

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

(21) **PI 1004392-6 A2**

(22) Data de Depósito: 28/07/2010  
(43) Data da Publicação: 17/07/2012  
(RPI 2167)



(51) *Int.Cl.:*  
C03B 37/023

**(54) Título:** UNIDADE DE FIBRA ÓTICA PROTEGIDA DO TIPO COMPACTO COM ACESSIBILIDADE MELHORADA

**(30) Prioridade Unionista:** 31/07/2009 US 61/230,158

**(73) Titular(es):** Draka Comteq B.V.

**(72) Inventor(es):** Brian George Risch, Timo Perttunen

**(57) Resumo:** UNIDADE DE FIBRA ÓTICA PROTEGIDA DO TIPO COMPACTO COM ACESSIBILIDADE MELHORADA compreende uma fibra óptica que é envolta por uma camada polimérica de proteção, a fim de definir a interface fibra-proteção. A camada de proteção compreende um agente deslizante de amida alifática em uma quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizante de amida alifática se desloque para a interface proteção-fibra para promover lá o desnudamento fácil da camada de proteção. Por exemplo, pelo menos, cerca de 15 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a foga de desnudamento inferior a 10 N.-melhor a ajuste da composição química da escória global do processo, permitindo melhor controle da basicidade; -melhor controle do teor de MgO, permitindo menor desgaste do revestimento refratário da panela; -reduziu-se o consumo de ligas a base de enxofre como Fe-S para acerro do teor final de enxofre do aço ou liga; -conseguiu-se o estreitamento da faixa especificada para o elemento enxofre do aço ou liga devido a facilidade e controle proporcionados com a utilização do presente invento. A dita escória sintética sinterizada possui a seguinte especificação química e física: Elemento/Componente Composição química(% em massa) CaO 20-65 MgO25(máxi mo) SiO2 10a 50 Al2C)3 3,5(máximo) Fe2O3 15(máximo) FeO 10(máximo) Enxofre(S) 1 (máximo) Carbono(C)1 (máximo) Especificação física 5 a A 00mm - tolerância: 5,0% menor que 5mm e 5,0% maior que 100mm.



## UNIDADE DE FIBRA ÓPTICA PROTEGIDA DO TIPO COMPACTO COM ACESSIBILIDADE MELHORADA

A presente invenção refere-se ao campo de unidades de fibra óptica protegida do tipo compacto e semicompacto, sendo que as ditas unidades possuem acessibilidade melhorada.

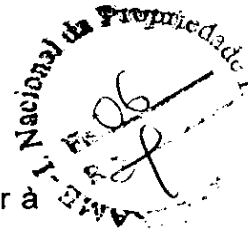
Em redes de fibra óptica, as fibras ópticas protegidas do tipo compacto e semicompacto são normalmente empregadas de várias maneiras, especialmente, onde o espaço é limitado. Por exemplo, as fibras ópticas protegidas do tipo compacto e semicompacto são frequentemente usadas em tranças (ou seja, cabos curtos de remendo) e aparelhos passivos (por exemplo, divisores, juntores e atenuadores de fibras ópticas) onde a proteção adicional é necessária para as fibras ópticas individuais.

Um dos problemas encontrados no uso de fibras ópticas protegidas do tipo compacto, é o de acessibilidade. É necessário poder remover o tubo de proteção rapidamente para garantir prontamente o acesso à fibra óptica encapsulada.

A solução convencional para garantir a acessibilidade melhorada é proporcionar um espaço entre o tubo de proteção e a fibra óptica encapsulada.

Geralmente, este espaço é preenchido com um lubrificante para reduzir a fricção entre a fibra óptica e o tubo de proteção que a envolve. Porém, o uso de uma camada lubrificante pode ser difícil do ponto de vista de fabricação porque a camada lubrificante necessita procedimentos adicionais de alta precisão.

No caso de uso do espaço preenchido com ar, o tubo de proteção pode ficar suscetível ao ingresso de água. Os especialistas entenderão que a água que



infiltra o tubo de proteção pode, por exemplo, congelar, o que pode contribuir à atenuação da fibra óptica, entre outras coisas. Além disso, o espaço preenchido com ar pode fazer com que a fibra óptica se dobre e torça, o que, por sua vez, também pode levar à atenuação indesejável.

5                   Portanto, seria desejável contar com uma fibra óptica protegida de maneira mais compacta com acessibilidade melhorada que não precise de um espaço considerável entre o tubo de proteção e a fibra óptica encapsulada.

                  A presente invenção refere-se a unidades de fibra óptica protegida do tipo compacto e semicompacto com configurações respectivas que facilitam uma  
10                   acessibilidade elevada (por exemplo, o desempenho de desnudamento), mantendo, ao mesmo tempo, a atenuação baixa.

                  A presente invenção refere-se a uma unidade de fibra óptica protegida, compreendendo:

                  - uma fibra óptica que compreende uma fibra de vidro envolta de  
15                   maneira contínua por um capa de fibra óptica, inclusive uma ou mais camadas de revestimento;

                  - uma camada polimérica de proteção que envolve a fibra óptica, uma  
camada polimérica de proteção que define a superfície interna, uma camada  
polimérica de proteção que inclui um agente deslizante de amida alifática em uma  
20                   quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizante de amida alifática se desloque para a superfície interior da camada polimérica de proteção para que, pelo menos, 15 centímetros da camada polimérica de proteção possam ser removidos da fibra óptica em um procedimento único, usando a força de desnudamento de, no mínimo, 10N;



- em que o diâmetro interno da camada polimérica de proteção é, no máximo, 60 microns maior do que o diâmetro externo da fibra óptica.

Em uma modalidade preferida, a unidade de fibra óptica protegida compreende uma única fibra óptica.

5 Em uma modalidade preferida, a unidade de fibra óptica preferida é uma unidade de fibra óptica protegida do tipo semcompacto em que a unidade de fibra óptica protegida ainda compreende um espaço de proteção entre a fibra óptica e a camada polimérica de proteção.

10 Em uma modalidade preferida, a unidade de fibra óptica protegida é uma unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto em que o diâmetro externo da fibra óptica e o diâmetro interno da camada polimérica de proteção são essencialmente os mesmos.

15 Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto, a fibra óptica é uma fibra óptica multímodo que atende à recomendação ITU-T G.651.1; as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multímodo são superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multímodo são superiores a 0,3 dB em um comprimento de onda de 20 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e a atenuação da unidade de fibra óptica é inferior a 0,6 dB/km em um comprimento de onda de 1300 nanômetros, conforme medido a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida do



tipo compacto, a fibra óptica é uma fibra óptica monomodo; e, conforme medido a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -40° C até -70° C, a atenuação da fibra óptica é (i) inferior a 0,5 dB/km em um comprimento de onda de 1310 nanômetros e (ii) inferior a 0,3 dB/km em um comprimento de onda de 1550 nanômetros.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica preferida de acordo com a presente invenção, o diâmetro interno da camada polimérica de proteção é, no máximo, 30 microns maior do que o diâmetro externo da fibra óptica. De preferência, pelo menos, 50 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 5N. Também, de preferência, cerca de 100 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10N.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida em que o diâmetro interno da camada polimérica de proteção é, no máximo, 30 microns maior do que o diâmetro externo da fibra óptica, a fibra óptica é uma fibra óptica monomodo que (1) atende à recomendação ITU-T G.652.D, mas (ii) não atende à recomendação ITU-T G.657.A e nem à recomendação ITU-T G.657.B; e, conforme medido a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C, a atenuação da unidade de fibra óptica é (i) inferior a 0,5 dB/km em um comprimento de onda de 1310 nanômetros e (ii) inferior a 0,3 dB/km em um comprimento de onda de 1550 nanômetros.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida de acordo com a presente invenção, pelo menos, 30 centímetros da camada



polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10N.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida de acordo com a presente invenção, a fibra óptica é uma fibra óptica multimodo que atende à recomendação ITU-T G.651.1; as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo são superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e a atenuação da unidade de fibra óptica em um comprimento de onda de 1300 nanômetros é inferior a 1 dB/km conforme medido a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica preferida de acordo com a presente invenção, a dureza Shore A da camada polimérica de proteção é de, pelo menos, 90.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida de acordo com a presente invenção, o agente deslizante de amida alifática é incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade menor do que 5000 ppm, de preferência, em uma quantidade menor do que 3000 ppm.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida de acordo com a presente invenção, o agente deslizante de amida alifática é incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade entre 200 ppm e 2000 ppm.

