

(19)



(11)

EP 3 756 972 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

13.05.2026 Bulletin 2026/20

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B61L 23/04^(2006.01) B61L 23/00^(2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B61L 23/00; B61L 23/04; B61L 23/041

(21) Numéro de dépôt: **20182081.8**

(22) Date de dépôt: **24.06.2020**

(54) **TROLLEY FERROVIAIRE ET PROCÉDÉ POUR LE GUIDAGE À DISTANCE DE TRAINS**

VORLÄUFERFAHRZEUG UND VERFAHREN ZUR FERNSTEUERUNG VON ZÜGEN

RAILWAY FORERUNNER AND METHOD FOR REMOTE GUIDANCE OF TRAINS

(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**

(30) Priorité: **24.06.2019 FR 1906775**

(43) Date de publication de la demande:
30.12.2020 Bulletin 2020/53

(73) Titulaire: **ALSTOM Holdings
93400 Saint-Ouen-sur-Seine (FR)**

(72) Inventeurs:

- **CHAUMETTE, Christian
69230 SAINT GENIS LAVAL (FR)**
- **ARCANJO, Jean-Paul
13410 LAMBESC (FR)**

(74) Mandataire: **Plasseraud IP
104 Rue de Richelieu
CS92104
75080 Paris Cedex 02 (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A2- 0 117 763 WO-A1-2020/030510
WO-A2-2008/017821 US-A- 5 429 329
US-A- 5 786 750**

EP 3 756 972 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se réfère de façon générale aux systèmes de conduite de trains sur un réseau ferroviaire.

[0002] Plus particulièrement, la présente invention concerne un trolley ferroviaire et un procédé pour le guidage à distance de trains le long d'un itinéraire pré-défini sur un réseau ferroviaire.

[0003] Récemment, dans le domaine des systèmes de transport, les études pour la réalisation des solutions avancées de conduite partiellement ou complètement autonome, c'est-à-dire sans conducteur à bord, ont été grandement stimulées grâce à la croissance du secteur des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).

[0004] Par exemple, sur des lignes des métros où les convois se déplacent le long de chemins toujours identiques et relativement simples à programmer, des trains sans conducteur sont utilisés depuis quelques années.

[0005] Dans d'autres secteurs, en particulier dans les secteurs de l'automobile et du transport ferroviaire de surface, le développement de l'Internet des objets, la croissance de la vitesse et de la puissance des systèmes de calcul disponibles et la création de systèmes d'intelligence artificielle de plus en plus sophistiqués, offrent aujourd'hui la possibilité concrète d'obtenir aussi des résultats techniques très avancés.

[0006] Il est clair que le développement de systèmes de conduite autonomes pour les trains des réseaux ferroviaires de surface doit tenir compte des normes très strictes en matière de sécurité et doit faire face à des conditions opérationnelles plus variables et plus compliquées que les lignes de métro.

[0007] En outre, l'adoption de systèmes de guidage autonome pour chaque train signifie l'installation et l'intégration de systèmes complexes et intrusifs dans l'architecture des trains.

[0008] En particulier, les solutions potentielles existantes sont a priori très coûteuses pour l'intégration à bord des trains et ont un impact sur le système de contrôle-commande existant. Une telle intégration pourrait donc impliquer le besoin d'une nouvelle certification ou d'une ré-homologation du train.

[0009] Dans l'attente de performances de haut niveau en matière de sécurité et de connaissance de l'environnement dans lequel les trains doivent fonctionner, ces solutions sont en tout cas complexes à installer, principalement pour traiter tous les profils de mission soumis à des conditions opérationnelles et environnementales très variables.

[0010] WO 2008/017821 divulgue un système de détection comprenant un véhicule robot qui se déplace le long d'une voie ferrée devant un train et porte plusieurs capteurs. Les capteurs balaient en continu la voie ferrée pour détecter des menaces potentielles pour les opérations du train le long de la voie ferrée. Le véhicule robot comprend également un système de communication

sans fil pour transmettre au train ou à un centre de contrôle à distance les informations relatives à des menaces possibles identifiés par les capteurs, et pour recevoir des commandes et instructions émises par le train ou par le centre de contrôle à distance.

[0011] US 5,786,750 A divulgue un véhicule pilote qui circule devant un train et détecte des conditions dangereuses le long de la voie ferrée. Le véhicule pilote est commandé à distance par des signaux émis par le train et comporte une caméra vidéo qui permet au conducteur du train d'observer le chemin devant le véhicule pilote, et un ordinateur qui comprend un module de commande pour maintenir la distance entre le train et le véhicule pilote. Si le véhicule pilote rencontre un danger potentiel sur le chemin, le véhicule transmet ces informations au conducteur du train qui peut arrêter la marche, avant que le train ne rencontre le danger.

[0012] US 5,429,329 A divulgue un véhicule robotisé avec des senseurs et couplé devant la locomotive d'un train. L'opérateur du train peut désaccoupler ce véhicule robotisé après avoir quitté la gare pour précéder le train et le freiner si le véhicule robotisé détecte un désalignement de la voie.

[0013] C'est pourquoi, il existe un besoin important de solutions permettant de mettre en service des trains à conduite autonome, techniquement et opérationnellement efficaces.

[0014] Par conséquent, un but principal de la présente invention est de fournir une solution offrant des améliorations substantielles par rapport à l'état de l'art connu, en particulier ayant un impact minimal sur les systèmes de contrôle de trains à guider de façon autonome et permettant, en même temps, de respecter les normes de sécurité les plus élevées possibles.

[0015] Dans ce cadre, un objet de la présente invention est de fournir une solution qui peut être utilisée facilement, avec les nouveaux trains et aussi avec des trains déjà en service.

[0016] Un autre objet de la présente invention est de proposer une solution pour mettre en service des trains guidés de façon autonome, hautement fiable, relativement facile à réaliser et à des coûts compétitifs.

