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

(21) **PI 0621784-2 A2**

BRPI0621784A2

(22) Data de Depósito: 26/06/2006
(43) Data da Publicação: 20/12/2011
(RPI 2137)

(51) Int.Cl.:
H01B 9/02

(54) Título: CABO DE ENERGIA ELÉTRICA, E, MÉTODO PARA PRODUZIR UM CABO DE ENERGIA ELÉTRICA

(73) Titular(es): Prysmian Power Cables And Systems USA, LLC

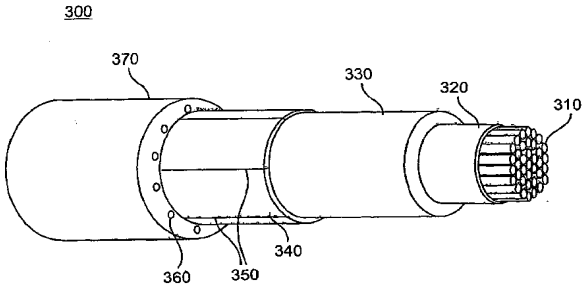
(72) Inventor(es): Jacob Ray Price, Jonathan Gerald Fitz, Robert Stephen Caporale

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2006024915 de 26/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2008/002292de 03/01/2008

(57) Resumo: CABO DE ENERGIA ELÉTRICA, E, MÉTODO PARA PRODUZIR UM CABO DE ENERGIA ELÉTRICA. Um cabo de energia elétrica tem uma blindagem de isolamento com pelo menos um trajeto de fraqueza ao longo de um comprimento do cabo facilitar descascamento. Quando o trajeto de fraqueza é uma graduação ou sulco, uma espessura da blindagem de isolamento entre um fundo do pelo menos um sulco e a superficie exterior da camada de isolamento subjacente é aproximadamente 0,025-0,381 mm. Preferivelmente, lâminas arranjadas ao redor da circunferência de cabo seguindo extrusão da blindagem de isolamento cortam o pelo menos um sulco continuamente na blindagem ao longo do comprimento do cabo. O pelo menos um sulco, ou outros meios para prover fraqueza, habilita um instalador descascar facilmente a blindagem de isolamento no campo com uso mínimo de ferramentas especializadas.



"CABO DE ENERGIA ELÉTRICA, E, MÉTODO PARA PRODUZIR UM CABO DE ENERGIA ELÉTRICA"

CAMPO TÉCNICO

O campo técnico desta invenção relaciona-se a cabos de energia elétrica. Mais especificamente, o campo técnico da presente invenção relaciona-se a cabos de energia de tensão média tendo blindagens de isolamento semicondutoras configuradas para melhorar sua capacidade de descascar para emenda ou terminação cabo.

FUNDAMENTO

Cabos de energia elétrica para distribuir tensões médias (isto é, 5 kV a 46 kV) tipicamente incluem várias camadas. Estas camadas incluem um condutor elétrico, um blindagem semicondutor coberta, uma camada de isolamento formada sobre a blindagem semicondutor, uma blindagem de isolamento semicondutora sobre o isolamento, uma blindagem metálica, e uma camisa protetora mais exterior.

Figura 1 mostra um cabo convencional exemplar 100. Em seu centro, o condutor 110 é feito tipicamente de cobre, alumínio ou liga de alumínio. Condutor 110 é tanto sólido ou torcido, com fios torcidos adicionando flexibilidade ao cabo. Se torcido, o condutor inclui freqüentemente selo de fio para encher seus interstícios, que ajuda a prevenir migração de água ao longo do condutor. Blindagem de condutor 115, formada de um material semicondutor, cerca o condutor 110.

Isolamento 120 cerca a blindagem de condutor 115 e é tipicamente uma camada extrusada. Isolamento 120 provê isolamento elétrico entre o condutor 110 e o terra elétrico mais perto, assim prevenindo uma falha elétrica. Geralmente, o isolamento 120 é feito de polietileno, polietileno de ligação cruzada, ou borracha de etileno-propileno. Blindagem de isolamento 125 cerca o isolamento 120 e é feita normalmente de uma camada semicondutora extrusada.

O termo "núcleo" é usado freqüentemente para indicar a combinação do condutor, blindagem de condutor, isolamento, e blindagem de isolamento de um cabo de energia.

Camisa opcional 130 provê proteção térmica, mecânica, e ambiental das camadas debaixo dela e freqüentemente é construída de polietileno, PVC, polipropileno, ou polietileno clorado. Neutros concêntricos 150 incluem uma pluralidade de fios eletricamente semicondutores colocados concentricamente ao redor de blindagem de isolamento 125 e embutidos dentro de camisa 130. Os neutros concêntricos 150 servem como um trajeto de corrente de retorno de neutro para acomodar falhas e deve ser dimensionado por conseguinte. Alternativa para neutros concêntricos 150, uma blindagem primária (não mostrada) pode estar por baixo de camisa 130 e ser feita, por exemplo, na forma de tiras de metal planas ou uma fita de metal, possivelmente corrugada. Os elementos de metal tipicamente (isto é, neutros concêntricos ou a blindagem primária) precisam ter a capacidade para levar altas correntes elétricas (milhares de ampères) por uma curta duração (60 ciclos/segundo ou menos) durante uma condição de emergência até que um sistema de relé possa interromper o sistema de distribuição.

Neutros concêntricos 150, blindagem de isolamento 125, e blindagem de condutor 115 ajudam a controlar fadiga elétrica, provendo mais simetria dos campos elétricos dentro de cabo 100. Blindagens semicondutoras poliméricas, tal como a blindagem de isolamento 125 e blindagem de condutor 115, são empregadas freqüentemente com cabos designados para tensões maiores que 2 kV. Estas blindagens provêem camadas de condutividade intermediária entre o condutor de potencial alto 110 e o isolamento primário 120, e entre o isolamento primário 120 e o potencial de terra ou neutro 150.

Emendar ou terminar um cabo de energia tal como 100 requer a remoção seqüencial de camisa exterior 130, camada de isolamento

semicondutor 125, e isolamento 120. Figuras 2A e 2B ilustram estágios em descascar dois cabos de média tensão para emenda. Como mostrado na Figura 2A, a camisa exterior 130 é primeiro removida para uma distância predeterminada, expondo a blindagem de isolamento 125. Neutros concêntricos 150 são retirados para uso posterior depois da emenda. Também, a blindagem de isolamento 125 é cortada circunferencialmente ou longitudinalmente a uma distância predeterminada da ponta do cabo e essa porção de blindagem de isolamento 125 é removida do isolamento subjacente 120. Como mostrado na Figura 2B, um corte circunferencial perto da ponta do cabo é então feito por isolamento 120 e blindagem de condutor 115 (não mostrado). Depois que este corte é feito, uma porção de isolamento 120 e blindagem de condutor 115 ao término do cabo é removida, expondo o condutor 110 na ponta de cabo. Etapas semelhantes são seguidas ao preparar um único cabo para terminação.

Descascar um cabo de média tensão pode ser desafiador, particularmente quando executado no campo. Por exemplo, as várias camadas poliméricas no cabo são unidas moderadamente juntas, fazendo-as difíceis de separar ao emendar ou terminar o cabo. A camisa e a blindagem de isolamento tendem a aderir juntas devido à afinidade de jaquetas poliméricas (por exemplo polietileno) à classe de materiais normalmente empregados como blindagens de isolamento semicondutoras. Além disso, as camadas poliméricas 115, 120, 125 e 130 são tipicamente extrusadas sob pressão durante fabricação de cabo. Extrusão sob pressão faz os materiais poliméricos encherem áreas intersticiais entre camadas e o material polimérico (por exemplo polietileno) tipicamente selecionado para tal processamento tem uma tendência a encolher abaixo depois de extrusão. A formação íntima e união mecânica leve entre as camadas ajuda a evitar vazios prejudiciais e minimiza qualquer descarga que ocorreria caso contrário, por exemplo, entre a camada de isolamento e a blindagem de isolamento semicondutora. Como resultado,

tipicamente leva entre cerca de 13,3 e 107 N para remover a blindagem de isolamento de sua camada de isolamento subjacente.

Além disso, ao descascar a blindagem de isolamento semicondutora de um cabo de média tensão, cuidado deve ser tomado para evitar rachar ou cortar a camada de isolamento subjacente que resultaria na formação de pontos de fadiga elétrica dentro do corpo de acessório que é usado para emendar ou terminar o cabo. Como explicado acima, descascar um cabo de média tensão envolve primeiro remover a camisa de cabo para uma distância predeterminada da ponta do cabo e então remover um comprimento da blindagem de isolamento. Ao cortar a blindagem de isolamento, o instalador deve ser cuidadoso para não cortar na camada de isolamento porque estes cabos operam sob fadiga elétrica alta com até 50% da fadiga operacional de condutor máxima sendo na superfície do isolamento. Um corte passando pela blindagem de isolamento e no isolamento, até mesmo se só uma fração de um milímetro, pode conduzir à descarga parcial (ionização) no corte depois que a emenda ou terminação está completa.

