

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
14 septembre 2017 (14.09.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/153658 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H01B 9/02 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/050413
- (22) Date de dépôt international :
24 février 2017 (24.02.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
16 52044 11 mars 2016 (11.03.2016) FR
- (71) Déposant : NEXANS [FR/FR]; 4, Allée de l'Arche, 92400 Courbevoie (FR).
- (72) Inventeurs : SIMEON, Eric; 39, route de la Chapelle, 71240 LALHEUE (FR). MOREAU, Eric; 106, Chemin des Montaines, Les Montaines, 01370 MEILLONNAS (FR). MOREAU, Jean-Marc; 21, allée de la Charpine, 01000 SAINT-DENIS-LES-BOURG (FR).
- (74) Mandataire : PEGUET, Wilfried; IPSILON, Le Centralis, 63 avenue du Général Leclerc, 92340 BOURG LA REINE (FR).
- (81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : UNDERGROUND ELECTRIC CABLE

(54) Titre : CÂBLE ÉLECTRIQUE DESTINÉ À ÊTRE ENTERRÉ

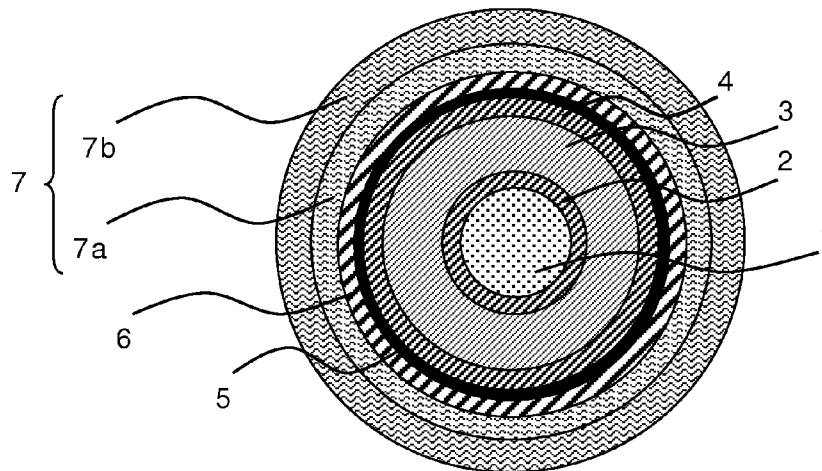


FIG. 1

(57) Abstract : The invention relates to an electric cable comprising at least one elongate electric conductor (1) surrounded by an electrically insulating layer (3), and a first protective polymer cladding (6) which surrounds the electrically insulating layer, characterized in that the electric cable further comprises a second protective polymer cladding (7) which surrounds the first protective polymer cladding (6).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/153658 A1



TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

La présente invention concerne un câble électrique comprenant : - au moins un conducteur électrique allongé (1) entouré par une couche électriquement isolante (3), - une première gaine polymérique de protection (6) entourant la couche électriquement isolante, caractérisé en ce que le câble électrique comprend en outre une deuxième gaine polymérique de protection (7) entourant la première gaine polymérique de protection (6).

Câble électrique destiné à être enterré

La présente invention se rapporte à un câble électrique destiné à être
5 enterré.

Elle s'applique typiquement, mais non exclusivement, aux domaines
des câbles électriques d'énergie à basse tension (notamment inférieure à
6kV), à moyenne tension (notamment de 6 à 45-60 kV) ou à haute tension
(notamment supérieur à 60 kV, et pouvant aller jusqu'à 800 kV), qu'ils soient
10 à courant continu ou alternatif.

Les câbles d'énergie à moyenne tension de l'art antérieur comprennent
typiquement au moins un conducteur électrique allongé entouré par la
succession de couches suivantes : une première couche semi-conductrice, une
couche électriquement isolante, une deuxième couche semi-conductrice, un
15 écran métallique, et une gaine polymérique de protection.

Ils peuvent être classiquement enterrés, et à ce titre différentes
précaution doivent être prises pour ne pas endommager ce type de câble.

