

⑤④ **ENSEMBLE DE CABLAGE ENTERRE LE LONG D'UNE VOIE FERREE D'UNE INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE DE CIRCULATION DE TRAMWAYS.**

②② **Date de dépôt :** 05.04.16.

③③ **Priorité :**

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux
apparentés :**

☐ **Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** ALSTOM TRANSPORT
TECHNOLOGIES — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public
de la demande :** 06.10.17 Bulletin 17/40.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention :** 11.12.20 Bulletin 20/50.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s) :** COURREJOU ROGER et DESBLED
STEPHANE.

⑦③ **Titulaire(s) :** ALSTOM TRANSPORT
TECHNOLOGIES.

⑦④ **Mandataire(s) :** LAVOIX.



ENSEMBLE DE CABLAGE ENTERRE LE LONG D'UNE VOIE FERREE D'UNE INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE DE CIRCULATION DE TRAMWAYS

La présente invention concerne les ensembles de câblage enterrés le long d'une
5 voie ferrée d'une infrastructure ferroviaire de circulation de tramways.

Les infrastructures ferroviaires de circulation de tramways connues sont des infrastructures autonomes, au sens où elles intègrent leur propre système d'alimentation en puissance électrique de leurs divers équipements.

Ainsi par exemple, les équipements sur le quai d'une station (éclairage, écrans,
10 distributeurs de tickets, etc.) sont alimentés en puissance électrique par un système d'alimentation de l'infrastructure.

Un tel système d'alimentation est par exemple constitué, pour une ligne de tramways typique, de plusieurs sous-stations d'alimentation réparties le long de la ligne.

En conséquence, il est nécessaire de faire circuler le long de la voie ferrée un
15 ensemble de câblage enterré comportant une pluralité de câbles électriques, en particulier des câbles électriques de puissance pour l'alimentation des équipements en station.

Par ailleurs, alors que l'alimentation en puissance électrique d'un tramway s'effectue avantageusement par une ligne aérienne de contact, il est nécessaire de mettre cette dernière en parallèle au moyen d'un câble dédié, pour éviter que la tension de la
20 ligne aérienne de contact ne descende pas au-dessous d'une tension seuil prédéfinie.

En conséquence, il est prévu que l'ensemble de câblage enterré circulant le long de la voie ferrée comporte un câble électrique de puissance dédié à la mise en parallèle de la ligne aérienne de contact.

Enfin, parmi les câbles de puissance de l'ensemble de câblage circulant le long de
25 la voie ferrée, il y a les câbles électriques pour le contrôle et l'alimentation des feux de signalisation placés à un carrefour routier traversé par la ligne de tramways et dont il convient de synchroniser les états en fonction des demandes de priorité des tramways.

En plus de câbles de puissance, l'ensemble de câblage comporte un certain nombre de câbles électriques de contrôle pour la mise en œuvre de différents services.

Généralement, les câbles de contrôle prévus sont respectivement dédiés :

- à la transmission d'un signal d'arrêt général de l'alimentation de la ligne aérienne de contact en cas par exemple de détection d'un dysfonctionnement ;

- à la transmission de signaux de signalisation depuis un central de contrôle vers les équipements à la voie de signalisation et d'enclenchement ;

35 - à la transmission d'un signal pilote pour, en cas de défaut d'une sous-station du système d'alimentation, coordonner l'état des autres sous-stations d'alimentation ; et,

- à la transmission d'un signal de contrôle d'un interrupteur permettant d'isoler une section de la ligne aérienne de contact.

L'ensemble de câblage comporte une canalisation multitubulaire enterrée circulant parallèlement à la voie ferrée et qui comporte une pluralité de gaines, ou fourreaux, réalisées par exemple dans une matière plastique adaptée et noyées dans du béton.

Du fait de la coexistence de câbles de puissance et de câbles de contrôle dans l'ensemble de câblage, et afin de limiter les interférences électromagnétiques entre ces câbles, chaque câble électrique est placé dans un fourreau qui lui est propre.

