

(19)



(11)

EP 4 050 129 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
31.08.2022 Bulletin 2022/35

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
C25D 7/06 (2006.01) **C25D 11/04** (2006.01)
H01B 9/02 (2006.01) **H01B 7/26** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21305236.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
C25D 11/04; H01B 7/2806; C25D 11/08;
C25D 11/16; C25D 11/246; H01B 7/226

(22) Date de dépôt: **26.02.2021**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **SUMERA, Rodrigue**
62860 EPINOY (FR)
• **DELATTRE, Sophie**
59213 SAINT MARTIN SUR ECAILLON (FR)
• **KEROMNES, Laurent**
60200 COMPIEGNE (FR)

(71) Demandeur: **Nexans**
92400 Courbevoie (FR)

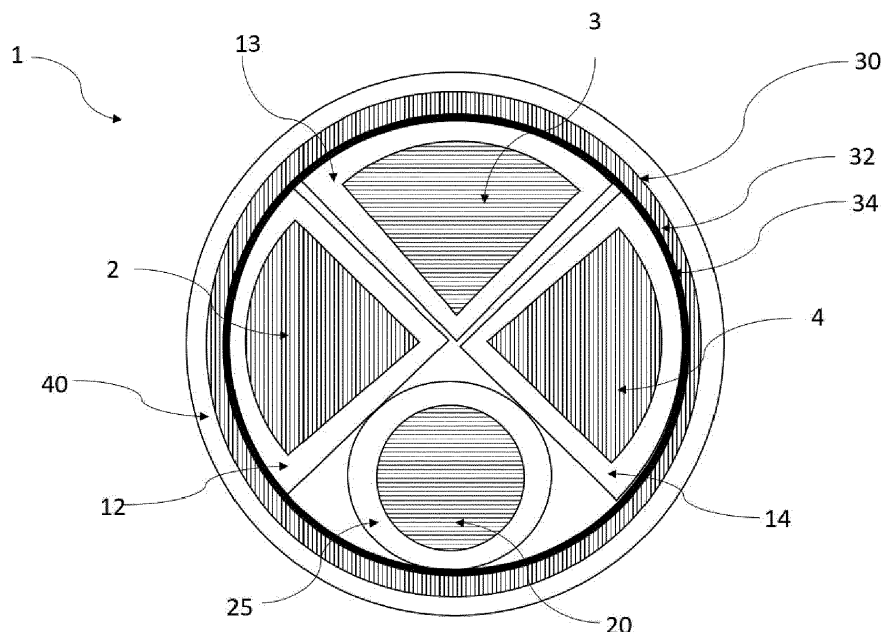
(74) Mandataire: **Ipsilon**
Le Centralis
63, avenue du Général Leclerc
92340 Bourg-la-Reine (FR)

(54) **CÂBLE ÉLECTRIQUE PROTÉGÉ CONTRE LA CORROSION**

(57) La présente invention concerne un câble pour le transport d'électricité, comprenant :
- au moins un conducteur de phase;
- au moins un conducteur de neutre isolé électriquement dudit conducteur de phase ;
- un écran métallique entourant le conducteur de phase

et le conducteur de neutre, et en contact physique avec le conducteur de neutre,
et où le conducteur de neutre est revêtu extérieurement par une couche protectrice d'alumine en contact avec l'écran métallique.

Figure 1



EP 4 050 129 A1

Description

[0001] La présente invention a trait à des câbles pour le transport de l'électricité, comprenant un conducteur de neutre en contact avec un écran métallique. Elle concerne plus spécifiquement l'inhibition des phénomènes de corrosion au sein de tels câbles.

[0002] L'invention trouve en particulier des applications intéressantes dans le domaine des câbles dits "basse tension" (BT), qui sont typiquement employés pour le transport d'électricité avec une tension d'au plus 1000 V en régime alternatif et d'au plus 1500 V en régime continu. L'invention est notamment intéressante pour des câbles de ce type destinées à être employés à titre de câbles souterrains.

[0003] Les câbles électriques conçus pour le transport de l'électricité, notamment pour la basse tension, comprennent typiquement un assemblage d'au moins un conducteur de phase (et typiquement trois conducteurs de phases) et d'un conducteur de neutre. Chacun des conducteurs de phases, ainsi que le conducteur de neutre, est un élément allongé électriquement conducteur, typiquement constitué d'un fil métallique électriquement conducteur ou bien d'un ensemble de fils conducteur (typiquement réunis en toron), les conducteurs de phase étant gainés d'une enveloppe électriquement isolante.