A ce titre, l'enterrement de ces câbles de l'art antérieur doit suivre une
méthode d'ensevelissement très contraignante comprenant un enterrement à
20 une profondeur minimum, un type de matériau de recouvrement très
spécifique pour ne pas endommager le câble avec une pression trop
importante, tel que notamment du sable.

En outre, il est bien connu que ce type de câble présente également un
niveau de perte électrique relativement importante. Notamment la perte
25 d'intensité maximale admissible en régime permanent du câble peut aller
jusqu'à 10%.

Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients des
techniques de l'art antérieur en proposant un câble électrique avec une
structure permettant d'être enterré facilement, évitant notamment les
30 contraintes liées au procédé d'enterrement courant, tout en limitant de façon
significative les pertes électriques.

La présente invention a pour objet un câble électrique comprenant :

- au moins un conducteur électrique allongé entouré par une couche électriquement isolante,

- une première gaine polymérique de protection entourant la couche électriquement isolante,

5 caractérisé en ce que le câble électrique comprend en outre une deuxième gaine polymérique de protection entourant la première gaine polymérique de protection.

Grâce à l'invention, la deuxième gaine polymérique de protection de l'invention permet avantageusement de limiter de façon significative les pertes
10 électriques dans le câble de l'invention, tout en facilitant son installation dans le sol afin d'être enterré. L'installation du câble électrique de l'invention dans une tranchée peut se faire de manière très simple, en utilisant directement le matériau de remblais qui a été sortie pour creuser la tranchée, sans avoir notamment besoin de sable pour recouvrir le câble électrique.

15 Dans la présente invention, on entend par « gaine polymérique » ou « couche polymérique » une gaine ou couche comprenant au moins un polymère.

La deuxième gaine

20 La deuxième gaine de protection de l'invention peut comprendre au moins deux couches, et plus particulièrement une première couche polymérique, dite « couche interne » entourée par une deuxième couche polymérique, dite « couche externe », la première couche étant différente de la deuxième couche.

25 De préférence, ladite première couche peut être une couche non réticulée, ou en d'autres termes une couche thermoplastique. Plus particulièrement, ladite première couche peut être obtenue à partir d'au moins un polymère thermoplastique.

Ladite deuxième couche peut être une couche non réticulée, ou en
30 d'autres termes une couche thermoplastique. Plus particulièrement, ladite deuxième couche peut être obtenue à partir d'au moins un polymère thermoplastique.

Dans la présente invention, on entend par « couche non réticulée » une couche dont le taux de gel selon la norme ASTM D2765-01 (extraction au xylène) est d'au plus 20%, de préférence d'au plus 10%, de préférence d'au plus 5%, et de façon particulièrement préférée de 0%.

5 Dans un mode de réalisation particulier, la deuxième couche de la deuxième gaine de protection est directement en contact physique avec la première couche de la deuxième gaine de protection.

Plus particulièrement, les première et deuxième couches de la deuxième gaine de protection peuvent être fabriquées par un procédé
10 classique d'extrusion, que ce soit de façon concomitante (on parle alors de co-extrusion), successive (on parle alors d'extrusion en tandem), ou en reprise (on parle alors d'extrusion en deux étapes distinctes).

La première couche

15 La première couche polymérique de la deuxième gaine peut comprendre au moins un premier polymère d'oléfine.

Dans la présente invention, on entend par « polymère d'oléfine » tout type de polymère bien connu de l'homme du métier tel que homopolymère ou copolymère d'oléfine (e.g. copolymère séquencé, copolymère statistique,
20 terpolymère, ..etc).

De préférence, le polymère d'oléfine est un polymère du type thermoplastique.

Un polymère d'oléfine est classiquement un polymère obtenu à partir d'au moins un monomère d'oléfine.

25 De préférence, le polymère d'oléfine peut être un polymère d'éthylène, ou en d'autres termes un polymère obtenu à partir d'au moins un monomère d'éthylène.

Ledit premier polymère d'oléfine peut avoir avantageusement une densité strictement inférieure à $0,935 \text{ g/cm}^3$, et de préférence inférieure ou
30 égale à $0,925 \text{ g/cm}^3$. De préférence, la densité du premier polymère est d'au moins $0,910 \text{ g/cm}^3$.

Dans la présente invention, la densité d'un polymère peut être classiquement mesurée selon la norme ISO 1183 (à une température de 23°C).