[0017] Ce but, ces objets et d'autres qui deviendront apparents ci-après sont atteints par un trolley ferroviaire pour guider des trains sur un réseau ferroviaire, comportant au moins :

- un ou plusieurs premiers capteurs pour surveiller, pendant la marche, une zone située devant le trolley ferroviaire par rapport au sens de la marche ;
- un dispositif de contrôle-commande qui est connecté de manière opérationnelle au dispositif d'identification et au(x) premier(s) et capteur(s), le dispositif de contrôle-commande étant configuré pour émettre, sur la base d'au moins un signal reçu d'un ou de plusieurs premier(s) capteur(s), des signaux de commande aptes à guider à distance la marche du train identifié par le dispositif d'identifica-

tion, le long de l'itinéraire prédéfini ;

- un dispositif de communication qui est connecté de manière opérationnelle au dispositif de contrôle-commande et qui est configuré pour envoyer les signaux de commande au système de contrôle du train guidé le long de l'itinéraire prédéfini;

le trolley ferroviaire étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- un dispositif d'identification pour l'identification univoque d'un train à guider le long d'un itinéraire prédéfini sur le réseau ferroviaire.

[0018] Le but et les objets susmentionnés de la présente invention sont également atteints par un procédé pour conduire des trains sur un réseau ferroviaire, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- a) : fournir un trolley ferroviaire tel que mentionné ci-dessus;
- b) : associer univoquement le trolley ferroviaire fourni à un train qui doit être guidé le long d'un itinéraire ferroviaire prédéfini sur le réseau ferroviaire ;
- c) : guider à distance, avec le trolley ferroviaire fourni, le train associé le long de l'itinéraire prédéfini.

[0019] D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

[Fig 1] la Figure 1 est une représentation schématique d'un trolley ferroviaire selon la présente invention ;

[Fig 2] la Figure 2 est un schéma blocs représentant schématiquement un procédé pour conduire à distance un train sur un réseau ferroviaire selon la présente invention ;

[Fig. 3] la Figure 3 est une vue représentante le trolley ferroviaire de figure 1 connecté de manière opérationnelle avec un train associé pour le guider sur un réseau ferroviaire.

[0020] Il est à noter que dans la description détaillée qui suit, les composants identiques ou similaires, du point de vue structurel et/ou fonctionnel portent les mêmes références numériques, qu'ils soient représentés ou non dans des modes de réalisation différents de la présente description.

[0021] Il convient également de noter que, pour décrire de manière claire et concise la présente invention, les dessins ne sont pas nécessairement à l'échelle et que certaines caractéristiques peuvent être présentées sous une forme schématique.

[0022] En outre, lorsque le terme "adapté" ou "agencé" ou "configuré" est utilisé ici en se référant à tout compo-

sant dans son ensemble, ou à toute partie d'un composant, ou à une combinaison de composants, il doit être compris que cela signifie et englobe soit la structure et/ou la configuration et/ou la forme et/ou le positionnement du composant ou de la partie que ce terme désigne, y compris pour les moyens électroniques, les circuits électroniques ainsi que des codes logiciels et/ou des algorithmes ou des programmes complets stockés ou en cours d'exécution.

[0023] La figure 1 illustre schématiquement un exemple de trolley ferroviaire selon la présente invention, désigné par le numéro de référence 100.

[0024] Le terme « trolley » ici utilisé doit être interprété dans le sens le plus large possible, c'est-à-dire comme embrassant tout type de véhicule ferroviaire apte à fournir les performances pour lesquelles il est conçu dans le cadre de la présente invention et, donc, il peut être considéré comme couvrant des synonymes comme, par exemple, « chariot », ou « voiture ferroviaire », ou des expressions similaires.

[0025] Comme il sera évident ci-après et comme représenté schématiquement sur la figure 3, le trolley ferroviaire 100 est conçu pour guider des trains 150 ayant un ou plusieurs wagons pour marchandise ou voitures pour passagers, sur un réseau ferroviaire 200.

[0026] Dans l'exemple illustré à la figure 3, le train 150 est un train de marchandises ayant une locomotive 151 et quatre wagons 152.

[0027] Clairement, le train 150 à guider par le trolley ferroviaire 100 peut être de tout type, par exemple un train de voyageurs, et peut comprendre un nombre quelconque de wagons ou de voitures ; il peut même consister en une seule automotrice.

[0028] Comme schématiquement illustré dans la figure 1, le trolley ferroviaire 100 selon la présente invention comporte au moins :

- un dispositif d'identification 1 pour l'identification univoque d'un train 150 à guider le long d'un itinéraire prédéfini sur le réseau ferroviaire 200 ;
- un ou plusieurs premiers capteurs 10 pour surveiller, pendant la marche, une zone (A) située devant le trolley ferroviaire 100 par rapport au sens de la marche indiqué sur la figure 3 par la flèche 201;
- un dispositif de contrôle-commande 30 qui est connecté de manière opérationnelle au dispositif d'identification 1 et au(x) premier(s) capteur(s) 10.

[0029] En particulier, le dispositif de contrôle-commande 30 est configuré pour émettre, sur la base d'au moins un signal reçu d'un ou de plusieurs premier(s) capteur(s) 10, des signaux de commande aptes à contrôler à distance la marche du train 150 identifié par le dispositif d'identification 1, le long de l'itinéraire prédéfini.

[0030] Selon une forme possible de réalisation, le trolley ferroviaire 100 comporte également un ou plusieurs deuxième(s) capteur(s) 20 pour surveiller, pendant la marche, une zone située derrière (B) le trolley ferroviaire

100 par rapport au sens de la marche 201, et le dispositif de contrôle-commande 30 est connecté de manière opérationnelle au(x) deuxième(s) capteur(s) 20 et est configuré pour émettre les signaux de commande aptes à contrôler à distance la marche du train 150 identifié par le dispositif d'identification 1, le long de l'itinéraire prédéfini, en outre sur la base d'au moins un signal reçu d'un ou de plusieurs deuxième(s) capteur(s) 20.