Conseqüentemente, para emendar ou terminar um cabo de média tensão, um instalador tipicamente começa graduando a blindagem de isolamento depois de remover a camisa exterior. A graduação corta pela superfície da blindagem de isolamento, mas preferivelmente não penetra completamente pelo material para evitar rachar a camada de isolamento subjacente. Uma pequena quantidade do material de blindagem de isolamento permanece na base da graduação (geralmente cerca de 0,127 mm ou menos). Usando ferramentas, instaladores tipicamente criam graduações que passam longitudinalmente ou helicoidalmente ao longo do cabo da ponta do cabo à distância predeterminada da ponta onde a blindagem de isolamento precisa ser removida. Uma vez que a blindagem de isolamento seja graduada, ela pode ser descascada ao longo das marcas de graduação longitudinais ou helicoidais para expor a camada de isolamento. Para completar o descascamento no caso

de graduações longitudinais ou helicoidais, o instalador descascará atrás as tiras para expor a superfície de isolamento por um comprimento predeterminado. Executar esta graduação precisa no campo pode ser difícil.

Patentes US Nos. 5.987.204 e 6.148.130 expõem cabos transmissores de sinal que são providos com locais de conexão discretos predeterminados incorporados no cabo durante a fabricação dele. Em detalhes, pelo menos uma área pré-graduada é formada na cobertura protetora de cabo que cerca o condutor de cabo durante o processo de fabricação de cabo para prover facilidade de conexão no campo. O usuário pode aplicar força para romper a cobertura protetora nos locais pré-graduados sem usar ferramentas especiais para facilitar fazer as conexões. Depois de romper a cobertura ao longo das linhas pré-graduadas, a cobertura pode ser removida deslizando a cobertura protetora ao longo do cabo como necessário.

Patente US No. 4.993.147 descreve um método automatizado para cortar e descascar isolamento sem pré-graduação. Uma ou mais lâminas são movidas de uma maneira predeterminada com respeito a um condutor isolado retido em uma posição fixa. O isolamento é cortado a uma certa profundidade e depois disso cortado e descascado do cabo.

Outros documentos expõem o uso de elementos de liberação para melhorar o descascamento de cabos sem ferramentas especializadas. Por exemplo, Patente US No. 5.611.017 expõe um cabo de tira de fibra óptica incluindo pelo menos um elemento de liberação colocado periodicamente entre a cobertura global e as fibras ópticas para permitir fácil acesso às fibras. Patente US No. 5.008.490 é dirigida a cabos de comunicação de tira plana, eletricamente blindados, onde um material de malha de fio é colocado debaixo da blindagem elétrica para fazer a blindagem facilmente removível.

Patente US No. 6.858.296 trata compostos especializados para uma blindagem de isolamento global para melhorar sua capacidade de descascar enquanto mantendo estabilidade térmica.

Notou-se que nenhum dos métodos mencionados acima resolve os problemas postos em graduar e descascar blindagens de isolamento de cabos de média tensão devido às altas fadigas elétricas inerentes em tais cabos. Notou-se também que projetos existentes não provêem uma técnica aceitável para descascar ou retirar uma blindagem de isolamento de um cabo de média tensão no campo a qualquer ponto ao longo do cabo com uso mínimo de ferramentas.

Em particular, Patentes US Nos. 5.987.204 e 8.148.130 citadas acima relacionam-se a cabos transmissores de sinalização, tais como cabos de fibra óptica ou cabos elétricos, em que áreas pré-graduadas anulares (isto é, circunferenciais) das coberturas protetoras de cabo são providas com para propósitos de emenda e/ou conexão sem a necessidade de ferramentas de descascar, ditas áreas pré-graduadas sendo providas a intervalos predeterminados ao longo do comprimento de cabo.

As graduações anulares acima mencionadas são providas à cobertura protetora de cabo de forma que uma porção delas possa ser removida, dita porção seno feita se separar do cabo restante aplicando uma força de tração em dita porção e assim causando a última deslizar sobre o núcleo de cabo que está localizado em uma posição interna radial com respeito à cobertura de cabo.

Observou-se que as graduações anulares acima mencionadas não podem ser aplicadas efetivamente à blindagem de isolamento de um cabo elétrico de média alta tensão pelo menos pelas razões seguintes.

Primeira, a blindagem de isolamento de um cabo elétrico de média alta tensão requer ser unida firmemente à camada de isolamento subjacente. Na realidade, a presença de vazios e conseqüentemente de ar aprisionado entre a camada de isolamento e a blindagem de isolamento dá origem à formação de descargas parciais quando a fadiga de tensão excede a resistência dielétrica de ar, ditas descargas parciais prejudicando a camada de

isolamento devido à formação de ozônio e falha causando prematura do cabo. Portanto, como a blindagem de isolamento de um cabo de média alta tensão precisa ser unida à camada de isolamento subjacente, a presença de graduações anulares providas na blindagem de isolamento não permite ao último ser removido deslizando sobre a camada de isolamento.

Segunda, devido ao fato que uma corrente de retorno (corrente de carregamento ou corrente de falha) geralmente flui na blindagem de isolamento de um cabo de média alta tensão, a blindagem de isolamento não pode ser provida com graduações anulares, a presença de quais inibiria o corrente de retorno de fluir corretamente em blindagem de isolamento.

Terceira, desde que as graduações anulares são providas a intervalos predeterminados ao longo do comprimento de cabo, problemas surgiriam para o instalador em selecionar as dimensões corretas para a preparação de cabo. Por exemplo, no caso que uma emenda é executada entre dois cabos de média alta tensão, a graduação anular selecionada deveria prover um comprimento adequado da camada de isolamento para receber corretamente uma junta na área de emenda, dito comprimento variando, por exemplo, com respeito ao diâmetro de cabo a ser emendado.

Além disso, os Requerentes notaram que pequena precisão é precisada para prover os cabos transmissores de sinal acima mencionados com graduações anulares. Na realidade, só a profundidade de graduação mínima tem que ser controlada, contanto que a cobertura protetora possa se separar facilmente e o condutor não seja cortado ou danificado. Os Requerentes observaram que, desde que baixas tensões são envolvidas, a fadiga elétrica é muito pequena e de pouca preocupação para pré-graduação.

Patentes US Nos. 5.611.017 e 5.008.490 expõem elementos de liberação que são colocados debaixo da blindagem ou cobertura, em contato direto ou íntimo com o cabo ou fibra, a fim de acessar facilmente o condutor ou as fibras para propósitos de terminação. Os Requerentes observaram que,

desde que estes cabos operam a tensões muito baixas, os elementos de liberação não geram qualquer problema elétrico aos cabos. Pelo contrário, onde cabos de média alta tensão são considerados, qualquer material colocado entre o isolamento e blindagem de isolamento seria uma fonte potencial para a iniciação de descarga parcial durante a operação, conduzindo a falha precoce e prematura dos cabos.

SUMÁRIO

Percebeu-se a necessidade para prover um cabo de energia de média alta tensão que permite fácil remoção da blindagem de isolamento de cabo durante a preparação e instalação de cabo sem a necessidade por ferramentas específicas serem operadas cuidadosamente no campo por pessoal técnico qualificado para fazer cortes muito finos sem causar qualquer dano à camada de isolamento de cabo subjacente.

Achou-se que os problemas acima mencionados podem ser resolvidos satisfatoriamente provendo a blindagem de isolamento de cabo com pelo menos um trajeto de fraqueza que está localizado longitudinalmente ao longo do comprimento de cabo a fim de facilitar o descascamento longitudinal da blindagem de isolamento de cabo.

Portanto, consistente com os princípios da presente invenção, um cabo de energia elétrica inclui um núcleo tendo pelo menos um elemento condutor, uma blindagem de condutor semicondutora cercando o núcleo, uma camada de isolamento cercando a blindagem de condutor e tendo uma superfície exterior, uma blindagem de isolamento cercando a camada de isolamento e contatando a superfície exterior e uma camisa cercando a blindagem de isolamento. A blindagem de isolamento tem pelo menos um trajeto de fraqueza ao longo de um comprimento do cabo configurado para facilitar descascamento longitudinal da blindagem de isolamento, e a camisa cerca a blindagem de isolamento.

De acordo com os princípios da presente invenção, o termo

"blindagem de isolamento" ou "camada semicondutor exterior" é usado para identificar uma camada polimérica de cabo que cerca e contata a camada de isolamento de cabo. A camada polimérica é unida firmemente à camada de isolamento e preferivelmente obtida por extrusão. Preferivelmente, o material polimérico de base inclui um negro de carbono eletrocondutor, que faz a blindagem de isolamento eletricamente condutor. Preferivelmente, o material polimérico de base é um material polimérico não ligado cruzado, por exemplo um composto de polipropileno. Preferivelmente, a quantidade de negro de carbono é escolhida para prover a blindagem de isolamento com um valor de resistividade volumétrica, à temperatura ambiente, de menos que 500 Ω.m, preferivelmente menos que 20 Ω.m.

O pelo menos um trajeto de fraqueza pode se estender continuamente ao longo do comprimento inteiro do cabo. Em uma concretização, o trajeto é substancialmente reto e paralelo ao eixo do cabo. Em outra concretização, o trajeto é substancialmente helicoidal ao redor do eixo do cabo.

Em um aspecto, o pelo menos um trajeto de fraqueza é um sulco ou linha de graduação na blindagem de isolamento. A espessura da blindagem de isolamento entre o fundo do pelo menos um sulco e a superfície exterior da camada de isolamento é cerca de 0,025-0,381 mm, preferivelmente cerca de 0,127-0,254 mm.