[0004] La présente invention concerne des câbles de ce type comprenant en outre un écran métallique qui entoure les conducteurs de phase et le conducteur de neutre, et où le conducteur de neutre est physiquement en contact avec cet écran métallique.

[0005] L'écran métallique est typiquement formé par un feuillard métallique, formé d'un ruban métallique conducteur enroulé autour des conducteurs sur toute leur longueur.

[0006] L'écran métallique et le conducteur de neutre en contact avec celui-ci sont reliés à un potentiel de référence, habituellement le potentiel de la terre pour une mise à la masse. Une gaine de protection, généralement en matériau synthétique, entoure typiquement l'écran.

[0007] La mise à la masse de l'écran et du conducteur de neutre permet d'assurer une bonne protection des personnes ou des animaux qui viendraient en contact avec le câble si l'un des conducteurs de phase et notamment sa gaine isolante venait à être détériorée. Ce risque n'est pas nul, en particulier dans le cas de câbles enterrés : lors de travaux, par exemple, le contact accidentel d'un outil électriquement conducteur avec le câble n'est pas exclu, susceptible d'induire des dommages corporels potentiellement fatals, qu'il convient d'éviter. Il est par conséquent primordial d'assurer une excellente mise à la terre des câbles du type précité, en maintenant notamment une résistance mécanique de l'écran limitant les risques de le voir percé ou cassé accidentellement et plus généralement en maintenant le plus durablement possible l'intégrité du conducteur de neutre et de l'écran métallique qui assurent la protection par mise à la terre.

[0008] Dans ce cadre, une problématique importante

est la résistance à la corrosion qui peut survenir au sein du câble et endommager l'écran et/ou le conducteur de neutre. Des phénomènes de corrosion sont notamment observés lorsque le conducteur de neutre est à base d'aluminium, ce qui est couramment le cas compte tenu des avantages de ce métal en termes de légèreté et de prix.

[0009] Pour éviter ces problèmes de corrosion, une solution qui a longtemps été préconisée, et couramment employée, consiste à former une couche de plomb autour du conducteur de neutre, qui assure une protection contre la corrosion. Cette solution conduit à une protection efficace du conducteur de neutre tout particulièrement lorsque celui-ci est en aluminium. Cependant lorsque l'écran est à base d'un acier recouvert de zinc, la protection se fait au détriment du zinc qui se corrode rapidement par effet de pile. De plus, du fait de la toxicité du plomb, il est souhaitable de ne plus utiliser ce métal, ni d'ailleurs aucun autre métal lourd dont l'utilisation est désormais réglementée.

[0010] Pour éviter l'emploi du plomb, diverses solutions ont été proposées, parmi lesquelles on peut citer celle de la demande de brevet EP 1 816 656 qui concerne un câble pour le transport de l'électricité du type précité (à savoir comprenant au moins un conducteur de phase isolé et un conducteur de neutre et un écran les entourant avec le conducteur de neutre étant en contact avec une partie de l'écran) et où les parties du conducteur de neutre et de l'écran qui sont en contact sont constituées d'un matériau à base d'un même métal électriquement conducteur, autre que le plomb, par exemple le zinc. Avec les câbles décrits dans EP 1 816 656, l'emploi d'un même métal protégeant alors le conducteur de neutre de la corrosion, notamment en évitant les phénomènes généralement désignés par "effets de pile" observés lorsque les constituants de surface du conducteur de neutre et de l'écran ont des potentiels électrochimiques différents.

[0011] Un but de la présente invention est de fournir une nouvelle solution permettant de réduire les phénomènes de corrosion dans les câbles comprenant un conducteur de neutre à base d'aluminium en contact avec un écran métallique, en s'affranchissant de l'emploi de plomb.

[0012] A cet effet, la présente invention propose d'employer un conducteur de neutre spécifique, présentant en surface une couche protectrice d'alumine, typiquement obtenue par anodisation.

[0013] Plus précisément, la présente invention a pour objet un câble pour le transport d'électricité, comprenant :

- au moins un conducteur de phase ;
- au moins un conducteur de neutre isolé électriquement dudit conducteur de phase ;
- un écran métallique entourant le conducteur de phase et le conducteur de neutre, et en contact physique avec le conducteur de neutre, et dans lequel le conducteur de neutre est revêtu extérieurement par une

couche protectrice d'alumine en contact avec l'écran métallique.

[0014] Selon un mode de réalisation, le câble selon l'invention comprend plusieurs conducteurs de phase (typiquement trois conducteurs de phase dans le cas du transport usuel de courant triphasé), et l'écran métallique entoure alors tous les conducteurs de phase (ainsi que le conducteur de neutre avec lequel il est en contact).