[0031] En outre, au moins un dispositif de communication 40 est prévu à bord du trolley ferroviaire 100, lequel dispositif de communication 40 est connecté de manière opérationnelle au dispositif de contrôle-commande 30 et est configuré pour envoyer, de façon sans fil, les signaux de commande émis au système de contrôle 153 du train 150 guidé le long de l'itinéraire prédéfini, via un réseau de communication mobile 202.

[0032] En particulier, la communication entre le trolley 100 et le système de contrôle à bord d'un train 150 est réalisé en façon unicast, c'est-à-dire par point à point, et assurée par le réseau 202.

[0033] De cette façon, il est pratiquement impossible de s'adresser à un mauvais train 150.

[0034] Le dispositif d'identification 1 peut être constitué de tout système capable de détecter un élément représentatif d'un train et de l'envoyer au dispositif de contrôle-commande 30 pour être analysé et pour permettre de vérifier si le train détecté est bien celui à guider.

[0035] Par exemple, le dispositif d'identification 1 peut comporter une caméra vidéo apte à capturer une image du train 150, un lecteur pour des codes-barres fixés sur le train ou un émetteur-récepteur radio associé à des radio-étiquettes (RFID) placées sur le train 150.

[0036] De son côté, le dispositif de contrôle-commande 30 valide le train 150 à guider le long de l'itinéraire prédéfini sur le réseau ferroviaire 200, par exemple en combinant l'élément représentatif d'un train reçu par le dispositif d'identification 1, avec des profils de mission préenregistrés dans une mémoire propre du système de contrôle-commande.

[0037] Le dispositif de contrôle-commande 30 utilisé dans le trolley ferroviaire 100 comporte un système à base de processeur, d'un type commercialement disponible, convenablement doté de circuits électroniques et programmé avec du code logiciel pour réaliser les fonctionnalités de contrôle-commande du train associé 150, ces fonctionnalités étant conçues pour le trolley ferroviaire 100 selon la présente invention.

[0038] Dans un mode de réalisation possible, le dispositif de contrôle-commande 30 est configuré pour tenir le train 150 à une distance (D) réglable dynamiquement pendant la marche.

[0039] En particulier, le dispositif de contrôle-commande 30 est configuré pour régler dynamiquement la distance (D) entre le trolley 100 et le train guidé 150, en fonction d'un ou plusieurs paramètre(s) relatif(s) à au moins un des trains à guider à l'itinéraire prédéfini, et/ou trolley ferroviaire 100 lui-même.

[0040] Par exemple, le dispositif de contrôle-

commande 30 est configuré pour régler dynamiquement la distance (D) en considérant la vitesse réelle, le poids, la capacité de freinage du trolley 100, le pire profil de pente possible entre le trolley 100 et le train associé 150, les caractéristiques de la voie ferrée du réseau ferroviaire qui va être parcourue, par exemple la pente, ainsi que la présence et les caractéristiques des courbes.

[0041] Dans une mode possible de réalisation, le ou les premier(s) capteur(s) 10 utilisé(s) à bord du trolley ferroviaire 100 comporte(nt) au moins un capteur infrarouge 11.

[0042] Dans une mode possible de réalisation, les premiers capteurs 10 comportent une pluralité de capteurs différents et, en particulier, en plus du capteur infrarouge 11, au moins un capteur supplémentaire sélectionné dans le groupe incluant un sonar, un radar et un lidar.

[0043] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, les premiers capteurs comportent un capteur infrarouge 11, un sonar 12, un radar 13 et un lidar 14.

[0044] Dans une mode possible de réalisation, le ou les deuxième(s) capteur(s) 20 utilisé(s) à bord du trolley ferroviaire 100 comportent aussi au moins un capteur infrarouge 21.

[0045] Dans une mode possible de réalisation, les deuxième(s) capteurs 20 comportent une pluralité de capteurs différents et, en particulier, en plus du capteur infrarouge 21, au moins un capteur supplémentaire sélectionné dans le groupe incluant un sonar, un radar et un lidar.

[0046] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, les deuxième(s) capteurs 20 comportent un capteur infrarouge 21, un sonar 22, un radar 23 et un lidar 24.

[0047] L'ensemble des premier(s) et/ou deuxième(s) capteurs installés à bord du trolley 100, en combinaison avec des logiciels stockés dans le dispositif de contrôle-commande 30, constitue un système de détection et de reconnaissance de l'environnement et, en particulier de la zone avant (A) et de la zone arrière (B) du trolley 100, autour et le long des rails, basé sur une détection multi-physique, c'est-à-dire à base de plusieurs phénomènes physiques.

[0048] Cette détection multi-physique utilise les signaux des capteurs diversifiés lesquels sont envoyés au dispositif de contrôle-commande 30 qui les traite en temps réel pour la détection d'obstacles ou de toute situation dangereuse pour la sécurité du train guidé 150.

[0049] Par exemple, le dispositif de contrôle-commande 30 considère le canal visible étendu infrarouge comme prioritaire et complété par une vision radar et une détection par sonar et/ou lidar pour la détection respective à longue et courte distance. La combinaison de canaux est réalisée pour construire, par exemple, une détection globale d'obstacles basée sur la fusion et le vote selon une formule définie par le designer.

[0050] En outre, dans une mode possible de réalisation, il est possible d'installer des capteurs supplémentaires sur les côtés du trolley 100 pour réaliser une

surveillance des zones latérales pendant la marche, ces capteurs supplémentaires étant repérés schématiquement sur la figure 1 avec la référence 25.

[0051] Dans une mode possible de réalisation, le trolley ferroviaire 100 comporte une unité d'alimentation autonome 5 pour alimenter le trolley 100 de façon autonome pendant la marche le long dudit itinéraire prédéfini.

