de atrito garante que as forças de curvatura que agem no cabo não sejam transferidas para os revestimentos protetores que agem como uma barreira à água.

[0020] De acordo com uma modalidade, a superfície externa da camada de redução de atrito tem um coeficiente de atrito no intervalo de 0,05-0,4, e preferivelmente no intervalo de 0,1-0,3. A superfície externa da camada de redução de atrito está virada para o elemento de ligação do núcleo do cabo ou a pelo menos uma camada externa. Com isso é garantido que as forças de curvatura que agem no cabo não sejam transferidas para os revestimentos protetores que agem como uma barreira à água.

[0021] De acordo com uma modalidade, a camada de redução de atrito compreende um polímero como o constituinte principal. De acordo com uma modalidade, o polímero compreende pelo menos um dos seguintes polímeros: polipropileno, polietileno de alta densidade (HDPE), Teflon, silicone ou poliéster, tal como, por exemplo, Mylar®.

[0022] De acordo com uma modalidade, a camada de redução de

atrito tem uma espessura no intervalo de 0,01-1 mm, de preferência 0,05-0,3 mm.

[0023] De acordo com uma modalidade, a camada de redução de atrito é uma camada enrolada de fita de polímero. A camada é enrolada, por exemplo, ao redor de pelo menos um núcleo do cabo em uma etapa do processo antes que a pelo menos uma camada externa ou elemento de ligação do núcleo do cabo seja disposto ao redor dos condutores.

[0024] De acordo com uma modalidade, a camada de redução de atrito é uma camada de polímero tubular extrusada.

[0025] De acordo com uma modalidade, a camada de redução de atrito compreende um dos seguintes como um constituinte principal: um líquido, tal como óleo, grafite, graxa ou uma cera.

[0026] De acordo com uma modalidade, o cabo é um cabo marinho dinâmico para conectar, por exemplo, cabos de energia em plataformas de petróleo flutuantes no mar. O isolamento ao redor do condutor dos núcleos do cabo é, por exemplo, polietileno reticulado extrusado ou um isolamento de papel e óleo.

[0027] De acordo com um segundo aspecto da invenção, o objetivo da invenção é proporcionado por uma instalação off-shore compreendendo um cabo de energia elétrica estendido livremente no mar entre dois pontos de fixação, e onde o cabo de energia elétrica é um cabo marinho de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-15. Por fornecer uma instalação off-shore com um cabo de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-15, é obtida uma instalação do cabo que é capaz de lidar com os movimentos do cabo devido a, por exemplo, correntes marítimas e ondas. O cabo, com isso, tem uma resistência maior à fadiga mecânica comparada com um cabo sem uma camada de redução de atrito.

[0028] De acordo com um terceiro aspecto da invenção, o objetivo

da invenção é proporcionado pelo uso de um cabo marinho de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-15 em uma instalação off-shore.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0029] A invenção será descrita em mais detalhes pela descrição das modalidades com referência aos desenhos acompanhantes, nos quais

[0030] A figura 1 é uma seção transversal radial de um cabo marinho de energia elétrica monofásico de acordo com uma modalidade da invenção,

[0031] a figura 2 é uma seção transversal radial de um cabo marinho de energia elétrica trifásico de acordo com uma modalidade da invenção,

[0032] a figura 3 é um cabo marinho de energia elétrica trifásico de acordo com uma modalidade da invenção,

[0033] a figura 4 é uma seção transversal radial de um cabo marinho de energia elétrica trifásico de acordo com uma modalidade alternativa da invenção,

[0034] a figura 5 é um cabo marinho de energia elétrica trifásico de acordo com uma modalidade alternativa do cabo na figura 1 e

