



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

(21) **PI 0622127-0 A2**

(22) Data de Depósito: 15/11/2006
(43) Data da Publicação: 27/12/2011
(RPI 2138)



(51) *Int.Cl.:*
H01B 3/22
H01B 3/44
C08K 5/01

(54) **Título:** CABO DE ENERGIA

(73) **Titular(es):** Pysmian S.P.A.

(72) **Inventor(es):** Gabriele Perego, Sergio Belli

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006068526 de
15/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/058572 de
22/05/2008

(57) **Resumo:** CABO DE ENERGIA Cabo de energia compreendendo pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada incluindo um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico, sendo que dito fluido dielétrico compreende um composto de fórmula (1) X-A-X; onde A é um grupo monocíclico aromático ou um grupo policíclico condensado pelo menos parcialmente aromático; e pelo menos um de X e X é metila ou um grupo alifático, em ambos os casos opcionalmente substituído com e/ou interrompido por um ou mais de ceto, alcóxi, alquiltio, mercapto, hidroxialquila, hidroxila; o outro sendo hidrogênio; dito composto tendo uma razão de número de átomos de carbono aromáticos para número total de átomos de carbono maior do que ou igual a 0,6.



“CABO DE ENERGIA”

A presente invenção refere-se a um cabo de energia. Em particular, a invenção refere-se a um cabo para transportar ou distribuir energia elétrica de voltagem média ou alta, sendo que uma camada de revestimento extrusada baseada em um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico está presente, permitindo, em particular, o uso de temperaturas operacionais altas juntamente com e proporcionando o cabo com as propriedades termoquímicas exigidas.

Dito cabo pode ser usado para distribuição ou transmissão de corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA).

O uso de materiais compatíveis com o ambiente durante produção ou utilização, facilmente recicláveis no final da vida deles, é condicionado pela necessidade de limitar os custos enquanto, para os usos mais comuns, proporciona um desempenho igual ou melhor do que aquele dos materiais convencionais.

No caso de cabos para transportar energia de voltagem média e alta, os vários revestimentos circundando o condutor comumente são baseados em polímero reticulado baseado em poliolefina, em particular polietileno reticulado (XLPE), ou copolímeros elastoméricos de etileno / propileno (EPR) ou etileno / propileno / dieno (EPDM), também reticulados. A reticulação, realizada após uma etapa de extrusão do material polimérico sobre o condutor, dá ao material propriedades mecânicas e elétricas até mesmo sob temperaturas altas durante tanto o uso contínuo quanto com sobrecarga de corrente.

Contudo, materiais reticulados geralmente não podem ser reciclados, de modo que resíduos e material de revestimento de cabos no final da vida deles podem ser eliminados apenas por incineração.

Polietileno termoplástico (quer LDPE quer HDPE) foi considerado para uso em cabos de voltagem média e alta, mas tal material

polimérico mostra uma temperatura operacional muito baixa (geralmente cerca de 70°C).

5 Materiais termoplásticos baseados em polipropileno foram considerados. Em particular, com o propósito de se alcançarem desempenhos desejados, especialmente em termos de processabilidade e resistência dielétrica, materiais de polipropileno foram considerados misturados com um fluido dielétrico.

10 Como relatado, por exemplo, por WO02/03398, a adição de um líquido dielétrico em um material isolante deve tanto determinar um aumento significativo em suas propriedades elétricas (em particular resistência dielétrica), sem mudar as características do material (propriedades termoquímicas, flexibilidade) quanto não resultar em exsudação do líquido dielétrico. Em particular, o cabo resultante deve proporcionar desempenho substancialmente constante com o tempo e conseqüentemente confiabilidade
15 alta, até mesmo em temperaturas operacionais altas (pelo menos 90°C e além).

 WO02/03398 em nome dos Requerentes refere-se a um cabo compreendendo pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada baseada em um material de polímero termoplástico
20 misturado com um fluido dielétrico, sendo que o fluido dielétrico compreende pelo menos um hidrocarboneto alquil-arilado tendo pelo menos dois anéis aromáticos não-condensados e uma razão de número de átomos de carbono aromáticos para número total de átomos de carbono maior do que ou igual a 0,6, preferivelmente maior do que ou igual a 0,7. Os compostos
25 exemplificados têm peso molecular maior do que 200 g/mol.

 WO02/27731 em nome dos Requerentes refere-se a um cabo compreendendo pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada baseada em um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico, sendo que o fluido dielétrico compreende

pelo menos um difenil-éter, não-substituído ou substituído com pelo menos um radical hidrocarboneto C_1-C_{30} , preferivelmente C_1-C_{24} linear ou ramificado, alifático, aromático ou alifático e aromático misto.

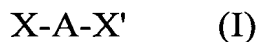
5 Dito líquido dielétrico tem uma razão de número de átomos de carbono em arila para número de átomos de carbono total maior do que ou igual a 0,4, preferivelmente maior do que ou igual a 0,7.

10 WO04/066318 em nome dos Requerentes refere-se a um cabo compreendendo pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada baseada em um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico, sendo que dito líquido dielétrico tem as seguintes características:

- uma quantidade de compostos polares menor do que ou igual a 2,5% em peso com respeito ao peso total do líquido dielétrico;
- um ponto de fusão ou um ponto de fluidez menor do que 15 80°C;
- uma razão de número de átomos de carbono aromáticos com respeito ao número total de átomos de carbono menor do que 0,6, quando o líquido dielétrico é aromático.