[0052] En particulier, cette unité d'alimentation autonome 5 comporte une ou plusieurs batteries rechargeables.

[0053] Les batteries peuvent être chargées lorsque le trolley 100 est garé dans une station de chargement ou pendant le trajet de service en transmettant l'énergie du train guidé 150 au trolley 100, par exemple avec des systèmes de chargement à distance sans fil.

[0054] Pour assurer son autonomie en énergie de motricité, le trolley est avantageusement équipé sur chacune de ses extrémités d'un dispositif sécurisé de connexion sur une prise de recharge situé sur des bornes d'alimentation fixes dédiées elles-mêmes localisées judicieusement sur le réseau ferroviaire. Les bornes d'alimentation sont communicantes afin d'établir dans les conditions de sécurité, la connexion du trolley sur la prise de la borne.

[0055] La borne a une capacité d'absorption pour amortir un éventuelle contact trop rapide du trolley.

[0056] Le processus de recharge du trolley sur les bornes d'alimentation en énergie de motricité est totalement autonome. Lors de sa prise de mission ou en fonction des missions déjà planifiées, le trolley évalue si son niveau d'autonomie est suffisant pour réaliser sa prochaine mission. Si tel n'est pas le cas, le trolley procède de manière libre, c'est-à-dire sans entraîner aucun train, à une manœuvre de service ayant pour objet la recharge en énergie de motricité.

[0057] Le choix de la borne de recharge se fait par le trolley lui-même sur des critères de proximité et d'état opérationnel des bornes dans le voisinage du trolley. Les bornes étant des objets connectés, leur disponibilité est vérifiée à distance avant d'engager la manœuvre de service de recharge.

[0058] Dans une mode possible de réalisation, le trolley ferroviaire 100 selon la présente invention comporte un premier système de conduite manuelle 45, c'est-à-dire avec conducteur qui guide le trolley 100, et un deuxième système de conduite autonome 50, c'est-à-dire sans conducteur.

[0059] Le deuxième système de conduite autonome 50 peut être contrôlé à distance, par exemple par un opérateur situé dans une salle de contrôle du réseau 200.

[0060] En particulière, le système de conduite manuelle 45 et celui de conduite autonome sont connectés de manière opérationnelle audit dispositif de commande et contrôle 30, de sorte que ledit deuxième système de conduite autonome 50 est inhibé au moins jusqu'à ce que le train 150 à guider le long dudit itinéraire prédéfini soit identifié univoquement.

[0061] Un procédé 300 pour conduire des trains 150

ayant un ou plusieurs wagons 152 sur un réseau ferroviaire 200 selon la présente invention, sera décrit ci-après en référence à la figure 3.

[0062] En particulière, le procédé 300 comporte au moins les étapes suivantes :

- 301 : fournir un trolley ferroviaire 100 comme décrit précédemment et en particulier défini dans les revendications annexées ;
- 305 : associer univoquement le trolley ferroviaire 100 fourni à un train 150 qui doit être guidé le long d'un itinéraire ferroviaire prédéfini sur ledit réseau ferroviaire 200 ;
- 310 : guider à distance, avec ledit trolley ferroviaire 100 fourni, le train 150 associée le long dudit itinéraire prédéfini.

[0063] Dans un mode possible de réalisation, ladite étape 305 ou le trolley 100 est associé univoquement au train 150 à guider, est réalisé sous le contrôle direct d'un opérateur qui utilise par exemple le système de conduite manuelle 45 et conduit le trolley 100 au plus proche possible du train 150 pour qu'il n'y ait pas d'ambiguïtés sur le train à prendre en charge.

[0064] Dans un mode possible de réalisation, ladite étape 310 de guider à distance le train associé 150 avec le trolley 100, comporte régler dynamiquement la distance (D) entre le trolley ferroviaire 100 fourni et le train 150 guidé en fonction d'un ou plusieurs paramètre(s) relatif(s) à au moins un desdits train 150 guidé, et/ou à un itinéraire prédéfini, et/ou au trolley ferroviaire 100 fourni.

[0065] Il ressort clairement de la description qui précède que le trolley ferroviaire 100 et le procédé 300 selon la présente invention permettent d'atteindre le but de la présente invention et les objectifs visés, car les trains sont entraînés à distance de manière autonome, sans intervention du conducteur dans le train contrôlé.

[0066] En cas d'obstacle, de situation dangereuse ou tout comportement inattendu, un train guidé peut être arrêté sans conséquences dangereuses.

[0067] Avantageusement, pour respecter les principes de signalisation, le trolley et notamment le dispositif de commande et contrôle 30 est configuré de sorte que la distance maximum entre le trolley et le train contrôlé par le trolley est inférieur à un seuil maximal.

[0068] Le système 153 de contrôle du train 150 est propre à déterminer la position du train et à définir, avantageusement en interagissant avec l'infrastructures de signalisation en bord de voie, une enveloppe de sécurité autour du train, ladite enveloppe incluant au moins le train, le trolley et la distance entre le train et le trolley associé.

[0069] Avantageusement, l'infrastructure de signalisation comporte plusieurs contrôleurs de zone, ou ZC, pour « Zone Controller » en anglais. Le réseau ferroviaire est subdivisé en une pluralité de zones, un ZC est associé à chacune de ces zones. Un ZC est notamment en charge,

d'une part, de suivre la présence des trains sur la zone associée et, d'autre part, de fournir des autorisations de mouvement aux trains, qui soient de nature à garantir leur sécurité de déplacement, c'est-à-dire par exemple ne pas fournir à un train une autorisation de mouvement qui le conduirait à aller au-delà du train qui le précède. Chaque zone est subdivisée en une pluralité de cantons.