Ainsi, une canalisation multitubulaire comporte classiquement une douzaine de fourreaux, disposés par exemple de manière à former, en section transversale, une matrice 4x3. En conséquence, la canalisation multitubulaire présente des dimensions importantes de l'ordre de 50 cm en épaisseur et 40 cm en largeur.

Pour la réalisation d'une telle canalisation multitubulaire, il convient de creuser une tranchée, d'y déployer les fourreaux, de les maintenir dans leur position finale avant de couler un béton.

Or cette épaisseur importante de la canalisation multitubulaire nécessite que, lors de la réalisation de la voie ferrée, la tranchée à creuser soit assez profonde. Le risque est alors de venir interférer avec les réseaux urbains enfouis existants (égouts, gaz, électricité, télécommunication, etc.)

L'invention a donc pour but de remédier à ce problème.

Pour cela l'invention a pour objet un ensemble de câblage enterré le long d'une voie ferrée d'une infrastructure ferroviaire de circulation de tramways, caractérisé en ce qu'il comporte uniquement des fibres optiques.

Suivant des modes particuliers de réalisation, l'ensemble de câblage comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- l'ensemble de câblage comporte au moins une fibre optique parmi :
 - une fibre optique dédiée à la transmission d'un signal d'arrêt général ;
 - une fibre optique dédiée à la transmission de signaux de signalisation ;
 - une fibre optique dédiée à la transmission d'un signal pilote ; et,
 - une fibre optique dédiée à un interrupteur d'isolation d'une section d'une ligne d'alimentation en puissance électrique d'un tramway.
- un équipement de l'infrastructure ferroviaire nécessitant d'être alimenté avec une tension élevée, de préférence supérieure à 200 volts, étant connecté à un point d'accès à un réseau électrique urbain, indépendant de l'infrastructure ferroviaire, l'ensemble de

câblage est dépourvu de câble pour l'alimentation d'un équipement de l'infrastructure ferroviaire nécessitant d'être alimenté avec une tension élevée.

- une mise en parallèle d'une ligne aérienne de contact de l'infrastructure ferroviaire pour éviter qu'une tension d'alimentation ne descende au-dessous d'une tension seuil prédéfinie étant réalisée par un câble aérien supplémentaire, l'ensemble de câblage est dépourvu de câble pour la mise en parallèle de la caténaire.

- un contrôle des feux d'un carrefour routier traversé par la voie ferrée étant réalisé au moyen de communications radioélectriques entre un tramway et un dispositif au sol de contrôle des feux, l'ensemble de câblage est dépourvu de câble pour le contrôle des feux.

- l'ensemble de câblage comporte une canalisation munie d'un fourreau commun pour le passage des fibres optiques, et, éventuellement, d'un fourreau de réserve.

- la canalisation est réalisée en béton et présente une épaisseur réduite inférieure ou égale à celle d'une dalle de support des rails de la voie ferrée, la canalisation étant de préférence prise dans l'épaisseur de ladite dalle.

- l'ensemble de câblage comporte au moins un convertisseur électrique/optique couplé, d'une part, à un équipement électrique d'émission d'un signal et, d'autre part, à l'une des extrémités d'une fibre optique de l'ensemble de câblage, et un convertisseur optique/électrique couplé, d'une part, à l'autre extrémité de ladite fibre optique et, d'autre part, à un équipement électrique de réception dudit signal.

- l'ensemble de câblage est destiné à équiper une section de l'infrastructure ferroviaire située entre deux stations d'arrêt successives.

L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation particulier, donné uniquement à titre d'exemple non limitatif, cette description étant faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- La figure 1 est une section transversale d'une voie ferrée au niveau d'une station d'une ligne de tramways ; et,
- La figure 2 est une vue agrandie de la figure 1 au niveau de la canalisation multitubulaire avec une représentation schématique des différentes fibres optiques.

En se référant à la figure 1, une voie ferrée 2 d'une infrastructure ferroviaire 1 de circulation de tramways 100 comporte, sur un sol préparé 3, une dalle en béton 4 sur laquelle sont fixés des rails 5 et 6. Une couche de remblai 7 décorative est ensuite disposée sur la dalle 4, entre les rails et de part et d'autre de ceux-ci de manière à être affleurante avec l'apex des rails 4 et 5.

