

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 870 014**

51 Int. Cl.:

H01B 7/295	(2006.01)
H01B 3/14	(2006.01)
C04B 28/00	(2006.01)
C04B 28/04	(2006.01)
C04B 28/26	(2006.01)
H01B 3/00	(2006.01)
H01B 3/30	(2006.01)
H01B 13/14	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2016 PCT/FR2016/053144**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2017 WO17098114**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2016 E 16819140 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3387654**

54 Título: **Cable resistente al fuego**

30 Prioridad:

11.12.2015 FR 1562210

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2021

73 Titular/es:

**NEXANS (100.0%)
4, Allée de l'Arche
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**AUVRAY, THIERRY;
GYPPAZ, FRANCK y
POULARD, CORINNE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 870 014 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable resistente al fuego

- 5 La presente invención se refiere a un cable eléctrico y/u óptico resistente al fuego que comprende al menos una capa eléctricamente aislante compuesta a base de al menos un material cementoso y al menos un almidón, y a su procedimiento de fabricación.
- 10 Se aplica típicamente, pero no exclusivamente, a los cables eléctricos y/u ópticos destinados al transporte de energía y/o a la transmisión de datos, en particular a los cables eléctricos y/u ópticos de seguridad resistentes al fuego, especialmente sin halógeno, susceptibles de funcionar durante un periodo de tiempo dado en condiciones de incendio, sin ser, por tanto, propagador de incendios ni generador de humos significativos. Estos cables de seguridad son, en particular, unos cables de transporte de energía de media tensión (especialmente de 6 a 45-60 kV) o cables de transmisión de baja frecuencia, tales como cables de control o de señalización.
- 15 Un cable de energía y/o de telecomunicación es un cable destinado al transporte de la energía eléctrica y/o a la transmisión de datos. Comprende clásicamente uno o varios elementos conductores aislados, o, en otras palabras, uno o varios conductores (eléctricos y/u ópticos) alargados rodeados por al menos una capa eléctricamente aislante. La capa eléctricamente aislante puede ser típicamente una capa de polímero eléctricamente aislante en contacto físico con el o los conductores eléctricos y/u ópticos. Dicho o dichos elementos conductores aislados están rodeados por una funda exterior de protección destinada a proteger mecánicamente el o los elementos conductores aislados. En algunas construcciones de cables, existe sólo una capa que asegura las dos funciones de aislante eléctrico y de funda de protección.
- 20 Los materiales generalmente utilizados para formar la capa eléctricamente aislante y/o dicha funda de protección son unos materiales compuestos a base de polímeros, por ejemplo de polímeros siliconados, y de diversos aditivos, especialmente cargas de refuerzo tales como sílice, y cargas ignífugas (o retardadores de llama) destinadas a mejorar su resistencia al fuego.
- 25 El documento WO 2011/000692 A1 describe, en particular, una composición polimérica que tiene propiedades de retardo de la llama que comprende un elastómero de copoliéster, del 0 al 30% en masa de uno o más de otros polímeros, del 1 al 15% en masa de un retardador de llama que contiene un halógeno (por ejemplo, etano-1,2-bis(pentabromofenilo), y del 0 al 15% en masa de un retardador de llama sin halógeno (por ejemplo, Sb_2O_3). La composición puede comprender además una carga tal como polvo de almidón de maíz. La composición polimérica se puede utilizar como capa de protección en un cable eléctrico.
- 30 A pesar de la presencia de tales cargas, la resistencia al fuego de estas capas eléctricamente aislantes no da siempre una completa satisfacción.
- 35 A fin de hacer un cable resistente al fuego, se ha propuesto también, especialmente en la solicitud de patente EP 2 760 030 A1, recubrir dicho cable con una capa eléctricamente aislante que comprende varias bandas aislantes superpuestas que comprenden mica y fibras de vidrio, y un aglomerante polimérico (por ejemplo, poliorganosiloxano) en contacto con cada una de dichas bandas aislantes. Sin embargo, el coste de producción de dicha capa eléctricamente aislante es elevado (por ejemplo, un tiempo de preparación muy largo) y éste presenta un gran volumen.
- 40 El documento DE 21 05 096 describe una composición retardadora de llama que comprende amianto y/o talco en suspensión en una solución acuosa de silicato de sodio ("waterglass"), y al menos un agente espumante seleccionado entre los carbohidratos, los éteres de celulosa, el almidón, el glicolato, la metilcelulosa, y una de sus mezclas. Estos agentes espumantes se descomponen rápidamente cuando se exponen a las llamas, y mejoran la resistencia al fuego.
- 45 Otros materiales tales como la piedra, el ladrillo, el cemento, el plomo, el acero, el hormigón, la lana de roca, las cerámicas, los geopolímeros, etc. tienen propiedades de resistencia al fuego.
- 50 El cemento es una materia mineral pulverulenta que forma, con el agua o con una solución salina, una pasta de cemento aglomerante, capaz de aglomerar, al endurecer, sustancias variadas. El endurecimiento se produce por simple hidratación de aluminatos de calcio y de silicatos de calcio, y la pasta de cemento aglomerante conserva, después del endurecimiento, su resistencia y su estabilidad. Esta pasta de cemento aglomerante se denomina también material cementoso. Los cementos se clasifican según la norma EN-197-1-2000 en cinco grandes familias: el cemento Portland (CEM I), el cemento portland compuesto (CEM II), el cemento de altos hornos (CEM III), el cemento puzolánico (CEM IV), y el cemento compuesto o cemento de escoria y cenizas (CEM V). El cemento blanco es un cemento Portland sin óxido metálico. El cemento artificial se obtiene generalmente por cocción de mezclas de sílice, de alúmina, de carbonato de cal, y eventualmente de óxidos metálicos tales como el óxido de hierro.
- 55 Los geopolímeros se consideran como aglomerantes alternativos que pueden sustituir los materiales cementosos antes citados. Los geopolímeros son esencialmente unos compuestos químicos minerales o unas mezclas de
- 60
- 65

5 compuestos constituidos de unidades de tipo silico-óxido (-Si-O-Si-O-), silico-aluminato (-Si-O-Al-O-), ferro-silico-aluminato (-Fe-O-Si-O-Al-O-), o aluminio-fosfato (-Al-O-P-O-), creados mediante un procedimiento de geopolimerización (es decir, policondensación). Los geopolímeros se pueden utilizar solos o en mezcla con polímeros orgánicos, fibras minerales, metálicas u orgánicas (por ejemplo, fibras de vidrio, fibras cerámicas, etc.), carbono, grafito, etc. según el tipo de aplicación buscado. Los geopolímeros son generalmente capaces de polimerizar y endurecer a temperatura ambiente (cementos geopolímeros). También es posible acelerar la velocidad de polimerización y, por lo tanto, el endurecimiento de los geopolímeros someténdolos a un tratamiento térmico.