20 O Requerente tem agora encontrado uma classe química de compostos capazes de proporcionar o material de polímero para camada de cabo de energia com as características elétricas e termoquímicas procuradas.

25 De acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção refere-se a um cabo de energia compreendendo pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada incluindo um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico, sendo que dito fluido dielétrico compreende um composto de fórmula (I)



sendo que A é um grupo monocíclico aromático ou um grupo policíclico condensado pelo menos parcialmente aromático; e

pelo menos um de X e X' é metila ou um grupo alifático, em ambos os casos opcionalmente substituído com e/ou interrompido por um ou mais de ceto, alcóxi, alquiltio, mercapto, hidroxialquila, hidroxila; o outro sendo hidrogênio;

5 dito composto tendo uma razão de número de átomos de carbono aromáticos para número total de átomos de carbono maior do que ou igual a 0,6.

10 Para o propósito da presente descrição e das reivindicações que seguem, exceto onde indicado de outro modo, todos os números expressando valores, quantidades, percentagens, e assim por diante, são para serem entendidos como estando modificados pelo termo "cerca de". Também, todas as faixas incluem qualquer combinação dos pontos mínimo e máximo mostrados e incluem quaisquer faixas intermediárias, que podem ou não se aqui especificamente enumeradas.

15 Na presente descrição e nas reivindicações, o termo "misturado com" significa que o material de polímero termoplástico e o fluido dielétrico são misturados juntos para darem uma dispersão substancialmente homogênea do fluido na matriz de polímero (fase única). A não ser que seja indicado de outro modo, a quantidade em % em peso refere-se ao peso de
20 uma tal fase única.

 Na presente descrição e nas reivindicações subseqüentes, "condutor" significa um elemento condutor tal como, de forma alongada e preferivelmente de um material metálico, quer na forma de bastão ou de multi-fios, mais preferivelmente alumínio ou cobre, ou um elemento condutor
25 como antes de estar revestido com uma camada semicondutora.

 Na presente descrição e nas reivindicações, "camada" significa uma camada baseada em polímero circundando o condutor, por exemplo, uma camada eletricamente isolante, uma camada semicondutora, uma bainha, uma camada protetora, dita camada protetora estando opcionalmente esponjada,

uma camada bloqueadora de água, ou uma camada desempenhando funções combinadas, por exemplo, uma camada protetora carregada com uma carga condutora.

5 Para os propósitos da invenção o termo "voltagem média" geralmente significa uma voltagem de entre 1 kV e 35 kV, enquanto que "voltagem alta" significa voltagens mais altas do que 35 kV.

"Camada eletricamente isolante" significa uma camada feita de um material tendo propriedades isolantes, a saber tendo uma rigidez dielétrica de pelo menos 5 kV/mm, preferivelmente maior do que 10 kV/mm.

10 "Camada semicondutora" significa uma camada feita de um material tendo propriedades de semicondutor, a saber um valor de resistividade volumétrica, na temperatura ambiente, de menor do que 500 Ω .m, preferivelmente menor do que 20 Ω .m. como por exemplo. Por exemplo, o material pode ser uma matriz polimérica adicionada com negro de carbono. Tipicamente, a quantidade de negro de carbono pode variar entre 1 e 15 50% em peso, preferivelmente entre 3 e 30% em peso, em relação ao peso do polímero.

A concentração de saturação do fluido dielétrico no material de polímero termoplástico pode ser determinada por um método de absorção 20 de fluido em amostras de Halteres: outros detalhes relacionados com dito método serão descritos nos exemplos dados aqui abaixo.

A razão de número de átomos de carbono aromáticos com respeito ao número total de átomos de carbono pode ser determinado de acordo com ASTM standard D3238-95(2000)e1.

25 Como constante dielétrica é aqui intencionada a razão da quantidade de energia elétrica armazenada quando um potencial é aplicado em um material, relativa à permissividade do vácuo. É medida de acordo com IEC 247.

O ponto de fusão pode ser determinado por técnicas

conhecidas tais como, por exemplo, por análise por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC).

O ponto de fluidez pode ser determinado de acordo com ASTM standard D97-02.

5 A entalpia de fusão (ΔH_m) pode ser determinada pela análise por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC).

De acordo com uma primeira modalidade, a camada extrusada baseada em dito material de polímero termoplástico misturado com o dito fluido dielétrico é uma camada eletricamente isolante.

10 De acordo com uma outra modalidade, a camada extrusada baseada em dito material de polímero termoplástico misturado com dito fluido dielétrico é uma camada semicondutora.

A possibilidade de uso de mesmo tipo de composição de polímero para ambas a camada isolante e as camadas semicondutoras é particularmente vantajosa em produção de cabos para voltagem média ou alta, pelo fato de que garante adesão excelente camadas adjacentes e a camada semicondutora interna, onde o campo elétrico e conseqüentemente o risco de descargas parciais são mais altos.

20 De acordo com uma modalidade preferida da invenção, o composto do fluido dielétrico tem uma fórmula (I) sendo que A é um grupo monocíclico aromático ou um grupo policíclico condensado totalmente aromático. Preferivelmente, A é um grupo bicíclico condensado.