[0015] L'écran métallique est généralement un feuillard métallique, ayant avantageusement la forme d'un cylindre creux de section circulaire, et qui recouvre totalement les conducteurs de phase et de neutre du câble. Un tel feuillard est typiquement formé en enroulant autour des conducteurs de phase et de neutre au moins un ruban métallique, typiquement de façon hélicoïdale avec une recouvrement partiel des rubans de façon à assurer une couverture totale. L'écran métallique ne constitue généralement pas la couche la plus externe du câble qui comporte généralement au moins une gaine de protection entourant l'écran métallique.

[0016] Différents aspects et modes de réalisation possibles de l'invention sont décrits plus en détails ci-après.

La couche protectrice d'alumine

[0017] La présente invention met à profit, en les amplifiant, des propriétés intéressantes de la couche d'alumine qui se forme naturellement sur l'aluminium et sur ses alliages. L'intérêt de l'alumine en surface du conducteur de neutre n'ont pas été décrits à ce jour pour les câbles basse tension avec un conducteur de neutre en contact avec un écran métallique. Au contraire, la formation d'alumine en surface des conducteurs neutre d'aluminium était plutôt décrite comme un inconvénient par le passé. C'est notamment le cas de la demande EP 1 816 656 précitée, qui préconise d'éviter la présence d'alumine de surface en revêtant l'aluminium par un autre métal.

[0018] Au lieu d'éviter la formation d'une couche extérieure d'alumine comme préconisé par le passé, les travaux qui ont été réalisés par les inventeurs dans le cadre de la présente invention ont visé a contrario à augmenter la quantité d'alumine présente en surface. Contre toute attente, cette approche s'avère particulièrement intéressante en permettant une protection du conducteur de neutre vis-à-vis de la corrosion tout en permettant de conserver les autres avantages du câble en termes de protection, et sans avoir à employer de plomb, ni même d'autres métaux que l'aluminium.

[0019] La couche protectrice d'alumine qui revêt le conducteur de neutre dans un câble selon l'invention a typiquement une épaisseur bien supérieure à celle des couches d'alumine qui se forment naturellement par oxydation d'une surface d'aluminium (ces couches naturelles ayant une épaisseur de 1 à 3 μm tout au plus). Le plus souvent, dans un câble selon l'invention, la couche protectrice d'alumine a une épaisseur supérieure ou égale

le à 5 μm , préférentiellement supérieure ou égale à 6 μm , et plus avantageusement encore supérieure ou égale à 8 μm . La résistance à la corrosion s'avère d'autant plus élevée que cette épaisseur est importante, mais, notamment pour des raisons de coûts, il n'est généralement pas nécessaire que l'épaisseur de la couche excède 20 μm . Ainsi, selon des modes de réalisations intéressants, l'épaisseur de la couche protectrice d'alumine qui revêt le conducteur de neutre peut par exemple aller de 6 à 15 μm , et manière préférée de 8 à 12 μm (bornes incluses). La couche d'alumine revêt de préférence toute la surface du conducteur de neutre de façon à assurer la protection. Cette épaisseur de la couche est de préférence sensiblement la même sur toutes la surface externe du conducteur de neutre.

[0020] L'épaisseur de la couche d'alumine peut notamment être mesurée sur une coupe transversale observée par microscopie optique selon la méthode décrite dans la norme ISO 1436.

[0021] La couche d'alumine protectrice de l'invention comprend de préférence une alumine hydratée. Typiquement, il s'agit d'une couche de boémite de formule $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ avec n compris entre 1,5 et 2,5.

[0022] Par ailleurs, la couche d'alumine protectrice de l'invention est de préférence obtenue par anodisation, qui est un procédé qui permet notamment d'obtenir une couche homogène et d'épaisseur choisie et contrôlée sur la totalité de la surface externe du conducteur de neutre. Lorsque la couche protectrice est déposée par anodisation, le conducteur de neutre est à base d'aluminium ou d'un alliage d'aluminium et la couche protectrice est une couche d'anodisation résultant d'une anodisation, à savoir une oxydation contrôlée et électrochimique de l'aluminium.

[0023] Un "alliage d'aluminium", au sens de la présente description, est un alliage métallique comprenant de l'aluminium en association avec d'autres éléments, ce qui inclut notamment les alliages définis dans la Directive Aluminium Association de Washington DC 2086 ou les alliages répondant à la norme européenne EN573. Ces normes définissent plusieurs classes d'alliage d'aluminium présentant les références allant de 1000 à 8000.