Le premier polymère d'oléfine peut avoir avantageusement un indice
5 de fluidité (MFI) allant de 0,1 à 5,0 g/10min, et de préférence de 0,5 à 2,5 g/10min.

Dans la présente invention, l'indice de fluidité, connu en anglais sous le sigle MFI pour « Melt Flow Index » ou sous le sigle MFR pour « Melt Flow Rate », est exprimé en gramme/10 minutes (g/10min), selon la norme ASTM
10 D 1238 à 190°C/2,16 kg.

La température (i.e. 190°C) et le poids (i.e. 2,16 kg) mentionnés selon la norme ASTM D 1238 font respectivement références à la température du fourreau et de la filière de l'appareil de mesure, et à la masse totale du piston avec charge qui appuie sur la matière à mesurer pour la pousser à travers la
15 filière dudit appareil.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la première couche peut comprendre plus de 50% en poids du premier polymère d'oléfine, de préférence au moins 70% en poids du premier polymère d'oléfine, par rapport au poids total de la première couche.

20 A titre d'exemple, le premier polymère d'oléfine peut être choisi parmi un polyéthylène linéaire basse densité (LLDPE); un polyéthylène très basse densité (VLDPE); un polyéthylène basse densité (LDPE); et un de leurs mélanges.

Dans un mode de réalisation particulier, la première couche
25 polymérique peut comprendre en outre au moins un agent lubrifiant.

L'agent lubrifiant permet avantageusement à la deuxième gaine de protection de limiter son adhérence autour de la couche sur laquelle elle est déposée (i.e. limiter le caractère collant de la première couche de la deuxième gaine de protection), et notamment sur la surface extérieure de la première
30 gaine de protection, afin de pouvoir être facilement pelable lors de l'installation du câble électrique.

A titre d'exemple, l'agent lubrifiant peut être choisi parmi un polysiloxane, un acide gras ou un de ses dérivés, et un de leurs mélanges.

Le polysiloxane peut être plus particulièrement un polyorganosiloxane, tel que le polydiméthylsiloxane (PDMS).

Le dérivé d'acide gras peut être plus particulièrement un acide d'amide gras, tel que le stéaryl érucamide, l'éthylène bisoléamide ou l'éthylène-bis-stéaramide.

La première couche de la deuxième gaine de protection peut comprendre entre 0,1% et 10,0% en poids d'agent lubrifiant, et de préférence entre 1,0 et 5,0% en poids d'agent lubrifiant, par rapport au poids total de la première couche.

10 La première couche de la deuxième gaine de protection peut en outre comprendre une ou plusieurs charges.

La charge de la première couche peut être une charge minérale ou organique. Elle peut être une charge ignifugeante et/ou une charge inerte (ou charge non combustible).

15 A titre d'exemple, la charge ignifugeante peut être une charge choisie parmi des charges hydratées, des charges halogénées, des oxydes de métalloïde, et un de leurs mélanges.

Les charges hydratées peuvent être des hydroxydes métalliques, tels que par exemple le dihydroxyde de magnésium (MDH) ou le trihydroxyde d'aluminium (ATH).

Les charges halogénées peuvent être par exemple des composés chlorés et/ou des composés bromés.

Les oxydes de métalloïde peuvent être par exemple le trioxyde d'antimoine.

25 La charge inerte peut être, quant à elle, de la craie, du talc, de l'argile (e.g. le kaolin), du noir de carbone, ou des nanotubes de carbone.

La première couche peut comprendre au moins 1% en poids de charge(s), de préférence au moins 10% en poids de charge(s), et de préférence au plus 50% en poids de charge(s), par rapport au poids total de la

30 première couche.

La première couche de la deuxième gaine de protection peut en outre comprendre un ou plusieurs additifs.

La première couche peut comprendre une quantité d'additif(s) allant 0,1 à 20 % en poids par rapport au poids total de la première couche.

Les additifs sont bien connus de l'homme du métier et peuvent être par exemple choisis parmi :

- 5 - des agents de protection, tels que des antioxydants, des anti-UV, des anti-cuivre, des agents anti-arborescences d'eau,
- des agents de mise en œuvre, tels que des plastifiants, des lubrifiants, des huiles,
- des agents compatibilisants,
- 10 - des agents de couplage,
- des pigments, des colorants,
- des catalyseurs de réticulation, et
- un de leurs mélanges.