Em outro aspecto, o pelo menos um trajeto de fraqueza é um de um cordão de rasgar e um elemento de liberação embutido na blindagem de isolamento. Um elemento de liberação pode incluir uma fita ou outro material dissimilar ao material da blindagem de isolamento que é co-extrusado ao longo do trajeto de fraqueza com a blindagem de isolamento durante fabricação.

Também consistente com os princípios da presente invenção, um método para produzir um cabo de energia elétrica tendo capacidade de

descascar melhorada inclui prover um núcleo de cabo com pelo menos um elemento condutor, aplicar uma blindagem de condutor semicondutora ao redor do núcleo, prover uma camada de isolamento ao redor da blindagem de condutor, extrusar uma blindagem de isolamento ao redor da camada de isolamento, prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento ao longo de um comprimento do cabo, e extrusar uma camisa exterior sobre a blindagem de isolamento graduada. Aplicar a blindagem de condutor semicondutora, prover a camada de isolamento, e extrusar a blindagem de isolamento podem ser executados simultaneamente por co-extrusão.

Em um aspecto, prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento envolve graduar a blindagem de isolamento a uma profundidade de cerca de 0,025-0,381 mm radialmente sobre a camada de isolamento. Preferivelmente, a graduação ocorre a uma profundidade de cerca de 0,127-0,254 mm acima da camada de isolamento.

Graduar a blindagem de isolamento pode envolver mover o cabo longitudinalmente, antes de extrusão da camisa, por pelo menos uma lâmina posicionada para cortar em uma superfície exterior da blindagem de isolamento. Duas lâminas podem ser arranjadas substancialmente em paralelo uma a outra ou a um ângulo uma a outra para melhorar a capacidade de descascar da blindagem de isolamento. Alternativamente, lâminas podem ser giradas ao redor da circunferência do cabo para prover um sulco espiral ou helicoidal na superfície da blindagem de isolamento.

Alternativamente, prover pelo menos um trajeto de fraqueza pode envolver co-extrusar outros materiais na camada de blindagem de isolamento. Materiais co-extrusados podem incluir aqueles tendo uma resistência de material dissimilar à blindagem de isolamento ou cordões de rasgar embutidos dentro da blindagem de isolamento.

É para ser entendido que ambas a descrição geral precedente e a descrição detalhada seguinte são só exemplares e explicativas e não são

restritivas da invenção como reivindicada. O fundamento e resumo precedentes não são pretendidos prover qualquer limitação independente na invenção reivindicada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos acompanhantes, que estão incorporado aqui e constituem uma parte desta especificação, ilustram várias concretizações da invenção, e junto com a descrição, servem para explicar os princípios da invenção.

Figura 1 é uma perspectiva longitudinal de um cabo de energia elétrica convencional.

Figura 2A é uma vista lateral de dois cabos de energia elétrica convencionais em um primeiro estágio de serem emendados.

Figura 2B é uma vista lateral de dois cabos de energia elétrica convencionais em um segundo estágio de serem emendados.

Figura 3 é uma perspectiva longitudinal de um cabo de energia elétrica tendo trajetos retos de fraqueza consistente com uma concretização da presente invenção.

Figura 4 é uma perspectiva longitudinal de um cabo de energia elétrica tendo trajetos helicoidais de fraqueza consistente com outra concretização da presente invenção.

Figura 5 é um fluxograma descrevendo as etapas em fabricar um cabo de energia elétrica consistente com os princípios da presente invenção.

Figura 6A é um diagrama de seção transversal de uma orientação paralela de lâminas para produzir sulcos em uma blindagem de isolamento do cabo de energia elétrica das Figuras 3 ou 4.

Figura 6B é um diagrama de seção transversal de uma orientação angulada de lâminas para produzir sulcos em uma blindagem de isolamento do cabo de energia elétrica das Figuras 3 ou 4.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A descrição detalhada seguinte se refere aos desenhos acompanhantes. Onde quer que possível, os mesmos números de referência são usados nos desenhos e na descrição seguinte para se referir às mesmas ou semelhantes partes. Enquanto várias versões exemplares e características da invenção são descritas aqui, modificações, adaptações e outras implementações são possíveis, sem partir do espírito e extensão da invenção. Por exemplo, substituições, adições ou modificações podem ser feitas aos componentes ilustrados nos desenhos, e os métodos exemplares descritos aqui podem ser modificados substituindo, reordenando ou adicionando estágios aos métodos expostos. Por conseguinte, a descrição detalhada seguinte não limita a invenção. Ao invés, a extensão própria da invenção está definida pelas reivindicações anexas.

Consistente com os princípios da presente invenção, um cabo de energia elétrica inclui um núcleo de cabo tendo pelo menos um elemento condutor, uma blindagem de condutor semicondutora cercando o núcleo, uma camada de isolamento cercando a blindagem de condutor e tendo uma superfície exterior, uma blindagem de isolamento cercando a camada de isolamento e contatando a superfície exterior. Em uma posição radialmente externa ao núcleo de cabo, o cabo é provido com uma blindagem metálica e uma camisa exterior. A blindagem de isolamento inclui pelo menos um trajeto de fraqueza dentro disto para facilitar descascamento ou retirada da blindagem de isolamento para emendar ou terminar o cabo.

Como concretizado aqui e exposto geralmente na Figura 3, o cabo 300 inclui um elemento condutor 310. Condutores 310 normalmente são tanto sólidos ou torcidos. Preferivelmente, os condutores 310 são feitos de cobre, alumínio ou liga de alumínio.

O núcleo de cabo também inclui uma blindagem de condutor 320 que cerca o elemento condutor 310. A blindagem de condutor 320 é feita

de um material semicondutor, a base polimérica de qual é preferivelmente escolhida de acetato de etileno vinilo (EVA), acetato de etileno etilo (EEA), acetato de etileno metilo (EMA), borracha de propileno etileno (EPR), acetato de butadieno etileno, polietileno clorosulfonado (CSPE), polietileno (PE).

A camada de isolamento 330 cerca a blindagem de condutor 320. Isolamento 330 é tipicamente extrusado e provê isolamento elétrico entre o condutor 310 e terra elétrico mais perto, assim prevenindo uma falha elétrica. Alguém de habilidade ordinária na arte reconheceria que a camada de isolamento 330 pode incluir uma composição polimérica de ligação cruzada ou não cruzada tendo propriedades isolantes elétricas. Exemplos de tais composições de isolamento para cabos de média tensão são: polietileno de ligação cruzada, borracha de etileno propileno, cloreto de polivinilo, polietileno, copolímeros de etileno, borracha natural. Uma espessura exemplar para camada de isolamento 330 é 3 a 30 mm.

A blindagem de isolamento 340 é provida sobre isolamento 330. A blindagem de isolamento 340 é normalmente feita de uma camada semicondutora extrusada, embora a blindagem de isolamento 340 possa ser alternativamente não condutora. A blindagem de isolamento 340 e blindagem de condutor 320 são usadas para controle de fadiga elétrica provendo mais simetria dos campos elétricos dentro de cabo 300. Preferivelmente, a blindagem de isolamento inclui um material polimérico escolhido de acetato de etileno vinilo (EVA), acetato de etileno etilo (EEA), acetato de etileno metilo (EMA), borracha de etileno propileno (EPR), acetato de etileno butadieno, polietileno clorosulfonado (CSPE), polietileno (PE).

A espessura de blindagem de isolamento 340 pode variar dependendo do tipo e aplicação de cabo de energia. Como um exemplo, no caso de cabos de energia de tensão média, a espessura de blindagem de isolamento pode variar de 0,5 a 2 mm.

A blindagem de isolamento 340 é tipicamente um material

extrusado que é aderido mecanicamente a, contudo removível da camada de isolamento 330. A aderência mecânica vantajosamente minimiza qualquer descarga parcial que pode acorrer caso contrário entre a camada de isolamento 330 e blindagem de isolamento 340. Como discutido ademais abaixo, no caso de cabos de energia de tensão média, a aderência mecânica tipicamente pode ser rompida com uma força variando de 13,3 a 106,7 N.

Como mostrado na Figura 3, uma pluralidade de fios eletricamente semicondutores 360, ou elementos de neutro concêntricos, estão localizados exteriores à blindagem de isolamento 340. Os neutros concêntricos 360 servem como um trajeto de corrente de retorno de neutro no caso de condições de falha e devem ser dimensionados por conseguinte. Os elementos 360 são preferivelmente arranjados concentricamente ao redor do eixo de cabo 300 e são torcidos helicoidalmente ao longo de seu comprimento. Elementos neutros 360 são tipicamente fios de cobre. Embora cabos de neutros concêntricos mais convencionais tenham fios de neutro variando em tamanho de #14 AWG a #8 AWG (cerca de 1,63 a 3,26 mm), elementos de neutro 360 podem ter qualquer tamanho prático, tal como de #24 AWG a #8 AWG (cerca de 0,51 a 3,26 mm). Alternativamente, eles podem variar em tamanho coletivamente de cerca de 127 mm por 2,54 cm de diâmetro de núcleo isolado para o tamanho completo de condutor 310. Eles também podem ser configurados como tiras planas ou outras formas não circulares como a implementação permite.