[0024] La couche obtenue par anodisation est particulièrement bien solidarisée avec l'aluminium constitutif du conducteur de neutre. Il ne s'agit pas d'un simple revêtement d'alumine déposé sur l'aluminium, mais d'une couche intimement liée à l'aluminium et dont la tenue est donc particulièrement élevée, ce qui contribue à un bon maintien des effets d'inhibition de la corrosion au cours du temps. En effet, lors du processus d'anodisation, la couche d'alumine se forme en consommant l'aluminium de surface et en intégrant cet aluminium dans la couche en formation ce qui solidarise la couche déposée avec le conducteur de neutre.

[0025] Typiquement, la couche de protection utile selon l'invention est obtenue selon un procédé comprenant une étape d'anodisation sous courant en milieu électrolytique acide d'un conducteur de neutre à base d'alumi-

nium ou d'alliage d'aluminium, puis une étape de colmatage de la porosité de la surface obtenu suite à l'anodisation.

[0026] De préférence, le conducteur de neutre soumis à l'étape d'anodisation présente un état de surface optimisant l'anodisation.

[0027] A cet effet, il est préférable, préalablement à l'étape d'anodisation (E4) de soumettre l'élément conducteur à la série d'étape suivante :

- dégraissage-décapage ; puis
- premier rinçage ; puis
- neutralisation ; puis
- second rinçage

[0028] Par ailleurs, entre les étapes d'anodisation et de colmatage, la surface issue de l'anodisation est de préférence soumise à une étape de rinçage. De même, une étape de rinçage s'avère également préférable à l'issue de l'étape de colmatage.

[0029] Ainsi, une couche de protection utile selon l'invention sur un conducteur de neutre à base d'aluminium ou d'alliage d'aluminium peut typiquement être obtenue en soumettant le conducteur de neutre aux étapes successives suivantes :

(E1) dégraissage-décapage (optionnel mais recommandé) ; puis

(E2) premier rinçage (optionnel mais recommandé) ; puis

(E3) neutralisation (optionnel mais fortement recommandé) ; puis

(E4) deuxième rinçage (optionnel mais recommandé)

(E5) anodisation sous courant en milieu électrolytique acide, de préférence dans un milieu à base d'acide sulfurique,

(E6) troisième étape rinçage (fortement recommandé)

(E7) colmatage

(E8) quatrième rinçage (optionnel mais recommandé)

[0030] L'étape (E1) est le plus souvent souhaitable car, pour la plupart, les fils utilisables à titre de conducteur de neutre sont commercialisés avec un film de graisse sur leur surface, généralement lié à leur procédé de préparation de tréfilage.

[0031] Le dégraissage et le décapage de l'étape (E1) peut notamment être effectuée par voie chimique, éventuellement assistée par voie électrolytique. Les opérations de dégraissage ont pour but d'éliminer les différents corps et particules contenus dans les graisses tandis que l'opération de décapage sert à éliminer les oxydes présents sur la surface. Il existe plusieurs méthodes de décapage : chimique, électrolytique ou mécanique, bien connues de l'homme du métier. Le décapage chimique consiste à éliminer les oxydes par dissolution, voir éclatement de la couche, sans attaquer le métal sous-jacent. Pour le dégraissage/décapage, il est possible par exemple d'utiliser une solution industrielle à 45ml/L de GAR-DOCLEAN® (disponible auprès de la Société CHEMETALL). La solution est essentiellement composée de soude (environ 30g/L à 45ml/L) et de tensio-actifs.

[0032] L'étape de neutralisation (E3) des fils permet de ne pas polluer le bain d'anodisation dans l'étape (E5). De plus, cette étape permet d'éliminer certaines traces d'oxydes résiduels qui pourraient sinon nuire à l'anodisation. Cette étape se fait dans un bain identique au bain d'anodisation. Une solution d'acide sulfurique H₂SO₄ à 200g/L à température ambiante permet typiquement d'éliminer les éventuels résidus de soude liés au dégraissage. La neutralisation permet avantageusement de mettre la surface de l'aluminium au même pH que le bain anodique.

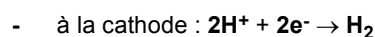
[0033] L'anodisation de l'étape (E5) est basée sur le principe de l'électrolyse de l'eau. Lors de cette étape, le conducteur à base d'aluminium ou d'alliage d'aluminium joue le rôle d'anode dans un système électrolytique : ce conducteur est relié électriquement à la borne positive d'un générateur de courant continu et le conducteur est placé en tout ou partie en contact avec un électrolyte dans lequel plonge une contre électrode (cathode du système électrolytique) reliée la borne négative dudit générateur de courant continu.