Dans un mode de réalisation particulier, la première couche peut avoir 15 une épaisseur de 0,1 à 2 millimètres (mm), et de préférence de 0,2 à 1,5 mm.

La première couche polymérique de la deuxième gaine peut être de préférence une couche électriquement isolante, l'expression « couche électriquement isolante » étant notamment définie par la suite dans la description.

20

La deuxième couche

La deuxième couche polymérique de la deuxième gaine peut comprendre au moins un deuxième polymère d'oléfine, différent du premier polymère d'oléfine.

25 Ledit deuxième polymère d'oléfine peut avoir avantageusement une densité supérieur ou égale à 0,935 g/cm³, et de préférence supérieure ou égale à 0,940 g/cm³. De préférence, la densité du deuxième polymère est d'au plus 0,960 g/cm³.

30 Le deuxième polymère d'oléfine peut avoir avantageusement a un indice de fluidité (MFI) allant de 0,1 à 5,0 g/10min, et de préférence de 0,6 à 1,4 g/10min.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la deuxième couche peut comprendre plus de 50% en poids du deuxième polymère

d'oléfine, de préférence au moins 70% en poids du deuxième polymère d'oléfine, par rapport au poids total de la deuxième couche.

A titre d'exemple, le deuxième polymère d'oléfine peut être choisi parmi un polyéthylène moyenne densité (MDPE); un polyéthylène haute densité (HDPE); et un de leurs mélanges.

La deuxième couche de la deuxième gaine de protection peut en outre comprendre une ou plusieurs charges.

La charge de la deuxième couche peut être une charge minérale ou organique. Elle peut être une charge ignifugeante et/ou une charge inerte (ou charge non combustible).

A titre d'exemple, la charge ignifugeante peut être une charge choisie parmi des charges hydratées, des charges halogénées, des oxydes de métalloïde, et un de leurs mélanges.

Les charges hydratées peuvent être par exemple des hydroxydes métalliques, tels que le dihydroxyde de magnésium (MDH) ou le trihydroxyde d'aluminium (ATH).

Les charges halogénées peuvent être par exemple des composés chlorés et/ou des composés bromés.

Les oxydes de métalloïde peuvent être par exemple le trioxyde d'antimoine.

La charge inerte peut être, quant à elle, de la craie, du talc, de l'argile (e.g. le kaolin), du noir de carbone, ou des nanotubes de carbone.

La deuxième couche peut comprendre au moins 1% en poids de charge(s), de préférence au moins 10% en poids de charge(s), et de préférence au plus 50% en poids de charge(s), par rapport au poids total de la deuxième couche.

La deuxième couche de la deuxième gaine de protection peut en outre comprendre un ou plusieurs additifs.

La deuxième couche peut comprendre une quantité d'additif(s) allant 0,1 à 20 % en poids par rapport au poids total de la deuxième couche.

Les additifs sont bien connus de l'homme du métier et peuvent être par exemple choisis parmi :

- des agents de protection, tels que des antioxydants, des anti-UV, des anti-cuivre, des agents anti-arborescences d'eau,

- des agents de mise en œuvre, tels que des plastifiants, des lubrifiants, des huiles,

- 5
- des agents compatibilisants,
 - des agents de couplage,
 - des pigments, des colorants,
 - des catalyseurs de réticulation, et
 - un de leurs mélanges.

10 Dans un mode de réalisation particulier, la deuxième couche peut avoir une épaisseur au moins 1,5 fois plus importante, de préférence au moins 2 fois plus importante, et de préférence au moins 3 fois plus importante, que l'épaisseur de la première couche. A titre d'exemple, l'épaisseur de la deuxième couche peut aller de 0,3 à 6 millimètre (mm), et de préférence de
15 0,5 à 2 mm.

La deuxième couche polymérique de la deuxième gaine peut être de préférence une couche électriquement isolante, l'expression « couche électriquement isolante » étant notamment définie par la suite dans la description.