Em uma modalidade preferida da unidade de fibra óptica protegida de acordo com a presente invenção, o agente deslizante de amida alifática é incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade entre 750 ppm e



1250 ppm.

Em um aspecto, a presente invenção compreende a unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto. A unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto inclui uma fibra óptica (por exemplo, uma fibra de vidro envolta por uma ou mais camadas de revestimento). Uma camada polimérica de proteção envolve firmemente a fibra óptica para definir a interface fibra-proteção. A camada de proteção compreende um agente deslizando (por exemplo, amida alifática) em uma quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizando se deloque até a ainterface proteção-fibra. O agente deslizando promove um desnudamento fácil apesar da configuração comprimida da unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto. Sob esse aspecto, pelo menos, cerca de 15 centímetros da camada polimérica de proteção podem se removidos (por exemplo, desnudados) da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a cerca de 10 N (por exemplo, cerca de 4 N ou menor).

Em mais um aspecto, a presente invenção compreende uma unidade de fibra óptica protegida do tipo semicompacto. A unidade de fibra óptica protegida do tipo semicompacto unclui uma fibra óptica (por exemplo, uma fibra óptica envolta por uma ou mais camadas de revestimento). Uma camada polimérica de proteção envolve a fibra óptica para definir um espaço anelar. Comparada com estruturas convencionais do tipo semicompacto, a presente unidade de fibra óptica protegida do tipo semicompacto pode usar um espaço significativamente mais estreito entre a fibra óptica e a camada de proteção que a envolve, mantendo, ao mesmo tempo, a boa acessibilidade. A camada de proteção compreende um agente deslizador (por exemplo, amida alifática) em uma quantidade suficiente para que, pelo menos,



uma parte do agente deslizando se desloque para a interface proteção-fibra (por exemplo, o espaço estreito entre a camada de proteção e a fibra ótica). O agente deslizando promove o desnudamento fácil da camada de proteção, apesar de a unidade de fibra ótica do tipo semicompacto ter um espaço significativamente mais estreito do que estruturas convencionais do tipo semicompacto. Aqui também, pelo menos, cerca de 15 centímetros (por exemplo, pelo menos, cerca de 35 centímetros, ou, pelo menos, cerca de 75 centímetros) da camada polimérica de proteção pode ser removida da fibra ótica em um só procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10 N (por exemplo, cerca de ou inferior a 5 N).

Em qualquer um dos aspectos, a fibra ótica protegida pode ser ou a fibra ótica multimodo (MMF) ou a fibra ótica monomodo (SMF).

O resumo ilustrativo acima assim como os outros exemplos e/ou vantagens da presente invenção e a maneira de que é realizada são explicados mais detalhadamente a seguir mediante a descrição e os desenhos que a acompanham, em que:

Figura 1 mostra de maneira esquemática uma unidade de fibra ótica protegida do tipo compacto, de acordo com a presente invenção.

Figura 2 mostra de maneira esquemática uma unidade de fibra ótica protegida do tipo semicompacto, de acordo com a presente invenção.

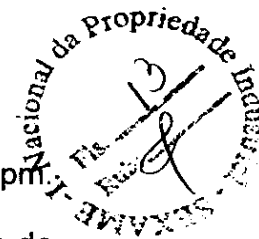
A presente invenção será descrita em mais detalhes abaixo. A presente invenção proporciona estruturas protetoras em forma de tubo que melhoram a acessibilidade à fibra ótica protegida (por exemplo, uma fibra ótica do tipo compacto ou semicompacto envolta por uma uma camada polimérica de proteção). Especificamente, uma camada de proteção (por exemplo, tubo protetor) está





dopada com uma concentração de agente deslizante suficiente para proporcionar uma interface com fricção reduzida entre o tubo protetor e a fibra óptica que ele encapsula.

5 A presente invenção refere-se à unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto que compreende: uma fibra de vidro envolta por uma capa de fibra  
10 óptica que inclui uma ou mais camadas de revestimento; uma camada polimérica de proteção envolve firmemente a fibra óptica para definir a interface fibra-proteção, sendo que a camada polimérica de proteção compreende um agente deslizante de amida alifática em uma quantidade suficiente para que, pelo  
15 menos, uma parte do agente deslizante se desloque para a interface proteção-fibra e promove lá um desnudamento fácil; onde, pelo menos, cerca de 15 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10 N. A capa da  
20 fibra óptica pode compreender uma camada de revestimento primário que envolve a fibra óptica e uma camada de revestimento secundário que envolve a camada do revestimento primário. O diâmetro externo da fibra óptica e o diâmetro interno da camada polimérica de proteção podem ser essencialmente os mesmos. A dureza Shore A da camada polimérica de proteção pode ser de, pelo menos, 90. A camada polimérica de proteção pode ser predominantemente de poliolefina; e a solubilidade do agente deslizante de amida alifática pode ser baixa dentro da poliolefina para facilitar o deslocamento do agente deslizante de amida alifática até a interface fibra-proteção. Normalmente, o agente deslizante de amida alifática pode ser incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade inferior a 3000 ppm. O agente deslizante de amida alifática pode ser incorporado à



camada polimérica de proteção em uma quantidade de entre 750 ppm e 1250 ppm.

De preferência, pelo menos, cerca de 20 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidas da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 5 N. Mais preferivelmente, pelo menos, cerca

5 de 30 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a

10 N. A fibra óptica pode ser a fibra óptica multimodo que atende à recomendação ITU-TG.651.1 e a atenuação da unidade de fibra ótica em um comprimento de

10 onda de 1300 nanômetros pode ser inferior a 1 dB/km, medido a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C. As perdas por

macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e as perdas por macrocurvaturas

15 da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,3 dB em um comprimento de onda de 1300 de nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o

raio de curvatura de 15 milímetros. A fibra óptica pode ser uma fibra óptica multimodo que atende à recomendação ITU-TG.651.1, e a atenuação da unidade

de fibra óptica em um comprimento de onda de 1300 nanômetros pode ser inferior a 0,6 dB/km, medido a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5°

20 C até 60° C. As perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para o

enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a

0,3 dB em um comprimento de onda de 1300 de nanômetros para o enrolamento



de duas voltas no carretel com o raio de macrocurvatura de 15 milímetros. A fibra óptica pode ser uma fibra óptica monomodo; e, medido a  $-5^{\circ}\text{C}$  após realizar dois ciclos de temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ , a atenuação da unidade de fibra óptica (i) em um comprimento de onda de 1310 nanômetros pode ser inferior a 0,5 dB/km e inferior 0,3 dB/km em um comprimento de onda de 1550.

A presente invenção refere-se ao método de fabricação da unidade de fibra óptica descrita acima, compreendendo: a incorporação do agente deslizante de amida alifática à composição polimérica para formar um composto polimérico de proteção; e a extrusão contínua do composto polimérico de proteção ao redor da fibra óptica para produzir a unidade de fibra óptica. O passo de incorporação do agente deslizante de amida alifática à composição polimérica pode compreender a incorporação do agente deslizante de amida alifática à poliolefina, o qual tem a solubilidade baixa dentro da poliolefina, para promover o deslocamento do agente deslizante de amida alifática até a interface fibra-proteção durante e/ou após o passo de extrusão.