10 Los geopolímeros más habituales son los basados en los aluminosilicatos designados bajo el término "poli(sialato)" [o "poli(silico-oxo-aluminato" o (-Si-O-Al-O-)_n con n designando el grado de polimerización]. Estos geopolímeros de aluminosilicato resultan de la policondensación de oligómeros de tipo oligo(sialato) formados a partir de una mezcla de al menos un aluminosilicato, un reactivo alcalino (por ejemplo, silicato de sodio o de potasio) y agua. Los geopolímeros basados en los aluminosilicatos se han agrupado en tres familias, en función de la relación atómica Si/Al, la cual puede ser igual a 1, 2 o 3. Se distinguen los poli(sialatos) que responden a la fórmula M_n(-Si-O-Al-O-)_n o (M)-PS, los poli(sialato-siloxos) que responden a la fórmula M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-)_n o (M)-PPS, y los poli(sialato-disiloxos) que responden a la fórmula M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-)_n o (M)-PSDS, con M representando al menos un catión alcalino o alcalinotérreo, tal como K, Na, Li, Cs o Ca, y designando n el grado de polimerización.

20 Los cementos geopolímeros se utilizan en numerosas aplicaciones: diseño de nuevos materiales en los campos de la ingeniería civil y de la construcción, creación de esculturas, fabricación de tabiques y de puertas corta-fuego para la protección contra incendios, y, más recientemente, como estructura de la "caja negra" a bordo de los aviones.

25 A título de ejemplo, la solicitud US 6,831,118 describe un panel anti-fuego flexible de espuma composite que comprende una matriz de material plástico (por ejemplo, poliuretano elástico flexible) y un material de relleno inorgánico (por ejemplo, granos de geopolímeros). El panel se puede utilizar para la protección contra el fuego de las aberturas en los muros, y también de los pasos para cables. Se prepara, especialmente, por inyección plástica o moldeo en caliente de una composición que comprende precursores de la matriz de material plástico (por ejemplo, polioliol y poliisocianato), un material de relleno inorgánico (por ejemplo perlita), y un agente espumante (polvo de aluminio).

30 Sin embargo, las soluciones descritas anteriormente no son adecuadas, especialmente en términos de flexibilidad, de adherencia y de protección térmica, para poder servir de capa eléctricamente aislante y resistente al fuego en un cable eléctrico y/o de transmisión de datos, especialmente durante un incendio. Además, no son necesariamente compatibles con la conservación de las buenas propiedades mecánicas y dieléctricas de los otros constituyentes de un cable de energía y/o de transmisión de datos (elemento conductor eléctrico y/u óptico, otras capas eléctricamente aislantes, pantallas, etc.).

35 El objetivo de la presente invención es superar los inconvenientes de las técnicas anteriores proponiendo un cable de energía y/o de telecomunicación que presente una buena resistencia al fuego, garantizando al mismo tiempo buenas propiedades mecánicas, especialmente en términos de flexibilidad, y un coste de fabricación ventajoso.

40 Otro objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento de fabricación de un cable resistente al fuego simple, económico, fácil de realizar, y que permita conducir a un cable que evite la propagación de la llama, que resista al fuego, a fin de funcionar el mayor tiempo posible, y limite su degradación en condiciones térmicas extremas, tales como un incendio, garantizando al mismo tiempo buenas propiedades mecánicas, especialmente en términos de flexibilidad.

45 La presente invención tiene como primer objeto un cable de energía y/o de telecomunicación que comprenda al menos un elemento conductor alargado y al menos una capa composite eléctricamente aislante que rodee dicho elemento conductor alargado, caracterizado por que la capa composite eléctricamente aislante comprenda al menos un almidón, al menos un plastificante de almidón y al menos un material cementoso, tal como se define en la reivindicación 1 o en la reivindicación 10.

50 Gracias a la presencia de la capa composite eléctricamente aislante, el cable de la invención presenta una buena resistencia al fuego teniendo al mismo tiempo buenas propiedades mecánicas. En particular, la capa composite eléctricamente aislante es suficientemente flexible para permitir la manipulación del cable (por ejemplo, su enrollado, plegado, torsión) sin provocar por ello una alteración insalvable de dicha capa, que tendría como consecuencia reducir su cohesión y su resistencia al fuego. Además, la capa composite eléctricamente aislante permanece intacta desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de funcionamiento del cable bajo carga (es decir, bajo tensión) y presenta la ventaja de formar una estructura porosa cuando esta capa se expone a temperaturas mayores o iguales a 1000°C durante un tiempo que puede ir hasta los 120 minutos, especialmente alcanzadas durante un incendio. Esta estructura porosa y rígida contiene aire que, por naturaleza, es un excelente aislante térmico.

55 La capa composite eléctricamente aislante del cable de la invención es una capa híbrida orgánica/inorgánica, especialmente constituida de una única fase orgánica/inorgánica homogénea.

En la presente invención, la expresión “material cementoso” significa un material sólido inorgánico obtenido sin etapa de sinterización y a partir de al menos una etapa de endurecimiento o de fraguado, especialmente por hidratación o por policondensación.

5 El material cementoso de la invención es, por lo tanto, diferente de una cerámica. En efecto, una cerámica se distingue de un material cementoso por que se obtiene a partir de al menos una etapa de sinterización (densificación de un polvo bajo el efecto del calor).

El material cementoso de la invención comprende preferentemente:

10

- silicio (Si),

- aluminio (Al) o magnesio (Mg),

15

- oxígeno (O), y

- al menos un elemento seleccionado entre el potasio (K), el sodio (Na), el litio (Li), el cesio (Cs) y el calcio (Ca).

Se prefiere el aluminio (Al).

20

El material cementoso de la invención es un cemento geopolímero o procede (es decir, se obtiene a partir de) de una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y agua, o de una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y de agua.

25 Ventajosamente, el cable según la invención cumple al menos una cualquiera de las normas de resistencia al fuego siguientes: EN50200, IEC60331-1, EN50399, IEC60331-11, IEC60331-21, IEC60331-23, IEC60331-25, DIN4102, NBN713020 adenda 3, EN50577, NFC32070 CR1, IEC600332-1 y BS6387CWZ.

30 Ventajosamente, la capa composite eléctricamente aislante definida anteriormente cumple la norma de resistencia al fuego IEC 60331-11, con unos cables eléctricos bajo una tensión de 10 kV expuestos a una temperatura de 750°C aproximadamente durante 120 minutos.

35 La capa composite de la invención se transforma bajo el efecto de una temperatura elevada, especialmente una temperatura mayor que 1000°C, alcanzada generalmente durante un incendio, para formar una capa residual cohesiva y porosa que protege el cable y especialmente las capas subyacentes y/o el elemento conductor alargado.

La capa composite eléctricamente aislante presenta preferentemente un grosor sustancialmente constante y constituye especialmente una envoltura de protección continua.

40 La capa composite eléctricamente aislante presenta preferentemente un grosor que va de 0,5 a 5 mm aproximadamente, y más preferentemente que va de 0,8 a 3 mm aproximadamente.