[0070] A partir de l'information sur la position des enveloppes de sécurité et d'un plan géographique du réseau, le ZC place dans un premier état la valeur « occupé » les cantons ayant une intersection avec l'enveloppe de sécurité. Le premier état des cantons dans lesquels aucun train ne se trouve à l'instant courant, c'est-à-dire des cantons qui n'ont pas d'intersection avec une enveloppe de sécurité, prend la valeur « libre ».

[0071] De cette manière, une information d'occupation de chaque canton d'une zone est déterminée par le ZC et les autorisations de mouvements peuvent être délivrées au train en garantissant la circulation des trains en sécurité.

[0072] Le système 153 de contrôle du train 150 est ainsi propre à étendre l'enveloppe de sécurité au moins jusqu'au trolley.

[0073] Avantageusement, le trolley est couplé/relié au train auquel il est associé via un système de couplage magnétique. Le train et le trolley sont donc couplés l'un à l'autre et représentent pour l'infrastructure de signalisation un seul et même véhicule.

[0074] Selon la présente invention, le guidage autonome et à distance est réalisé en dehors du système de contrôle-commande installé à bord du train 150, ce qui limite l'intrusion dans l'architecture des trains à guider, qui doivent simplement fournir une capacité de contrôle à distance.

[0075] De cette façon, la certification et l'homologation des trains sont conservées pour la migration vers le guidage autonome.

[0076] La communication entre le trolley 100 et le train 150 guidé qui suit le trolley 100 sur le réseau 200 est réalisée en temps réel et en contrôlant aussi la fraîcheur des informations échangées.

[0077] Ces résultats sont obtenus selon une solution très flexible qui peut être appliquée lors de la construction de tout véhicule ferroviaire neuf ou lors de l'intervention sur des véhicules existants, avec des modifications très simples offrant aux opérateurs externes la possibilité de prendre le contrôle d'un train sans conducteur embarqué.

[0078] En fait, le trolley ferroviaire 100 et le procédé 300 selon la présente invention peuvent mettre en œuvre des performances de très haut niveau et peuvent être réutilisés d'un train à l'autre puisque chaque trolley 100 peut être utilisé pour une flotte entière de trains, simplement au moyen d'une programmation informatique adéquate de son propre logiciel avec un énorme avantage sur les coûts de gestion.

[0079] Le procédé 300 et le trolley ferroviaire 100 ainsi conçus sont susceptibles de modifications et de varia-

tions. Par exemple, la communication avec les différents trains à guider peut-être réalisée avec tout système de communications sécurisé, par exemple crypté, le contrôle de l'intégrité des données peut être réalisé par les techniques classiques de redondance et selon tout protocole applicable.

[0080] Tous les détails peuvent en outre être remplacés par des éléments techniquement équivalents.

Revendications

1. Trolley ferroviaire (100) pour guider des trains (150) sur un réseau ferroviaire (200), comportant au moins:

- un ou plusieurs premier(s) capteur(s) (10) pour surveiller, pendant la marche, une zone (A) située devant le trolley ferroviaire (100) par rapport au sens de la marche ;
- un dispositif de contrôle-commande (30) qui est connecté de manière opérationnelle au dispositif d'identification (1) et au(x) premier(s) capteur(s) (10), le dispositif de contrôle-commande (30) étant configuré pour émettre, sur la base d'au moins un signal reçu d'un des premier(s) capteur(s), des signaux de commande aptes à contrôler à distance la marche du train (150) identifié par le dispositif d'identification, le long dudit itinéraire prédéfini ;
- un dispositif de communication (40) qui est connecté de manière opérationnelle au dispositif de contrôle-commande (30) et qui est configuré pour envoyer les signaux de commande à un système (153) de contrôle du train (150) guidé le long dudit itinéraire prédéfini;

le trolley ferroviaire (100) étant **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre :

- un dispositif d'identification (1) pour l'identification univoque d'un train (150) à guider le long d'un itinéraire prédéfini sur le réseau ferroviaire (200).

2. Trolley ferroviaire (100) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de contrôle-commande (30) est configuré pour tenir le train (150) à une distance (D) réglable dynamiquement en fonction d'un ou plusieurs paramètre(s) relatif(s) à au moins ledit train (150), à l'itinéraire prédéfini et/ou au trolley ferroviaire (100).

3. Trolley ferroviaire (100) selon l'un des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte un ou plusieurs deuxième(s) capteur(s) (20) pour surveiller, pendant la marche, une zone (B) située derrière le trolley ferroviaire (100) par rapport au sens de

la marche, le dispositif de contrôle-commande (30) étant connecté de manière opérationnelle au(x) deuxième(s) capteur(s) (20) et configuré pour émettre les signaux de commande aptes à contrôler à distance la marche du train (150) identifié par le dispositif d'identification, le long dudit itinéraire prédéfini, en outre sur la base d'au moins un signal reçu d'un des deuxième(s) capteur(s).

4. Trolley ferroviaire (100) selon une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte une unité d'alimentation autonome (5) pour alimenter le trolley (100) de façon autonome pendant la marche le long de l'itinéraire prédéfini, cette unité d'alimentation autonome (5) comportant de préférence une ou plusieurs batterie(s) rechargeable(s).
5. Trolley ferroviaire (100) selon une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un premier système de conduite manuelle (45) avec conducteur et un deuxième système de conduite autonome (50) sans conducteur qui sont connectés de manière opérationnelle au dispositif de contrôle-commande (30), le deuxième système de conduite autonome (50) étant inhibé jusqu'à ce que le dispositif d'identification (1) identifie univoquement le train (150) à guider le long de l'itinéraire prédéfini.
6. Trolley ferroviaire (100) selon une ou plusieurs des revendications précédentes, dans lequel le ou les premier(s) capteur(s) (10) comporte(nt) au moins un capteur infrarouge (11).
7. Trolley ferroviaire (100) selon la revendication dans lequel les premiers capteurs (10) comportent, en outre, au moins un capteur supplémentaire sélectionné dans le groupe incluant un sonar (12), un radar (13) et un lidar (14).
8. Trolley ferroviaire (100) selon la revendication 3, dans lequel le ou les deuxième(s) capteur(s) (20) comporte(nt) au moins un capteur infrarouge (21) et avantageusement au moins un capteur supplémentaire sélectionné dans le groupe incluant un sonar (22), un radar (23) et un lidar (24).
9. Procédé (300) pour conduire des trains (150) sur un réseau ferroviaire, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins les étapes suivantes :
 - (301) : fournir un trolley ferroviaire (100) selon une ou plusieurs des revendications précédentes ;
 - (305) : associer univoquement le trolley ferroviaire (100) fourni à un train (150) qui doit être guidé le long d'un itinéraire ferroviaire prédéfini

sur le réseau ferroviaire ;