[0034] L'électrolyte de l'étape (E5) comprend un acide, de préférence de l'acide sulfurique ce qui correspond à une anodisation dite "anodisation sulfurique" (bien que d'autres acides soient envisageables, comme l'acide phosphorique, l'acide chromique ou encore l'acide oxalique).

[0035] La contre-électrode (cathode) usuellement employée pour une anodisation est généralement en plomb (inerte au milieu). Dans un souci d'éliminer tout recours au plomb, on pourra lui substituer dans le cadre de l'invention d'autres cathodes, par exemple des cathodes en aluminium ou en acier inoxydable.

[0036] Lors de l'étape (E), la couche d'oxyde s'élabore à partir de la surface vers le cœur du métal, contrairement à un dépôt électrolytique. La couche d'oxyde obtenue n'est donc pas à proprement parler un revêtement, mais plutôt une couche de surface faisant corps avec le reste du conducteur, ce qui explique sa très bonne tenue.

[0037] Les réactions mises en jeu sont les suivantes :



- à l'anode : $\text{Al} \rightarrow 3\text{e}^- + \text{Al}^{3+}$, puis : $2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{H}^+$

[0038] Avec l'équation bilan suivante : $2 \text{Al} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2$

[0039] Ces réactions provoquent donc la formation d'une couche d'oxyde d'aluminium sur l'anode, qui est un isolant. Cette formation d'isolant serait propre à stopper le processus d'électrolyse en l'absence de l'électrolyte acide. L'électrolyte acide dissout la couche formée. Il en résulte, de façon connue, des sphères équipotentiellles qui progressent en produisant des structures hexagonales poreuses.

[0040] Le processus d'anodisation dépend du rapport entre la vitesse de dissolution $V_{\text{dissolution}}$ et la vitesse d'oxydation $V_{\text{oxydation}}$:

si $V_{\text{dissolution}} > V_{\text{oxydation}}$, on obtient un décapage

si $V_{\text{dissolution}} = V_{\text{oxydation}}$, on obtient un polissage électrolytique

si $V_{\text{dissolution}} < V_{\text{oxydation}}$, on obtient une anodisation.

[0041] On se place donc dans l'étape (E5) dans des conditions d'anodisation, à savoir des conditions où $V_{\text{dissolution}} < V_{\text{oxydation}}$.

[0042] Les paramètres électrolytiques sont imposés notamment par la densité de courant et la conductivité du bain.

[0043] Le colmatage de l'étape (E7) est une technique permettant l'obturation ou la fermeture, des porosités existant dans chaque cellule de la couche d'oxyde. Cette obturation est obtenue par transformation de l'alumine constituant la couche anodique, entraînant une dilatation et donc une fermeture progressive des pores.

[0044] Cette opération de colmatage est typiquement réalisée en immergeant le conducteur issue de l'étape (E5) dans l'eau portée à haute température, typiquement d'au moins 80°C, de préférence d'au moins 90°C (typiquement de l'eau osmosée présentant une température supérieure ou égale à 90°C) pour favoriser la cinétique de réaction. L'alumine anhydre de la couche formée dans l'étape (E) absorbe des molécules d'eau et devient une alumine hydratée.

[0045] Le colmatage favorise ainsi une bonne tenue à la corrosion.

[0046] Chacune des étapes de rinçage (E2), (E4), (E6) et (E8) comprend avantageusement un pré-rinçage grossier, suivi d'un rinçage plus poussé dit rinçage « propre » typiquement par de l'eau osmosée, et qui est avantageusement suivi d'un séchage, de préférence à l'air comprimé.

Le conducteur de neutre

[0047] Le conducteur de neutre selon l'invention peut être constitué aussi bien par un unique élément conduc-

teur allongé (un fil par exemple, de préférence de section circulaire) que par plusieurs éléments conducteurs allongés (plusieurs fils ou brins avantageusement réunis en torons, par exemple). Ces éléments conducteurs allongés sont de préférence à base d'aluminium ou d'un alliage aluminium, par exemple du type précité, l'aluminium ou l'alliage d'aluminium étant au moins présents en surface du conducteur de neutre.

[0048] Qu'il soit constitué d'un seul fil ou d'un assemblage de plusieurs brins ou fils, un conducteur de neutre tel qu'employé selon la présente invention a typiquement une section inférieure à 120 mm², notamment entre 16 et 120 mm².

[0049] Selon un mode de réalisation particulièrement intéressant, le conducteur de neutre du câble selon l'invention est un fil massif, de préférence de section circulaire, constitué d'aluminium ou d'un alliage d'aluminium. Dans ce cas, la couche de protection présente sur le conducteur de neutre est avantageusement obtenue par anodisation de la surface du fil.

L'écran métallique

[0050] L'écran visant à assurer une bonne résistance mécanique du câble, l'acier est un matériau de choix pour sa constitution. L'écran présent dans le câble de l'invention est de ce fait avantageusement constitué d'au moins une bande d'acier enroulée autour des conducteurs de phase et de neutre.

[0051] Pour réduire encore les phénomènes de corrosion au sein du câble, il est intéressant selon l'invention d'employer un écran métallique protégé vis-à-vis de la corrosion.

[0052] Selon un premier mode de réalisation intéressant possible, l'écran métallique qui est en contact avec le conducteur de neutre de l'invention est un écran métallique formé par une bande enroulée d'acier recouverte par du zinc (acier galvanisé). Ce revêtement de zinc, a typiquement une épaisseur correspondant à une teneur surfacique de 70 à 140 g/dm². Un tel revêtement de zinc assure une protection de l'acier de l'écran vis-à-vis de l'oxydation, le zinc jouant typiquement le rôle d'agent sacrificiel.

[0053] Selon un autre mode intéressant, l'écran métallique qui est en contact avec le conducteur de neutre de l'invention est un écran métallique formé par une bande enroulée métallique recouverte par de l'aluminium, typiquement une bande d'acier recouverte par de l'aluminium. Ce mode de réalisation permet d'inhiber de façon particulièrement efficaces les phénomènes de corrosion galvanique au sein du câble : en plus de l'effet de protection conférée par la couche d'alumine présente sur le conducteur de neutre, la mise en œuvre d'un même métal sur l'écran et le conducteur de neutre, à savoir l'aluminium, évite les phénomènes de type effets de pile.

Les conducteurs de phase

[0054] Quel que soit le nombre de conducteurs de phase présents, il est souhaitable que chacun des conducteurs soit entouré d'un revêtement isolant, ce qui l'isole non seulement des autres conducteurs, mais également du conducteur de neutre.

[0055] Dans le cas d'un câble comportant plusieurs conducteurs de phase, chacun des conducteurs de phase est isolé des autres, ce qui est typiquement réalisé en entourant chacun des conducteurs de phase d'un revêtement isolant, typiquement une gaine isolante.

[0056] Les conducteurs de phase employés dans un câble selon l'invention peuvent par exemple avoir une section circulaire ou sectorale et ils peuvent indifféremment être constitués par un unique élément conducteur allongé (un fil) ou bien par plusieurs éléments conducteurs allongés (plusieurs fils ou brins avantageusement réunis en torsions, par exemple). Un même câble peut éventuellement contenir différents types de conducteurs de phase bien qu'il soit plus usuel d'employer des conducteurs de phases identiques lorsque le câble en contient plusieurs.

[0057] Qu'il soit constitué d'un seul fil ou d'un assemblage de plusieurs brins ou fils, un conducteur de phase tel qu'employé selon la présente invention a typiquement une section inférieure à 240 mm², typiquement comprise entre 16 et 120 mm².

Gaine externe de protection

[0058] De préférence, l'écran qui entoure les conducteurs de phase et de neutre est une couche interne du câble selon l'invention. Selon l'invention, on entend par « couche interne », une couche qui ne constitue pas la couche la plus externe du câble.

[0059] En particulier, il est avantageux que le câble comprenne en outre une gaine externe de protection déposée autour de l'écran. Cette gaine permet, entre autres effets, de renforcer la protection du câble (et en premier lieu de l'écran) vis-à-vis des agressions extérieures, chimiques ou physiques.

[0060] L'application de la gaine de protection autour de l'écran peut typiquement être effectuée par extrusion, notamment à une température allant de 140°C à 195°C environ. La gaine est alors constituée d'un polymère thermoplastique, par exemple du PVC, qui peut éventuellement contenir des additifs permettant d'améliorer la résistance du câble, comme par exemple des additifs améliorant la durée de vie du câble dans les conditions envisagées pour son exploitation.

Description des dessins

[0061] Les dessins annexés illustrent un mode de réalisation possible de l'invention :

La Figure 1 représente une vue schématique en coupe d'un câble mettant en œuvre les principes de la présente

invention.

[0062] Seuls les éléments essentiels pour la compréhension de l'exposé ont été représentés de manière schématique sur ces figures, sans respect de l'échelle.

[0063] Le câble désigné par la référence générale 1 sur la Figure 1 est un exemple de câble selon l'invention destiné au transport de l'électricité triphasée à basse tension. Ce câble comprend trois conducteurs de phase identiques

[0064] Ce câble comporte trois conducteurs de phase identiques 2, 3 et 4. Sur la figure chacun d'eux est formé d'un seul fil métallique de section sectorale mais d'autres variantes sont envisageables (notamment l'emploi de plusieurs fils toronnés et/ou des géométries cylindriques par exemple). Chacun des trois conducteurs de phase, qui peut être par exemple en aluminium ou en cuivre, est gainé d'une enveloppe isolante référencée respectivement 12, 13 et 14.

[0065] Le câble comporte par ailleurs un conducteur de neutre 20 selon l'invention, présentant en surface une couche d'alumine protectrice 25.

[0066] Un écran métallique 30 entoure l'ensemble constitué par les quatre conducteurs sur toute leur longueur. Cet écran est, sur la figure, un feuillard obtenu en enroulant un ruban conducteur autour des quatre conducteurs sur toute leur longueur, ce ruban étant à base d'acier revêtu par de l'aluminium (un revêtement par du zinc est alternativement possible) ce par quoi le feuillard obtenu présente un corps cylindrique creux 32 à base d'acier et une couche interne 34 à base d'aluminium, qui est en contact physique avec les quatre conducteurs (les trois conducteurs de phase isolés 2, 3 et 4 munis de leurs enveloppes isolantes 12, 13 et 14 ; et le conducteur de neutre muni de sa couche protectrice 25).

[0067] L'écran 30 ainsi que le conducteur 20 sont connectés au potentiel de la terre de façon à les mettre à la masse.

[0068] Une gaine de protection 40 en matériau synthétique (typiquement du PVC), gaine l'écran 30 sur toute sa longueur.

Revendications

1. Câble pour le transport d'électricité, comprenant :
 - au moins un conducteur de phase (2 ; 3 ; 4) ;
 - au moins un conducteur de neutre (20) isolé électriquement dudit conducteur de phase ;
 - un écran métallique (30) entourant le conducteur de phase et le conducteur de neutre, et en contact physique avec le conducteur de neutre,

et dans lequel le conducteur de neutre (20) est revêtu extérieurement par une couche protectrice d'alumine (25) en contact avec l'écran métallique (30).

2. Câble selon la revendication 1 où le câble comprend

plusieurs conducteurs de phase (2, 3, 4) et où l'écran métallique (30) entoure tous les conducteurs de phase (2, 3, 4) ainsi que le conducteur de neutre (20) avec lequel il est en contact.

- 3.** Câble selon la revendication 1 ou 2 où la couche protectrice d'alumine (25) qui revêt le conducteur de neutre (20) a une épaisseur supérieure ou égale à 5 μm , préférentiellement entre 6 et 15 μm .

5
- 4.** Câble selon l'une des revendications 1 à 3 où la couche protectrice d'alumine (25) qui revêt le conducteur de neutre (20) a une épaisseur entre 8 et 12 μm .

10
- 5.** Câble selon l'une des revendications 1 à 4 où le conducteur de neutre (20) est à base d'aluminium ou d'un alliage d'aluminium et la couche protectrice (25) est une couche d'anodisation résultant d'une oxydation contrôlée et électrochimique de l'aluminium.

15
- 6.** Câble selon la revendication 5 où la couche de protection (25) est obtenue selon un procédé comprenant une étape d'anodisation sous courant en milieu électrolytique acide d'un conducteur de neutre à base d'aluminium ou d'alliage d'aluminium, puis une étape de colmatage de la porosité de la surface obtenue suite à l'anodisation.

20
- 7.** Câble selon l'une des revendications 1 à 6, où l'écran métallique (30) qui est en contact avec le conducteur de neutre (20) est un écran métallique formé par une bande enroulée d'acier recouverte par du zinc.

25
- 8.** Câble selon l'une des revendications 1 à 6, où l'écran métallique (30) qui est en contact avec le conducteur de neutre (20) est un écran métallique formé par une bande enroulée d'acier recouverte par de l'aluminium.

30
- 9.** Câble selon l'une des revendications 1 à 8, qui comprend en outre une gaine de protection (40) autour de l'écran (30).