A presente invenção refere-se à unidade de fibra óptica protegida do tipo semi-compacto que compreende uma fibra óptica que compreende uma fibra de vidro envolta pela capa da fibra óptica que inclui uma ou mais camadas de revestimento; e uma camada polimérica de proteção que envolve a fibra óptica para definir o espaço anelar entre eles, sendo que a camada polimérica de proteção compreende um agente deslizante de amida alifática em uma quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizante se desloque para o espaço anelar e promove lá um desnudamento fácil da camada polimérica de proteção; em que pelo menos, cerca de 25 centímetros da camada polimérica de

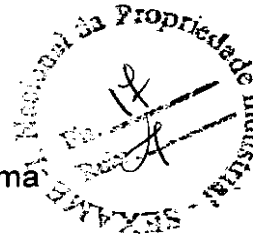


proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a de 10 N. A capa da fibra óptica pode compreender uma camada de revestimento primário que envolve a fibra óptica e uma camada de revestimento secundário que envolve a camada de revestimento primário. A capa da fibra óptica pode incluir uma camada de tinta que envolve a camada de revestimento secundário. O diâmetro interno da fibra óptica pode ser, no máximo, 30 microns maior do que o diâmetro externo da fibra óptica. A dureza Shore A da camada polimérica de proteção pode ser de, pelo menos, 90. A camada polimérica de proteção pode ser predominantemente de poliolefina; o agente deslizante de amida alifática pode ser incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade entre 200 ppm e 2000 ppm. De preferência, pelo menos, cerca de 50 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidas da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 5 N. Mais preferivelmente, pelo menos, cerca de 100 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10 N. A fibra óptica pode ser a fibra óptica multimodo que atende à recomendação ITU-TG.651.1 e a atenuação da unidade de fibra óptica em um comprimento de onda de 1300 nanômetros pode ser inferior a 1 dB/km, medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C. As perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,3 dB em um comprimento de



onda de 1300 de nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de de 15 milímetros. A fibra óptica pode ser a fibra óptica multimodo que atende à recomendação ITU-T<sub>C</sub>G.651.1; e a atenuação da unidade de fibra óptica em um comprimento de onda de 1300 nanômetros pode ser inferior a 0,8 dB/km, medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C. As perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo podem ser superiores a 0,3 dB em um comprimento de onda de 1300 de nanômetros para o enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros. A fibra óptica pode ser a fibra óptica monomodo; e, medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C até 60° C, a atenuação da unidade de fibra óptica (i) em um comprimento de onda de 1310 nanômetros pode ser inferior a 0,5 dB/km e inferior 0,3 dB/km e (ii) em um comprimento de onda de 1550 nanômetros. A fibra óptica monomodo pode (i) atender à recomendação de ITUT<sub>C</sub>G.652.D, mas não atender à recomendação de ITU-T G.657.A nem à recomendação de ITU-T<sub>C</sub>G.657.B .

Os exemplos de agentes deslizantes incluem amidas alifáticas, especialmente, amidas de ácidos gordurosos não saturados (por exemplo, ácido oléico). Os exemplos de agentes deslizantes de amida alifática incluem oleamida (C<sub>18</sub>H<sub>35</sub>NO) e erucamida (C<sub>22</sub>H<sub>43</sub>NO). O agente deslizante adequado à base de aleamida é 075840JUMB Slipeze, disponibilizado comercialmente pela PolyOne Corporation.



O tubo de proteção está dopado com o agente deslizando em uma quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizando se desloque (ou seja, a incorporação) até a superfície interna do tubo de proteção. Tipicamente, o agente deslizando é incorporado ao tubo de proteção em uma concentração inferior a 5000 partes por um milhão (ppm) (por exemplo, inferior a 3000 ppm ou inferior a 1500 ppm). Mais tipicamente, o agente deslizando é incorporado ao tubo de proteção em uma concentração de entre 200 ppm e 2000 ppm (por exemplo, entre 500 ppm e 1250 ppm).

Além disso, a solubilidade do agente deslizando dentro do material protetor (por exemplo, o material usado para formar o tubo de proteção) pode ser baixo para facilitar a incorporação do agente deslizando à superfície interna do tubo de proteção.

O agente deslizando promove fácil acesso à fibra ótica que se encontra dentro do tubo de proteção. Em outras palavras, o agente deslizando facilita o desnudamento do tubo de proteção da fibra ótica.

O agente deslizando pode ser incorporado ao tubo de proteção mediante o processo de masterbatch.

Primeiro, o masterbatch intermediário é criado misturando o veículo (por exemplo, poliolefina) com o agente deslizando. Os exemplos de veículos são polietileno de baixa densidade (LDPE), polietileno linear de baixa densidade (LLDPE), polietileno de alta densidade (HDPE) e polipropileno (PP). A concentração do agente deslizando do masterbatch resultante é de entre 1% e 10% (por exemplo, cerca de 5%).

Após a criação do masterbatch, ele é misturado com a composição

polimérica para formar o composto de proteção. Outros aditivos como corantes podem ser acrescentados ao masterbatch e/ou misturados com a composição polimérica.

5 Tipicamente, o masterbatch é incluído dentro do composto de proteção em uma concentração de 1 a 5% (por exemplo, entre cerca de 3% e 3,5%), criando assim uma concentração do agente deslizante de entre 0,01% e 5% no composto de proteção (por exemplo, entre 100 ppm e 5000 ppm). O exemplo da concentração do agente deslizante no composto de proteção pode ser de entre cerca de 750 ppm e 2000 ppm (por exemplo, 1000 ppm e 1500 ppm).

10 Então, o composto de proteção é extrudado (por exemplo, extrudado de maneira contínua) sobre a fibra ótica. Por exemplo, a fibra ótica passa a cruzeta do extrusor que forma um tubo polimérico de proteção fundido ao redor da fibra ótica. Subsequentemente, o tubo polimérico fundido esfria para formar o produto final.

15 Em um aspecto mostrado na Figura 1, a presente invenção demonstra a unidade de proteção compacta 10 (ou seja, fibra ótica do tipo compacto) com a acessibilidade melhorada.

20 A unidade de proteção compacta 10 inclui uma fibra ótica 11 envolta por uma camada de proteção 12 (ou seja, o tubo de proteção). O tubo de proteção 12 é formado a partir de uma composição polimérica que foi otimizada mediante a incorporação de um agente deslizante, cuja solubilidade é normalmente baixa com a composição polimérica para facilitar o deslocamento do agente deslizante (por exemplo, o agente deslizante de amida alifática) até a interface fibra-proteção. Durante e após a extrusão de proteção-tubo, pelo menos, uma parte do agente deslizante se desloca para a superfície interna do tubo de proteção 12. Por



consequente, a interface entre o tubo de proteção 12 e a fibra óptica 11 é lubrificada. Isso reduz a fricção entre a fibra óptica 11 e o tubo de proteção compacta 12, melhorando a acessibilidade à fibra óptica 11.

5 A fibra óptica 11 é envolta firmemente (ou seja, compactamente) pelo tubo de proteção 12. Ou seja, o diâmetro externo da fibra óptica 11 é aproximadamente igual ao diâmetro interno do tubo de proteção 12. Por conseguinte, não há espaço (ou seja, espaço anelar) entre a superfície externa da fibra óptica 11 e a superfície interna do tubo de proteção 12.

10 Sob esse aspecto, normalmente, o tubo de proteção tem o diâmetro interno entre 0,235 milímetros e 0,265 milímetros. Os especialistas perceberão que a fibra óptica (por exemplo, a fibra óptica monomodo (SMF) ou a fibra óptica multimodo (MMF)) com o revestimento primário (e o revestimento secundário opcional e/ou a camada de tinta), tipicamente, tem o diâmetro externo entre cerca de 235 microns ( $\mu\text{m}$ ) e 265 microns.

15 De modo alternativo, a presente unidade de proteção compacta compreende uma fibra óptica com o diâmetro reduzido (por exemplo, o diâmetro externo máximo entre 150 microns e 230 microns). Por isso, o diâmetro interno do tubo de proteção pode ser de cerca de 0,15 milímetros a 0,23 milímetros.

20 Normalmente, o tubo de proteção possui o diâmetro externo de cerca de 0,4 milímetros a 1 milímetro (por exemplo, entre 0,5 milímetros a 0,9 milímetros).

O tubo de proteção pode ser feito principalmente de poliolefinas como polietileno (por exemplo, LDPE, LLDPE, ou HDPE) ou polipropileno, inclusive poliolefinas, poliésteres (por exemplo, tereftalato de polibutileno) poliamidas (por exemplo, náilon) etileno acetato de vinila (EVA) assim como outros materiais





poliméricos e suas misturas. Os materiais poliméricos podem incluir uma composição curável (por exemplo, um material curável por UV) ou material termoplástico.