[0035] a figura 6 mostra esquematicamente uma instalação off-shore compreendendo um cabo marinho de energia dinâmico elétrico estendido livremente no mar entre dois pontos de fixação.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0036] A figura 1 mostra uma seção transversal de um cabo marinho de energia elétrica 1, compreendendo um núcleo de cabo de condutor único 3 compreendendo um condutor elétrico 2 e um isolamento elétrico 6 de polímero circundando o condutor 2. Uma camada condutora interna 11 é disposta entre o condutor 2 e o isolamento elétrico 6, e uma camada condutora externa 12 é disposta fora e em contato com

o isolamento 6. Um revestimento protetor 7 circunda a camada condutora externa 12 e age como uma barreira à água que impede a entrada da água no isolamento elétrico 6 e uma camada externa 8 é disposta ao redor do revestimento protetor 7. A camada externa 8 pode compreender várias camadas, tais como a armação (não mostrada) e um invólucro externo (não mostrado) para proteger o núcleo do cabo 3 mecanicamente. Uma camada de redução de atrito 9 é disposta dentro da camada externa 8 e pelo menos parcialmente em contato com o revestimento protetor 7. A camada de redução de atrito 9 é feita de polipropileno e tem uma espessura no intervalo de 0,05-0,3 mm. A superfície interna 10 da camada de redução de atrito 12 tem um coeficiente de atrito no intervalo de 0,1-0,3.

[0037] De acordo com uma modalidade alternativa à modalidade mostrada na figura 1, uma camada de polímero extrusada (não mostrada) é disposta ao redor do revestimento protetor 7 e a camada de redução de atrito 9 é disposta fora e pelo menos parcialmente em contato com o revestimento de polímero extrusado.

[0038] A figura 2 mostra um cabo de energia elétrica trifásico 1 compreendendo três núcleos de cabo de condutor único 3,4,5. Cada um dos núcleos de cabo de condutor único 3,4,5 compreende um condutor central 2 envolvido em uma camada de isolamento elétrico 6 do polímero. Uma camada condutora interna 11 é disposta entre o condutor 2 e o isolamento elétrico 6 e uma camada condutora externa 12 é disposta fora do isolamento 6. Um revestimento protetor 7 circunda a camada condutora externa 12 e age como uma barreira à água que impede a entrada da água no isolamento elétrico 6 do núcleo do cabo 3,4,5. A camada de redução de atrito 9 circunda os três núcleos do cabo e fica pelo menos parcialmente em contato com a superfície externa dos núcleos do cabo 3,4,5. A superfície externa do núcleo do cabo pode ser a superfície externa do revestimento protetor 7 como na

figura 3 ou um revestimento de polímero (não mostrado) disposto ao redor do revestimento protetor 7. Entre os três núcleos de cabo 3,4,5 perfis 13, tal como cordas de enchimento ou perfis extrusados, são dispostos. Na figura 2, a camada de redução de atrito 9 fica também em contato com pelo menos parte dos perfis 13. Para dispor a camada de redução de atrito em contato com a camada externa dos núcleos do cabo 3,4,5, as forças de curvatura que agem no revestimento protetor são limitadas e o risco que os revestimentos protetores que agem como uma barreira à água rompam é reduzido. A camada de redução de atrito 9 nessa modalidade é uma fita de polímero, tal como uma fita de polipropileno que é enrolada ao redor dos três núcleos do cabo. Pelo menos uma camada externa 8 compreendendo, por exemplo, a armação 17 e um invólucro externo 18, circunda o revestimento protetor 7 dos três condutores 2. Um elemento de ligação do núcleo do cabo 14 é disposto entre as camadas externas e a camada de redução de atrito 9. O elemento de ligação do núcleo do cabo 14 é geralmente enrolado ao redor dos núcleos do cabo 3,4,5 e dos perfis 13 e mantém os núcleos do cabo e os perfis juntos.

[0039] A figura 3 mostra esquematicamente o cabo trifásico 1 na figura 2 com camadas externas adicionais e perfis que são geralmente uma parte de um cabo de energia trifásico. Uma camada condutora interna 11 é disposta entre o condutor 2 e o isolamento elétrico 6 e uma camada condutora externa 12 é disposta fora do isolamento 6. O núcleo do cabo 3,4,5 compreende também uma camada de armação do núcleo do cabo 20 fora da camada condutora externa 12. A pelo menos uma camada externa 8 do cabo de energia 1 compreende várias camadas 15-18, tal como fios de armação 15, 17 e um invólucro externo 18 para proteger os núcleos do cabo e mantê-los juntos com os perfis do enchimento. Os perfis do enchimento 13 são dispostos no espaço entre os núcleos do cabo 3,4,5 para formar uma seção trans-

versal circular do cabo. Em um dos perfis de enchimento na figura 3, fibras óticas 19 são embutidas.