O grupo monocíclico aromático ou o grupo policíclico pelo menos parcialmente aromático de acordo com a invenção pode ser ou 25 compreender ciclo-pentanóide ou ciclo-hexanóide.

Ciclo-pentanóide significa um grupo cuja unidade estrutural chave consiste de cinco átomos arranjados em um anel.

Ciclo-hexanóide significa um grupo cuja unidade estrutural chave consiste de seis átomos arranjados em um anel.

Os grupos monocíclicos ou policíclicos de acordo com a invenção podem ser de átomos de carbono opcionalmente substituídos com um heteroátomo selecionado de oxigênio, enxofre ou nitrogênio. Preferivelmente todos os átomos nos ciclos são átomos de carbono.

5 De acordo com outra modalidade preferida da invenção, o composto do fluido dielétrico tem uma fórmula (I) na qual pelo menos um de X e X' é metila ou um grupo alifático.

O número de átomos de carbono alifáticos é relacionado com o número de átomos de carbono aromáticos com o propósito de satisfazer a exigência de uma razão de número de átomos de carbono aromáticos para número total de átomos de carbono maior do que ou igual a 0,6. Por exemplo, quando A é um grupo aromático monocíclico, o número de átomos de carbono alifáticos de acordo com X+X' poderia variar de 2 a 4. Quando A é um grupo bicíclico, o número de átomos de carbono alifáticos de acordo com X+X' poderia variar de 2 a 6. Quando A é um grupo tricíclico, o número de átomos de carbono alifáticos de acordo com X poderia variar de 2 a 9.

15 Preferivelmente, X+X' é um grupo alifático C₂-C₉, mais preferivelmente uma cadeia C₂-C₆ alquila, linear ou ramificada.

O uso de um fluido dielétrico contribui para aumentar a resistência à decomposição da camada de revestimento. Por exemplo, tem sido verificado que o uso de um fluido dielétrico como descrito a seguir permite aumentar a resistência à decomposição de uma camada isolante baseada em polipropileno de cerca de 30 kV/mm na ausência de fluido dielétrico, para até maior do que 50 kV/mm, e valores acima de 80 kV/mm também têm sido alcançados.

25 Preferivelmente, um dielétrico adequado tem uma resistência à decomposição de pelo menos 3 kV/mm, mais preferivelmente acima de 9 kV/mm.

Um fluido dielétrico adequado é compatível com o material de

polímero termoplástico. "Compatível" significa que as composições químicas do fluido e do material de polímero termoplástico são tais que resultam em uma dispersão microscopicamente homogênea do fluido dielétrico no material de polímero sob mistura do fluido no polímero, similarmente em um plastificante.

Por exemplo, o composto do fluido dielétrico é selecionado de n-pentil-naftaleno, iso-pentil-naftaleno, n-butil-naftaleno, i-butil-naftaleno, terc-butil-naftaleno, n-propil-naftaleno, iso-propil-naftaleno, dietil-naftaleno, trimetil-naftaleno, metil-n-butil-naftaleno, metil-terc-butil-naftaleno, n-butóxi-naftaleno, dietóxi-naftaleno, naftil-etil-cetona, naftil-butil-cetona.

Estes compostos podem ser até mesmo sólidos em forma pura na temperatura ambiente, mas são usados em estado fluido graças à mistura de isômeros diferentes.

Vantajosamente, o composto do fluido dielétrico tem um peso molecular igual a ou menor do que 200 g/mol.

Vantajosamente, o fluido dielétrico tem uma constante dielétrica, a 25°C, igual a ou menor do que 3,5, mais preferivelmente menor do que 3 (medida de acordo com IEC247).

Vantajosamente, o ponto de ebulição do fluido dielétrico deve ser mais alto do que a temperatura que o cabo poderia alcançar durante operação e sobrecorrente. Preferivelmente, o ponto de ebulição do fluido dielétrico é maior do que 130°C, mais preferivelmente maior do que 250°C.

Preferivelmente o fluido dielétrico é misturado com o material de polímero termoplástico em quantidades menores do que a concentração de saturação do fluido dielétrico no material de polímero termoplástico. Ditas quantidades, especificadas a seguir, não prejudicam as características termoquímicas da camada de revestimento e evitam a exsudação de dito fluido dielétrico do material de polímero termoplástico.

A razão em peso de fluido dielétrico para material de polímero

termoplástico da presente invenção é geralmente de 1:99 a 25:75, preferivelmente de 5:95 a 15:85.

O requerente observou um teor de fluido dielétrico maior do que um certo valor não proporciona aumento substancial da resistência dielétrica concedida ao material de polímero. Em algumas situações, tem sido verificado que um teor relativamente alto de fluido dielétrico causa desvantagens também no estágio de manufatura, ou diferentemente prejudica o desempenho termomecânico do cabo.

É aqui realçado que o uso de um fluido dielétrico com um ponto de fusão rela baixo ou ponto de fluidez baixo (e.g. um ponto de fusão ou ponto de fluidez não maior do que 80°C) permite um manuseio fácil do fluido dielétrico que pode ser fundido sem a necessidade de etapas de manufatura adicionais e complexas (e.g. uma etapa de fusão do fluido dielétrico) e/ou aparelhos para misturar o fluido com o material de polímero.

De acordo com uma outra modalidade preferida, o fluido dielétrico tem um ponto de fusão ou um ponto de fluidez de -130°C a +80°C.

Vantajosamente, o fluido dielétrico tem uma viscosidade predeterminada com o propósito de evitar difusão rápida do fluido dentro da camada isolante e como conseqüência para sua migração externa, bem como para permitir que o fluido dielétrico seja facilmente alimentado e misturado no material de polímero termoplástico. Preferivelmente, o fluido dielétrico da invenção tem uma viscosidade, a 40°C, de 5 mm²/s a 500 mm²/s, preferivelmente de 10 mm²/s a 300 mm²/s (medida de acordo com ASTM standard D445-03).

De acordo com uma modalidade preferida da invenção, o material de polímero termoplástico para o cabo da invenção é selecionado de:

(a) pelo menos um homopolímero de propileno ou pelo menos um copolímero de propileno com pelo menos um comonômero de olefina selecionado de etileno e uma α -olefina diferente de propileno, dito

homopolímero ou copolímero tendo um ponto de fusão maior do que ou igual a 130°C e uma entalpia de fusão de 20 J/g a 100 J/g;

(b) uma mistura mecânica compreendendo pelo menos um copolímero ou homopolímero de propileno (a) e

5 (c) pelo menos um copolímero elastomérico de etileno com pelo menos uma α -olefina alifática, e opcionalmente um polieno;

(d) pelo menos 75% em peso, com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico, de pelo menos um copolímero de pelo menos dois comonômeros de α -olefina, dito copolímero tendo uma entalpia
10 de fusão menor do que 25 J/g (d_1); e uma quantidade igual a ou menor do que 25% em peso com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico de (a) ou de pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero de propileno com pelo menos uma α -olefina, dito pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero de propileno tendo uma entalpia
15 de fusão maior do que 25 J/g e um ponto de fusão maior do que 130°C. (d_2)

O material de polímero d) é preferido de acordo com a presente invenção.

O material de polímero d) é tal de modo a proporcionar uma camada de um material polimérico termoplástico tendo uma entalpia de fusão
20 igual a ou menor do que 40 J/g. Preferivelmente, dita entalpia de fusão é igual a ou menor do que 35 J/g, e mais preferivelmente de 30 a 5 J/g.

Vantajosamente, a camada é baseada em um material tendo um índice de fluxo de massa fundida (MFI), medido a 230°C com uma carga de 21,6 N de acordo com ASTM standard D1238-00, de 0,05 dg/min a 10,0
25 dg/min, mais preferivelmente de 0,4 dg/min a 5,0 dg/min.

Preferivelmente, o copolímero (d_1) está presente em uma quantidade de 80% em peso a 95% em peso com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico.

Preferivelmente, o copolímero (d_1) tem uma entalpia de fusão

de 15 J/g a 10 J/g. A entalpia de fusão do copolímero (d_1) também pode ser menor do que 10 J/g, por exemplo 0 J/g.

Vantajosamente, o copolímero (d) tem um módulo flexural de 80 MPa a 10 MPa, mais preferivelmente de 40 MPa to 20 MPa. O módulo flexural do copolímero (a) também pode ser menor do que 10 MPa, por exemplo 1 MPa.

Os pelo menos dois comonômeros de α -olefina do pelo menos um copolímero (d_1) podem ser selecionados de etileno e uma α -olefina de fórmula $\text{CH}_2=\text{CH-R}$, onde R é uma $\text{C}_1\text{-C}_{10}$ alquila linear ou ramificada, selecionada, por exemplo, de: propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno, preferivelmente de etileno, propileno, buteno e octeno.

Copolímeros de propileno/etileno são particularmente preferidos.

Preferivelmente, pelo menos um dos pelo menos dois comonômeros de α -olefina é propileno.

O copolímero (d_1) para o cabo da invenção pode ser um copolímero aleatório ou um copolímero em heterofase.

"Copolímero aleatório" significa aqui um copolímero no qual os monômeros estão aleatoriamente distribuídos na cadeia de polímero.

"Copolímero em heterofase" significa aqui um copolímero no qual domínios elastoméricos, e.g. de elastômero de etileno-propileno (EPR) são formados e dispersados em uma matriz homopolimérica ou copolimérica.

Preferivelmente, o copolímero (d_1) é selecionado de:

(d_{1a}) um copolímero aleatório de propileno com pelo menos um comonômero selecionado de etileno e uma α -olefina diferente de propileno;

(d_{1b}) um copolímero em heterofase compreendendo uma fase termoplástica baseada em propileno e uma fase elastomérica baseada em

etileno copolimerizado com uma α -olefina, preferivelmente com propileno, no qual a fase elastomérica está preferivelmente presente em uma quantidade de pelo menos 45% em peso com respeito ao peso total do copolímero em heterofase.

5 Particularmente preferido de dita classe (d_{1a}) é copolímero de propileno com pelo menos um comonômero de olefina selecionado de etileno e uma α -olefina diferente de propileno.

10 Por exemplo, copolímeros em heterofase de classe (d_{1b}) são obtidos por copolimerização seqüencial de: i) propileno, possivelmente contendo quantidades menores de pelo menos um comonômero de olefina selecionado de etileno e uma α -olefina diferente de propileno; e então de: ii) uma mistura de etileno com uma α -olefina, em particular propileno, e possivelmente com porções menores de um dieno.

15 Exemplos de produtos de classe (d_{1a}) comercialmente disponíveis são Vista-Ion™ 404, Vistalon™ 606, Vistalon™ 805 (Exxon Chemicals).

Exemplos de produtos de classe (d_{1b}) comercialmente disponíveis são Softell® CA02A; Hifax® CA07A; Hifax® CA10A (todos da Basell).

20 De acordo com uma modalidade preferida, o homopolímero de propileno ou copolímero de propileno com pelo menos uma α -olefina (d_2) tem uma entalpia de fusão maior do que 30 J/g, mais preferivelmente de 50 a 80 J/g.

25 Em (d), a quantidade de dito homopolímero de propileno ou copolímero de propileno (d_2) é preferivelmente de 5% em peso a 20% em peso com respeito ao peso total do material base termoplástico.

De acordo com uma modalidade preferida, (d_2) tem um ponto de fusão de 140°C a 170°C.

Vantajosamente, o homopolímero ou copolímero (d_2) tem um

módulo flexural igual a ou maior do que 100 MPa, mais preferivelmente de 200 MPa a 1.500 MPa.

De acordo com uma modalidade preferida, o cabo da invenção tem pelo menos uma camada de revestimento extrusada com propriedades de isolamento elétrico formada do material de polímero termoplástico misturado com o fluido dielétrico como acima.

De acordo com uma outra modalidade preferida, o cabo da invenção tem pelo menos uma camada de revestimento extrusada com propriedades semicondutoras formada do material de polímero termoplástico misturado com o fluido dielétrico como acima. Para formar uma camada semicondutora, uma carga semicondutora é geralmente adicionada no material de polímero. Para garantir uma dispersão adequada da camada condutora dentro do material de polímero termoplástico, o último é preferivelmente selecionado de homopolímeros ou copolímeros de propileno compreendendo pelo menos 40 % em peso de fase amorfa, com respeito ao peso total de polímero.

A possibilidade de usar o mesmo tipo de composição de polímero para ambas a camada isolante e as camadas semicondutoras é particularmente vantajosa na produção de cabos para voltagem média ou alta, pelo fato de que garante adesão excelente entre camadas adjacentes e como conseqüência comportamento elétrico melhor, particularmente na interface entre a camada isolante e a camada semicondutora interna, onde o campo elétrico e conseqüentemente o risco de descargas parciais são mais altos.

Na formação de uma camada de revestimento para o cabo da invenção, outros componentes convencionais podem ser adicionados na composição de polímero acima mencionada, tais como antioxidantes, auxiliares de processamento, retardantes livres de água, ou suas misturas.

Antioxidantes convencionais adequados para o propósito são, por exemplo, tio-propionato de diestearila ou dilaurila e pentaeritritil-

tetraquis[3-(3,5-di-t-butil-4-hidróxi-fenil)-propionato], ou suas misturas.

Auxiliares de processamento que podem ser adicionados na composição de polímero incluem, por exemplo, estearato de cálcio, estearato de zinco, ácido esteárico, ou suas misturas.

5 Com referência particular aos cabos de voltagem média a alta, os materiais de polímero definidos aqui acima podem ser vantajosamente usados para obter uma camada isolante. A resistência à termopressão alcançada pela camada isolante de revestimento como da presente invenção permite que cabos de energia de voltagem média e de voltagem alta
10 compreendendo-os operem a 90°C ou maior sem prejudicar o desempenho.

Se a camada de revestimento da presente invenção é uma camada semicondutora, uma carga semicondutora, em particular negro de carbono, é geralmente dispersada dentro do material base de polímero em uma quantidade tal para proporcionar o material com características
15 semicondutoras (i.e. como para obter uma resistividade e menor do que 5 Ohm.m na temperatura ambiente). Esta quantidade geralmente está entre 5% em peso e 80% em peso, e preferivelmente entre 10% em peso e 50% em peso, do peso total da mistura.

O uso da mesma composição de polímero base para ambas a
20 camada isolante e as camadas semicondutoras é particularmente vantajoso na produção de cabos para voltagem média ou alta, pelo fato de que garante adesão excelente entre camadas adjacentes e conseqüentemente um comportamento elétrico bom, particularmente na interface entre a camada isolante e a camada semicondutora interna, onde o campo elétrico e como
25 conseqüência o risco de descargas parciais são mais altos.

A composição para a camada do cabo de energia da invenção pode ser preparada por misturação juntos do material de polímero termoplástico, o fluido dielétrico e quaisquer outros aditivos possivelmente presentes pelo uso de métodos conhecidos na técnica. Misturação pode ser

realizada exemplo por um misturador interno do tipo com rotores tangenciais (Banbury) ou com rotores interpenetrantes; em um misturador contínuo do tipo Ko-Kneader (Buss), do tipo de rosca dupla co- ou contra-rotativo; ou em uma extrusora de rosca única.

5 O material de polímero termoplástico pode ser previamente manufaturado em um reator de polimerização ou por alimentação do material termoplástico junto com o fluido dielétrico dentro do aparelho de mistura para a composição de polímero como exemplificado agora mesmo acima.

10 Alternativamente, o fluido dielétrico da presente invenção pode ser adicionado no material de polímero termoplástico durante a etapa de extrusão por injeção direta dentro do canhão da extrusora como mostrado, por exemplo, em Pedido de Patente Internacional WO02/47092 em nome do Requerente.