20 Dans un mode de réalisation particulièrement préférée, la deuxième couche polymérique peut être la couche la plus à l'extérieure du câble électrique de l'invention.

Le câble électrique

25

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, dans le domaine des câbles d'énergie ou de télécommunication destinés à être enterrés dans le sol.

30 Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, le câble électrique de l'invention peut en outre comprendre :

- une première couche semi-conductrice entourant le conducteur électrique allongé, et étant entourée par la couche électriquement isolante,

- une deuxième couche semi-conductrice entourant la couche électriquement isolante,

- un écran métallique entourant la deuxième couche semi-conductrice, la première gaine de protection entourant l'écran métallique.

5 Plus particulièrement, l'ensemble constitué par la première couche semi-conductrice, la couche électriquement isolante et la deuxième couche semi-conductrice forme une isolation dite « tricouche », notamment typique des câbles électriques à moyenne tension et à haute tension.

Le câble électrique de l'invention peut comprendre un ou plusieurs
10 conducteur(s) électrique(s) allongé(s).

Le conducteur électrique du câble de l'invention peut être un monoconducteur tel que par exemple un fil métallique, ou un multiconducteur tel qu'une pluralité de fils métalliques, torsadés ou non.

Le conducteur électrique allongé peut être réalisé à partir d'un
15 matériau métallique notamment choisi parmi l'aluminium, un alliage d'aluminium, du cuivre, un alliage de cuivre, et une de leurs combinaisons.

La section nominale du conducteur électrique peut aller de 0,5 mm² à plus de 1200 mm², et de préférence de 50 mm² à 240 mm². La section nominale du conducteur électrique peut notamment être définie selon la
20 norme IEC 60228 (2004),

De préférence, l'ensemble des couches du câble électrique de l'invention qui sont disposées autour du conducteur électrique allongé, sont positionnées coaxialement audit conducteur électrique.

La deuxième gaine de protection de l'invention entoure un ensemble
25 de couches bien connues de l'homme du métier, tel que notamment la première couche semi-conductrice lorsqu'elle existe, la couche électriquement isolante, la deuxième couche semi-conductrice lorsqu'elle existe, l'écran métallique lorsqu'il existe, et la première gaine de protection.

Dans la présente invention, on entend par « couche électriquement
30 isolante » ou « composition électriquement isolante » une couche ou une composition dont la conductivité électrique peut être inférieure ou égale à 1.10⁻⁹ S/m (siemens par mètre), et de préférence d'au plus 1.10⁻¹⁰ S/m (à 25°C).

Dans la présente invention, on entend par « couche semi-conductrice » ou « composition semi-conductrice » une couche ou une composition dont la conductivité électrique peut être d'au moins 1.10^{-9} S/m (siemens par mètre), de préférence d'au moins 1.10^{-3} S/m, et de préférence peut être inférieure à 5 1.10^3 S/m (à 25 °C).

Dans un mode de réalisation particulier, les première et deuxième couches semi-conductrices (lorsqu'elles existent) et la couche électriquement isolante sont des couches polymériques, et de préférence des couches polymériques réticulées par des techniques bien connues de l'homme du 10 métier.

Dans la présente invention, une couche dite « réticulée » peut être facilement caractérisée par la détermination de son taux de gel selon la norme ASTM D2765-01. Plus particulièrement, ladite couche réticulée peut avoir avantagement un taux de gel, selon la norme ASTM D2765-01 (extraction 15 au xylène), d'au moins 50%, de préférence d'au moins 70%, de préférence d'au moins 80%, et de façon particulièrement préférée d'au moins 90%.

Les première et deuxième couches semi-conductrices (lorsqu'elles existent) et la couche électriquement isolante peuvent être obtenue à partir d'au moins un polymère d'oléfine, notamment à partir d'au moins un polymère 20 d'éthylène.

L'écran métallique (lorsqu'il existe) peut être une couche métallique classique destinée à raccorder le câble électrique à la terre et/ou à le protéger.

La première gaine de protection est une couche polymérique, et de préférence une couche non réticulée.

25 La première gaine de protection peut être obtenue à partir d'au moins un polymère d'oléfine, notamment à partir d'au moins un polymère d'éthylène.