45 Cuando el grosor de la capa composite eléctricamente aislante es menor que 0,5 mm, la resistencia al fuego de dicha capa no está asegurada y la protección térmica del cable de la invención no es suficiente.

Según una primera realización de la invención, el material cementoso se obtiene a partir de una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y agua. El endurecimiento proviene entonces de la hidratación de silicatos de calcio y de aluminatos de calcio.

50 El cemento anhidro puede ser un cemento Portland, y en particular un cemento blanco o un cemento de escoria y cenizas. Los cementos antes citados son bien conocidos por el experto en la materia.

Según una segunda realización de la invención, el material cementoso es un cemento geopolímero.

55 En la presente invención, la expresión “cemento geopolímero” o “endurecimiento de una composición geopolímera” indica que el endurecimiento se efectúa por reacción interna de tipo policondensación o de tipo hidrotermal, y que no es el resultado de un simple secado, como es generalmente el caso de los aglomerantes a base de silicatos alcalinos.

60 En efecto, los cementos geopolímeros resultan de una reacción de policondensación mineral por activación alcalina, denominada geosíntesis, a diferencia de los aglomerantes tradicionales hidráulicos, en los que el endurecimiento es el resultado de una hidratación de los aluminatos de calcio y de los silicatos de calcio.

El cemento geopolímero puede ser un cemento geopolímero de aluminosilicato, especialmente que puede presentar una relación molar Si/Al que va de 1 a 35.

65

El cemento geopolímero de aluminosilicato se puede seleccionar entre los poli(sialatos) que responden a la fórmula (I) $M_n(-Si-O-Al-O-)_n [(M)-PS]$, los poli(sialato-siloxos) que responden a la fórmula (II) $M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-)_n [(M)-PPS]$, y los poli(sialato-disiloxos) que responden a la fórmula (III) $M_n(-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-)_n [(M)-PSDS]$, fórmulas en las que M representa al menos un catión alcalino K, Na, Li, Cs, o una de sus mezclas, y n designa el grado de polimerización.

5 En el compuesto de fórmula (I), la relación molar Si/Al es de 1, en el compuesto de fórmula (II), la relación molar Si/Al es de 2, y en el compuesto de fórmula (III), la relación molar Si/Al es de 3.

La relación molar Si/Al influye en las propiedades mecánicas del cemento geopolímero, en particular en sus propiedades de resistencia a una tensión mecánica. Según una realización preferida de la invención, el cemento geopolímero se selecciona entre los compuestos en los que la relación molar Si/Al va de 1,9 a 3 aproximadamente, y aún más preferiblemente de 1,9 a 2,5 aproximadamente. La elección de estos cementos geopolímeros permite obtener una capa composite eléctricamente aislante resistente al fuego y que es al mismo tiempo suficientemente flexible para permitir que el cable según la invención se manipule sin provocar fisuras en dicha capa composite eléctricamente aislante.

15 Un material cementoso según las primera y segunda realizaciones definidas anteriormente comprende silicio (Si), aluminio (Al), oxígeno (O), y al menos un elemento seleccionado entre el potasio (K), el sodio (Na), el litio (Li), el cesio (Cs) y el calcio (Ca).

20 Según una tercera realización de la invención, el material cementoso se obtiene a partir de una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y de agua.

25 Un material cementoso según la tercera realización definida anteriormente comprende silicio (Si), magnesio (Mg), oxígeno (O), y al menos un elemento seleccionado entre el potasio (K), el sodio (Na), el litio (Li), el cesio (Cs) y el calcio (Ca).

El material cementoso es preferentemente un cemento geopolímero.

30 Según la invención, el material cementoso representa preferentemente del 10 al 50% en masa aproximadamente, y aún más preferiblemente del 25 al 40% en masa aproximadamente con respecto a la masa total de dicha capa composite eléctricamente aislante.

El almidón comprende generalmente amilosa, amilopectina, y eventualmente fitoglicógeno.

35 A título de ejemplo (y según la fuente), el almidón comprende del 15 al 30% en masa de amilosa, del 70 al 85% en masa aproximadamente de amilopectina, y del 0 al 20% en masa de fitoglicógeno con respecto a la masa total del almidón.

40 A título de ejemplo de almidón, se puede citar un almidón nativo o un almidón modificado, y preferentemente un almidón nativo.

45 El almidón nativo puede ser un almidón de cereales (por ejemplo, trigo, maíz, cebada, triticale, sorgo o arroz), de tubérculos (por ejemplo, patata o mandioca), de leguminosas (por ejemplo, guisante o soja), de raíces, de bulbos, de tallos, de frutos, o una de sus mezclas.

El almidón modificado puede ser un almidón modificado físicamente, químicamente o por vía enzimática.

50 El almidón modificado se puede seleccionar entre los almidones oxidados, los almidones hidrolizados por vía ácida, oxidante o enzimática, los almidones modificados (por ejemplo, funcionalizados) por vía fisicoquímica, tal como especialmente los almidones esterificados y/o eterificados.

55 La funcionalización se puede obtener por acetilación en fase acuosa con el anhídrido acético, extrusión reactiva de anhídridos de ácidos, de anhídridos mixtos, de cloruros de ácidos grasos, de oligómeros de caprolactonas o de lactidas, por hidroxipropilación en fase adhesiva, por cationización en fase seca o en fase adhesiva, por reticulación, por anionización, por fosfatación o por succinilación, por sililación, por telomerización con butadieno, etc.

Se prefieren los almidones oxidados.

60 El plastificante del almidón se destina a mejorar la dispersión del almidón dentro de la capa composite. Puede ser un estearato de metal, un polietilenglicol, un etilenglicol, un poliol tal como el glicerol, el sorbitol, el manitol, el maltitol, el xilitol, o un oligómero de uno de estos polioles, una sacarosa, tal como la glucosa o la fructosa, un plastificante que contiene unos grupos amida, cualquier tipo de plastificante a base de polisacárido(s) modificado(s), o una de sus mezclas.

65 El plastificante preferido es un estearato de metal tal como el estearato de zinc.

ES 2 870 014 T3

Según la invención, el almidón y el plastificante del almidón (es decir, su combinación) representan preferentemente del 50 al 90% en masa aproximadamente, y aún más preferiblemente del 60 al 75% en masa aproximadamente con respecto a la masa total de dicha capa composite eléctricamente aislante.

5 La relación másica plastificante del almidón/almidón puede ir de 1/1 a 3/1 aproximadamente.

La capa composite puede comprender además al menos un agente retardante del fraguado en masa a temperatura ambiente de la composición composite tal como se define a continuación, y que permite a esta permanecer maleable más tiempo.

10 Tal agente retardador se puede seleccionar entre el amonio, los metales alcalinos, los metales alcalinotérreos, el bórax, los lignosulfonatos y en particular las sales de metales de lignosulfonatos, la celulosa y sus derivados, tales como el acetato de celulosa o la carboximetil hidroxietil celulosa, las ligninas sulfoalquiladas tales como la lignina sulfometilada, los ácidos hidroxicarboxílicos, los etilenglicoles y sus derivados, los copolímeros de sales de ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y de ácido acrílico o de ácido maleico, las sales saturadas, y sus mezclas.