15 Compatibilidade maior também tem sido verificada entre o fluido dielétrico e o material de polímero termoplástico da presente invenção do que no caso de misturas similares do mesmo material de polímero com outros fluidos dielétricos conhecidos na técnica. Esta compatibilidade maior acarreta, *inter alia*, menos exsudação do fluido dielétrico. Devido à sua temperatura operacional alta e às suas perdas dielétricas baixas, os cabos da
20 invenção podem transportar, para a mesma voltagem, uma energia pelo menos igual a ou até mesmo maior do que aquela transportável por um cabo tradicional com revestimento de XLPE.

25 Embora esta descrição esteja focalizando principalmente a produção de cabos para transportar ou distribuir energia de voltagem média a alta, a composição de polímero da invenção pode ser usada para revestir dispositivos elétricos em geral e in particular cabos de tipo diferente, por exemplo cabos de voltagem baixa (i.e. cabos transportando voltagem menor do que 1 kV), cabos de telecomunicações ou cabos de telecomunicações / energia combinados, ou acessórios usados em linhas elétricas, tais como

terminais, juntas, conectores ou semelhantes.

Outras características serão evidentes a partir da descrição detalhada dada aqui com referência ao desenho acompanhante, no qual:

5 - Figura 1 é uma representação gráfica de um cabo elétrico, particularmente adequado para voltagem média ou alta, de acordo com a invenção.

10 Em Figura 1, o cabo (1) compreende um condutor (2), uma camada interna com propriedades semicondutoras (3), uma camada intermediária com propriedades isolantes (4), uma camada externa com propriedades semicondutoras (5), uma tela metálica (6), e uma bainha externa (7).

15 O condutor (2) geralmente consiste de fios metálicos, preferivelmente de cobre ou alumínio, torcidos juntos por métodos convencionais, ou de um bastão sólido de alumínio ou cobre. Pelo menos uma camada de revestimento selecionada de a camada isolante (4) e as camadas semicondutoras (3) e (5) compreende a composição da invenção como antes definida. Ao redor da camada semicondutora externa (5) está normalmente posicionada uma tela (6), geralmente de fios ou tiras eletricamente condutores(as) helicoidalmente enrolados(as). Esta tela é então coberta por
20 uma bainha (7) de um material termoplástico tal como, por exemplo, polietileno (PE) não-reticulado.

O cabo também pode ser obtido com uma estrutura protetora (não mostrada em Figura 1) cujo propósito principal é mecanicamente proteger o cabo contra impactos ou compressões. Esta estrutura protetora
25 pode ser, por exemplo, um reforço de metal ou uma camada de polímero expandido como descrito em WO 98/52197 no nome do Requerente.

Figura 1 mostra uma modalidade de um cabo de acordo com a invenção. Modificações adequadas podem ser feitas nesta modalidade de acordo com necessidades técnicas específicas e exigências de aplicação sem

se desviarem do escopo da invenção.

A camada ou camadas de revestimento do cabo de material termoplástico de acordo com a presente invenção pode(m) ser manufaturada(s) de acordo com métodos conhecidos, por exemplo por 5 extrusão. A extrusão é vantajosamente realizada em uma passagem única, por exemplo pelo método em tandem no qual extrusoras individuais são posicionadas em série, ou por co-extrusão com uma cabeça de extrusão múltipla.

Os seguintes exemplos ilustram a invenção sem limitá-la.

10 EXEMPLOS

Cabos obtidos com uma camada isolante de acordo com a invenção ou com uma camada isolante comparativa foram preparados a partir dos seguintes componentes:

15 - Adflex™ Q200F: copolímero em heterofase de propileno com ponto de fusão de 165°C, entalpia de fusão de 30 J/g, MFI 0,8 dg/min e módulo flexural 150 MPa (produto comercial de Basell);

- Synesstic™ 5: naftaleno alquilado com um peso molecular de 198 g/mol; razão $C_{\text{arom}}/C_{\text{tot}} = 0,67$; viscosidade = 29 mm²/s (a 40°C); ponto de fluidez = -39°C (produto comercial de ExxonMobil Chemical);

20 - Synesstic™ 12: naftaleno alquilado com um peso molecular de 296 g/mol; razão $C_{\text{arom}}/C_{\text{tot}} = 0.45$; viscosidade = 109 mm²/s (a 40°C) (produto comercial de ExxonMobil Chemical);

- Palatinol AH: ftalato de dioctila com um peso molecular de 391 g/mol; razão $C_{\text{arom}}/C_{\text{tot}} = 0.25$ (produto comercial de BASF).

25 Em todos os exemplos, o Adflex™ Q 200 F foi alimentado diretamente no recipiente de alimentação da extrusora. Subseqüentemente, um fluido dielétrico, previamente misturado com antioxidantes, foi injetado em pressão alta na extrusora. Uma extrusora tendo um diâmetro de 80 mm e uma razão L/D de 25 foi usado. A injeção foi feita durante a extrusão a cerca de 20

D do início de rosca da extrusora por meio de três pontos de injeção na mesma seção transversal a 120° um do outro. O fluido dielétrico foi injetado em uma temperatura de 70°C e uma pressão de 25.000 kPa.