A titre d'exemple, ledit polymère d'oléfine peut être choisi parmi un polyéthylène moyenne densité (MDPE); un polyéthylène haute densité (HDPE); et un de leurs mélanges.

30 La première gaine de protection peut comprendre des charges et/ou additifs tels que décrits dans la deuxième gaine de protection.

Dans un mode de réalisation particulier, la première gaine de protection peut comprendre au moins deux couches, notamment au moins deux couches non réticulées.

Les première et deuxième couches semi-conductrices (lorsqu'elles existent), la couche électriquement isolante, et la première gaine de protection peuvent être des couches extrudées par des techniques bien connues de l'homme du métier.

Un autre objet de l'invention concerne un dispositif électrique, destiné notamment à être enterré, comprenant au moins deux câbles électriques selon l'invention, et de préférence au moins trois câbles électriques selon l'invention. Les câbles constitutifs dudit dispositif électrique peuvent être avantageusement torsadés entre eux. On parle alors d'assemblage par torsade. L'assemblage par torsade est réalisé autour de l'axe longitudinal du dispositif électrique formé par l'ensemble des câbles électriques de l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description d'exemples non limitatifs d'un câble électrique selon l'invention, faits en référence aux figures.

La figure 1 représente une vue schématique en coupe transversale d'un câble électrique conforme à l'invention.

Pour des raisons de clarté, seuls les éléments essentiels pour la compréhension de l'invention ont été représentés de manière schématique, et ceci sans respect de l'échelle.

Le câble électrique à moyenne tension, illustré dans la figure 1, comprend un élément conducteur 1 central allongé, notamment en cuivre ou en aluminium, comprenant une pluralité de fils métalliques, d'une section nominale de 240 mm².

Le câble électrique comprend en outre plusieurs couches disposées successivement et coaxialement autour de cet élément conducteur 1, à savoir :

- une première couche 2 semi-conductrice dite « couche semi-conductrice interne », obtenue à partir d'une composition semi-conductrice commercialisée par la société Dow Chemicals sous la référence HFDK-0586BK,

- une couche 3 électriquement isolante, obtenue à partir d'une composition électriquement isolante commercialisée par la société Boréalys sous la référence LS4201S,

5 - une deuxième couche 4 semi-conductrice dite « couche semi-conductrice externe », obtenue à partir d'une composition semi-conductrice commercialisée par la société Dow Chemicals sous la référence HFDA-0792BK,

- un écran métallique 5 de mise à la terre, du type bande d'aluminium commercialisée par la société Amcor sous la référence Aluthène 150V,

10 - une première gaine de protection 6, obtenue à partir d'un polymère d'éthylène haute densité commercialisé par la Dow Chemicals sous la référence DGDK-6862NT dans lequel des additifs et charges ont été classiquement ajoutés, et

- une deuxième gaine de protection 7 conforme à l'invention.

La deuxième gaine de protection 7 comprend :

15 - une première couche 7a dont un exemple de composition est donné dans le tableau 1 ci-après, et

- une deuxième couche 7b dont un exemple de composition est donné dans le tableau 2 ci-après, la première couche 7a étant directement en contact physique avec la deuxième couche 7b.

20 Les couches 2, 3, 4 sont des couches classiques, extrudées et réticulées par des techniques bien connues de l'homme du métier.

La première gaine de protection est une couche classique, non réticulée et extrudée par des techniques bien connues de l'homme du métier.

25 Les couches 7a et 7b selon l'invention sont des couches non réticulées (i.e. couches thermoplastiques), extrudées par des techniques bien connues de l'homme du métier.