[0040] Na figura 3, a camada de redução de atrito 9 é disposta no interior do elemento de ligação do núcleo do cabo 14, tal que a camada de redução de atrito 9 fica em contato com pelo menos uma parte dos revestimentos protetores 7 virados para o elemento de ligação do núcleo do cabo 14. Na figura 3, a camada de redução de atrito 9 fica também em contato com parte da superfície dos perfis de enchimento 13.

[0041] A figura 4 mostra uma modalidade alternativa à modalidade na figura 2, onde a camada de redução de atrito 9 é disposta entre a pelo menos uma camada externa 8 e o elemento de ligação do núcleo do cabo 14, isto é, a camada de redução de atrito 9 é disposta radialmente fora e em contato com o elemento de ligação do núcleo do cabo 14. A camada de redução de atrito é uma fita de polímero que é enrolada ao redor do elemento de ligação do núcleo do cabo 14.

[0042] A figura 5 mostra uma modalidade alternativa à modalidade na figura 1, onde o cabo de energia elétrica compreende três núcleos de cabo paralelos 3,4,5. A camada de redução de atrito 9 é disposta radialmente fora de cada núcleo do cabo, tal que o interior da camada de redução de atrito fica em contato com a superfície externa dos núcleos do cabo. A superfície externa do núcleo do cabo é o revestimento protetor metálico 7 ou uma camada de polímero externa (não mostrada) do núcleo do cabo.

[0043] A figura 6 mostra esquematicamente uma instalação off-shore flutuante 21 compreendendo um cabo de energia elétrica dinâmico 1 de acordo com qualquer uma das modalidades acima descritas. O cabo de energia 1 fica estendido livremente no mar entre dois pontos de fixação. O primeiro ponto de fixação 22 é onde uma primeira extremidade do cabo de energia dinâmico 1 é conectada em uma pla-

taforma flutuante 23 e o segundo ponto de fixação 24 é onde uma segunda extremidade do cabo de energia dinâmico 1 é conectada em uma instalação submarina 25. Um segundo cabo de energia 26 disposto no fundo do mar 27 é conectado na instalação submarina 25. A instalação submarina 25 é, por exemplo, uma junta de transição ou algum tipo de escavação submarina. O cabo de energia dinâmico 1 pode ao invés de ser conectado em uma instalação submarina 25, conectar duas plataformas flutuantes 23.

[0044] O cabo trifásico fica firme mesmo se o cabo é somente curvado um pouco. Todas as camadas se fixam devido ao atrito entre as camadas diferentes. No caso em que o atrito entre as camadas é alto, o alto nível de rigidez da curvatura é mantido mesmo quando curvando mais. Quando curvando ainda mais as camadas começam a deslizar ao longo uma da outra, isto é, o atrito entre as camadas não pode manter as camadas fixadas entre si, isso resulta em menor rigidez de curvatura. Uma pequena curvatura proporciona uma alta rigidez de curvatura e uma grande curvatura proporciona uma baixa rigidez de curvatura. O ponto de transição entre esses dois níveis de rigidez de curvatura depende do nível de atrito entre as camadas diferentes no cabo.

[0045] Com grande rigidez de curvatura, as forças de curvatura que agem no cabo são transmitidas para as camadas individuais. Como um resultado, as camadas são muito tensionadas. Com pequena rigidez de curvatura, essas forças são limitadas. A camada de redução de atrito 9 reduz a rigidez de curvatura do cabo e com isso as forças de curvatura que agem no revestimento protetor 7.

[0046] Os revestimentos protetores são metálicos e feitos, por exemplo, de aço, cobre ou chumbo.

[0047] O tempo para falha para um cabo submarino dinâmico trifásico com e sem uma camada de redução de atrito foi calculado para

posições diferentes ao longo do cabo. Para o cabo sem uma camada de redução de atrito, o coeficiente de atrito foi 0,44 entre o elemento de ligação do núcleo do cabo e os núcleos do cabo. Para o cabo dinâmico compreendendo uma camada de redução de atrito entre a pelo menos uma camada externa e os núcleos do cabo, o coeficiente de atrito da camada de redução de atrito foi 0,2. Por exemplo, o tempo calculado para falha para o revestimento protetor na posição onde o submarino dinâmico é conectado na plataforma flutuante foi 36 anos com um coeficiente de atrito de 0,2 e 7 anos com um coeficiente de atrito de 0,44, isto é, a camada de redução de atrito aumentou o tempo de duração calculado por um fator de 5. Na posição onde o cabo submarino dinâmico está perto do fundo do mar, o tempo de duração calculado do revestimento protetor aumentou de 3400 anos para 4200 anos quando o coeficiente de atrito foi reduzido. Nas posições entre o topo e o fundo, o tempo de duração calculado do revestimento protetor aumenta de 9300 para 11.000 anos quando o coeficiente de atrito é reduzido de 0,44 para 0,2.