5 Sob esse aspecto, normalmente, a dureza Shore D do tubo de proteção é de, pelo menos, 45 e a dureza Shore A é de, pelo menos, 90 (por exemplo, a dureza Shore A superior a 95). Além disso, a dureza Shore D do tubo de proteção é de, pelo menos, 50 (por exemplo, a dureza Shore D é de cerca de 55 ou mais).

10 O exemplo da composição polimérica usada na formação do composto de proteção é ECCOHTM 6638, um composto retardante à chama livre de halogênios (HFFR) que inclui polietileno, EVA, retardantes à chama livres de halogênios e outros aditivos. Normalmente, a dureza Shore D do tubo de proteção feito de ECCOHTM 6638 é de 53. Mais um exemplo da composição polimérica é ECCOHTM<sub>C</sub>6150 que também é um composto HFFR. A PolyOne Corporation disponibiliza comercialmente ECCOHTM 6638 e ECCOHTM<sub>C</sub>6150.

15 Outros exemplos das composições incluem MEGOLONTM HF 1876 e MEGOLONTM HF 8142, que são os compostos HFFR disponibilizados comercialmente pela Alpha Gary Corporation. Normalmente, a dureza de Shore A do tubo de proteção de MEGOLONTM HF 1876 é de cerca de 96 e a dureza D é de cerca de 58.

20 Em geral, o tubo de proteção pode ser feito de uma ou mais camadas. As camadas podem ser homogêneas ou incluir misturas de vários materiais dentro de cada camada. Por exemplo, os materiais de proteção podem conter aditivos como agentes de nucleação, retardantes à chama, antioxidantes, absorventes de UV e/ou plastificantes. O tubo de proteção pode incluir o material para proporcionar



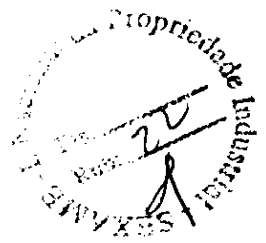
a resistência a altas temperaturas e a resistência química (por exemplo, material aromático ou material de polisulfona).

Normalmente, os tubos de proteção de acordo com a presente invenção possuem uma seção transversal circular. Dito isso, é no escopo da presente invenção empregar tubos de proteção que possuem formatos não circular (por exemplo, uma seção transversal ovóide ou trapezoidal ou que possuem formatos um tanto irregulares.

Em mais uma modalidade demonstrada de maneira esquemática na Figura 2, a presente invenção compreende uma unidade de proteção do tipo semi-compacto 20 com a acessibilidade melhorada. A unidade de proteção semi-compacta 20 é semelhante à unidade de proteção compacta descrita acima; porém, ela ainda inclui um espaço de proteção 23 (por exemplo, um espaço preenchido com ar) entre a fibra ótica 21 e o tubo de proteção 22.

Normalmente, o espaço de proteção é um espaço preenchido com ar e, como tal, está substancialmente livre de quaisquer outros materiais exceto o agente deslizante que se deslocou para o espaço de proteção.

A espessura do espaço de proteção (por exemplo, um espaço anelar) pode ser inferior a 50 microns (por exemplo, cerca de 25 microns). Normalmente, a espessura do espaço de proteção é de, no máximo, cerca de 30 microns. Em outras palavras, o diâmetro interno do tubo de proteção é, normalmente, de, no máximo, 60 microns maior do que o diâmetro externo da fibra ótica que ele envolve. Por exemplo, o tubo de proteção com o diâmetro interno de 0,3 milímetros pode encapsular uma fibra ótica com o diâmetro externo de cerca de 240 microns, resultando em um espaço de proteção com a espessura de cerca de 30



mícrons.

Se comparado com estruturas convencionais de proteção semi-compacta, a unidade de fibra óptica protegida do tipo semi-compacto pode ter um espaço de proteção mais estreito entre a fibra óptica e o tubo de proteção e, mesmo assim, proporcionar excelente acessibilidade. Por exemplo, a espessura do espaço de proteção pode ser inferior a 15 mícrons (por exemplo, inferior a 10 mícrons). A título do exemplo, a espessura do espaço de proteção pode ser inferior a 5 mícrons.

As unidades de proteção de acordo com a presente invenção podem conter ou a fibra óptica multimodo ou a fibra óptica monomodo.

Na modalidade preferida, as unidades de proteção de acordo com a presente invenção utilizam fibras ópticas convencionais multimodo com o núcleo de 50 mícrons (por exemplo, fibras multimodo OM2) que atendem à recomendação ITU-T G.651.1. Os exemplos das fibras multimodo que podem ser usados são fibras multimodo MaxCap™ (OM2+, OM3, ou OM4), disponibilizadas comercialmente pela Draka (Claremont, North Carolina).

De modo alternativo, os cabos data center atuais podem compreender fibras multimodo insensíveis à curvatura como fibras multimodo MaxCap™ BOMx disponibilizadas comercialmente pela Draka (Claremont, North Carolina). Sob esse aspecto, as perdas por macrocurvaturas de fibras multimodo insensíveis à curvatura são de, normalmente, (i) no máximo, 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros e (ii), no máximo, 0,3 dB em um comprimento de 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel

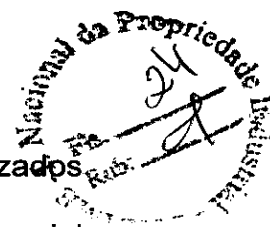


com o raio de curvatura de 15 milímetros.

Em contraste, as perdas por macrocurvaturas de fibras multimodo convencionais de acordo com o padrão ITUT G.651.1 são de, (i) no máximo 1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros e de (ii), no máximo, 1 dB em um comprimento de onda de 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros. Além disso, se medidas, usando um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros, tipicamente, as perdas por macrocurvaturas das fibras multimodo convencionais são (i) superiores a 0,1 dB, e, mais tipicamente, superiores a 0,2 dB (por exemplo, 0,3 dB ou mais) em um comprimento de onda de 850 nanômetros e (ii) superiores a 0,3 dB, e mais tipicamente, superiores a 0,4 dB (por exemplo, 0,5 dB ou mais) em um comprimento de onda de 1300 nanômetros.

Em uma outra modalidade preferida, as fibras ópticas utilizadas nas unidades de proteção são as fibras monomodo convencionais padrão (SSMF). Por exemplo, as fibras ópticas monomodo adequadas (por exemplo, fibras monomodo melhoradas (ESMF)) que atendem aos requerimentos de ITU-T G.652.D, são disponibilizadas comercialmente pela Draka (Claremont, North Carolina).

Em mais uma modalidade preferida, as fibras monomodo insensíveis à curvatura podem ser usadas nas unidades de proteção de acordo com a presente invenção. As fibras ópticas insensíveis à curvatura são menos suscetíveis à atenuação (por exemplo, causada pela microcurvatura ou macrocurvatura). Por exemplo, as fibras de vidro monomodo usados nos presentes tubos de proteção



que atendem à recomendação de ITU-T G.652.D, são disponibilizados comercialmente pela Draka (Claremont, North Carolina), sob o nome comercial BendBright®. Dito isto, é dentro do escopo da presente invenção utilizar a fibra de vidro insensível à curvatura que atende ao padrão ITU-T G.657.A e/ou ao padrão ITU-T G.657.B.

Sob esse aspecto, as fibras de vidro monomodo insensível à curvatura usadas na presente invenção que atendem a ambas as recomendações de ITU-T G.652.D e ITU-T G.657.A/B são disponibilizadas comercialmente pela Draka (Claremont, North Carolina), sob o nome comercial BendBright®. As fibras ópticas BendBrightXS® demonstram uma melhoria significativa em relação às macro e microcurvaturas.