5 Cabo A foi manufaturado usando uma quantidade de 5% em peso de Sy-nesstic™ 5.

Cabo B foi manufaturado usando uma quantidade de 10% em peso de Sy-nesstic™ 5.

Cabo C de comparação foi manufaturado usando uma quantidade de 5% em peso de Synesstic™ 12.

10 Cabo D de comparação foi manufaturado usando uma quantidade de 5% em peso de Palatinol AH.

Sob condições similares, um cabo E de comparação foi produzido sem adição de fluido dielétrico no material base Adflex™ Q 200 F.

15 Cada cabo saindo da cabeça de extrusão foi esfriado para a temperatura ambiente pela passagem através de água fria.

Cada cabo acabado consistiu de um condutor de alumínio (seção transversal de 150 mm²), uma camada semicondutora interna de cerca de 0,5 mm em espessura, uma camada isolante de cerca de 4,5 mm em espessura e finalmente uma camada semicondutora externa de cerca de 0,5 mm em espessura.

Resistência dielétrica

25 Três pedaços (cada um sendo de 20 metros de comprimento) de cabos A, B e C produzidos como descrito acima foram submetidos à medição de resistência dielétrica usando corrente alternada na temperatura ambiente. Partindo de 100 kV o gradiente aplicado nos cabos foi aumentado em 10 kV cada 10 minutos até os cabos romperem. O gradiente de ruptura é aquele sobre o condutor.

Tabela 1 resume os resultados dos testes elétricos: os dados representam o valor médio obtido de três medições diferentes.

Tabela 1

Cabo	Resistência dielétrica
A	+142%
B	+155%
C	+126%
D	+103%
E	100%

Como visto da Tabela 1, fluidos dielétricos comparativos misturados no material de polímero termoplástico na mesma concentração daqueles da invenção proporcionaram a camada isolante com valores de resistência dielétrica menores do que aqueles obtidos pelos fluidos dielétricos da invenção.

Os fluidos dielétricos de acordo com a invenção substancialmente aumentam a resistência dielétrica de uma camada isolante termoplástica para cabo de energia.

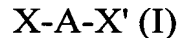
Tem sido observado que uma quantidade de 5% em peso de um fluido dielétrico de acordo com a invenção misturada com o material de polímero termoplástico proporcionou um aumento significativo de resistência dielétrica, um aumento adicional de tal quantidade proporcionou um benefício adicional.

Contudo, tem sido observado que uma quantidade excessivamente alta de fluido dielétrico (e.g. maior do que 30% em peso no caso de Synesstic™ 5 pode:

- diminuir a resistência dielétrica do material de polímero termoplástico;
- prejudicar as propriedades termoquímicas da camada de revestimento;
- exsudar do cabo em operação, com uma perda do desempenho dielétrico.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo de energia, caracterizado pelo fato de compreender pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada incluindo um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico, sendo que dito fluido dielétrico compreende um composto de fórmula (I)



sendo que A é um grupo monocíclico aromático ou um grupo policíclico condensado pelo menos parcialmente aromático; e

10 pelo menos um de X e X' é metila ou um grupo alifático, em ambos os casos opcionalmente substituído com e/ou interrompido por um ou mais de ceto, alcóxi, alquiltio, mercapto, hidroxialquila, hidroxila; o outro sendo hidrogênio;

15 dito composto tendo uma razão de número de átomos de carbono aromáticos para número total de átomos de carbono maior do que ou igual a 0,6.

2. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada extrusada é uma camada eletricamente isolante.

20 3. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada extrusada é uma camada semicondutora.

25 4. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o composto do fluido dielétrico tem uma fórmula (I) sendo que A é um grupo monocíclico aromático ou um grupo policíclico condensado totalmente aromático.

5. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o composto do fluido dielétrico tem uma fórmula (I) na qual A é um grupo policíclico condensado.

6. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o grupo monocíclico aromático é um ciclo-pentanóide ou um ciclo-hexanóide.

5 caracterizado pelo fato de que o policíclico condensado pelo menos parcialmente aromático compreende ciclo-pentanóide, ciclo-hexanóide ou ambos.

10 8. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que A compreende um heteroátomo selecionado de oxigênio, enxofre ou nitrogênio.

9. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o composto do fluido dielétrico tem uma fórmula (I) na qual pelo menos um de X e X' é metila ou um grupo alifático.

15 10. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o composto do fluido dielétrico é selecionado de n-pentil-naftaleno, iso-pentil-naftaleno, n-butil-naftaleno, i-butil-naftaleno, terc-butil-naftaleno, n-propil-naftaleno, iso-propil-naftaleno, dietil-naftaleno, trimetil-naftaleno, metil-n-butil-naftaleno, metil-terc-butil-naftaleno, n-butóxi-naftaleno, dietóxi-naftaleno, naftil-etil-cetona, naftil-butil-cetona, estes
20 compostos podem ser até mesmo sólidos em forma pura na temperatura ambiente, mas são usados no estado fluido graças à misturação de isômeros diferentes.

25 11. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o composto do fluido dielétrico tem um peso molecular igual a ou menor do que 200 g/mol.

12. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluido dielétrico tem uma constante dielétrica, a 25°C, igual a ou menor do que 3,5.

13. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que o fluido dielétrico tem um ponto de ebulição maior do que 130°C.

5 14. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluido dielétrico é misturado com o material de polímero termoplástico em uma razão em peso de 1:99 a 25:75.

15. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluido dielétrico tem um ponto de fusão ou um ponto de fluidez de -130°C a +80°C.

10 16. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluido dielétrico tem uma viscosidade a 40°C, de 5 mm²/s a 500 mm²/s.

17. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o fluido dielétrico tem uma viscosidade, a 40°C de 10 mm²/s a 300 mm²/s.

15 18. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o material de polímero termoplástico é selecionado de:

20 (a) pelo menos um homopolímero de propileno ou pelo menos um copolímero de propileno com pelo menos um comonômero de olefina selecionado de etileno e uma α -olefina diferente de propileno, dito homopolímero ou copolímero tendo um ponto de fusão maior do que ou igual a 130°C e uma entalpia de fusão de 20 J/g a 100 J/g;

(b) uma mistura mecânica compreendendo pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero (a) e

25 (c) pelo menos um copolímero elastomérico de etileno com pelo menos uma α -olefina alifática, e opcionalmente um polieno;

(d) pelo menos 75% em peso, com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico, de pelo menos um copolímero de pelo menos dois comonômeros de α -olefina, dito copolímero tendo uma entalpia

de fusão menor do que 25 J/g (d_1); e uma quantidade igual a ou menor do que 25% em peso com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico de (a) ou de pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero de propileno com pelo menos uma α -olefina, dito pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero de propileno tendo uma entalpia de fusão maior do que 25 J/g e um ponto de fusão maior do que 130°C (d_2).

19. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o material de polímero termoplástico é pelo menos 75% em peso, com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico, de pelo menos um copolímero de pelo menos dois comonômeros de α -olefina, dito copolímero tendo uma entalpia de fusão menor do que 25 J/g (d_1); e uma quantidade igual a ou menor do que 25% em peso com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico de (a) ou de pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero de propileno com pelo menos uma α -olefina, dito pelo menos um homopolímero de propileno ou copolímero de propileno tendo uma entalpia de fusão maior do que 25 J/g e um ponto de fusão maior do que 130°C (d_2).

20. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o copolímero (d_1) está presente em uma quantidade de 80% em peso a 95% em peso com respeito ao peso total do material de polímero termoplástico.

21. Cabo de energia de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o copolímero (d_1) tem uma entalpia de fusão de 15 J/g a 10 J/g.

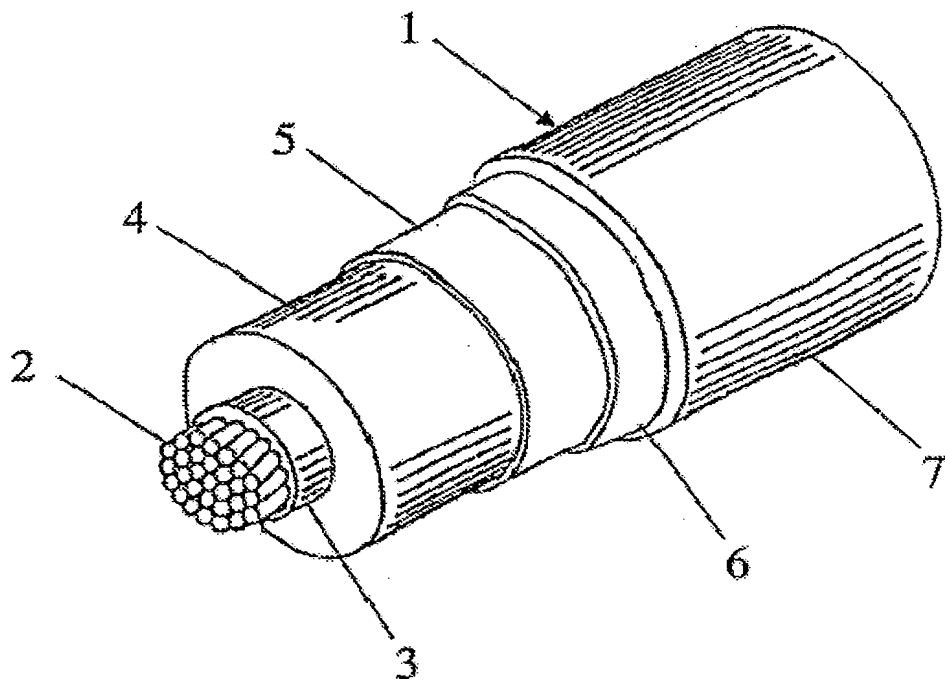


Fig. 1

RESUMO

"CABO DE ENERGIA"

Cabo de energia compreendendo pelo menos um condutor elétrico e pelo menos uma camada de revestimento extrusada incluindo um material de polímero termoplástico misturado com um fluido dielétrico, sendo que dito fluido dielétrico compreende um composto de fórmula (I) X-A-X'; onde A é um grupo monocíclico aromático ou um grupo policíclico condensado pelo menos parcialmente aromático; e pelo menos um de X e X' é metila ou um grupo alifático, em ambos os casos opcionalmente substituído com e/ou interrompido por um ou mais de ceto, alcóxi, alquiltio, mercapto, hidroxialquila, hidroxila; o outro sendo hidrogênio; dito composto tendo uma razão de número de átomos de carbono aromáticos para número total de átomos de carbono maior do que ou igual a 0,6.