15 Según una realización particularmente preferida de la invención, el agente retardador se selecciona entre los lignosulfonatos.

20 Cuando se usa, el agente retardador representa preferentemente del 0,2 al 1% en masa aproximadamente, y aún más preferiblemente del 0,4 al 0,8% en masa aproximadamente con respecto a la masa total de la capa composite.

La capa composite puede comprender además al menos una carga inerte, seleccionada especialmente entre el talco, el caolín, el metacaolín, y una de sus mezclas.

25 Se prefiere el talco.

Cuando se utiliza, la carga inerte representa preferentemente del 0,5 al 5% en masa aproximadamente, con respecto a la masa total del material cementoso.

30 La capa composite puede comprender además al menos un compuesto acelerante del fraguado en masa (es decir, el endurecimiento) a temperatura ambiente de la composición composite tal como se define a continuación.

35 A título de ejemplos de compuestos acelerantes del fraguado se pueden citar el sulfato de aluminio, el alumbre (por ejemplo, doble de aluminio y de potasio), el cloruro de calcio, el sulfato de calcio, el sulfato de calcio hidratado, el aluminato de sodio, el carbonato de sodio, el cloruro de sodio, el silicato de sodio, el sulfato de sodio, el cloruro de hierro (III), o una de sus mezclas.

La capa composite puede comprender además al menos un dispersante.

40 A título de ejemplos de dispersantes, es decir compuestos que permiten mejorar las propiedades reológicas de la composición composite tal como se define a continuación, se pueden citar un condensado de ácido naftaleno sulfónico-formaldehído, un condensado de acetona-formaldehído-sulfito, un condensado de sulfonato de melamina-formaldehído, o una de sus mezclas.

45 La capa composite eléctricamente aislante puede comprender además al menos un aditivo orgánico con estructura polímera. Este aditivo está destinado a mejorar la cohesión de la capa composite y su adherencia sobre la capa del cable con la que está destinada a estar en contacto físico directo.

50 El aditivo orgánico con estructura polímera se selecciona preferentemente de las fibras de poliolefina tales como las fibras de polipropileno, los polietilenos de alta densidad (HDPE), las aramidas, y unas fibras técnicas de vidrio recubiertas de silicona o de un polímero orgánico de tio polietileno, y una de sus mezclas.

55 Cuando se utiliza, el aditivo orgánico con estructura polímera representa preferentemente del 0,1 al 2% en masa, y aún más preferiblemente del 0,5 al 0,8% en masa aproximadamente, con respecto a la masa total de la capa composite eléctricamente aislante, especialmente según la aplicación y la flexibilidad buscada.

La capa composite puede comprender además al menos un colorante, seleccionado especialmente entre los colorantes líquidos a 20°C aproximadamente.

60 Cuando se utiliza, el colorante representa preferentemente del 0,1 al 0,8% en masa aproximadamente, con respecto a la masa total de la capa composite eléctricamente aislante.

65 La capa composite eléctricamente aislante puede comprender además un segundo plastificante, idéntico o diferente del plastificante del almidón.

- 5 El segundo plastificante puede ser un estearato de metal, un polietilenglicol, un etilenglicol, un poliol tal como el glicerol, el sorbitol, el manitol, el maltitol, el xilitol o un oligómero de uno de estos polioles, una sacarosa tal como la glucosa o la fructosa, un plastificante que contiene grupos amida, o cualquier tipo de plastificante a base de polisacárido(s) modificado(s). Este segundo plastificante está destinado a mejorar la dispersión del material cementoso dentro de la capa composite.
- 10 Cuando se utiliza, el segundo plastificante representa preferentemente del 0,05 al 1% en masa, y aún más preferiblemente del 0,1 al 0,3% en masa aproximadamente con respecto a la masa total de la capa composite eléctricamente aislante.
- 15 El agente retardador, el compuesto acelerador, el dispersante, la carga inerte, el colorante y el aditivo orgánico con estructura polímera no deben alterar las propiedades eléctricas (por ejemplo, resistencia al fuego) y mecánicas (por ejemplo, resistencia a una tensión mecánica, adherencia, flexibilidad) de la capa composite.
- 20 La capa composite eléctricamente aislante puede comprender además agua, especialmente procedente del procedimiento de preparación de dicha capa tal como se describe a continuación. El agua que sirve eventualmente para disolver o dispersar el plastificante del almidón o el agua utilizada para preparar la composición cementosa puede no eliminarse completamente al final del procedimiento. Se encuentra entonces en forma de moléculas de agua que forman enlaces no covalentes (por ejemplo, enlaces de van der Waals) con los otros compuestos de la capa.
- 25 La capa composite eléctricamente aislante comprende preferentemente como máximo un 30% en masa aproximadamente de agua con respecto a la masa total de dicha capa.
- 30 La capa composite eléctricamente aislante de la invención es preferentemente no porosa.
- 35 La capa composite eléctricamente aislante de la invención es preferentemente una capa interna del cable de la invención.
- 40 Según la invención, se entiende por "capa interna" una capa que no constituye la capa más externa del cable. Más particularmente, una capa interna es una capa interpuesta entre el elemento conductor alargado y una funda externa de protección, especialmente aislante eléctricamente, estando o no dicha capa en contacto físico directo con el elemento conductor alargado.
- 45 La capa composite del cable de la invención recubre generalmente uno o varios conductores o se coloca sobre una funda o capa interna del cable, actúa entonces como relleno.
- 50 La capa composite eléctricamente aislante de la invención está preferentemente en contacto físico directo con el elemento conductor alargado.
- 55 El cable puede comprender una pluralidad de elementos conductores alargados. La capa composite eléctricamente aislante puede entonces rodear la pluralidad de elementos conductores alargados del cable.
- 60 La capa composite eléctricamente aislante de la invención está preferentemente en contacto físico directo con los elementos conductores alargados.
- 65 El cable puede comprender una pluralidad de capas composites eléctricamente aislantes, tales como se definen en la invención.
- Según una primera variante de esta realización, el cable comprende un elemento conductor alargado y la pluralidad de capas composites rodea dicho elemento conductor alargado.
- Según una segunda variante de esta realización, el cable comprende una pluralidad de elementos conductores alargados y cada una de las capas composites eléctricamente aislantes rodea individualmente cada uno de los elementos conductores alargados para formar unos elementos conductores alargados aislados.
- Según esta segunda variante, cada una de las capas composites eléctricamente aislantes de la invención está preferentemente en contacto físico directo con cada uno de los elementos conductores alargados que rodea.
- El o los elementos conductores alargados del cable de la invención son preferentemente unos elementos eléctricamente conductores alargados. El cable es, por lo tanto, preferentemente un cable eléctrico.
- El cable de la invención puede comprender además una funda externa de protección, especialmente aislante eléctricamente, que rodea la o las capas composites.
- La funda externa de protección está preferentemente realizada de un material libre de halógeno. Se puede realizar clásicamente a partir de materiales retardantes de la propagación de la llama o resistentes a la propagación de la

llama. Especialmente, si estas últimas no contienen halógeno, se habla de funda de tipo HFFR (por el anglicismo “*Halogen Free Flame Retardant*”).