Conforme revelado no Pedido de Patente Internacional No. PCT/US08/82927 "Fibra Óptica Resistente à Microcurvatura", depositado em 09 de novembro de 2008 pelo autor da presente invenção (e a correspondente publicação do Pedido de Patente Internacional No. WO 2009/062131 A1), e o Pedido de Patente U.S. Patent Application No. 12/267,732 "Fibra Óptica Resistente à Microcurvatura" depositado em 10 de novembro de 2008 pelo autor da presente invenção (e a correspondente publicação do pedido de patente Patent Application Publication No. US2009/0175583 A1), a união da fibra de vidro insensível à curvatura (por exemplo, fibras ópticas monomodo de Draka disponíveis sob o nome comercial BendBrightXS®) e o revestimento primário com módulos muito baixos resulta em fibras ópticas com perdas excepcionalmente baixas (por exemplo, redução da sensibilidade à microcurvatura em, pelo menos, 10 vezes se comparado com a fibra monomodo que utiliza o sistema de revestimento



convencional). As unidades de fibra óptica de acordo com a presente invenção  
pode utilizar os revestimentos revelados nos parágrafos 51, 52 e 55 e nos  
Exemplos do Pedido de Patente Internacional No. PCT/US08/82927 (WO  
2009/062131) e conforme revelado nos parágrafos 37-38 e 50-54 e nos Exemplos  
do Pedido de Patente U.S. Patent Application No. 12/267,732 (US 2009/0175583)  
ou com fibras ópticas monomodo ou com fibras óticas multimodo.

As fibras ópticas utilizadas nas unidades de proteção da presente  
invenção também devem atender aos padrões IEC 60793 e IEC 60794.

Conforme observado anteriormente, normalmente, o fato de o diâmetro  
externo das fibras óticas ficar entre 235 microns e 265 microns, apesar de fibras  
óticas terem o diâmetro menor, está dentro do escopo da presente invenção.

A título de exemplo, o diâmetro externo da fibra de vidro pode ser de  
cerca de 125 microns. Em relação às camadas de revestimento que envolvem a  
fibra óptica, o diâmetro externo do revestimento primário pode ficar entre 175  
microns e 195 microns (ou seja, a espessura do revestimento primário entre cerca  
de 25 microns e 35 microns) e o diâmetro externo do revestimento secundário  
pode ficar entre cerca de 235 microns e 265 microns (ou seja, a espessura do  
revestimento secundário entre cerca de 20 microns e 45 microns). De modo  
opcional, a fibra ótica pode incluir uma camada externa de tinta que normalmente  
fica entre dois e dez microns.

O desempenho de atenuação das unidades de proteção de acordo com  
a presente invenção é excelente se comparado com unidades de proteção  
convencionais com a acessibilidade semelhante. Por exemplo, unidades de  
proteção compacta de acordo com a presente invenção têm a acessibilidade



semelhante à das unidades de proteção do tipo semi-compacto convencionais, mas o seu desempenho de atenuação é superior.

A acessibilidade é testada determinando a extensão do tubo de proteção que pode ser removida em um único procedimento, permitindo assim o acesso à fibra ótica no seu interior. Normalmente, o teste de acessibilidade é realizado cerca de 24 horas depois da extrusão do tubo de proteção para garantir que, pelo menos, uma parte do agente deslizante seja fiado do tubo de proteção.

Sob esse aspecto, normalmente, pelo menos, 15 centímetros (por exemplo, pelo menos, cerca de 25 centímetros) do tubo de proteção de uma unidade de proteção do tipo semi-compacto de acordo com a presente invenção podem ser removidos em um único procedimento (ou seja, em uma única peça), usando a força de desnudamento inferior a 10 N, como a inferior a 8 N (por exemplo, no máximo 6 N). Em mais uma modalidade especial, pelo menos, cerca de 20 centímetros (por exemplo, mais do que 30 centímetros) do tubo de proteção de uma unidade de proteção do tipo compacto podem ser removidos em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10 N, como a inferior a 6 N (por exemplo, cerca de 4 N).

Portanto, a fibra ótica dentro das unidades de proteção de acordo com a presente invenção podem ser acessadas com rapidez. Por exemplo, é possível remover cerca de 1 metro do tubo de proteção das unidades de proteção de acordo com a presente invenção em, no máximo, um minuto, normalmente, em uma ou duas peças só.

Conforme observado, o desempenho de atenuação das unidades de proteção de acordo com a presente invenção é excelente. Sob esse aspecto, a



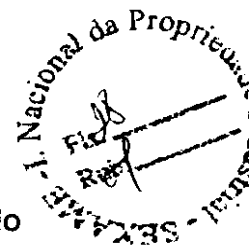
atenuação das unidades de proteção pode ser medida usando o teste dos ciclos de temperatura. Por exemplo, uma amostra da unidade de proteção pode passar por um ciclo de temperatura a partir de  $-5^{\circ}\text{C}$  até  $60^{\circ}\text{C}$ . Normalmente, este teste do ciclo de temperatura com a amostra é realizado duas vezes (ou seja, dois ciclos a partir de  $-5^{\circ}\text{C}$  até  $60^{\circ}\text{C}$ ).

De modo alternativo, os testes de ciclos de temperatura mais rigorosos podem ser realizados (por exemplo, dois ciclos a partir de  $-20^{\circ}\text{C}$  até  $60^{\circ}\text{C}$  ou dois ciclos a partir de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $60^{\circ}\text{C}$ ). Além disso, mais testes de ciclos de temperatura (por exemplo, dois ciclos de temperatura a partir de  $40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ ) após o teste de ciclos de temperatura inicial podem ser realizados.

Normalmente, após o teste dos ciclos de temperatura, a atenuação da fibra óptica contida dentro da unidade de proteção é de  $-5^{\circ}\text{C}$ . Para a fibra multimodo, normalmente, a atenuação é medida em um comprimento de onda de 1300 nanômetros. Tipicamente, a atenuação das unidades de fibra multimodo de proteção do tipo compacto (por exemplo, contendo uma fibra multimodo convencional) de acordo com a presente invenção é inferior a 1dB/km, e, mais tipicamente, inferior a 0,8 dB/km (por exemplo, cercade 0,6 dB/km ou menos), medida a  $-5^{\circ}\text{C}$  após realizar dois ciclos de temperatura a partir de  $-5^{\circ}\text{C}$  até  $60^{\circ}\text{C}$ . Além disso, normalmente, a atenuação das unidades de fibra protegida multimodo do tipo compacto de acordo com a presente invenção é, no máximo, de cerca de 2,7 dB/km em um comprimento de onda de 850 nanômetros, e, no máximo 0,8 dB/km em um comprimento de onda de 1300 nanômetros, medida a  $-5^{\circ}\text{C}$  após realizar dois ciclos de temperatura a partir de  $40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ .

Normalmente, a atenuação das unidades de proteção do tipo compacto





que contêm as fibras óticas monomodo (por exemplo, fibras óticas monomodo convencionais) é, no máximo, de cerca de 0,5 dB/km (por exemplo, inferior a 0,39 dB/km) em um comprimento de onda de 1310 nanômetros, e, no máximo, de cerca de 0,30 dB/km (por exemplo, 0,25 dB/km u menor) em um comprimento de onda de 1550 nanômetros, medida a 5°C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de 40°C até 70°C.

A Tabela 1 (abaixo) demonstra os dados representativos de atenuação das unidades de proteção do tipo compacto. Estas unidades de proteção contêm a fibra multimodo convencional com o núcleo de 50 microns e o diâmetro externo de 240 microns. Os exemplos 4 e 5 são comparativos, unidades de proteção convencionais do tipo semi-compacto.

Tabela 1. (Atenuação Convencional da MMF em Unidades de Proteção Compacta)

	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Comp. Ex. 4	Comp. Ex. 5
Tubo de Proteção Diâmetro Externo (mm)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Tubo de Proteção Diâmetro Interno (mm)	0,24	0,24	0,24	0,30	0,30
Espaço de proteção	N/D	N/D	N/D	Ar	Lubrificante
Material de proteção	ECCOH <sup>T</sup> <sub>M</sub> 6638	ECCOH <sup>T</sup> <sub>M</sub> 6638	ECCOH <sup>TM</sup> 6638	ECCOH <sup>TM</sup> 6638	ECCOH <sup>TM</sup> 6638
Agente Deslizante	075840J UMB Slipeze	075840J UMB Slipeze	075840JU MB Slipeze	N/D	N/D
Concentração do Agente Deslizante (ppm)	500	1000	2000	N/D	N/D



Atenuação (dB/km a 1300 nm) Dois ciclos -5°C a 60°C		0,53		0,98	1,77
Atenuação (dB/km a 1300 nm) Dois ciclos -40°C a 60°C		0,75		2,12	11,44
Atenuação (dB/km a 1300 nm) Dois ciclos -20°C a 60°C e Dois ciclos -40°C a 70°C	0,92	0,98	0,91	10,97	