Embora não mostrada, uma blindagem metálica pode ser empregada em vez de neutros concêntricos 360. A blindagem metálica pode ser uma fita de material condutor desejado, tal como cobre ou alumínio, que é dobrada longitudinalmente ou torcida espiralmente para formar uma camada contínua circunferencialmente e longitudinalmente. Preferivelmente, a blindagem de metal é corrugada.

Camisa exterior 370 cerca a blindagem isolante 340 e forma o

exterior de cabo 300. Camisa exterior 370 inclui um material polimérico e pode ser formada por extrusão sob pressão. Camisa exterior 370 serve para proteger o cabo de perigos ambientais, térmicos e mecânicos e encapsula substancialmente os elementos de neutro concêntricos 360. Quando extrusada, a camisa exterior 370 flui sobre a blindagem de isolamento semicondutora 340 e cerca os elementos neutros 360. A espessura de camisa exterior 370 resulta em uma envoltura encapsulada que estabiliza os elementos neutros 360, mantém espaçamento de neutro uniforme para distribuição de corrente, e provê um exterior robusto para cabo 300. Enquanto o material polimérico da camisa flui ao redor de elementos 360, os elementos tipicamente mantêm um contato elétrico suficiente com a blindagem 340, tal que a camisa não possa cercar completamente os elementos 360.

A camisa exterior 370 pode incluir um material polimérico expandido, que é produzido expandindo (também conhecido como espumando) um material polimérico conhecido para alcançar uma redução de densidade desejada. O material polimérico expandido da camisa pode ser selecionado do grupo incluindo: poliolefinas, copolímeros de olefinas diferentes, copolímeros de olefina/éster não saturadas, poliésteres, policarbonatos, polisulfonas, resinas fenólicas, resinas uréicas, e misturas disso. Exemplos de polímeros preferidos são: cloretos de polivinilo (PVC), acetatos de etileno vinilo (EVA), polietileno (categorizado como baixa densidade, baixa densidade linear, média densidade e alta densidade), polipropileno, e polietilenos clorados.

Como geralmente ilustrado na Figura 3, a blindagem de isolamento 340 de cabo 300 inclui pelo menos um trajeto de fraqueza 350 ao longo de um comprimento do cabo. O trajeto de fraqueza pode incluir qualquer meio conhecido na arte para enfraquecer a resistência de material de blindagem de isolamento 340, por esse meio facilitando a separação de blindagem de isolamento 340 em múltiplos pedaços longitudinais. Em uma

concretização preferida, o pelo menos um trajeto de fraqueza é uma linha de graduação ou sulco. Sulco 350 tem qualquer forma ou dimensão e serve para prover um trajeto onde a espessura da blindagem de isolamento é menos do que a espessura da blindagem em outro lugar.

Sulco 350 deveria se estender profundamente bastante em blindagem de isolamento 340 para permitir a separação da blindagem de isolamento ao longo do sulco, mas não tão profundamente a passar completamente pela blindagem de isolamento 340. A profundidade de sulco 350 dependerá em grande medida da espessura e material de blindagem de isolamento 340. Indiferente do tipo de material e espessura, pelo menos algum material de blindagem de isolamento deveria permanecer no fundo de sulco 350 para separar o sulco 350 de camada de isolamento 330. Preferivelmente, pelo menos 0,025 mm do material de blindagem de isolamento permanece na base de sulco 350. Em particular, uma espessura de blindagem de isolamento 340 entre um fundo do pelo menos um sulco 350 e a superfície exterior de camada de isolamento 330 deveria ser cerca de 0,025-0,381 mm. Mais particularmente, uma espessura de blindagem de isolamento 340 entre um fundo do pelo menos um sulco 350 e a superfície exterior de camada de isolamento 340 pode ser cerca de 0,127-0,254 mm.

O trajeto de fraqueza 350 pode ter qualquer largura consistente com o objetivo de permitir separação da blindagem de isolamento ao longo do trajeto. Preferivelmente, o sulco 350 tem uma largura dentro da gama de 12,7 mm a 25,4 mm.

Pelo menos um trajeto de fraqueza 350 atravessa um trajeto em uma direção ao longo do comprimento de cabo 300. Como mostrado na Figura 3, os trajetos de fraqueza 350 podem ser essencialmente linhas retas paralelas com o eixo de cabo 300. Dentro do espírito da presente invenção, um único sulco ou múltiplos sulcos 350 podem ser usados, e múltiplos sulcos podem ser separados por qualquer distância circunferencial desejada para uma

aplicação particular. Em um exemplo como mostrado na Figura 3, múltiplos sulcos 350 estão espaçados igualmente à parte ao redor da circunferência de cabo 300.

Alternativamente, como mostrado na Figura 4, os trajetos de fraqueza 350 podem formar uma espiral ao redor de blindagem de isolamento 340 em um padrão substancialmente helicoidal. Novamente, se múltiplo sulcos 350 forem empregados, qualquer distância desejada pode separá-los. No exemplo da Figura 4, os sulcos helicoidais 350 são essencialmente eqüidistantes à parte ao redor da circunferência de blindagem de isolamento 340. O pelo menos um sulco helicoidal 350 da Figura 4 pode ser aplicado a qualquer ângulo. O ângulo helicoidal (A) pode ser determinado, por exemplo, pela fórmula seguinte:

$$\text{Cos A} = \frac{W}{\pi(D-d)};$$

onde:

A é o ângulo helicoidal;

W é o espaçamento entre graduações;

D é o diâmetro da blindagem de isolamento; e

d é a profundidade da graduação.

Pelo menos um trajeto de fraqueza 350 preferivelmente se estende continuamente ao longo do comprimento inteiro de cabo 350. Desta maneira, o sulco 350 está disponível para ajudar a retirar a blindagem de isolamento 340 a qualquer ponto ao longo do comprimento do cabo, como discutido abaixo. Sulco 350 não precisa atravessar o comprimento inteiro de cabo 300, porém, e não precisa fazer assim continuamente. Por exemplo, pelo menos o trajeto de fraqueza 350 pode se estender ao longo de só uma porção do comprimento de cabo 300. Igualmente, uma série de sulcos 350 não conectada entre si (não mostrado), como com uma série de segmentos de linha, pode ser arranjada para prover pelo menos um sulco a todos os pontos ao longo do eixo de cabo 300.

Embora as concretizações tenham sido descritas onde o pelo menos um trajeto de fraqueza é um sulco ou graduação, outros mecanismos para enfraquecer a resistência de material da blindagem de isolamento podem ser usados alternativamente dentro da extensão da presente invenção. Por exemplo, um cordão de rasgar ou outro elemento de liberação (não mostrado) pode ser embutido dentro de camada de isolamento 340. Fazendo assim, cuidado deveria ser tomado para assegurar que o elemento seja embutido dentro de blindagem de isolamento 340. Colocação de material entre a blindagem de isolamento e a camada de isolamento em um cabo de energia de tensão média pode conduzir à descarga parcial prejudicial.

Uma possível concretização para um cordão de rasgar é uma coleção de fibras de alta resistência elástica embutidas em um material de matriz. Materiais de matriz adequados podem ser um dos materiais de co-extrusão descritos abaixo. As fibras poderiam ser colocadas na blindagem de isolamento durante a extrusão de cabo por meio das ferramentas de extrusão.

Outras possibilidades para um trajeto de fraqueza em blindagem de isolamento 340 (não mostrado) podem incluir fita ou outro material co-extrusado com a blindagem de isolamento. Como explicado em mais detalhes abaixo, a blindagem de isolamento é tipicamente aplicada por extrusão. Durante este processo, um material sendo dissimilar em resistência a blindagem de isolamento 340 e ainda compatível com a camada de isolamento 330 pode ser co-extrusado no trajeto de fraqueza. Tais materiais podem incluir, por exemplo, acetatos de etileno vinilo modificados por anidrido maléico (EVA), e formulações de copolímero modificado de acetatos de etileno vinilo (EVA), acetatos de acrilato de etileno (EEA), borracha de etileno propileno (EPR), acetatos de etileno butadieno (EMA), polietileno clorosulfonado (CSPE) e polietileno (PE).

Por sendo dissimilar, é significado que o material no trajeto de fraqueza tem tanto uma maior ou menor resistência de união de material do

que o material para blindagem de isolamento 340. A diferença em resistência de união entre os materiais facilitará sua separação quando uma força para cima é aplicada à blindagem de isolamento 340, como explicado abaixo.

Onde o pelo menos um trajeto de fraqueza inclui mais de um sulco ou graduação, pode ser arranjado para satisfazer várias condições dentro da discrição daqueles qualificados na arte. Por exemplo, o material contribuindo para a fraqueza pode ser imiscível com a blindagem de isolamento 340, sendo tanto mais forte ou mais fraco estruturalmente do que o isolamento sem deixar um vazio. Alternativamente, o material contribuindo para a fraqueza pode ser miscível com a blindagem de isolamento 340 e unido com ela. Neste exemplo, o material poderia ser significativamente mais fraco mecanicamente do que a blindagem de isolamento, facilitando a separação da blindagem por um técnico reparador.