La funda representa la capa más externa del cable (es decir, también denominada funda exterior de protección).

Comprende al menos un polímero orgánico o inorgánico.

La elección del polímero orgánico o inorgánico no es limitativa y estos son bien conocidos por el experto en la materia.

Según una realización preferida de la invención, el polímero orgánico o inorgánico se selecciona entre los polímeros reticulados y no reticulados.

El polímero orgánico o inorgánico puede ser un homo- o un co-polímero que tiene propiedades termoplásticas y/o elastómeras.

Los polímeros inorgánicos pueden ser unos poliorganosiloxanos.

Los polímeros orgánicos pueden ser unos poliuretanos o unas poliolefinas.

Las poliolefinas se pueden seleccionar entre los polímeros de etileno y de propileno. A título de ejemplo de polímeros de etileno se pueden citar el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), el polietileno de baja densidad (LDPE), el polietileno de densidad media (MDPE), el polietileno de alta densidad (HDPE), los copolímeros de etileno y de acetato de vinilo (EVA), los copolímeros de etileno y de acrilato de butilo (EBA), de acrilato de metilo (EMA), de 2-hexiletilacrilato (2HEA), los copolímeros de etileno y de alfa-olefinas tales como, por ejemplo, los polietileno-octeno (PEO), los copolímeros de etileno y de propileno (EPR), los terpolímeros de etileno y de propileno (EPT), tales como por ejemplo los terpolímeros de etileno propileno dieno monómero (EPDM), o una de sus mezclas.

El polímero de la funda es preferentemente un polímero orgánico, más preferentemente un polímero de etileno y más preferentemente aún un copolímero de etileno y de acetato de vinilo, un polietileno lineal de baja densidad, o una de sus mezclas.

La funda externa de protección puede comprender además una carga mineral ignífuga hidratada. Esta carga mineral ignífuga hidratada actúa principalmente por vía física descomponiéndose de manera endotérmica (por ejemplo, liberación de agua), lo que tiene como consecuencia disminuir la temperatura de la funda y limitar la propagación de las llamas a lo largo del cable. Se habla especialmente de propiedades de retardo de la llama, bien conocidas bajo el anglicismo “*flame retardant*”.

La carga mineral ignífuga hidratada puede ser un hidróxido metálico tal como el hidróxido de magnesio o del trihidróxido de aluminio.

La funda externa de protección puede comprender además una carga inerte, seleccionada especialmente entre el talco, las micas, las arcillas deshidratadas y una de sus mezclas.

Se prefiere el talco.

La presente invención tiene como segundo objeto un procedimiento de fabricación de un cable conforme al primer objeto de la invención, caracterizado por que comprende al menos las etapas siguientes:

i) una etapa de preparación de una composición composite que comprende al menos una composición cementosa, al menos un almidón y al menos un plastificante del almidón,

ii) una etapa de aplicación de la composición composite obtenida en la etapa i) alrededor de al menos un elemento conductor alargado,

iii) una etapa de endurecimiento de la composición composite para formar una capa composite eléctricamente aislante tal como se define en el primer objeto de la invención.

Así, la capa composite eléctricamente aislante del cable tal como se ha definido antes en el primer objeto de la invención se obtiene a partir de dicha composición composite tal como se ha definido en el segundo objeto de la invención.

El procedimiento conforme a la invención es rápido, simple y ventajoso desde un punto de vista económico. Permite fabricar, en pocas etapas, un cable que presenta una buena resistencia al fuego, garantizando al mismo buenas propiedades mecánicas, especialmente en términos de flexibilidad.

En la presente invención, la expresión "composición cementosa" significa una composición líquida o pastosa que permite formar, después del endurecimiento o del fraguado (sin etapa de sinterización) el material cementoso tal como se ha definido en el primer objeto de la invención. El endurecimiento o el fraguado puede llevarse a cabo por policondensación o hidratación.

5 La composición cementosa de la invención es, por lo tanto, diferente de una composición o polvo cerámico.

La composición cementosa de la etapa i) comprende preferentemente:

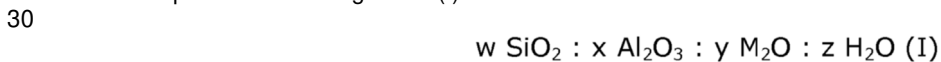
- 10 - agua,
 - silicio (Si),
 - aluminio (Al) o magnesio (Mg),
 15 - oxígeno (O), y
 - al menos un elemento seleccionado entre el potasio (K), el sodio (Na), el litio (Li), el cesio (Cs) y el calcio (Ca).

20 Se prefiere el aluminio (Al).

El almidón y el plastificante del almidón son tales como se han definido en el primer objeto de la invención.

25 La composición cementosa de la invención es una composición geopolímera, una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y agua, o una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y agua.

La composición geopolímera puede ser una composición geopolímera de aluminosilicato, especialmente que responde a la composición molar siguiente (I):



en la que:

- 35 - M se selecciona entre Na, K, Li, Cs, y una de sus mezclas,
 - W es un valor comprendido entre 0,1 y 8 aproximadamente,
 - x es un valor comprendido entre 0,1 y 0,3 aproximadamente,
 40 - y es un valor comprendido entre 0,05 y 0,2 aproximadamente,
 - z es un valor comprendido entre 0,8 y 3 aproximadamente,
 45 comprendiendo dicha composición del 35% al 79% en masa aproximadamente de materias sólidas (SiO_2 , Al_2O_3 , M_2O), con respecto a la masa total de dicha composición.

La relación másica agua/materia sólida en dicha composición geopolímera determina la cinética de solidificación durante la etapa iii).

50 Según una realización preferida de la invención, la relación másica materias sólidas/agua varía de 0,6 a 1,65 aproximadamente, y aún más preferiblemente de 0,85 a 1,40 aproximadamente. Tal relación másica permite obtener una composición cementosa lo bastante fluida para permitir su mezcla homogénea con el almidón durante la etapa i), y cuya cinética de solidificación es lo bastante lenta como para permitir la aplicación de la composición composite resultante alrededor del elemento conductor alargado antes de su solidificación.

La etapa i) se efectúa preferentemente preparando de manera separada una composición de almidón según una etapa i-1) y una composición cementosa según una etapa i-2), después mezclando las dos composiciones según una etapa i-3) a fin de formar la composición composite.

60 La composición de almidón se puede obtener según la etapa i-1), mezclando un almidón, eventualmente agua, y un plastificante del almidón, siendo el almidón y el plastificante del almidón tales como se han definido en el primer objeto de la invención.

El agua se utiliza ventajosamente cuando el plastificante del almidón es sólido a temperatura ambiente (20-25°C), especialmente a fin de permitir su disolución o su dispersión dentro de la composición composite.

5 En particular, la composición de almidón obtenida en la etapa i-1) comprende del 21 al 58% en masa aproximadamente de almidón y del 29 al 46% en masa aproximadamente de plastificante con respecto a la masa total de la composición de almidón.

10 En particular, la composición de almidón obtenida en la etapa i-1) comprende del 25 al 60% en masa aproximadamente de plastificante del almidón y del 30 al 50% en masa aproximadamente de plastificante del almidón con respecto a la masa total de la composición de almidón.

15 Según una primera variante de la invención, la composición cementosa es una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y de agua. Se prepara, por lo tanto, mediante la mezcla de un cemento anhidro convencional tal como se define en el primer objeto de la invención, y agua según la etapa i-2).

Según una segunda variante de la invención, la composición cementosa es una composición geopolímera, y preferentemente una composición geopolímera de aluminosilicato.

20 La preparación de una composición geopolímera se efectúa generalmente a un pH elevado, que varía especialmente de 10 a 13.

Cuando la composición es una composición geopolímera de aluminosilicato, la etapa i-2) comprende preferentemente las subetapas siguientes:

25 i-2a) una etapa de preparación de una solución acuosa de silicato alcalino de relación molar $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ que va de 1,65 a 3,4 aproximadamente, pudiendo la concentración másica del silicato alcalino en agua ir del 35 al 90% aproximadamente, y

30 i-2b) una etapa de mezcla de un aluminosilicato en forma de polvo de relación molar $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ que va de 0,4 a 0,8 con la solución acuosa de silicato alcalino preparada en la etapa anterior, pudiendo la concentración másica del aluminosilicato en la solución acuosa de silicato alcalino preparada en la etapa anterior ir del 10 al 80% aproximadamente, y preferentemente del 25% al 65% aproximadamente.

35 El aluminosilicato se puede seleccionar entre el metacaolín (es decir caolín calcinado), las cenizas volantes (bien conocidas bajo el anglicismo "fly ash"), la escoria de alto horno (bien conocida bajo el anglicismo "blast furnace slag"), las arcillas hinchables tales como la bentonita, las arcillas calcinadas, cualquier tipo de compuesto que comprende aluminio y humo de sílice, las zeolitas, y una de sus mezclas. Entre estos compuestos, se prefiere el metacaolín, especialmente el vendido por la compañía Iméry.

40 La solución acuosa de silicato alcalino se puede preparar mezclando dióxido de silicio SiO_2 o un silicato alcalino con una base MOH en la que M es K o Na.

45 La presencia de la base permite aumentar el pH de la composición cementosa y mejorar la cohesión de la capa al final de la etapa iii).

El dióxido de silicio SiO_2 se puede seleccionar entre el humo de sílice (es decir, sílice pirogenada), el cuarzo, y sus mezclas.

50 El silicato alcalino se puede seleccionar entre los silicatos de sodio, los silicatos de potasio, y una de sus mezclas. Se prefieren los silicatos alcalinos vendidos por la compañía Silmaco y por la compañía PQ Corporation.

La base MOH se puede seleccionar entre KOH, NaOH, y sus mezclas.

55 La etapa i-2a) se puede efectuar disolviendo la base en agua, lo que provoca una liberación de calor (reacción exotérmica), después añadiendo sílice (o silicato alcalino). El calor liberado acelera entonces la disolución de la sílice (o del silicato alcalino) durante la etapa i-2a) y del aluminosilicato durante la etapa i-2b), y por lo tanto el fraguado de la composición geopolímera.

60 Al final de la etapa i-2b), la composición geopolímera presenta una viscosidad que aumenta con el tiempo cuando se expone al aire libre.

Según una tercera variante de la invención, la composición cementosa es una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y de agua. Por lo tanto, se prepara mezclando un silicato de magnesio, un silicato alcalino, una base alcalina y agua según la etapa i-2).

65 La base alcalina puede ser KOH o NaOH, o su mezcla.

La presencia de la base permite aumentar el pH de la composición cementosa y mejorar la cohesión de la capa al final de la etapa iii).

5 El silicato alcalino se puede seleccionar entre los silicatos de sodio, los silicatos de potasio, y una de sus mezclas. Se prefieren los silicatos alcalinos vendidos por la compañía Silmaco o por la compañía PQ Corporation.

El silicato de magnesio puede ser talco.

10 La composición composite puede comprender además al menos un agente retardante del fraguado en masa de la composición cementosa y/o al menos una carga inerte y/o al menos un dispersante y/o al menos un compuesto acelerante del fraguado y/o al menos un aditivo orgánico con estructura polímera y/o al menos un colorante y/o al menos un segundo plastificante, siendo los compuestos antes citados tales como se han definido en el primer objeto de la invención.

15 La composición composite no comprende, preferentemente, agente espumante y/o coagente de expansión. En efecto, la capa composite eléctricamente aislante obtenida a partir de dicha composición composite es una capa de material macizo (es decir, que presenta una baja porosidad).

20 La etapa ii) se efectúa preferentemente por extrusión en caliente de dicha composición composite, especialmente a una temperatura que va de 60°C a 110°C aproximadamente, y preferentemente de 70°C a 95°C aproximadamente.

La etapa iii) de endurecimiento se efectúa generalmente a temperatura ambiente. La capa composite obtenida permanece flexible y cohesiva a lo largo del tiempo.

25 El procedimiento puede comprender además, después de la etapa ii) (y antes de la etapa iii)), una etapa de aplicación de una envoltura hermética alrededor de la composición composite.

Preferentemente, la envoltura hermética se aplica en el sentido de la longitud del cable o transversalmente.

30 De manera general, la envoltura hermética es una cinta, especialmente de tipo Alu/PET o PET/Alu/PET, teniendo dicha cinta preferentemente una anchura que permite un recubrimiento del 20% aproximadamente.

35 Después de la etapa ii), la capa aislante se recubre con una envoltura hermética de tipo Alu/PET depositada a lo largo o transversalmente.

El procedimiento puede comprender además, antes, durante o después de la etapa iii), una etapa iv) de aplicación de una funda eléctricamente aislante alrededor de la capa composite eléctricamente aislante.

40 La realización de esta funda exterior de protección se puede realizar especialmente por extrusión.

La invención se entenderá mejor, y otros objetivos, detalles, características y ventajas de esta resultarán evidentes más claramente durante la siguiente descripción de realizaciones particulares de la invención, dadas únicamente a título ilustrativo y no limitativo, en referencia a las figuras anexas.

45 En estas figuras:

- la figura 1 es una vista esquemática de sección de un cable eléctrico de la técnica anterior no conforme a la invención;

50 - la figura 2 es una vista esquemática de sección de un cable eléctrico según una realización de la presente invención.

Por razones de claridad, sólo se han representado de manera esquemática en estas figuras los elementos esenciales para la comprensión de la invención, y eso sin respetar la escala.

55 El cable eléctrico 10, ilustrado en la figura 1, corresponde a un cable eléctrico de tensión media resistente al fuego de tipo SHXCHX para aplicaciones de tipo marino.

60 Este cable eléctrico 10 comprende: un elemento eléctricamente conductor central alargado 1 y, sucesiva y coaxialmente alrededor de este elemento conductor central 1, una pantalla semiconductor interna 1.1, una capa eléctricamente aislante 2 (por ejemplo, de elastómero de etileno y de propileno reticulado, EPR), una pantalla semiconductor externa 2.1, una capa de cinta semiconductor 3, un trenzado metálico 4 (por ejemplo, constituido de alambres de cobre estañado de sección circular), una funda interna que comprende una cinta de poliéster 5 y unos alambres de cobre estañado 6, una cinta de poliéster 7, y una funda externa 8 (por ejemplo, de elastómero).

El cable eléctrico 11, ilustrado en la figura 2, corresponde a un cable eléctrico de estructura similar a la del cable de la figura 1, pero en el que se han incorporado dos capas composite eléctricamente aislantes tales como las definidas en la invención.

5 Este cable eléctrico 11 comprende: un elemento eléctricamente conductor central alargado 1 y, sucesiva y coaxialmente alrededor de este elemento conductor central 1, una pantalla semiconductor interna 1.1, una capa eléctricamente aislante 2 (por ejemplo, de elastómero de etileno y de propileno reticulado, EPR), una pantalla semiconductor externa 2.1, una capa de cinta semiconductor 3, un trenzado metálico 4 (por ejemplo, constituido de alambres de cobre estañado de sección circular), una capa composite eléctricamente aislante 9 tal como se define en la invención, una funda interna que comprende una cinta de poliéster 5 y unos alambres de cobre estañado 6, una cinta de poliéster 7, una capa composite eléctricamente aislante 9, tal como se define en la invención, y una funda externa 8 (por ejemplo de elastómero).

15 Los siguientes ejemplos permiten ilustrar la presente invención. No tienen carácter limitativo sobre el alcance global de la invención, tal como se presenta en las reivindicaciones. Las relaciones entre los óxidos son unas relaciones molares y los % indicados son en masa.

Ejemplos

20 Las materias primas utilizadas en los ejemplos se enumeran a continuación:

- solución acuosa de silicato de sodio al 50% másico aproximadamente de tipo "waterglass", Simalco, de fórmula $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$, y la relación molar $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ de 2 aproximadamente,

25 - almidón, Roquette®, Tackidex I-735,

- plastificante Roquette®, Neosorb™ 70/70,

30 - agua del grifo,

- hidróxido de sodio, Sigma Aldrich, de pureza > 85%,

- aluminosilicato, PoleStar®450R, Imerys, de relación molar $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ de 41/55 (es decir de 0,745 aproximadamente).

35 Salvo que se indique lo contrario, todas estas materias primas se utilizaron tales como se recibieron de los fabricantes.

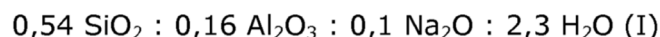
Ejemplo 1: preparación de un cable resistente al fuego conforme a la invención

40 Se preparó una composición de almidón mezclando a temperatura ambiente 400 g de almidón, 400 g de plastificante y 160 g de agua.

45 Se preparó una composición geopolímera de aluminosilicato a título de composición cementosa de la manera siguiente: se preparó una solución de silicato alcalino mezclando 360 g de una solución acuosa de silicato de sodio, 200 g de agua y 60 g de hidróxido de sodio. Después, se mezclaron 300 g de aluminosilicato con la solución de silicato alcalino.

Dicha composición geopolímera de aluminosilicato comprendía el 40% en masa aproximadamente de materias sólidas con respecto a la masa total de dicha composición.

50 La composición geopolímera de aluminosilicato tenía la composición molar de fórmula (I) siguiente:



55 La composición geopolímera se mezcló con la composición de almidón tal como se ha descrito anteriormente para formar una composición composite.

60 La composición composite se extruyó en caliente alrededor de un elemento eléctricamente conductor alargado de cobre de sección de 50 mm^2 con la ayuda de una extrusora vendida con el nombre comercial FAIREX. La temperatura dentro de la extrusora iba de 40°C a 95°C aproximadamente.

Dicho cable obtenido comprendía un elemento eléctricamente conductor alargado rodeado por una capa composite eléctricamente aislante que comprendía un 65% en masa de almidón y de plastificante del almidón, y un 35% en masa de un cemento geopolímero de aluminosilicato como material cementoso.

65 La capa composite tenía un grosor de 2,5 mm aproximadamente.

5 La capa composite del cable conforme a la invención se evaluó con respecto a los rendimientos de resistencia al fuego según las normas IEC 60331-11 e IEC 60331-21. El cable tal como se obtiene en el ejemplo 1, y a título comparativo un cable no conforme a la invención que no comprende capa composite de la invención (es decir, elemento eléctricamente conductor alargado solo), se sometieron a una tensión de 10 kV durante 120 minutos a 85°C.

Los resultados de esta prueba se presentan en la tabla 1 siguiente:

10 Tabla 1

Cable	Tensión aplicada	Tiempo antes de la rotura (en min)
Cable conforme a la invención del ejemplo 1	10 kV	> 120
Cable no conforme a la invención	10 kV	13

15 Los resultados presentados en la tabla 1 confirman la resistencia al fuego del cable de la invención. Se observa una rotura del cable no conforme a la invención tras 13 minutos, mientras que el cable de la invención no se rompe después de 120 minutos. Por otro lado, el cable de la invención puede soportar una tensión de 30 kV durante aproximadamente al menos 20 minutos.

20 Por otro lado, se ha observado la rotura de un cable no conforme que comprende una capa eléctricamente aislante sin almidón obtenida únicamente a partir de la composición geopolímera de aluminosilicato, tal como se ha descrito anteriormente, después de 37 o 47 minutos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cable de energía y/o de telecomunicación que comprende al menos un elemento conductor alargado y al menos una capa composite eléctricamente aislante que rodea dicho elemento conductor alargado, caracterizado por que la capa composite eléctricamente aislante comprende al menos un almidón, al menos un plastificante del almidón y al menos un material cementoso, y por que:
- 10 - el material cementoso es un cemento geopolímero o procede de una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y de agua, o de una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y de agua, y
- el material cementoso representa del 10 al 50% en masa, con respecto a la masa total de dicha capa composite eléctricamente aislante.
- 15 2. Cable según la reivindicación 1, caracterizado por que el material cementoso comprende silicio (Si), aluminio (Al) o magnesio (Mg), oxígeno (O), y al menos un elemento seleccionado entre el potasio (K), el sodio (Na), el litio (Li), el cesio (Cs) y el calcio (Ca).
- 20 3. Cable según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material cementoso es un cemento geopolímero de aluminosilicato.
4. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la capa composite eléctricamente aislante presenta un grosor que va de 0,5 a 5 mm.
- 25 5. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el almidón es un almidón nativo o un almidón modificado.
- 30 6. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el plastificante del almidón es un estearato de metal, un polietilenglicol, un etilenglicol, un poliol, una sacarosa, un plastificante que contiene unos grupos amida, cualquier tipo de plastificante a base de polisacárido(s) modificado(s), o una de sus mezclas.
- 35 7. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el almidón y el plastificante del almidón representan del 50 al 90% en masa, con respecto a la masa total de dicha capa composite eléctricamente aislante.
- 40 8. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la capa composite eléctricamente aislante es una capa interna del cable.
9. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además una funda externa de protección que rodea la o las capas composites.
- 45 10. Cable de energía y/o de telecomunicación que comprende al menos un elemento conductor alargado y al menos una capa composite eléctricamente aislante que rodea dicho elemento conductor alargado, caracterizado por que la capa composite eléctricamente aislante comprende al menos un almidón, al menos un plastificante del almidón y al menos un material cementoso, y por que:
- 50 - el material cementoso es un cemento geopolímero o procede de una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y agua, o de una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y de agua, y
- el almidón y el plastificante del almidón representan del 50 al 90% en masa con respecto a la masa total de dicha capa composite eléctricamente aislante.
- 55 11. Procedimiento de fabricación de un cable tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que comprende al menos las etapas siguientes:
- 60 i) una etapa de preparación de una composición composite que comprende al menos una composición cementosa, al menos un almidón y al menos un plastificante del almidón, siendo dicha composición cementosa una composición geopolímera, una mezcla constituida de un cemento anhidro convencional y agua, o una mezcla constituida de un silicato de magnesio, de un silicato alcalino, de una base alcalina y agua,
- ii) una etapa de aplicación de la composición composite obtenida en la etapa i) alrededor de al menos un elemento conductor alargado,
- 65 iii) una etapa de endurecimiento de la composición composite para formar una capa composite eléctricamente aislante.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que la composición cementosa de la etapa i) comprende agua, silicio (Si), aluminio (Al) o magnesio (Mg), oxígeno (O), y al menos un elemento seleccionado entre el potasio (K), el sodio (Na), el litio (Li), el cesio (Cs) y el calcio (Ca).

5 13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, caracterizado por que la composición cementosa es una composición geopolímera de aluminosilicato.

10 14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que la etapa i) se efectúa preparando separadamente una composición de almidón según una etapa i-1) y una composición cementosa según una etapa i-2), después mezclando las dos composiciones según una etapa i-3), a fin de formar la composición composite.

15 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado por que la etapa ii) se efectúa por extrusión en caliente de dicha composición composite.

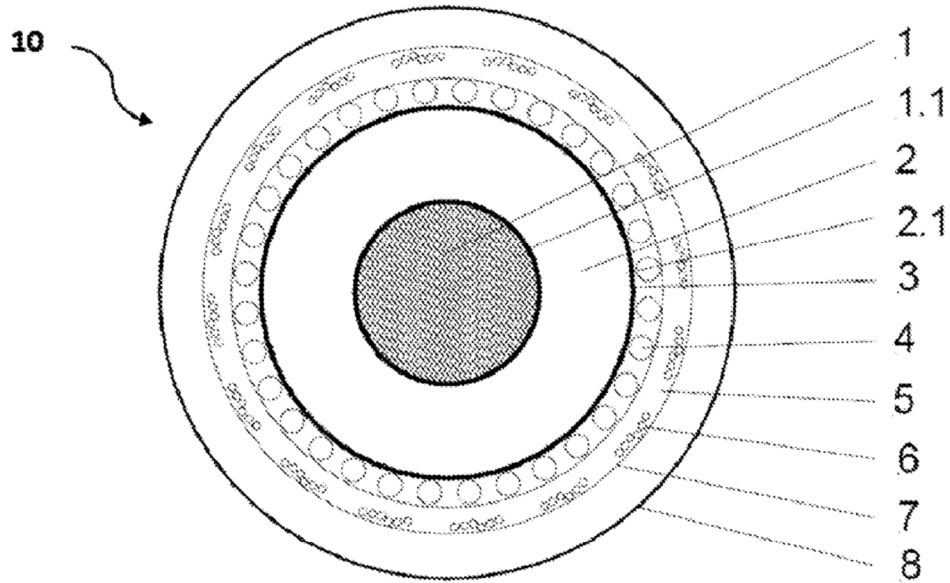


FIG. 1

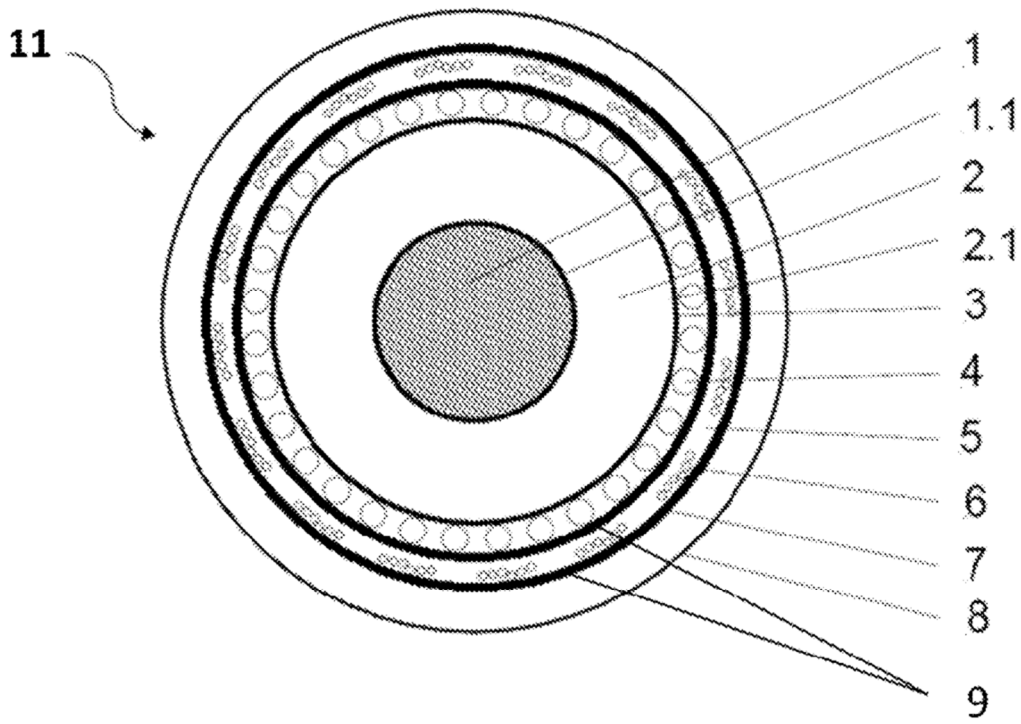


FIG. 2