Além disso, o desempenho de atenuação foi medido em relação aos exemplo das unidades de proteção do tipo semi-compacto de acordo com a presente invenção. Na medição do desempenho de atenuação, as unidades de proteção do tipo semi-compacto contendo ou uma fibra ótica multimodo ou uma fibra ótica monomodo foram submetidas a dois ciclos de temperatura a partir de -5°C até 60°C. Normalmente, para as unidades de proteção do tipo semi-compacto contendo as fibras multimodo convencionais (por exemplo, com o núcleo de 50 microns), a atenuação em um comprimento de onda de 1300 nanômetros foi, no máximo, de, no máximo, cerca de 0,8 dB/km. Além disso, a atenuação das unidades de proteção do tipo semi-compacto contendo as fibras óticas monomodo foi, no máximo, de cerca de 0,5 dB/km (por exemplo, inferior 0,39 dB/km) em um comprimento de onda de 1310 nanômetros e, no máximo, de cerca de 0,30 dB/km (por exemplo, 0,25 dB/km ou inferior) em um comprimento de onda de 1550 nanômetros. A Tabela 2 (abaixo) demonstra os dados representativos de atenuação das unidades de proteção do tipo semi-compacto.

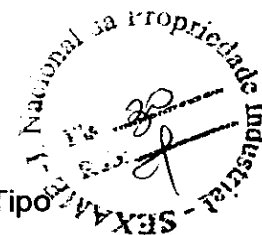


Tabela 2 (Atenuação nas Unidades de Proteção do Tipo Semi-Compacto)

	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	Ex. 10	Ex. 11
Tubo de Proteção Diâmetro Externo (mm)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Tubo de Proteção Diâmetro Interno (mm)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Mateial de Proteção	ECCO H <sup>TM</sup> 6638	ECCOH TM 6638	ECCOH TM 6638	ECCO H <sup>TM</sup> 6638	ECCO H <sup>TM</sup> 6638	ECCOH TM 6638
Agente Deslizante	07584 0 JUMB Slipez e	075840 JUMB Slipeze	075840 JUMB Slipeze	07584 0 JUMB Slipez e	07584 0 JUMB Slipez e	075840 JUMB Slipeze
Concetração do Agente Deslizante (ppm)	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Tipo da Fibra Ótica	Conve n- cional OM1	Conven- cional OM2	Max- Cap <sup>TM</sup> OM3	Max- Cap <sup>TM</sup> OM4	ESMF	Bend- Bright <sup>XS</sup>
Atenuação (dB/km a 850 nm) Dois ciclos -5°C a 60°C	≤3,2	≤2,7	≤2,7	≤2,7	N/A	N/A
Atenuação (dB/km a 1300 nm) Dois ciclos -5°C a 60°C	≤1,0	≤0,8	≤0,8	≤0,8	N/A	N/A
Atenuação (dB/km a 1310 nm) Dois ciclos -5°C a 60°C	N/D	N/D	N/D	N/D	≤0,39	≤0,39
Atenuação (dB/km a 1550 nm) Dois ciclos -5°C a 60°C	N/D	N/D	N/D	N/D	≤0,25	≤0,25

Uma ou mais unidades de proteção de acordo com a presente invenção



podem ser posicionadas dentro do cabo de fibra ótica.

Sob esse aspecto, uma multiplicidade das unidades de proteção de acordo com a presente invenção podem ser posicionadas externamente adjacente a e torcido em torno de um membro da força central. Esta torção pode ser realizada em uma direção, helicoidalmente, conhecida como torção "S" ou "Z" ou disposição oscilada inversa de camada única conhecida como torção "S-Z". A torção em torno do membro da força central reduz tensão sobre a fibra ótica quando a tensão acontece durante a instalação e uso.

Os especialistas entenderão os benefícios de minimizar a tensão sobre a fibra, tanto tensão de tração sobre o cabo como a tensão longitudinal de compressão, durante a instalação e uso.

Em relação à tensão de tração sobre o cabo que pode acontecer durante a instalação, o cabo ficará mais comprido enquanto as fibras óticas se deslocam mais próximo ao eixo neutral do cabo para reduzir, se não eliminar, a tensão imposta sobre as fibras óticas. Em relação à tensão longitudinal de compressão que pode ocorrer em baixas temperaturas devido à contração dos componentes do cabo, as fibras óticas se deslocarão para longe do eixo neutral do cabo para reduzir, se não eliminar, a tensão de compressão imposta sobre as fibras óticas.

Em uma variação, duas ou mais camadas substancialmente concêntricas dos tubos de proteção podem ser posicionadas ao redor do membro da força central. Em mais uma variação, os próprios elementos múltiplos de torção (por exemplo, unidades de proteção múltiplas torcidas em torno de um membro da força central) podem ser torcidos em torno de um do outro ou em torno de um



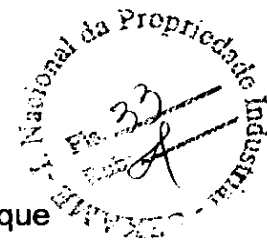
membro da força central.

De modo alternativo, a multiplicidade das unidades de proteção de acordo com a presente invenção pode ser posicionada externamente adjacente ao membro da força central (por exemplo, as unidades de proteção não são torcidas ou dispostas intencionalmente em torno do membro da força central de uma maneira específica e estão substancialmente paralelas ao membro da força central).

Em mais uma modalidade, as múltiplas unidades de proteção podem ser torcidas em torno de si mesmas sem a presença de um membro da força central. Essas unidades de proteção podem ser envoltas por um tubo protetor. Esse tubo protetor pode servir de um revestimento externo do cabo de fibra óptica ou pode ser envolto mais ainda por uma bainha externa. O tubo protetor pode envolver os tubos de proteção de maneira firme ou solta.

Os especialistas sabem que os elementos adicionais podem ser incluídos dentro do núcleo do cabo. Por exemplo, cabos de cobre ou outros elementos ativos de transmissão podem ser torcidos ou enfeixados dentro da bainha do cabo. A título de mais um exemplo, os elementos passivos podem ser posicionados fora dos tubos de proteção entre as paredes externas respectivas das unidades de proteção e a parede interna da jaqueta do cabo.

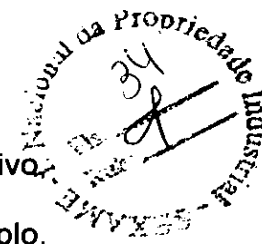
Sob esse aspecto, os fios de algodão, materiais não tecidos, tecidos (por exemplo, fitas), espumas ou outros materiais que contem materiais expansíveis em água e/ou revestidos com materiais expansíveis em água (por exemplo, incluindo polímeros superabsorventes (SAP) como pó SAP) podem ser empregados para bloquear a água.



Os especialistas entenderão que as unidades de proteção que encapsulam o cabo conforme revelado pela presente invenção, podem ter uma bainha feita de vários materiais e de acordo com vários desenhos. A bainha do cabo pode ser de materiais poliméricos como, por exemplo, polietileno, polipropileno, cloreto de polivinila (PVC), poliamidas (por exemplo, náilon), poliéster (por exemplo, PBT), plásticos fluorados (por exemplo, propileno de perfluoretileno, fluoreto de polivinila ou difluoreto de polivinilidena) e acetato de vinil etileno. A título de exemplo, a bainha pode ser de MEGOLONTM S540, um material termoplástico livre de halogênios disponibilizados comercialmente pela Alpha Gary Corporation. Além disso, os materiais da bainha podem conter outros aditivos como agentes de nucleação, retardante à chama, retardantes à fumaça, antioxidantes, absorventes de UV e/ou plastificantes.

A bainha do cabo pode ser uma única jaqueta formada de materiais dielétricos (por exemplo, polímeros não condutores com ou sem os componentes estruturais complementares que podem ser usados para melhorar a proteção (por exemplo, a proteção contra roedores) e resistência proporcionada pela bainha do cabo. Por exemplo, uma ou mais camadas de fita metálica (por exemplo, aço) junto com um ou mais revestimentos dielétricos podem formar a bainha do cabo. As hastes metálicas ou de fibra de vidro de reforço (por exemplo, GRP) também podem ser incorporadas à bainha. Além disso, fios de aramida, fibra de vidro ou poliéster podem ser utilizados embaixo de vários materiais da bainha (por exemplo, entre a bainha do cabo e o núcleo do cabo) e/ou cordas de rasgar podem ser posicionados, por exemplo, dentro da bainha do cabo.