Parallèlement aux rails, l'infrastructure 1 comporte un ensemble de câblage 10.

En se référant à la figure 2, l'ensemble de câblage 10 comporte une pluralité de fibres optiques 12 à 15 circulant à l'intérieur d'un unique fourreau commun 21 d'une canalisation 20 en béton. La figure 2 est schématique, car toutes les fibres forment en fait un unique faisceau de fibres.

Cette canalisation 20 comporte avantageusement un second fourreau de réserve qui n'est normalement pas utilisé. Dans ce cas la canalisation 20 est alors multitubulaire

L'ensemble de câblage 10 comporte uniquement des fibres optiques en remplacement des câbles basse-tension de l'état de la technique.

Ainsi, il comporte :

- une fibre optique 12 dédiée à la transmission d'un signal d'arrêt général ;
- une fibre optique 13 dédiée à la transmission de signaux de signalisation ;
- une fibre optique 14 dédiée à la transmission d'un signal pilote ; et,
- une fibre optique 15 dédiée à un interrupteur d'isolation d'une section d'une ligne d'alimentation en puissance électrique d'un tramway.

En disposant le fourreau commun 21 et le fourreau de réserve 22 côte à côte, la canalisation 20 présente une épaisseur e réduite, égale par exemple à deux fois le diamètre externe d'un fourreau. Par exemple, la canalisation 20 présente une section rectangulaire ayant une largeur de 25 cm environ et une épaisseur de 15 cm environ.

L'ensemble de câblage 10 présentant donc une épaisseur réduite par rapport à l'état de la technique. Il peut être incorporé dans l'épaisseur de la dalle 4 de support des rails, qui peut présenter une épaisseur réduite, par exemple de 25 cm. L'ensemble de câblage 10 n'est pas situé à l'aplomb des rails, mais à l'écart des rails au voisinage des bords latéraux de la dalle 4.

Pour s'affranchir de l'utilisation de câble puissance, l'infrastructure 1 est adaptée de la manière suivante.

Un équipement de l'infrastructure ferroviaire nécessitant d'être alimenté avec une tension élevée, de préférence supérieure à 200 V, par exemple égale à 400 V (tel que le panneau d'affichage 31 ou le distributeur 32 situés sur le quai 30 d'une station d'arrêt des tramways 100) est connecté, non pas à l'une ou l'autre des sous-stations du système d'alimentation haute-tension de l'infrastructure, mais à un point d'accès 35 à un réseau électrique urbain 36 indépendant de l'infrastructure. Les câbles d'alimentation nécessaires sont enterrés au droit de la voie ferrée, c'est-à-dire sensiblement perpendiculaire à celle-ci.

Ainsi, l'ensemble de câblage 10 ne comporte pas de câble électrique de puissance pour l'alimentation d'un équipement de l'infrastructure ferroviaire nécessitant d'être alimenté avec une tension élevée.

La mise en parallèle d'une ligne aérienne de contact 41 (ou d'une caténaire) d'alimentation des tramways, pour éviter que la tension délivrée par la ligne aérienne de contact descende au-dessous d'une tension seuil prédéfinie, est réalisée par un câble aérien supplémentaire 42.

5 Ainsi, l'ensemble de câblage 10 enterré sous la voie ferrée ne comporte donc pas de câble pour la mise en parallèle de la caténaire ou de la ligne aérienne de contact.

Pour contrôler les feux d'un carrefour routier traversé par la ligne de tramway, il est prévu de mettre en œuvre une communication radioélectrique entre un module d'émission/réception 51 embarqué à bord de chaque tramway 100 circulant sur la ligne et
10 un module d'émission/réception (non représenté) d'un dispositif de contrôle des feux. Ce dispositif est également connecté, non pas à l'une ou l'autre des sous-stations du système d'alimentation haute-tension de l'infrastructure, mais à un point d'accès à un réseau électrique urbain indépendant de l'infrastructure.

Dans ces conditions, l'ensemble de câblage 10 ne comporte pas de câble
15 électrique pour le contrôle des feux.