[0048] A invenção não é de qualquer forma limitada às modalidades preferidas descritas acima. Ao contrário, várias possibilidades para modificações na mesma devem ser evidentes para uma pessoa versada na técnica, sem se desviar da ideia básica da invenção como definida nas reivindicações anexas. Por exemplo, as partes dos cabos e as camadas nas modalidades acima descritas poderiam ser dispostas de uma maneira diferente, todas as camadas mencionadas podem não ser necessárias ou poderiam também existir camadas adicionais que não são descritas. Também, quando uma fita forma o elemento de ligação do núcleo do cabo e uma fita forma a camada de redução de atrito, elas podem estar sobrepostas entre si, tal que a camada de redução de atrito é disposta tanto dentro quanto fora do elemento de ligação do núcleo do cabo.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), compreendendo pelo menos um núcleo do cabo (3, 4, 5), pelo menos um núcleo do cabo (3, 4, 5) compreende um condutor elétrico (2), um isolamento elétrico (6) circundando o condutor (2) e um revestimento protetor (7) circundando o isolamento elétrico (6) e agindo como uma barreira à água, o cabo (1) também compreende pelo menos uma camada externa (8) circundando pelo menos um núcleo do cabo (3, 4, 5), caracterizado por o revestimento protetor (7) ser feito de metal e que o cabo (1) compreende pelo menos uma camada de redução de atrito (9) circundando pelo menos um núcleo do cabo (3, 4, 5) e sendo disposta dentro da pelo menos uma camada externa (8).

2. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o revestimento protetor (7) ser feito de um revestimento metálico corrugado.

3. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por a camada de redução de atrito (9) ser pelo menos parcialmente disposta entre o revestimento protetor (7) do pelo menos um núcleo do cabo (3, 4, 5) e a pelo menos uma camada externa (8).

4. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por o cabo (1) compreender três núcleos de cabo paralelos (3, 4, 5) e a camada de redução de atrito (9) circundarem os três núcleos do cabo (3, 4, 5).

5. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por o cabo (1) compreender um elemento de ligação de núcleo do cabo (14) circundando o pelo menos um núcleo do cabo (3, 4, 5) e a camada de redução de atrito (9) ser disposta radialmente fora do elemento

de ligação do núcleo do cabo (14).

6. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por o cabo (1) compreender três núcleos de cabo paralelos (3, 4, 5) e a camada de redução de atrito (9) ser disposta radialmente fora de cada núcleo do cabo (3, 4, 5).

7. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por pelo menos uma superfície (10, 28) da pelo menos uma camada de redução de atrito (9) ter um coeficiente de atrito no intervalo de 0,05-0,4, preferivelmente no intervalo de 0,1-0,3.

8. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por a camada de redução de atrito (9) compreender um polímero como o constituinte principal.

9. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o polímero compreender pelo menos um dos seguintes: polipropileno, polietileno de alta densidade (HDPE), Teflon, silicone ou poliéster.

10. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por a camada de redução de atrito (9) ter uma espessura no intervalo de 0,01-1 mm, de preferência no intervalo de 0,05-0,3 mm.

11. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado por a camada de redução de atrito (9) ser uma camada enrolada de uma fita de polímero.

12. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por a camada de redução de atrito (9) compreender um dos seguintes como

um constituinte principal: um líquido, tal como óleo, grafite, graxa ou uma cera.

13. Cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por a camada de redução de atrito (9) ser uma camada de polímero extrusada.

14. Instalação off-shore (21) compreendendo um cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1) estendido livremente no mar entre dois pontos de fixação (22, 24), caracterizada por o cabo marinho dinâmico de energia elétrica ser um cabo marinho dinâmico de energia elétrica (1) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

15. Uso de um cabo dinâmico de energia elétrica (1) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado por ser empregado em uma instalação off-shore (21).