Semelhante aos tubos de proteção, as bainhas do cabo de fibra óptica



normalmente possuem a seção transversal circular, mas, de modo alternativo, bainhas de cabo podem ter formas irregulares ou não circulares (por exemplo, seção transversal ovóide, trapezoidal ou plana).

5 De modo geral, como sabem os especialistas, o membro da força está em forma de uma haste ou fibras ou fios trançados/helicoidalmente torcidos embora os especialistas possam conhecer outras configurações.

10 Optical fiber cables containing buffering units as disclosed may be variously deployed, including as drop cables, distribution cables, feeder cables, trunk cables, and stub cables, each of which may have varying operational requirements (e.g., temperature range, crush resistance, UV resistance, and minimum bend radius).

15 Cabos de fibra ótica que contêm as unidades conforme revelado pela presente invenção podem ser utilizados de maneiras diferentes, inclusive como cabos pendentes, cabos de distribuição, cabos de alimentação, cabos tronco, cabos stub cujos requerimentos operacionais podem variar ( por exemplo, faixa de temperaturas, resistência ao esmagamento, resistência à luz UV e o raio mínimo de torção).

20 Tais cabos de fibra ótica podem ser instalados dentro de dutos, microdutos, tubos ou canos. A título de exemplo, um cabo de fibra ótica pode ser instalado em um duto ou microduto existente, puxando ou soprando-o (por exemplo, usando o ar comprimido). O exemplo do método de instalação do cabo é revelado pela publicação do pedido de patente U.S. Patent Application Publication No. US2007/0263960 de Método de montagem e Instalação do Cabo de Comunicações deste autor e a publicação do pedido de patente U.S. Patent



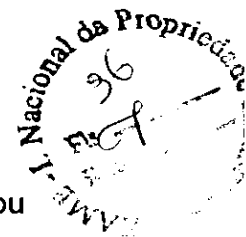
Application Publication No. US2008/0317410 de Método de Montagem e Instalação do Cabo de Comunicação Reforçado Modificado, também do presente autor.

Conforme observado, as unidades de proteção da presente invenção podem ser torcidas (por exemplo, em torno de um membro da força central). Em tais configurações, a bainha externa protetora do cabo de fibra óptica pode possuir uma superfície externa texturizada que periodicamente varia longitudinalmente ao longo do cabo de maneira que replica o formato torcido dos tubos de proteção subjacentes. O perfil texturizado da bainha protetor externa pode melhorar o desempenho de sopro do cxabo de fibra ótica. A superfície texturizada reduz a superfície de contato entre o cabo e o duto ou microduto e aumenta a fricção entre o meio de sopro (por exemplo, ar) e o cabo. A bainha protetora externa pode se feita de um material com o baixo coeficiente de fricção que pode facilitar a instalação por sopro. Além disso, a bainha protetora externa pode ter um lubrificante para facilitar ainda mais a instalação por sopro.

Em geral, para alcançar o desempenho de sopro de longa distância satisfatório (por exemplo, entre 3,000 a 5,000 pés ou mais), o diâmetro externo do cabo de um cabo de fibra óptica deve ser, no máximo, cerca de setenta a oitenta por cento do diâmetro interno do duto ou microduto.

Além disso, os cabos de fibra óptica podem ser colocados diretamente no chão ou usados como cabos aéreos, suspensos de um poste ou pilar. Um cabo aéreo pode ser autosustentado ou fixado ou amarrado a um suporte (por exemplo, fio mensageiro ou outro cabo). Os exemplos de cabos aéreos de fibra óptica incluem fios aéreos (OPGW), todos os cabos elétricos autosustentados (ADSS), todos os cabos dielétricos espinados (AD-Lash), e cabos figura 8. (Os





cabos figura 8 e outros desenhos podem ser colocados diretamente no chão ou instalados nos dutos, e, de modo opcional, podem incluir um elemento de entoação como um fio metálico para poder ser encontrado por um detetor de metais.

5 Para empregar as fibras ópticas com eficiência em um sistema de transmissão, as conexões são necessários em vários pontos da rede. Normalmente, as conexões de fibra óptica são feitas por entrançamento por fusão, entrançamento mecânico ou conectores mecânicos.

10 As pontas macho/fêmea dos conectores podem ser afixadas às pontas das fibras ou no campo (por exemplo, no local da rede) ou em uma fábrica antes da instalação da rede. As pontas dos conectores são unidas no campo a fim de conectar as fibras ou conectar as fibras aos componentes ativos ou passivos. Por exemplo, certas montagens do cabo de fibra óptica (por exemplo, montagens de ramificações) podem separar e conduzir as fibras ópticas individuais de um cabo de fibras ópticas múltiplas de uma maneira protetora.

15 O uso de tais cabos de fibra óptica pode incluir equipamentos complementares. Por exemplo, um amplificador pode ser usado para melhorar sinais ópticos. Os módulos de compensação de dispersão podem ser instalados para reduzir os efeitos de dispersão cromática e dispersão do modo de polarização. Também podem ser incluídos pedestais, caixas de entrançamento e  
20 moldes de distribuição que podem ser protegidos por um invólucro. Os elementos adicionais compreendem, por exemplo, interruptores de terminal remoto, unidades de rede óptica, divisores ópticos e interruptores do escritório central.

Um cabo contendo as unidades de proteção da presente invenção pode ser empregado em um sistema de comunicação (por exemplo, redes ou



telecomunicações). Um sistema de comunicação pode incluir tal estrutura do cabo de fibra óptica como fibra até o nó (FTTN), fibra até a caixa (FTTE), fibra até o meio-fio (FTTC), fibra até um edifício (FTTB) e fibra até a casa (FTTH) assim como estrutura de longa distância ou metro. Além disso, o módulo ótico ou uma caixa de armazenamento que inclui um suporte, pode alojar a parte torcida de uma fibra óptica. A título de exemplo, a fibra óptica pode ser torcida com o raio de curvatura inferior a 15 milímetros (por exemplo, 10 milímetros ou inferior, como o de cerca de 5 milímetros) no módulo ótico ou na caixa de armazenagem.

As modalidades típicas foram reveladas na especificação e/ou figuras acima. A presente invenção não se limita às modalidades nos exemplos. As figuras são representações esquemáticas e não são necessariamente desenhadas em escala. A não ser especificamente observado, os termos específicos foram usados de maneira genérica e descritiva e sem a intenção limitativa.



## REIVINDICAÇÕES

1. A unidade de fibra óptica protegida caracterizada por compreender:

- uma fibra óptica que compreende uma fibra óptica envolta de maneira contígua por um revestimento de fibra óptica incluindo uma ou mais camadas de revestimento; e

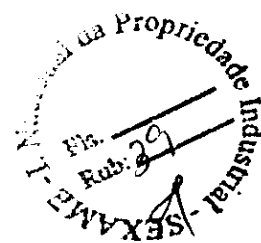
- uma camada polimérica de proteção que envolve a fibra óptica, sendo que a camada polimérica de proteção define a superfícies interna, sendo que a camada polimérica de proteção inclui um agente deslizante de amida alifática em uma quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizante se desloque para a superfície interna da camada polimérica de proteção de maneira que, pelo menos, 15 milímetros da camada polimérica de proteção possam ser removidos da fibra óptica em um único procedimento, usando a força de desnudamento inferior a 10 N;

- em que o diâmetro da camada polimérica de proteção é, no máximo, 60 microns maior do que o diâmetro externo da fibra ótica.

2. A unidade de fibra óptica de acordo com a Reivindicação 1 em que a unidade de fibra óptica protegida é a unidade de fibra óptica protegida do tipo semi-compacto, sendo que a unidade de fibra óptica protegida ainda compreende um espaço de proteção entre a fibra óptica e a camada polimérica de proteção.

3. A unidade de fibra óptica de acordo com a Reivindicação 1 em que a unidade de fibra óptica protegida é a unidade de fibra óptica protegida do tipo compacto em que o diâmetro externo da fibra óptica e o diâmetro interno da camada polimérica de proteção são essencialmente os mesmos.