Le fait de ne plus avoir à faire circuler des câbles électriques le long de la voie, en particulier des câbles haute-tension, permet de s'affranchir des parasites électromagnétiques et de réunir les fibres optiques dans un même faisceau circulant dans un fourreau commun.

20 La substitution d'un câble électrique, entre un équipement d'émission d'un signal et un équipement de réception de ce signal, par une fibre optique impose la mise en œuvre, à chacune des extrémités de la fibre, d'un convertisseur optique-électrique et/ou d'un convertisseur électrique-optique. Ainsi, l'ensemble de câblage comporte au moins un convertisseur électrique-optique couplé, d'une part, à un équipement électrique
25 d'émission d'un signal et, d'autre part, à une première extrémité d'une fibre optique de l'ensemble de câblage 1, et un convertisseur optique-électrique couplé, d'une part, à la seconde extrémité de la fibre optique et, d'autre part, à un équipement électrique de réception du signal. De tels convertisseurs électrique-optique ou optique-électronique sont intégrés dans les équipements de nouvelle génération.

30 Il est nécessaire de munir l'ensemble de câblage 10 de puits de visite à intervalle régulier, de manière à pouvoir accéder au faisceau de fibres optiques. Compte tenu de l'existence de moins de deux fourreaux, les dimensions de ces puits sont réduites, notamment en profondeur. La facilité avec laquelle il est possible de tirer un faisceau de fibres optiques à travers un fourreau existant, permet de réduire les dimensions
35 transversales des puits, mais surtout de les espacer davantage. Là où il y avait un puits

tous les 50 m, l'ensemble de câblage selon l'invention prévoit un puit tous les 100 m environ.

5 L'homme du métier constatera que l'ensemble de câblage venant d'être présenté facilite la réalisation de la voie ferrée, notamment en évitant d'avoir à creuser une tranchée d'une excessive profondeur compte tenu du contexte urbain d'implantation de l'infrastructure ferroviaire.

L'invention trouve une application privilégiée pour les sections de la ligne se situant entre deux stations d'arrêt successives.