Exemple de réalisation

Composés de la première couche de la deuxième gaine	% en poids par rapport au poids total de la première couche	Références commerciales
LLDPE	81,5	LL1001XV de chez Exxon

		Mobil, avec une densité de 0,918 g/cm ³ et un MFI de 1g/10min
Charge inerte	15,0	Cacolin 80 de chez JM Polymers (craie sous forme de mélange-maître)
Agent lubrifiant	3,5	AA HDPE MS de chez Polytechs (polysiloxane sous forme de mélange-maître (HDPE) : 10% en poids de polysiloxane par rapport au poids total de mélange-maître)

Tableau 1

Composés de la deuxième couche de la deuxième gaine	% en poids par rapport au poids total de la deuxième couche	Références commerciales
HDPE	91,0	DGDK-6862NT de chez DOW Chemicals, avec une densité de 0,941 g/cm ³ et un MFI de 0,80 g/10min
Colorant	5,0	DFDK-6010BK de chez DOW Chemicals (noir de carbone et antioxydants sous forme de mélange maître (polyéthylène) : 42% en poids de noir de carbone par rapport au poids total de mélange-maître)

Charge ignifugeante	4,0	Mastertek 372217 de chez Campine (charges ignifugeantes sous forme de mélange maître (polyéthylène), 75% en poids de charges ignifugeantes par rapport au poids total du mélange-maître)
---------------------	-----	--

Tableau 2

Les première et deuxième couches formant la deuxième gaine de protection détaillées dans les tableaux 1 et 2 respectivement sont extrudées à l'aide d'une extrudeuse monovis (Diamètre(D)/Longueur monovis : 100/24D), avec un profil de température classique allant de 180 °C à 240 °C.

L'extrusion des première et deuxième couches formant la deuxième gaine peut s'effectuer autour d'un câble électrique comprenant par exemple les éléments 1 à 6 tels que décrits dans la figure 1. Elle peut se faire en extrudant de façon concomitante (i.e. par coextrusion) les couches 7a et 7b.

Les épaisseurs formées dans cet exemple de réalisation sont les suivantes : 0,6 mm d'épaisseur pour la première couche de la deuxième gaine, et 1,8 mm pour la deuxième couche de la deuxième gaine.

REVENDICATIONS

1. Câble électrique comprenant :
 - au moins un conducteur électrique allongé (1) entouré par une couche électriquement isolante (3),
- 5
 - une première gaine polymérique de protection (6) entourant la couche électriquement isolante,
 - caractérisé en ce que le câble électrique comprend en outre une deuxième gaine polymérique de protection (7) entourant la première gaine polymérique de protection (6).
- 10 2. Câble selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième gaine de protection (7) comprend une première couche polymérique (7a) entourée par une deuxième couche polymérique (7b).
3. Câble selon la revendication 2, caractérisé en ce que la première couche (7a) comprend au moins un premier polymère d'oléfine.
- 15 4. Câble selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier polymère d'oléfine a une densité strictement inférieure à $0,935 \text{ g/cm}^3$.
5. Câble selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le premier polymère d'oléfine a un MFI allant de 0,1 à 5,0 g/10min.
- 20 6. Câble selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la première couche (7a) comprend plus de 50% en poids du premier polymère d'oléfine, de préférence au moins 70% en poids du premier polymère d'oléfine, par rapport au poids total de la première couche.
- 25 7. Câble selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la première couche (7a) comprend en outre au moins un agent lubrifiant.
8. Câble selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'agent lubrifiant est choisi parmi un polysiloxane, un acide gras ou un de ses dérivés, et un de leurs mélanges.

9. Câble selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que la deuxième couche (7b) comprend au moins un deuxième polymère d'oléfine, différent du premier polymère d'oléfine.
- 5 10. Câble selon la revendication 9, caractérisé en ce que le deuxième polymère d'oléfine a une densité supérieure ou égale à 0,935 g/cm³.
11. Câble selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le deuxième polymère d'oléfine a un MFI allant de 0,1 à 5,0 g/10min.
- 10 12. Câble selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la deuxième couche (7b) comprend plus de 50% en poids du deuxième polymère d'oléfine, de préférence au moins 70% en poids du deuxième polymère d'oléfine, par rapport au poids total de la deuxième couche.
- 15 13. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première gaine de protection (6) comprend au moins deux couches.
14. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le câble électrique comprend en outre :
- 20 - une première couche semi-conductrice (2) entourant le conducteur électrique allongé (1), et étant entourée par la couche électriquement isolante (3),
- une deuxième couche semi-conductrice (4) entourant la couche électriquement isolante (3),
- un écran métallique (5) entourant la deuxième couche semi-conductrice (4), la première gaine de protection (6) entourant l'écran métallique (5).
- 25 15. Dispositif électrique comprenant au moins deux câbles électriques selon l'une quelconque des revendications précédentes, les câbles électriques du dispositif électrique étant torsadés entre eux.