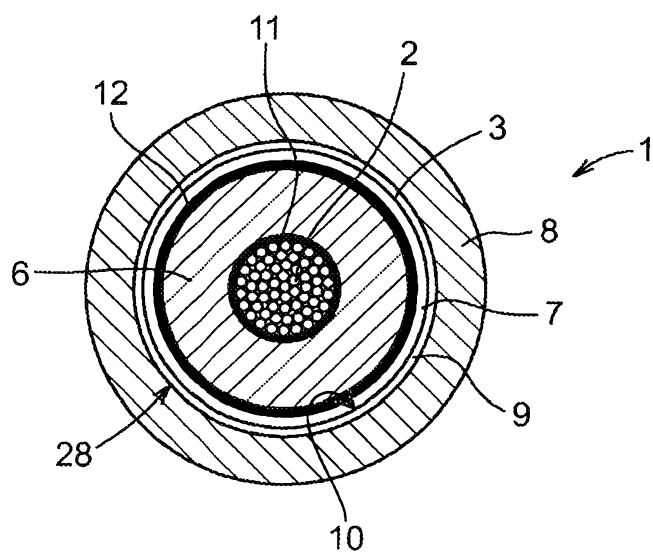


Fig. 1

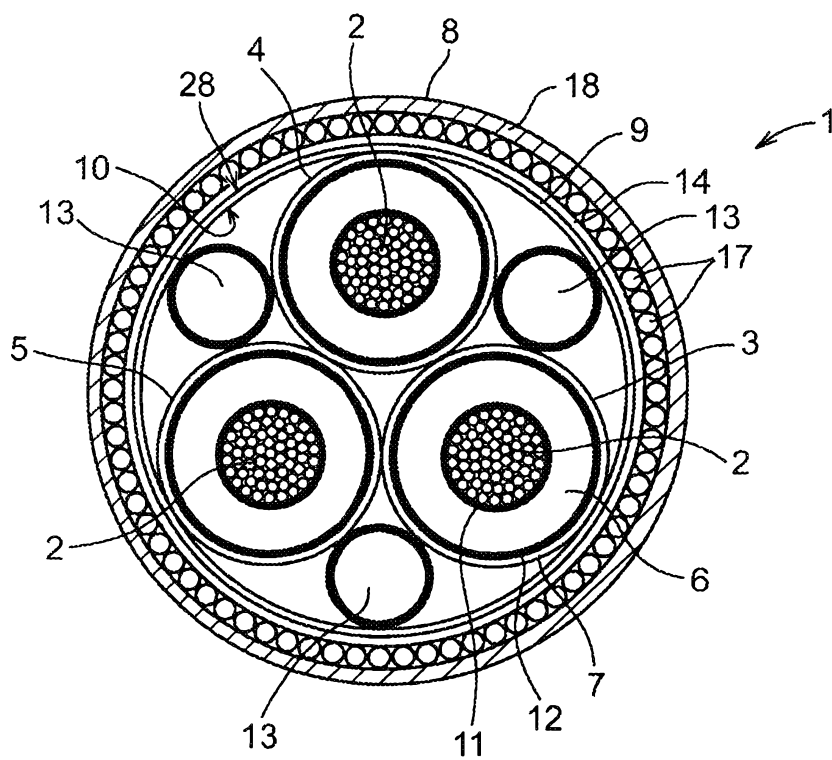


Fig. 2

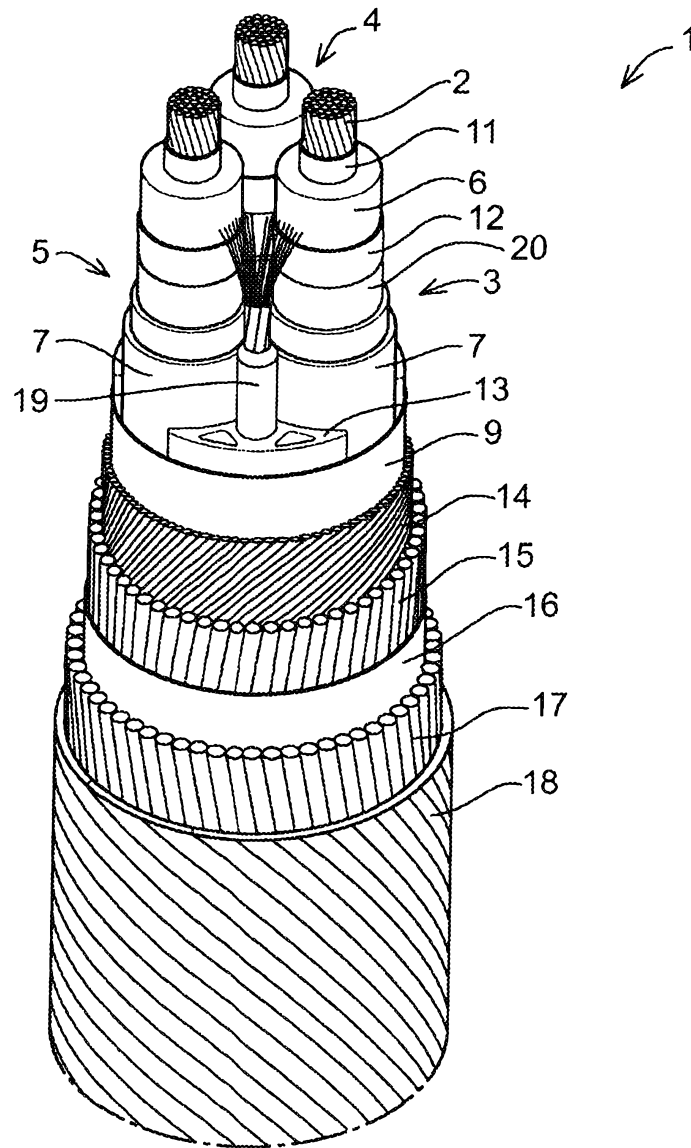


Fig. 3

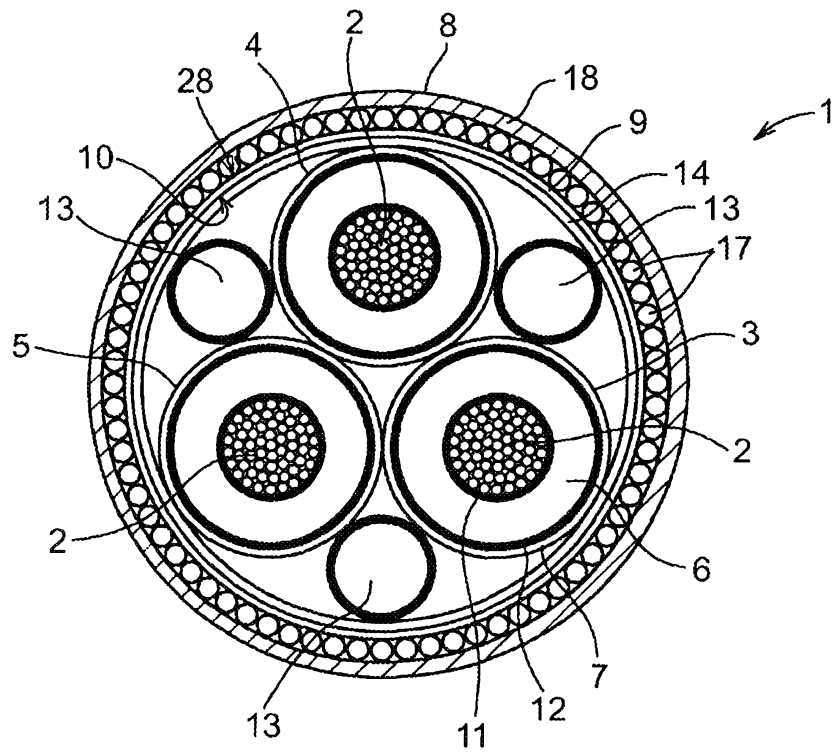


Fig. 4

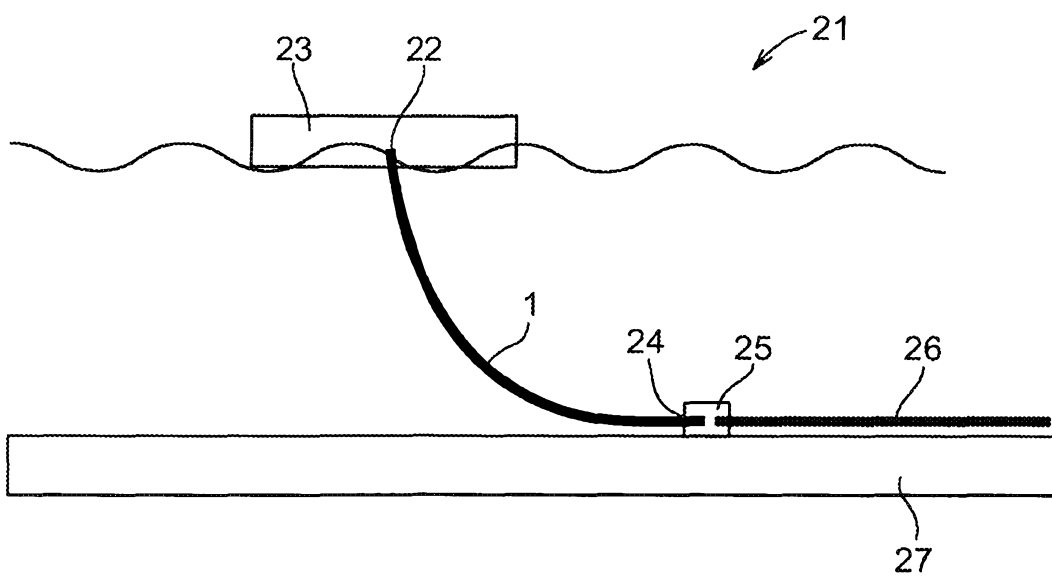


Fig. 6

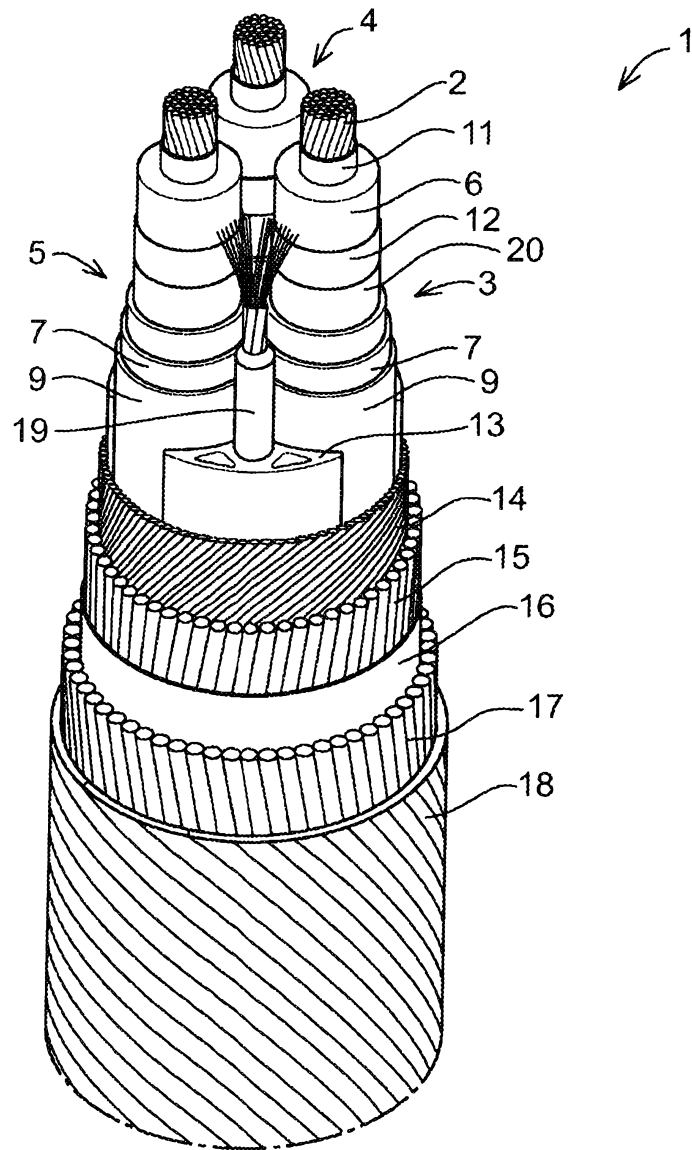


Fig. 5