4. A unidade de fibra óptica de acordo com a Reivindicação 3 em que:



- a fibra óptica é uma fibra óptica multimodo que atende à recomendação ITU-T G.651.1

- as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo são superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros;

- as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo são superiores a 0,3 dB em um comprimento de onda de 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e,

- a atenuação da unidade de fibra óptica em um comprimento de onda de 1300 nanômetros é inferior a 0,6 dB/km, medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C a 60° C.

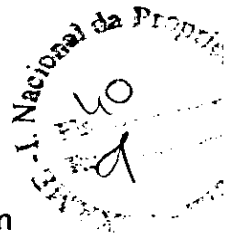
5. A unidade de fibra óptica de acordo com a Reivindicação 3 em que a fibra óptica é a fibra óptica monomodo e, medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de 40° C até 70° C, a atenuação da fibra óptica é (i) inferior a 0,5 dB/km em um comprimento de onda de 1310 nanômetros e (ii) inferior a 0,3 dB/km em um comprimento de 1550 nanômetros.

6. Uma fibra óptica de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores em que o diâmetro interno da camada polimérica de proteção é, no máximo, 30 microns maior do que o diâmetro externo da fibra óptica.

7. A unidade de fibra óptica de acordo com a Reivindicação 6 em que:

- A fibra óptica é uma fibra óptica monomodo que (i) atende à recomendação ITUT G.652.D, mas (ii) não atende à recomendação ITU-T G.657.A nem à ITU-T G.657.B; e

- Medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5°



C até 60° C, a atenuação da unidade de fibra óptica é inferior a 0,5 dB/km em um comprimento de 1310 nanômetros e (ii) inferior a 0,3 dB/km em um comprimento de 1550 nanômetros.

5 8. A unidade de fibra óptica de acordo com qualquer uma das Reivindicações 1-3 e 6 em que:

- A fibra óptica é uma fibra óptica que atende à recomendação ITU-T G.651.1 ;

10 - as perdas por macrocurvaturas fibra óptica multimodo são superiores a 0,1 dB em um comprimento de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros;

- as perdas por macrocurvaturas da fibra óptica multimodo são superiores a 0,3 dB em um comprimento de onda de 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas no carretel com o raio de curvatura de 15 milímetros; e

15 - a atenuação da unidade de fibra óptica em um comprimento de onda de 1300 nanômetros é inferior a 1 dB/km, medida a -5° C após realizar dois ciclos de temperatura a partir de -5° C a 60° C.

9. A unidade de fibra óptica de acordo com qualquer uma das Reivindicações anteriores em que a dureza Shore A da camada polimérica de proteção é de, pelo menos, 90.

20 10. A unidade de fibra óptica de acordo com qualquer um das Reivindicações anteriores em que o agente deslizante de amida alifática é incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade inferior a 5000 ppm, de preferência, inferior a 3000 ppm.

11. A unidade de fibra óptica de acordo com qualquer um das



Reivindicações anteriores em que o agente deslizando de amida alifática é incorporado à camada de preenchimento polimérico em uma quantidade entre 5000 ppm e 2000 ppm.

5 12. A unidade de fibra óptica de acordo com qualquer uma das Reivindicações anteriores em que o agente deslizando de amida alifática é incorporado à camada polimérica de proteção em uma quantidade entre 750 ppm e 1250 ppm.



FIG. 01

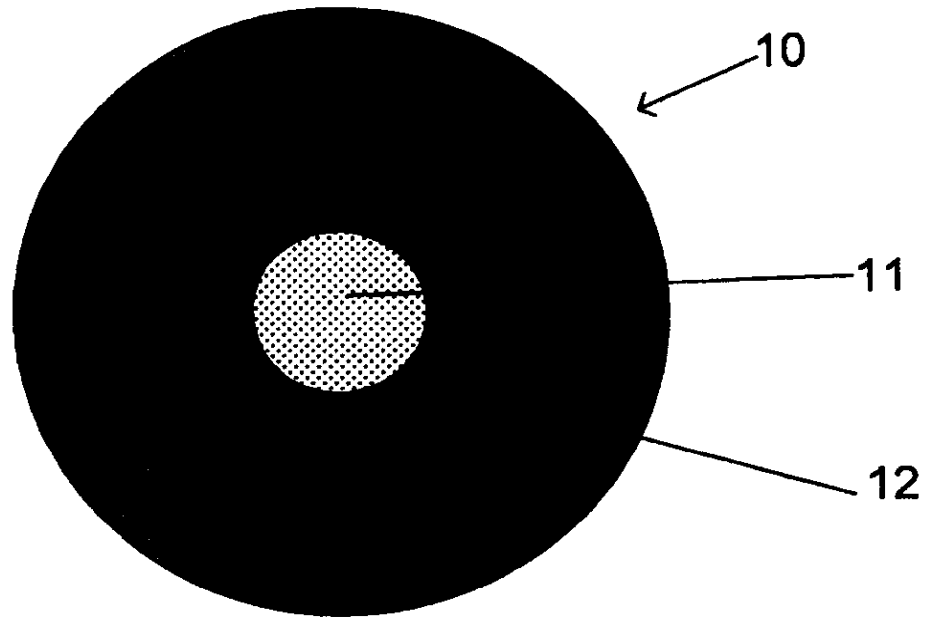
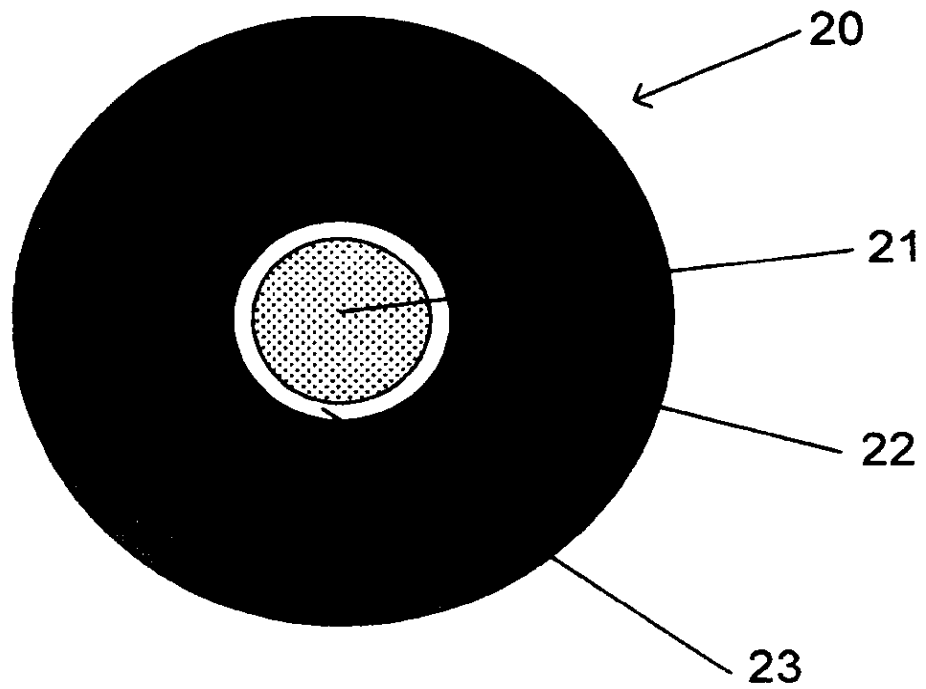


FIG. 02





## Resumo

### UNIDADE DE FIBRA ÓPTICA PROTEGIDA DO TIPO COMPACTO

COM ACESSIBILIDADE MELHORADA compreende uma fibra óptica que é envolta por uma camada polimérica de proteção, a fim de definir a interface fibra-proteção.

5 A camada de proteção compreende um agente deslizante de amida alifática em uma quantidade suficiente para que, pelo menos, uma parte do agente deslizante de amida alifática se desloque para a interface proteção-fibra para promover lá o desnudamento fácil da camada de proteção. Por exemplo, pelo menos, cerca de 15 centímetros da camada polimérica de proteção podem ser removidos da fibra 10 ótica em um único procedimento, usando a foga de desnudamento inferior a 10 N.