Como outra opção, o material contribuindo para a fraqueza poderia ser significativamente mais forte mecanicamente do que a blindagem de isolamento 340, sendo tanto miscível ou imiscível com o isolamento. O material neste arranjo funcionaria mais aproximadamente como um cordão de rasar convencional em uma camisa de cabo.

Em operação, o cabo 300 provê uma estrutura aumentada para retirar a blindagem de isolamento 340 ao emendar ou terminar o cabo. Ao descascar o cabo 300, um instalador pode primeiro remover a camisa 370 de uma maneira convencional e retirar os neutros concêntricos 360 para expor a blindagem de isolamento 340, como mostrado na Figura 2A. Pelo menos um trajeto de fraqueza 350 em blindagem de isolamento 340 provê um canal para dividir e separar a blindagem de isolamento 340 sem a necessidade por ferramentas especializadas.

No campo, um usuário pode remover a blindagem de isolamento aplicando uma força, por exemplo, usando suas mãos ou um aparelho, para puxar a blindagem de isolamento longe da montagem de cabo

ao longo do trajeto de fraqueza. Agarrando uma porção de blindagem de isolamento 340 na ponta de cabo 300, a blindagem pode ser puxada longe de camada de isolamento 330 com força manual. Tipicamente, uma força de 13,3-106,7 N separará as duas camadas se elas foram formadas por co-extrusão. Puxar uma porção de blindagem 340 exteriormente de camada de isolamento 330 fará a blindagem se separar ao longo de pelo menos um trajeto 350 e formar múltiplas porções saltadas por, por exemplo, o um ou mais sulcos. Se for desejado remover completamente a blindagem 340 de cabo 300, uma única graduação de "anel" radial pode ser feita circunferencialmente ao redor de blindagem 340 no local desejado depois que as porções sejam retiradas seletivamente de camada de isolamento 330. A graduação de anel pode ser feita usando qualquer meio desejado, tal como com ferramentas de emenda convencionais geralmente conhecidas na arte. O instalador pode então continuar emendando o cabo cortando e removendo a camada de isolamento 330 e blindagem de condutor 320 da maneira padrão praticada no campo.

Preferivelmente, trajetos de fraqueza, tais como sulcos 350, deveriam ser formados, em blindagem de isolamento 340 de uma maneira para habilitar complacência com padrões industriais aplicáveis para remoção de isolamento, por exemplo, AEIC CS8-00, um teste de Capacidade de Descascar em Campo. Este teste requer que dois cortes paralelos sejam feitos abaixo para o isolamento com uma separação de 13 ± 1 mm com uma ferramenta de graduação projetada para remover a blindagem de isolamento em tiras paralelas ao eixo de cabo. A ferramenta de graduação deveria ser fixada a uma profundidade não excedendo 0,025 mm menos que a espessura de ponto mínima especificada da blindagem de isolamento. Medições de força de tração não são requeridas para este teste. A tira de blindagem de isolamento é para ser removida puxando a blindagem de isolamento longe do isolamento a uma velocidade de aproximadamente 12,7 mm por segundo. A

tração inteira é feita a um ângulo de aproximadamente 90° ao eixo de cabo. O comprimento total da tração é um mínimo de 300 mm. Para passar no teste, a blindagem de isolamento deveria ser removível sem rasgar ou deixar material condutor residual na superfície de isolamento.

Consistente com os princípios da presente invenção, um cabo de energia elétrica tendo capacidade de descascar melhorada pode ser fabricado seguindo várias etapas de extrusão. Estas etapas podem incluir prover um núcleo de cabo incluindo pelo menos um elemento condutor, aplicar uma blindagem de condutor semicondutora ao redor do núcleo, prover uma camada de isolamento ao redor da blindagem de condutor, extrusar uma blindagem de isolamento ao redor da camada de isolamento, extrusar uma blindagem de isolamento ao redor da camada de isolamento, prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento ao longo de um comprimento do cabo, prover uma blindagem metálica ao redor da blindagem de isolamento e extrusar uma camisa protetora exterior.

Como concretizado aqui, um processo básico para formar cabo 300 é descrito geralmente no fluxograma da Figura 5. A primeira etapa 510 de prover um núcleo de cabo inclui os processos convencionais de formar um condutor elétrico, possivelmente torcendo múltiplos fios em um feixe de condutor 310. Aplicar 520 uma blindagem de condutor semicondutora ao redor do núcleo, prover 530 uma camada de isolamento, e extrusar 540 uma blindagem de isolamento ao redor da camada de isolamento também pode envolver técnicas bem conhecidas na arte. Cada uma das etapas 520, 530, e 540 pode ser executada sequencialmente. Quer dizer, a blindagem de condutor 320 pode ser aplicada primeiro ou extrusada sobre o núcleo de cabo 310, seguido pela aplicação de camada de isolamento 330, e então a extrusão de blindagem de isolamento 340.

Alternativamente, uma ou mais de etapas 520, 530 e 540 podem ser executadas simultaneamente. Quer dizer, a blindagem de condutor

320 e camada de isolamento 330 podem ser co-extrusadas com a blindagem de isolamento 340 sendo adicionada sobre elas. Alternativamente, todas as três camadas 320, 330, e 340 podem ser co-extrusadas em uma única passagem usando um cabeça extrusada tripla.

Conceder um trajeto de fraqueza 550 na blindagem de isolamento ao longo do comprimento do cabo pode envolver gravar ou cortar um trajeto no exterior de blindagem de isolamento 340 usando qualquer instrumento conveniente. Preferivelmente, um ou mais sulcos ou graduações podem ser feitas usando uma ou mais lâminas. As lâminas deveriam ser capazes de produzir graduações lisas e limpas na blindagem de isolamento, simulando o tipo de corte que seria feito no campo por um usuário durante a preparação do cabo para emenda ou terminação. Lâminas do tipo de navalha são um exemplo. Em pelo menos uma concretização, cada lâmina deveria ser capaz de ser fixada e travada em um guia a uma colocação de profundidade de graduação predeterminada. Porém, até mesmo quando fixada na posição, as lâminas também podem ser carregadas por mola no aparelho para permitir algum movimento do cabo devido aos movimentos naturais e vibrações que são típicas em tais operações de graduação.

Mais particularmente, graduação 550 pode envolver passar o cabo parcialmente formado por um aparelho, em que lâminas são contidas dentro de guias que podem correr ao longo da superfície exterior do cabo, assegurando que a profundidade de graduação desejada seja alcançada. As lâminas podem ser ajustáveis nos guias para permitir tamanhos de cabo diferentes e profundidades e tipos de graduação diferentes.

Figuras 6A e 6B ilustram instalações exemplares para prover camada de isolamento de graduação 340. Nestes arranjos, as lâminas 610 e 620 deveriam permanecer estacionárias quando o cabo passa pelo aparelho de graduação. Na Figura 6A, dois pares de lâminas 610 e 620 são posicionados em paralelo, como descrito em 630. Figura 6B mostra outra concretização

onde pares de lâminas 610 e 620 podem ser configurados a um ângulo a um ao outro, como descrito em 640. Nesta orientação angulada, as lâminas graduam a blindagem de isolamento 340 de uma maneira que minimiza rasgamento da blindagem fora de sulco 350 quando o instalador descasca a blindagem. O ângulo de orientação na Figura 6B pode ser tal que as lâminas cortem um ou mais sulcos 350 que são substancialmente perpendiculares à superfície de blindagem de isolamento 340. Embora Figuras 6A e 6B ilustrem orientações incluindo quatro lâminas, qualquer número de lâminas pode ser usado a qualquer espaçamento especificado. Em um exemplo, as lâminas 610 e 620 podem ser espaçadas cerca de 12,7 mm à parte.

Um aparelho de pré-graduação útil por produzir graduações helicoidais incluirá uma ou mais lâminas e guias, semelhante ao aparelho de graduação longitudinal. Porém, em contraste com as lâminas estacionárias usadas para produzir graduações longitudinais, as lâminas em um aparelho de graduação helicoidal podem girar ao redor da circunferência do cabo quando o cabo passa pelo aparelho. Como no aparelho de graduação longitudinal, as lâminas podem ser ajustadas para acomodar tamanhos de cabo e profundidades de graduação diferentes.

Alternativamente, as graduações na camada de isolamento 340 são obtidas durante extrusão disso. Em outras palavras, o material de isolamento é feito para passar por uma montagem de matriz que é provida com saliências arranjadas adequadamente para formar graduações na camada de isolamento 340.

Alternativamente, prover um trajeto de fraqueza 550 da Figura 5 pode envolver co-extrusar um material dissimilar à blindagem de isolamento longitudinalmente ao longo do cabo dentro da blindagem de isolamento ou embutir uma camada de liberação ou cordão de rasgar dentro da blindagem. Onde o material é significativamente mais forte do que a camada de isolamento, tal como um cordão de rasgar, o material pode ser

colocado no isolamento durante a extrusão do isolamento por meio de ferramentas de extrusão, em lugar de por co-extrusão.

Finalmente, uma blindagem metálica e uma camisa 560 na Figura 5 são providas ao cabo de acordo com qualquer técnica conhecida na arte.

Por meio de ilustração não limitante, dois cabos exemplares denotados Cabos 1 e 2 foram preparados com blindagens de isolamento extrusadas. Cabo 1 era um cabo de condutor de alumínio de 19 fios torcidos 1/C #1/0 AWG taxado a 15kV. Como é prontamente conhecido no campo, 1/C designa um único cabo de condutor, #1/0 AWG denota o tamanho de condutor de acordo com os padrões de Medida de Fio Americano, e 19 indica o número de fios que eram torcidos juntos para compor a área total do condutor de 1/0 AWG. Cabo 1 tinha uma espessura de isolamento nominal de 4,44 mm, uma espessura mínima de blindagem de isolamento antecipada ser 0,76 mm, e uma espessura mínima de isolamento atual de 0,78 mm.

Cabo 2 era um cabo de condutor de alumínio de 61 fios torcidos 1/C 1.000 kcm taxado a 25 kV. Novamente, 1/C indica um único cabo de condutor, 1.000 kcm denota o tamanho de condutor como 25400 mm e 61 designa um feixe de 61 fios individuais. Cabo 2 tinha uma espessura de isolamento nominal de 6,60 mm, uma espessura mínima de blindagem de isolamento antecipada 1,01 mm, e uma espessura mínima de isolamento atual de 1,06 mm.

Para cada cabo, dois cortes longitudinais de 12,7 mm foram feitos espaçados 180° à parte. Cada corte foi feito perpendicular ao eixo de superfície de blindagem de isolamento com lâminas do tipo de navalha travadas no aparelho de pré-graduação. Cabos 1 e 2 eram pré-graduados a profundidades de 0,05, 0,12, 0,17, 0,25 e 0,38 mm, como medido da superfície de isolamento.

Cabos Pré-graduados 1 e 2 foram sujeitos testes de descarga

parcial e resistência elétrica final como requerido por AEIC CS8-00 e ICEA/ANSI S-94-649-2000 para assegurar que os cabos fossem eletricamente sãos e a blindagem de isolamento pré-graduada mantinha uma boa união com o isolamento subjacente. Ambos os cabos satisfizeram as exigências para cada teste. Cabo 1 tinha tensão suportada de CA de 35 kV durante 5 minutos (35 kV é 4 vezes a tensão operacional normal para terra), e descarga parcial de menos de 5 pico couloumbs a 35 kV CA. Cabo 2 tinha CA tida tensão suportada de 52 kV durante 5 minutos (52 kV é 4 vezes a tensão operacional normal para terra), e descarga parcial de menos de 5 pico coloumbs a 52 kV CA.

Cabos pré-graduados 1 e 2 foram sujeitos a teste de Capacidade de Descascar em Campo conforme AEIC CS8-00. Para cada cabo e cada profundidade de graduação predeterminada, quatro amostras de 45,7 cm foram tomadas para o teste de separação. Dois testes de separação foram conduzidos por amostra. O comprimento total de tração para cada teste era um mínimo de 30,5 cm.

Para conduzir o teste de capacidade de descascar, cada cabo foi colocado horizontalmente e fixado na Máquina de Teste de Tração Instron. A borda pré-graduada foi levantada e colocada entre dois grampos fixados perpendiculares à amostra horizontal para obter uma tração a um ângulo de 90° ao eixo de cabo. A taxa de tração foi prefixada a 12,7 por segundo. Cada tração foi conduzida até que a tira fosse removida por pelo menos 30,5 cm, ou até que rasgamento ocorresse na blindagem de isolamento diferente de nas linhas sulco.

As tabelas seguintes relatam os resultados para os testes de capacidade de descascar. Os vários sulcos ou graduações são relatados em termos da sua profundidade da superfície da blindagem de isolamento e distância entre o fundo do sulco e a superfície exterior da camada de isolamento subjacente. Rasgos se referem à separação ou rompimento da

blindagem de isolamento diferente de dentro do trajeto dos sulcos.

TABELA I: Cabo 1: Teste de Capacidade de Descascar em Campo à Temperatura Ambiente

Profundidade de Graduação Longitudinal (mil) (1 mil = 25,4 μm)/Distância de Isolamento (mil) (1 mil = 25,4 μm)	19/2	26/5	24/7	21/10	16/15
Número de Rasgos fora de Oito Testes de Tração	0 de 8	0 de 8	2 de 8	6 de 8	8 de 8

TABELA II: Cabo 2: Teste de Capacidade de Descascar em Campo à Temperatura Ambiente

Profundidade de Graduação Longitudinal (mil) (1 mil = 25,4 μm)/Distância de Isolamento (mil) (1 mil = 25,4 μm)	40/2	37/5	35/7	32/10	27/15
Número de Rasgos fora de Oito Testes de Tração	0 de 8	0 de 8	2 de 8	5 de 8	8 de 8

Estes cabos, como com cabo 300 exposto aqui, provêem uma estrutura aumentada para melhorar capacidade de descascar de cabos de energia elétrica. Com blindagens de isolamento tendo pelo menos um trajeto de fraqueza, os cabos presentes permitem a instaladores preparar o cabo para emenda ou terminação com uso diminuído de ferramentas especializadas e com risco diminuído de rasgar ou cortar a camada de isolamento subjacente.

Outras concretizações da invenção serão aparentes àqueles qualificados na arte de consideração da especificação e prática da invenção exposta aqui. É planejado que a especificação e exemplos sejam só considerados como exemplares, com uma verdadeira extensão e espírito da invenção sendo indicada pelas reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo de energia elétrica, caracterizado pelo fato de compreender:

pelo menos um elemento condutor;

uma camada de isolamento localizada em uma posição radialmente externa ao pelo menos um elemento condutor e tendo uma superfície exterior;

uma blindagem de isolamento cercando a camada de isolamento e contatando a superfície exterior, a blindagem de isolamento tendo pelo menos um trajeto de fraqueza ao longo de um comprimento do cabo configurado para facilitar descascamento longitudinal da blindagem de isolamento; e

uma camisa cercando a blindagem de isolamento.

2. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente fios neutros concêntricos embutidos na camisa.

3. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender uma blindagem de condutor cercando o pelo menos um elemento condutor.

4. Cabo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a camada de isolamento cerca a blindagem de condutor.

5. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a blindagem de isolamento tem uma espessura diferente no pelo menos um sulco variando de 0,5 a 2 mm.

6. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um trajeto de fraqueza é um sulco.

7. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a espessura da blindagem de isolamento entre o fundo do pelo menos um sulco e a superfície exterior da camada de isolamento é cerca de

0,025-0,38 mm.

8. Cabo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a espessura da blindagem de isolamento entre o fundo do pelo menos um sulco e a superfície exterior da camada de isolamento é cerca de 0,05-0,25 mm.

9. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um trajeto de fraqueza se estende continuamente ao longo do comprimento inteiro do cabo.

10. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um trajeto é substancialmente reto e paralelo ao eixo do cabo.

11. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um trajeto é substancialmente helicoidal ao redor do eixo do cabo.

12. Cabo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o trajeto substancialmente helicoidal tem um ângulo helicoidal A determinado pela fórmula seguinte:

$$\text{Cos A} = \frac{\pi(D-d)}{W};$$

em que:

W é o espaçamento entre graduações;

D é o diâmetro da blindagem de isolamento; e

d é a profundidade da mais de uma linhas de graduação.

13. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um trajeto de fraqueza é um cordão de rasgar.

14. Cabo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um trajeto de fraqueza é um elemento de liberação embutido na blindagem de isolamento.

15. Método para produzir um cabo de energia elétrica tendo capacidade de descascar melhorada, caracterizado pelo fato de compreender:

prover pelo menos um elemento condutor;

prover uma camada de isolamento em uma posição radialmente externa ao pelo menos um elemento condutor;

extrusar uma blindagem de isolamento ao redor da camada de isolamento;

prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento ao longo de um comprimento do cabo; e

extrusar uma camisa exterior cercando a blindagem de isolamento graduada.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente aplicar uma blindagem de condutor ao redor do pelo menos um elemento condutor.

17. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a camada de isolamento é provida ao redor da blindagem de condutor.

18. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que aplicar a blindagem de condutor, prover a camada de isolamento, e extrusar a blindagem de isolamento são executados simultaneamente por co-extrusão.

19. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento ocorre ao longo do comprimento inteiro do cabo.

20. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento inclui graduar a blindagem de isolamento a uma profundidade de cerca de 0,025-0,38 mm radialmente acima da camada de isolamento.

21. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento inclui graduar a blindagem de isolamento a uma profundidade de

cerca de 0,05-0,25 mm radialmente acima da camada de isolamento.

22. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento inclui mover o cabo longitudinalmente, antes de extrusão da camisa, por pelo menos uma lâmina posicionada para cortar em uma superfície exterior da blindagem de isolamento.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma lâmina inclui duas lâminas arranjadas substancialmente em paralelo uma a outra.

24. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma lâmina inclui duas lâminas arranjadas a um ângulo uma a outra.

25. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento ademais inclui girar a pelo menos uma lâmina ao redor da circunferência da blindagem de isolamento.

26. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover um trajeto de fraqueza dentro da blindagem de isolamento inclui extrusar a blindagem de isolamento por uma montagem de matriz contendo saliências.

27. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover o pelo menos um trajeto de fraqueza inclui co-extrusar um material dissimilar à blindagem de isolamento ao longo do pelo menos um trajeto.

28. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que prover o pelo menos um trajeto de fraqueza inclui prover um cordão de rasgar na blindagem de isolamento.

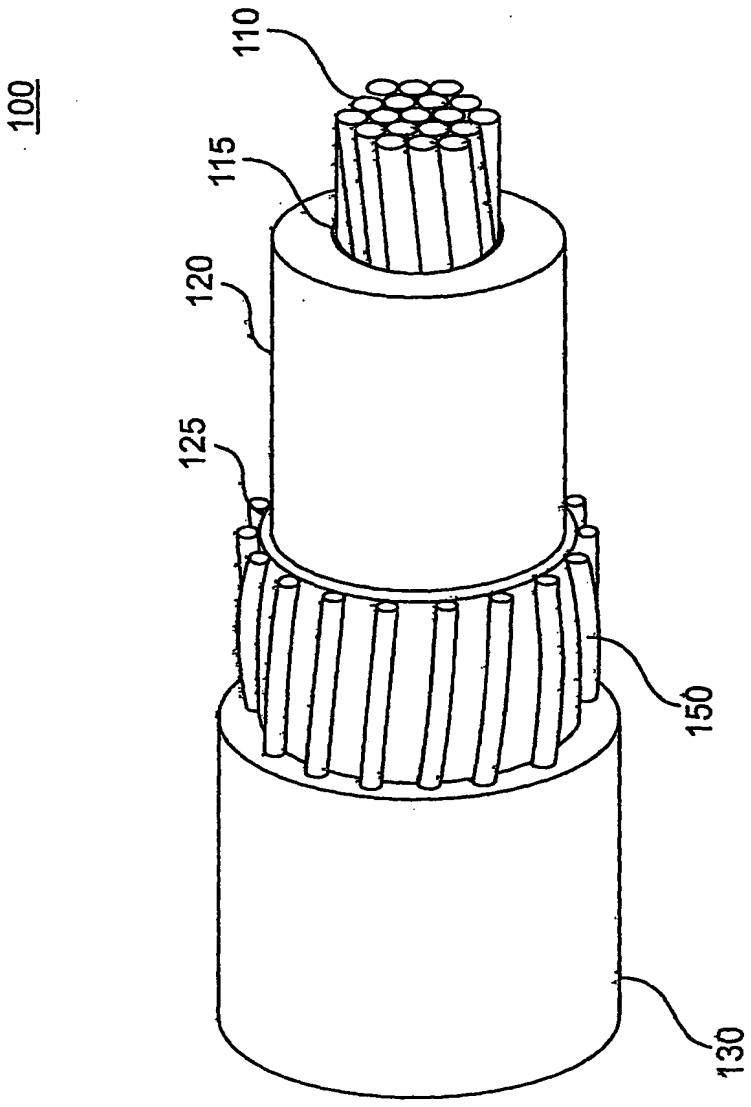


FIG. 1

TÉCNICA ANTERIOR

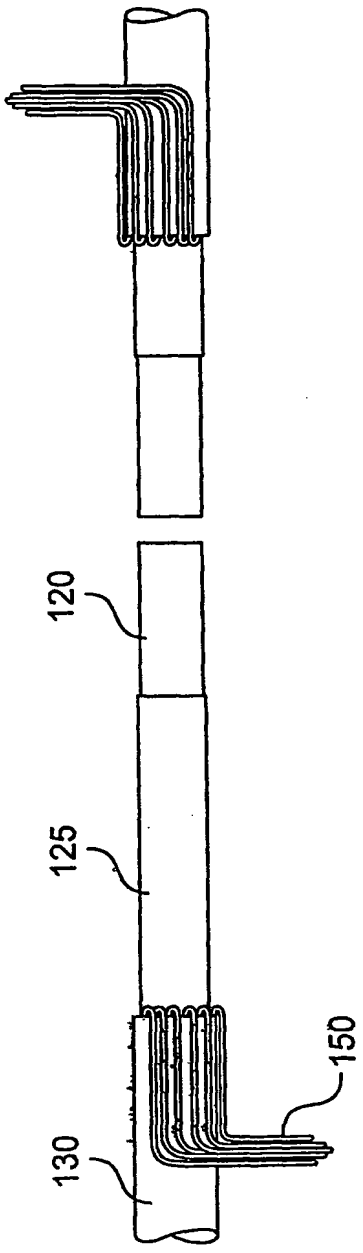


FIG. 2A
TÉCNICA ANTERIOR

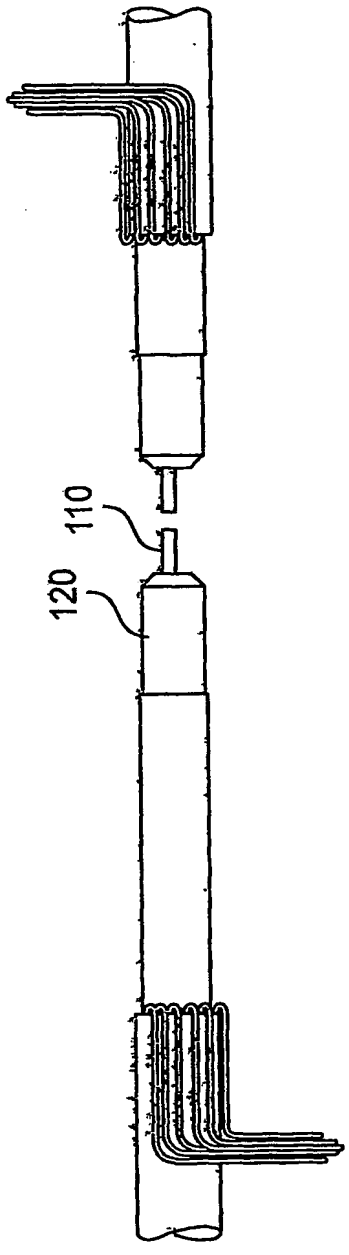


FIG. 2B
TÉCNICA ANTERIOR

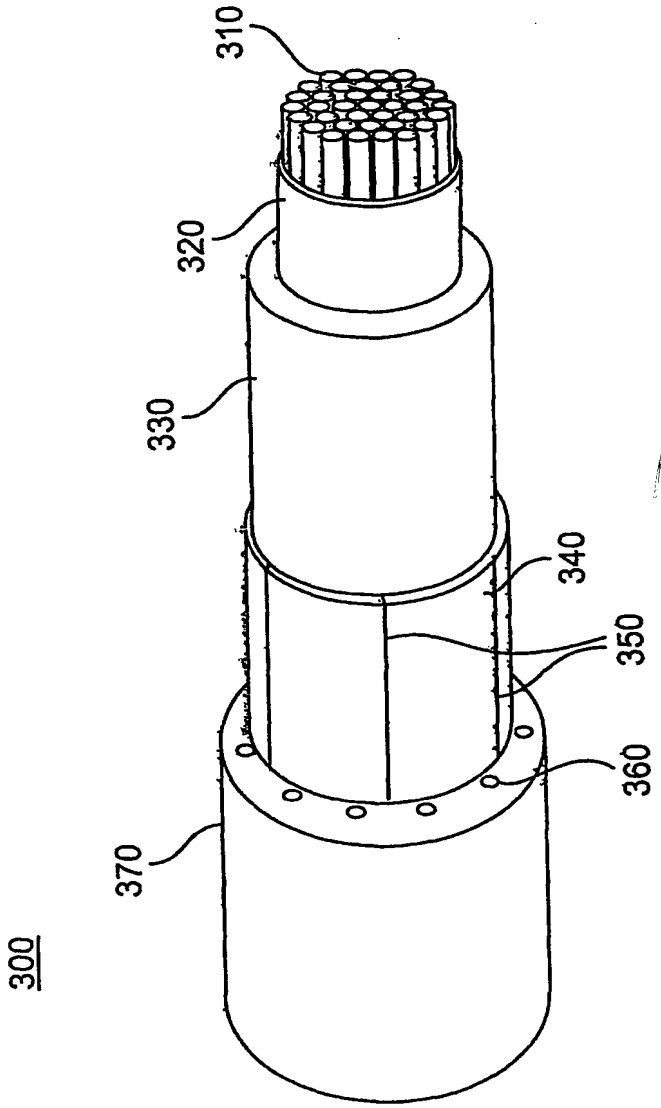


FIG. 3

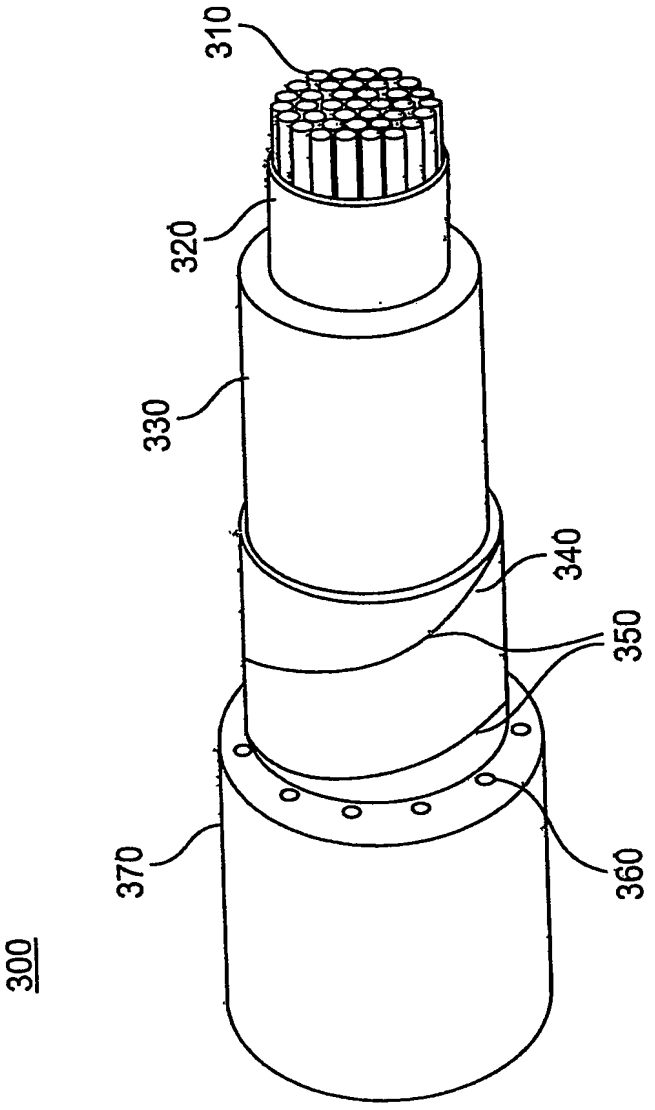


FIG. 4

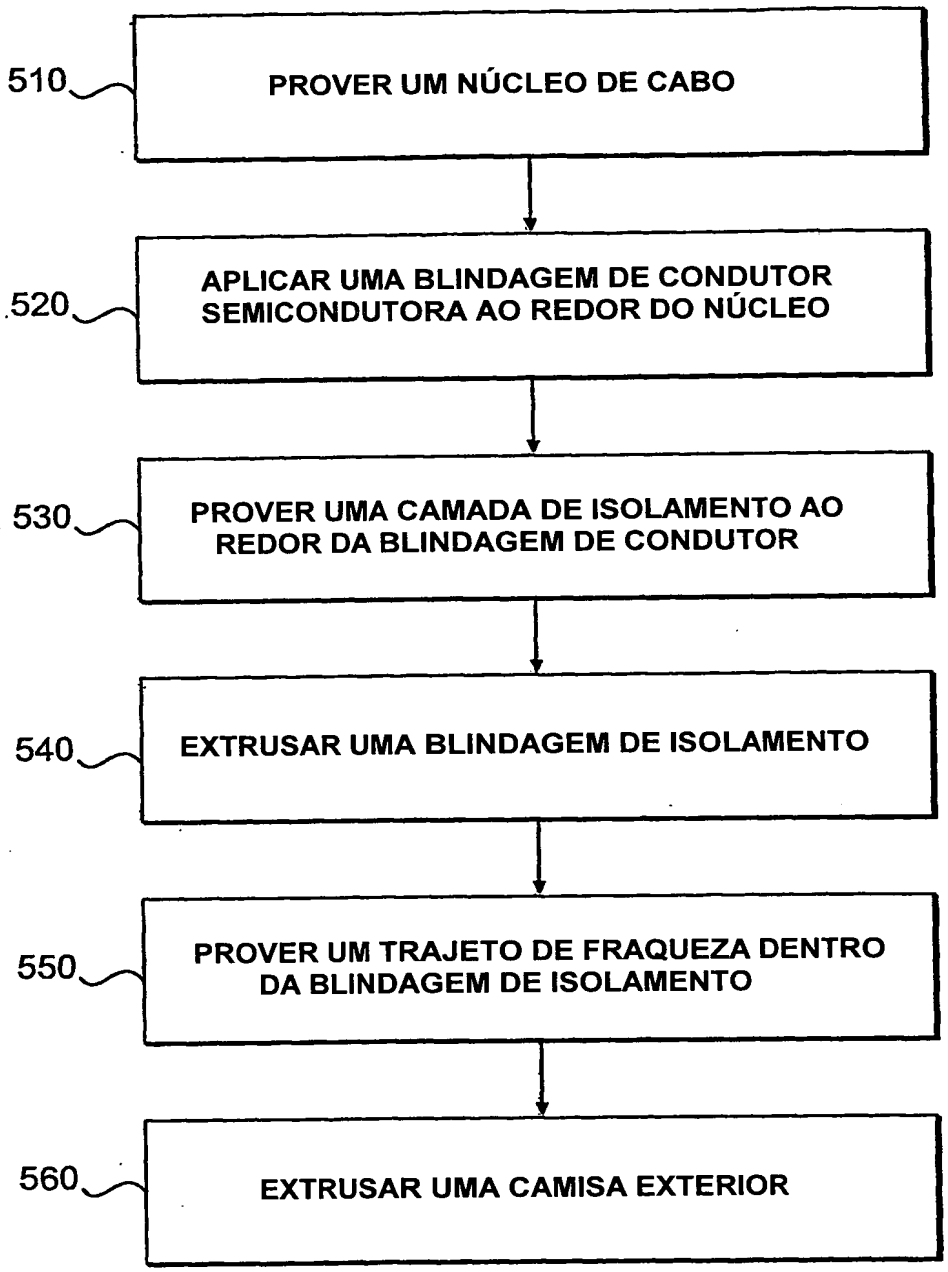

510
PROVER UM NÚCLEO DE CABO
520
APLICAR UMA BLINDAGEM DE CONDUTOR SEMICONDUTORA AO REDOR DO NÚCLEO
530
PROVER UMA CAMADA DE ISOLAMENTO AO REDOR DA BLINDAGEM DE CONDUTOR
540
EXTRUSAR UMA BLINDAGEM DE ISOLAMENTO
550
PROVER UM TRAJETO DE FRAQUEZA DENTRO DA BLINDAGEM DE ISOLAMENTO
560
EXTRUSAR UMA CAMISA EXTERIOR

FIG. 5

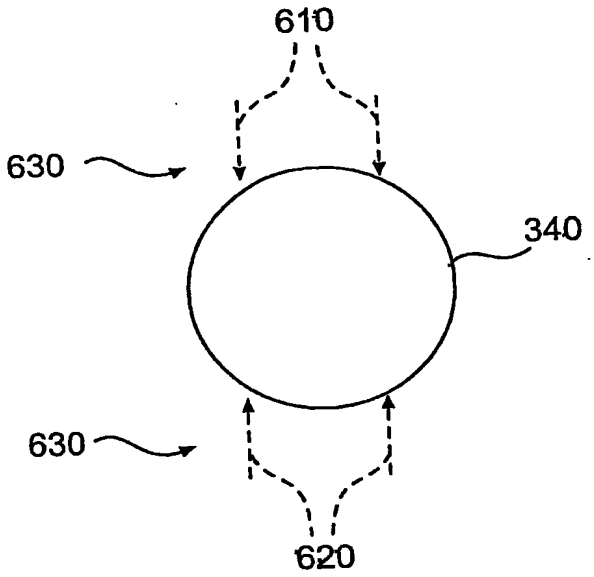


FIG. 6A