REVENDEICATIONS

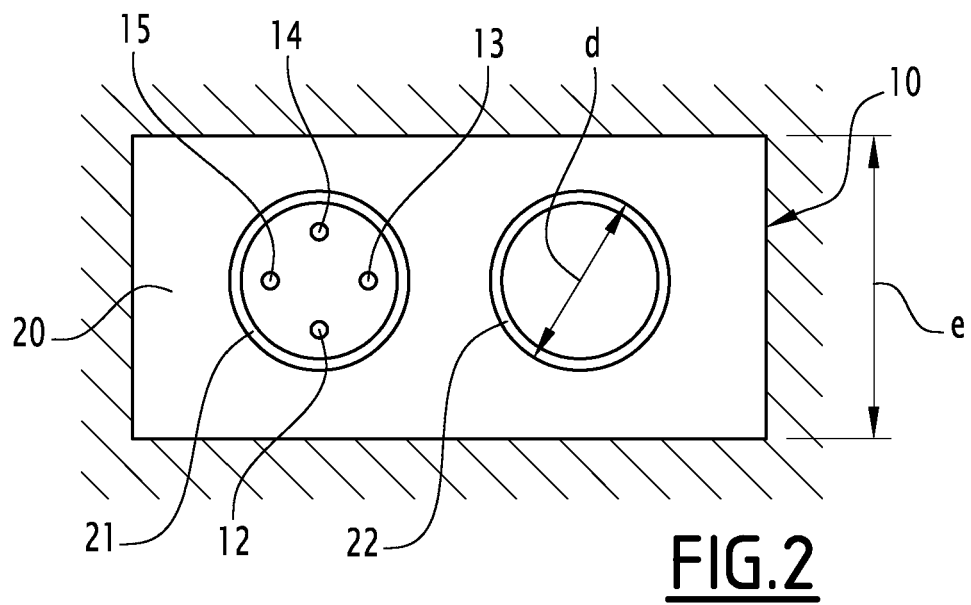
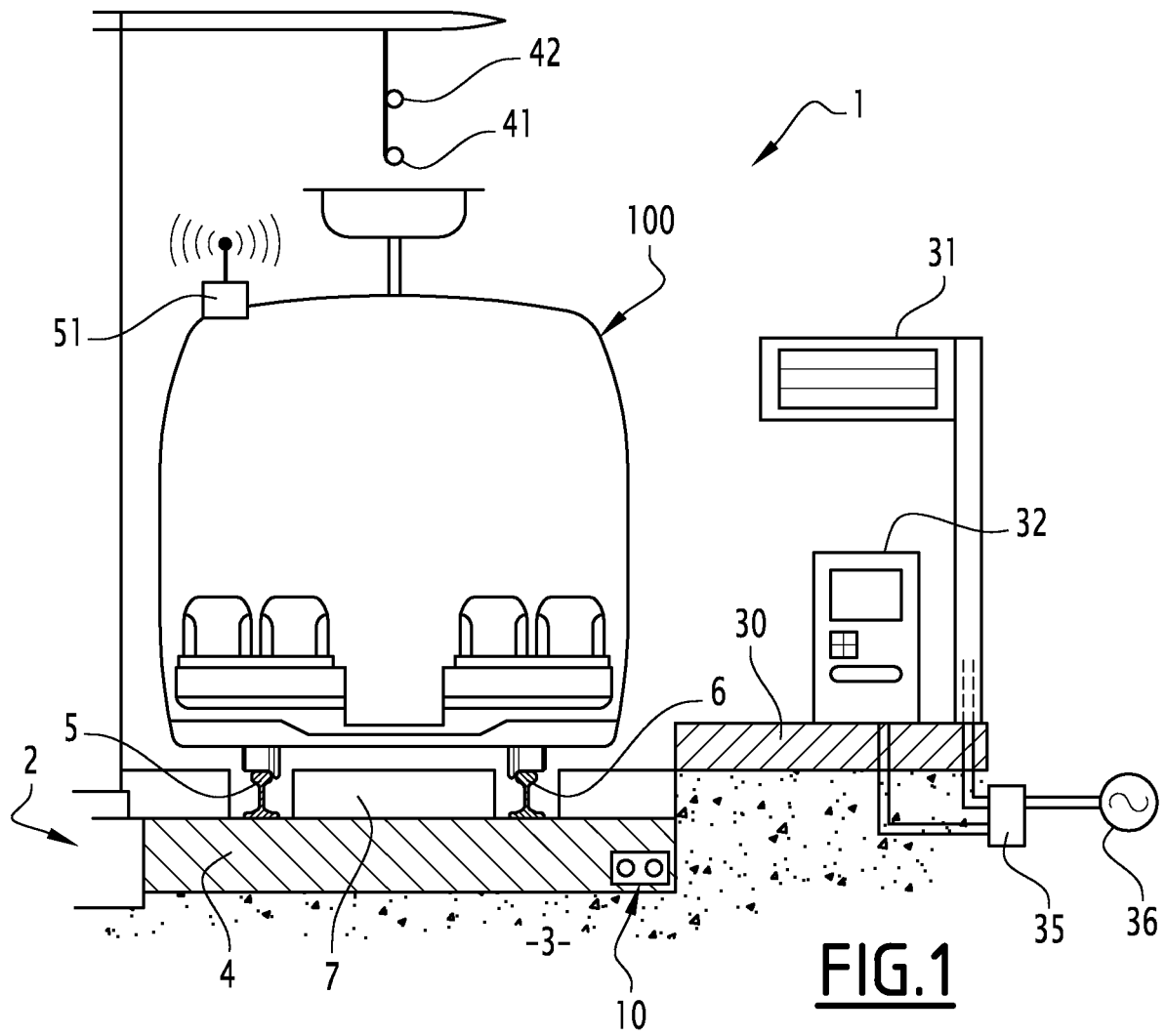
- 5 1.- Ensemble de câblage (10) enterré le long d'une voie ferrée (2) d'une infrastructure ferroviaire (1) de circulation de tramways (100), caractérisé en ce qu'il comporte uniquement des fibres optiques (12-15).
- 2.- Ensemble de câblage (10) selon la revendication 1, comportant au moins une fibre optique parmi :
- 10 - une fibre optique (12) dédiée à la transmission d'un signal d'arrêt général ;
- une fibre optique (13) dédiée à la transmission de signaux de signalisation ;
- une fibre optique (14) dédiée à la transmission d'un signal pilote ; et,
- une fibre optique (15) dédiée à un interrupteur d'isolation d'une section d'une ligne d'alimentation en puissance électrique d'un tramway.
- 15 3.- Ensemble de câblage (10) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel, un équipement (31, 32) de l'infrastructure ferroviaire (1) nécessitant d'être alimenté avec une tension élevée, de préférence supérieure à 200 volts, étant connecté à un point d'accès (35) à un réseau électrique urbain (36), indépendant de l'infrastructure ferroviaire, l'ensemble de câblage étant dépourvu de câble pour l'alimentation d'un équipement de
- 20 l'infrastructure ferroviaire nécessitant d'être alimenté avec une tension élevée.
- 4.- Ensemble de câblage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, une mise en parallèle d'une ligne aérienne de contact (41) de l'infrastructure ferroviaire (1) pour éviter qu'une tension d'alimentation ne descende au-dessous d'une
- 25 tension seuil prédéfinie étant réalisée par un câble aérien (42) supplémentaire, l'ensemble de câblage étant dépourvu de câble pour la mise en parallèle de la ligne aérienne de contact (41).
- 5.- Ensemble de câblage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel, un contrôle des feux d'un carrefour routier traversé par la voie ferrée étant réalisé
- 30 au moyen de communications radioélectriques entre un tramway et un dispositif au sol de contrôle des feux, l'ensemble de câblage étant dépourvu de câble pour le contrôle des feux.