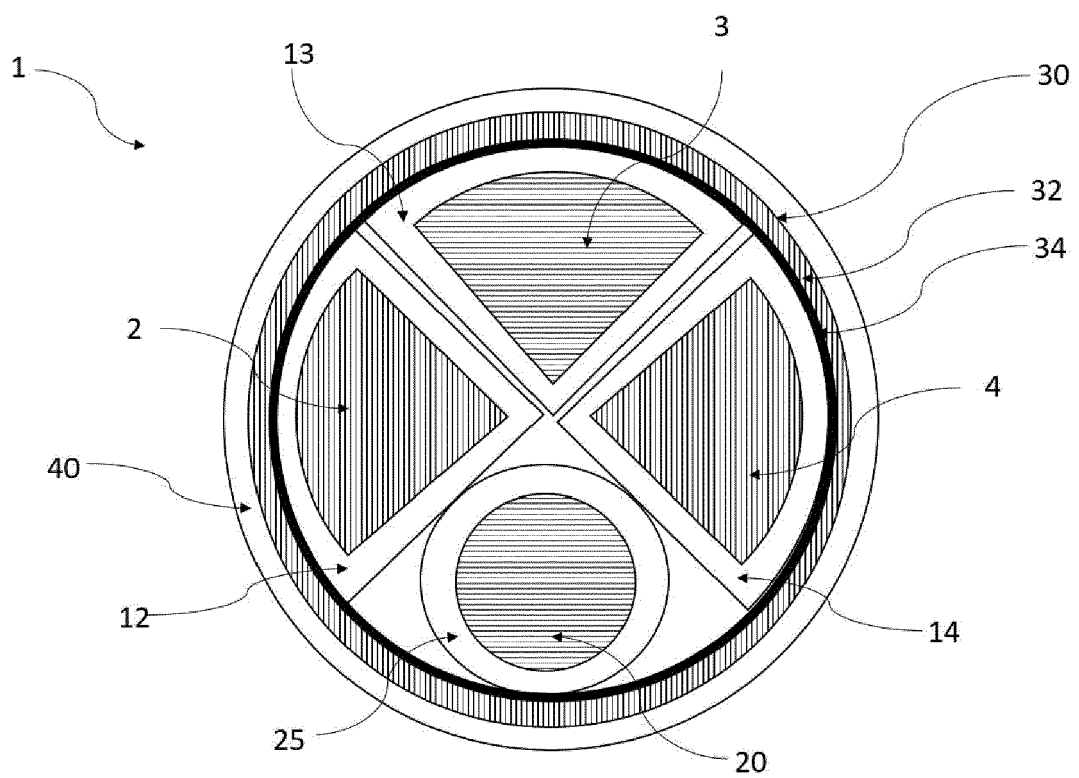
35

45

50

55

Figure 1





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 30 5236

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2010/006318 A1 (ELIE LARRY DEAN [US] ET AL) 14 janvier 2010 (2010-01-14)	1-4,6-9	INV. C25D7/06 C25D11/04 H01B9/02 H01B7/26
Y	* alinéa [0002] * * alinéas [0007] - [0009] * * alinéas [0014] - [0020] * * alinéas [0043] - [0047] * * alinéas [0050] - [0053] * * figures 3,4,10 *	5	
X	----- CN 104 183 321 A (DANYANG MINGQI METAL PRODUCTS CO LTD) 3 décembre 2014 (2014-12-03) * alinéas [0004] - [0008] * * figure 1 *	1,2	
X	----- CN 104 240 803 A (DANYANG MINGQI METAL PRODUCTS CO LTD) 24 décembre 2014 (2014-12-24) * alinéas [0004] - [0013] * * figure 1 *	1,2	
Y	----- US 3 383 188 A (MICHELSON CHRISTIAN E ET AL) 14 mai 1968 (1968-05-14) * colonne 1, ligne 65 - colonne 4, ligne 60 * -----	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) C25D H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 4 août 2021	Examineur Crottaz, Olivier
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 21 30 5236

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-08-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010006318 A1	14-01-2010	CN 101625912 A US 2010006318 A1	13-01-2010 14-01-2010
-----	-----	-----	-----
CN 104183321 A	03-12-2014	AUCUN	
-----	-----	-----	-----
CN 104240803 A	24-12-2014	AUCUN	
-----	-----	-----	-----
US 3383188 A	14-05-1968	CH 492281 A DE 1665292 A1 GB 1146710 A NO 121727 B SE 336386 B US 3383188 A	15-06-1970 03-12-1970 26-03-1969 05-04-1971 05-07-1971 14-05-1968
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1816656 A [0010] [0017]