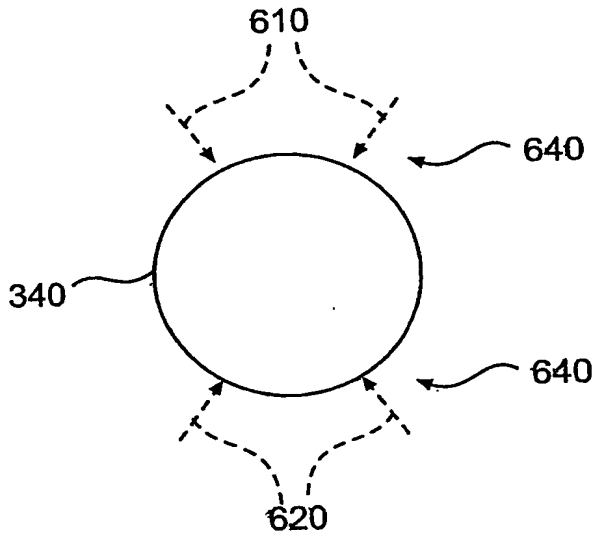


FIG. 6B

RESUMO

"CABO DE ENERGIA ELÉTRICA, E, MÉTODO PARA PRODUZIR UM CABO DE ENERGIA ELÉTRICA"

Um cabo de energia elétrica tem uma blindagem de isolamento com pelo menos um trajeto de fraqueza ao longo de um comprimento do cabo facilitar descascamento. Quando o trajeto de fraqueza é uma graduação ou sulco, uma espessura da blindagem de isolamento entre um fundo do pelo menos um sulco e a superfície exterior da camada de isolamento subjacente é aproximadamente 0,025-0,381 mm. Preferivelmente, lâminas arranjadas ao redor da circunferência de cabo seguindo extrusão da blindagem de isolamento cortam o pelo menos um sulco continuamente na blindagem ao longo do comprimento do cabo. O pelo menos um sulco, ou outros meios para prover fraqueza, habilita um instalador descascar facilmente a blindagem de isolamento no campo com uso mínimo de ferramentas especializadas.