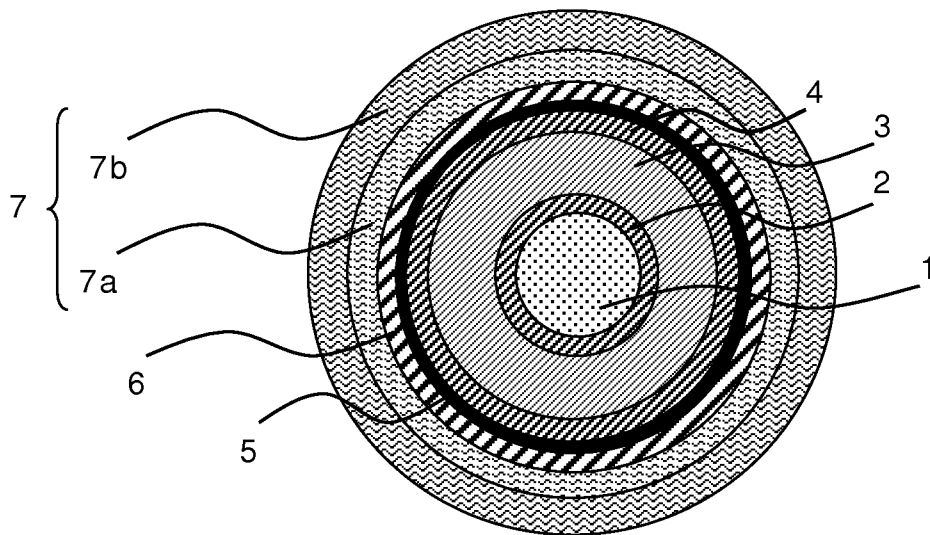


FIG.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01B9/02
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01B
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011/149463 A1 (PRYSMIAN POWER CABLES AND SYSTEMS USA LLC [US]; KUCHTA FRANK [US]; COP) 1 December 2011 (2011-12-01)	1
Y	paragraph [0073]; figure 2 -----	2-15
Y	US 3 787 255 A (CARINI F ET AL) 22 January 1974 (1974-01-22) column 5, line 5 - line 19; figure -----	2-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 7 April 2017

Date of mailing of the international search report
 26/04/2017

Name and mailing address of the ISA/
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer
 Salm, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/050413

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011149463	A1	01-12-2011	AR 084114 A1 24-04-2013
			AU 2010354054 A1 06-12-2012
			BR 112012029655 A2 02-08-2016
			CA 2799716 A1 01-12-2011
			CN 103098145 A 08-05-2013
			EP 2577683 A1 10-04-2013
			RU 2012156238 A 10-07-2014
			US 2013168126 A1 04-07-2013
			WO 2011149463 A1 01-12-2011

US 3787255	A	22-01-1974	CA 1003613 A 18-01-1977
			US 3787255 A 22-01-1974

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050413

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01B9/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2011/149463 A1 (PRYSMIAN POWER CABLES AND SYSTEMS USA LLC [US]; KUCHTA FRANK [US]; COP) 1 décembre 2011 (2011-12-01)	1
Y	alinéa [0073]; figure 2 -----	2-15
Y	US 3 787 255 A (CARINI F ET AL) 22 janvier 1974 (1974-01-22) colonne 5, ligne 5 - ligne 19; figure -----	2-15
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 7 avril 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 26/04/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Salm, Robert

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050413

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011149463	A1	01-12-2011	
		AR 084114 A1	24-04-2013
		AU 2010354054 A1	06-12-2012
		BR 112012029655 A2	02-08-2016
		CA 2799716 A1	01-12-2011
		CN 103098145 A	08-05-2013
		EP 2577683 A1	10-04-2013
		RU 2012156238 A	10-07-2014
		US 2013168126 A1	04-07-2013
		WO 2011149463 A1	01-12-2011

US 3787255	A	22-01-1974	
		CA 1003613 A	18-01-1977
		US 3787255 A	22-01-1974