- (310) : guider à distance, avec ledit trolley ferroviaire (100) fourni, le train (150) associé le long de l'itinéraire prédéfini.

10. Procédé (300) pour conduire des trains (150) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'étape (310) de guidage à distance comporte le fait de régler dynamiquement une distance (D) entre le trolley ferroviaire (100) fourni et le train (150) guidé, en fonction d'un ou plusieurs paramètre(s) relatif(s) à au moins le train à guider, à l'itinéraire prédéfini et/ou au trolley ferroviaire (100) fourni.

Patentansprüche

1. Eisenbahnwagen (100) zum Führen von Zügen (150) auf einem Eisenbahnnetz (200), wenigstens umfassend:

- einen oder mehrere erste(n) Sensor(en) (10) zum Überwachen einer Zone (A) während der Fortbewegung, welche vor dem Eisenbahnwagen (100) bezüglich der Fortbewegungsrichtung liegt;

- eine Steuer-Anweisungsvorrichtung (30), welche betriebsmäßig mit der Identifikationsvorrichtung (1) und dem/den ersten Sensor(en) (10) verbunden ist, wobei die Steuer-Anweisungsvorrichtung (30) dazu eingerichtet ist, auf Grundlage von wenigstens einem Signal, welches von dem/den ersten Sensor(en) empfangen wird, Anweisungssignale auszugeben, welche in der Lage sind, aus der Ferne die Fortbewegung des Zuges (150) zu steuern, welcher durch die Identifikationsvorrichtung identifiziert wird, entlang der vordefinierten Strecke;

- eine Kommunikationsvorrichtung (40), welche betriebsmäßig mit der Steuer-Anweisungsvorrichtung (30) verbunden ist und dazu eingerichtet ist, die Anweisungssignale zu einem Steuersystem (153) des Zuges (150) zu schicken, welcher entlang der vordefinierten Strecke geführt wird;

wobei der Eisenbahnwagen (100) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** er ferner umfasst:

- eine Identifikationsvorrichtung (1) zum eindeutigen Identifizieren eines Zuges (150), welcher entlang einer vordefinierten Strecke auf dem Eisenbahnnetz (200) zu führen ist.

2. Eisenbahnwagen (100) nach Anspruch 1, wobei die Steuer-Anweisungsvorrichtung (30) dazu eingerichtet ist, den Zug (150) bei einer Distanz (D) zu halten, welche dynamisch als Funktion von einem oder

mehreren Parameter(n) bezüglich wenigstens des Zuges (150), der vordefinierten Strecke und/oder des Eisenbahnwagens (100) regelbar ist.

3. Eisenbahnwagen (100) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen oder mehrere zweite(n) Sensor(en) (20) zum Überwachen einer Zone (B) während der Fortbewegung umfasst, welche hinter dem Eisenbahnwagen (100) bezüglich der Fortbewegungsrichtung liegt, wobei die Steuer-Anweisungsvorrichtung (30) betriebsmäßig mit dem/den zweiten Sensor(en) (20) verbunden und dazu eingerichtet ist, die Anweisungssignale auszugeben, welche in der Lage sind, aus der Ferne die Fortbewegung des Zuges (150), welcher durch die Identifikationsvorrichtung identifiziert wird, entlang der vordefinierten Strecke ferner auf Grundlage von wenigstens einem von dem/den zweiten Sensor(en) empfangenen Signal zu steuern. 5 10 15
4. Eisenbahnwagen (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine autonome Versorgungseinheit (5) zum Versorgen des Wagens (100) in autonomer Weise während der Fortbewegung entlang der vordefinierten Strecke umfasst, wobei diese autonome Versorgungseinheit (5) vorzugsweise eine oder mehrere wiederaufladbare Batterie(n) umfasst. 20 25
5. Eisenbahnwagen (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er ein erstes manuelles Fahrsystem (45) mit Fahrer und ein zweites autonomes Fahrsystem (50) ohne Fahrer umfasst, welche betriebsmäßig mit der Steuer-Anweisungsvorrichtung (30) verbunden sind, wobei das zweite autonome Fahrsystem (50) gesperrt ist, bis die Identifikationsvorrichtung (1) den entlang der vordefinierten Strecke zu führenden Zug (150) eindeutig identifiziert. 30 35 40 45
6. Eisenbahnwagen (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der oder die erste(n) Sensor(en) (10) wenigstens einen Infrarot-Sensor (11) umfasst/umfassen. 50
7. Eisenbahnwagen (100) nach Anspruch 6, wobei die ersten Sensoren (10) ferner wenigstens einen ergänzenden Sensor umfassen, welcher ausgewählt ist aus der Gruppe, umfassend einen Sonar (12), einen Radar (13) und einen Lidar (14). 55
8. Eisenbahnwagen (100) nach Anspruch 3, wobei der oder die zweite(n) Sensor(en) (20) wenigstens einen Infrarot-Sensor (21) umfasst/umfassen sowie vorteilhafterweise wenigstens einen ergänzenden Sensor, ausgewählt aus der Gruppe, umfassend einen Sonar (22), einen Radar (23) und einen Lidar (24).

9. Verfahren (300) zum Führen von Zügen (150) auf einem Eisenbahnnetz, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens die folgenden Schritte umfasst:

- (301): Bereitstellen eines Eisenbahnwagens (100) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche;
- (305): eindeutiges Zuordnen des bereitgestellten Eisenbahnwagens (100) zu einem Zug (150), welcher entlang einer vordefinierten Eisenbahnstrecke auf dem Eisenbahnnetz geführt werden muss;
- (310): Führen des zugeordneten Zuges (150) mit dem bereitgestellten Eisenbahnwagen (100) aus der Ferne entlang der vordefinierten Strecke.

10. Verfahren (300) zum Führen von Zügen (150) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt (310) des Führens aus der Ferne den Vorgang eines dynamischen Regelns einer Distanz (D) zwischen dem bereitgestellten Eisenbahnwagen (100) und dem geführten Zug (150) als Funktion von einem oder mehreren Parameter(n) bezüglich wenigstens des zu führenden Zuges, der vordefinierten Strecke und/oder des bereitgestellten Eisenbahnwagens (100) umfasst.

Claims

1. A railway trolley (100) for guiding trains (150) on a rail network (200), including at least:

- one or more first sensor(s) (10) for monitoring, during travel, a zone (A) located in front of the railway trolley (100) with respect to the direction of travel;
- a control-command device (30) that is operatively connected to the identification device (1) and to the first sensor(s) (10), the control-command device (30) being configured to emit, based on at least one signal received from one of the first sensor(s), command signals capable of remotely controlling travel of the train (150) identified by the identification device, along said predefined route;
- a communication device (40) that is operatively connected to the control-command device (30) and that is configured to send the command signals to a system (153) for controlling the train (150) guided along said predefined route;

the railway trolley (100) being **characterised in that** it further includes:

- an identification device (1) for univocally identifying a train (150) to be guided along a pre-

defined route on the rail network (200).

2. The railway trolley (100) according to claim 1, where-
in the control-command device (30) is configured to
hold the train (150) at a dynamically adjustable dis-
tance (D) according to one or more parameters
relating to at least said train (150), the predefined
route and/or the railway trolley (100). 5
3. The railway trolley (100) according to one of claims 1
or 2, **characterised in that** it comprises one or more
second sensor(s) (20) for monitoring, during travel, a
zone (B) located behind the railway trolley (100) with
respect to the direction of travel, the control-com-
mand device (30) being operationally connected to
the second sensor(s) (20) and configured to emit the
command signals capable of remotely controlling
travel of the train (150) identified by the identification
device, along said predefined route, further based on
at least one signal received from one of the second
sensor(s). 10 15 20
4. The railway trolley (100) according to one or more of
the preceding claims, **characterised in that** it in-
cludes an autonomous power supply unit (5) for
autonomously powering the trolley (100) during tra-
vel along the predefined route, this autonomous
power supply unit (5) preferably including one or
more rechargeable battery(ies). 25 30
5. The railway trolley (100) according to one or more of
the preceding claims, **characterised in that** it in-
cludes a first manual driving system (45) with a driver
and a second autonomous driving system (50) with-
out a driver that are operatively connected to the
control-command device (30), the second autono-
mous driving system (50) being inhibited until the
identification device (1) univocally identifies the train
(150) to be guided along the predefined route. 35 40
6. The railway trolley (100) according to one or more of
the preceding claims, wherein the first sensor(s) (10)
include(s) at least one infrared sensor (11). 45
7. The railway trolley (100) according to claim 6, where-
in the first sensors (10) further include at least one
additional sensor selected from the group including a
sonar (12), a radar (13), and a lidar (14). 50
8. The railway trolley (100) according to claim 3, where-
in the second sensor(s) (20) include(s) at least one
infrared sensor (21) and advantageously at least one
additional sensor selected from the group including a
sonar (22), a radar (23) and a lidar (24). 55
9. A method (300) for driving trains (150) on a rail
network, **characterised in that** it includes at least
the following steps of:

- (301): providing a railway trolley (100) accord-
ing to one or more of the preceding claims;
- (305): univocally associating the railway trolley
(100) provided with a train (150) to be guided
along a predefined railway route on the rail net-
work;
- (310): remotely guiding, with said railway trol-
ley (100) provided, the train (150) associated
along the predefined route.

10. The method (300) for driving trains (150) according
to claim 9, **characterised in that** the remote guide
step (310) includes dynamically adjusting a distance
(D) between the railway trolley (100) provided and
the train (150) guided, according to one or more
parameters relating to at least the train to be guided,
the predefined route and/or the railway trolley (100)
provided.

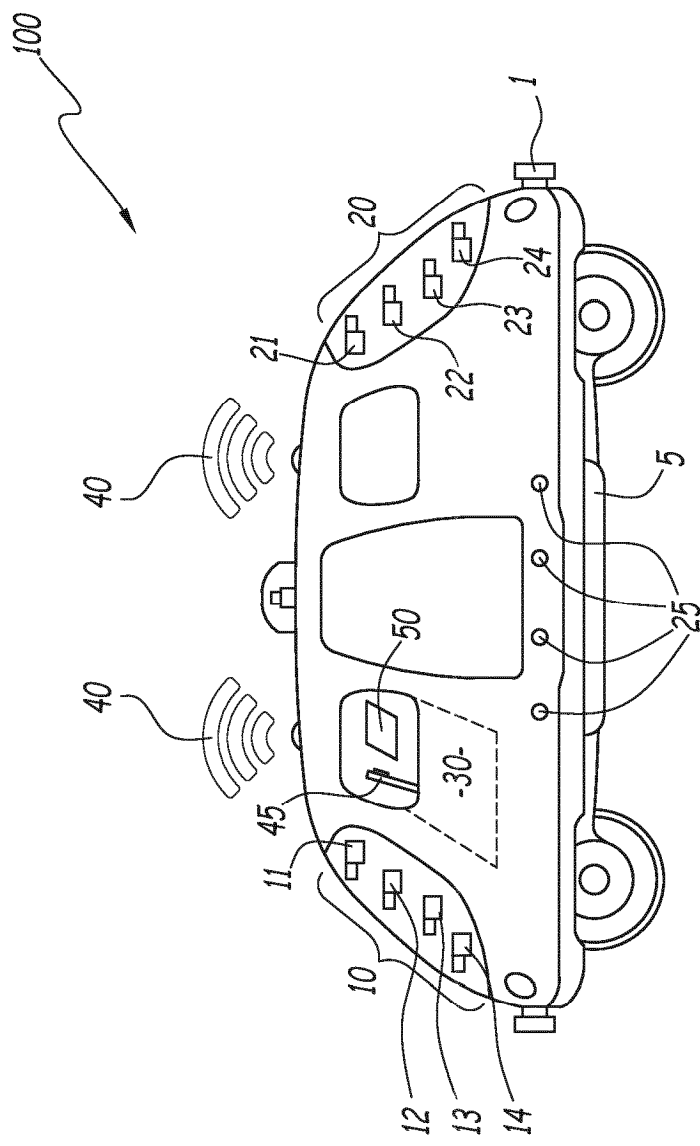


FIG.1

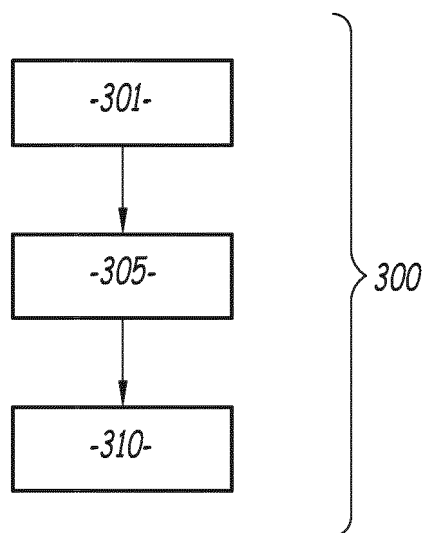


FIG.2

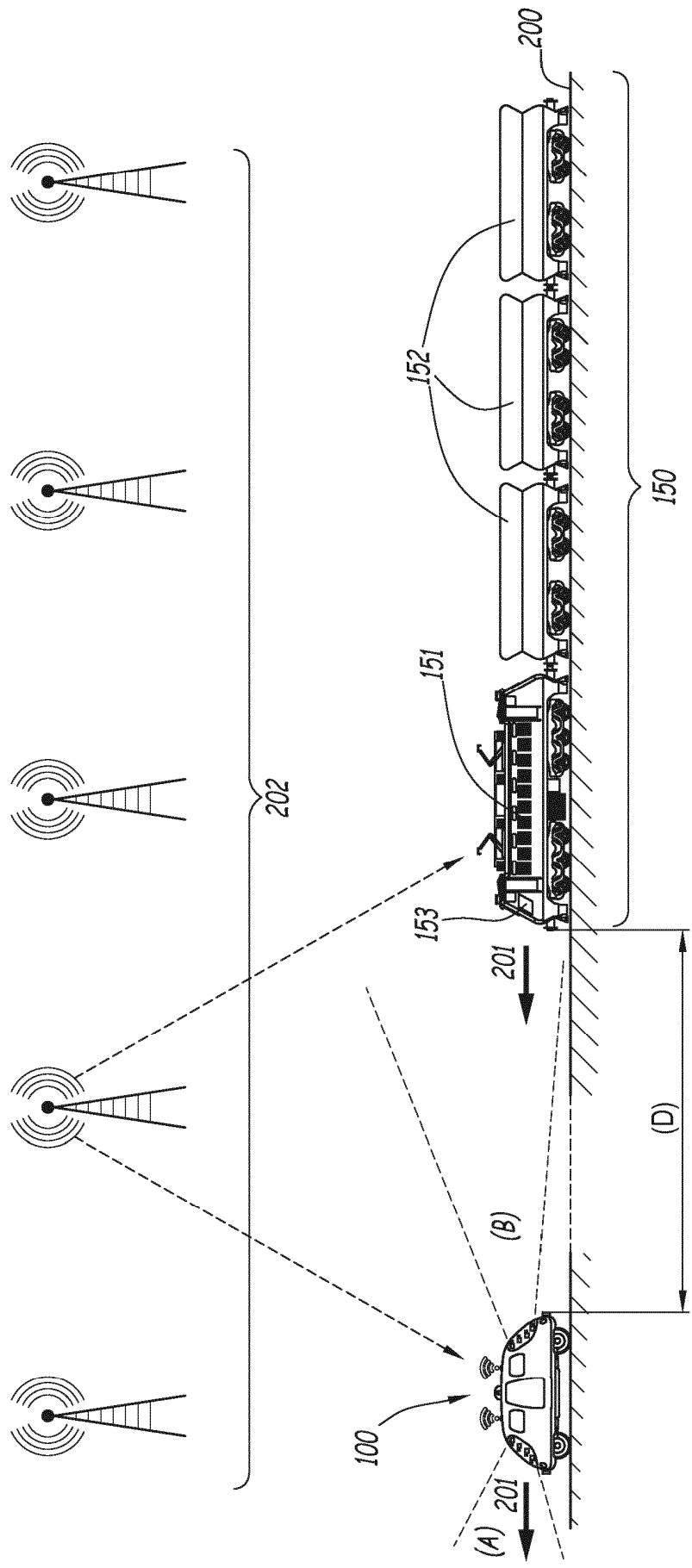


FIG.3

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

- WO 2008017821 A [0010]
- US 5786750 A [0011]
- US 5429329 A [0012]