6.- Ensemble de câblage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant une canalisation (20) munie d'un fourreau commun (21) pour le passage des fibres optiques (12-15), et, éventuellement, d'un fourreau de réserve (22).

5 7.- Ensemble de câblage (10) selon la revendication 6, dans lequel la canalisation (20) est réalisée en béton et présente une épaisseur (e) réduite inférieure ou égale à celle d'une dalle (4) de support des rails de la voie ferrée (2), la canalisation (20) étant de préférence prise dans l'épaisseur de ladite dalle.

10 8.- Ensemble de câblage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant au moins un convertisseur électrique/optique couplé, d'une part, à un équipement électrique d'émission d'un signal et, d'autre part, à l'une des extrémités d'une fibre optique de l'ensemble de câblage, et un convertisseur optique/électrique couplé,
15 électrique de réception dudit signal.

9.- Ensemble de câblage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, pour une section de l'infrastructure ferroviaire située entre deux stations d'arrêt successives.



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

WO 2007/063168 A1 (NOKIA CORP [FI]; KOKKINEN HEIKKI [FI]; KAAJA HARALD [FI]; KOIVISTO KAR) 7 juin 2007 (2007-06-07)

DE 202 19 060 U1 (BERLINER VERKEHRSBETR E BVG AN [DE]) 17 juillet 2003 (2003-07-17)

DE 10 2010 027131 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 janvier 2012 (2012-01-19)

WO 2008/025414 A2 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; HELFER DANIEL [CH]; REICHLIN ANTON [CH]; WIND) 6 mars 2008 (2008-03-06)

EP 0 893 299 A2 (SIEMENS AG [DE]) 27 janvier 1999 (1999-01-27)

WO 2009/014426 A1 (EM POWER SYSTEMS B V [NL]; GRAVENDEEL BASTIAAN [NL]; VAN OVERBEEKE FRA) 29 janvier 2009 (2009-01-29)

US 2013/200223 A1 (ALEXANDER PAUL DEAN [AU] ET AL) 8 août 2013 (2013-08-08)

US 5 890 682 A (WELK JAMES E [CA]) 6 avril 1999 (1999-04-06)

WO 2004/099502 A1 (MIDDLETON JONATHAN [GB]) 18 novembre 2004 (2004-11-18)

US 3 606 395 A (SALERNO PHILLIP ET AL) 20 septembre 1971 (1971-09-20)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT