



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.06.2019 Bulletin 2019/26

(51) Int Cl.:
B61L 15/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18214188.7**

(22) Date de dépôt: **19.12.2018**

(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

(71) Demandeur: **ALSTOM Transport Technologies
93400 Saint-Ouen (FR)**

(72) Inventeur: **ZOLETTO, Francesco
40128 BOLOGNA (IT)**

(74) Mandataire: **Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(30) Priorité: **20.12.2017 FR 1762658**

(54) **VÉHICULE FERROVIAIRE, SYSTÈME FERROVIAIRE ET PROCÉDÉ DE COMPOSITION DE VÉHICULE FERROVIAIRE ASSOCIÉS**

(57) La présente invention concerne un véhicule ferroviaire (12) comportant :
- une pluralité de voitures (13) dont une voiture de tête (16) et un ensemble de voitures à guider (18) dont une voiture de queue (20),
- un système de contrôle (15) de l'intégrité du véhicule ferroviaire (12) comprenant :
+ un émetteur (26) situé à bord de la voiture de queue (20) et configuré pour émettre un signal de contrôle ;
+ une unité de commande électronique (28) située à bord de la voiture de tête (16) et configurée pour recevoir le

signal de contrôle et commander l'arrêt du véhicule ferroviaire (12) en cas d'absence de réception du signal de contrôle ;
+ un réseau de communication (29) pour acheminer le signal de contrôle ;

Le signal de contrôle est constitué par un signal chiffré comprenant un code d'identification, l'unité de commande électronique (28) étant configurée pour déchiffrer le signal de contrôle.

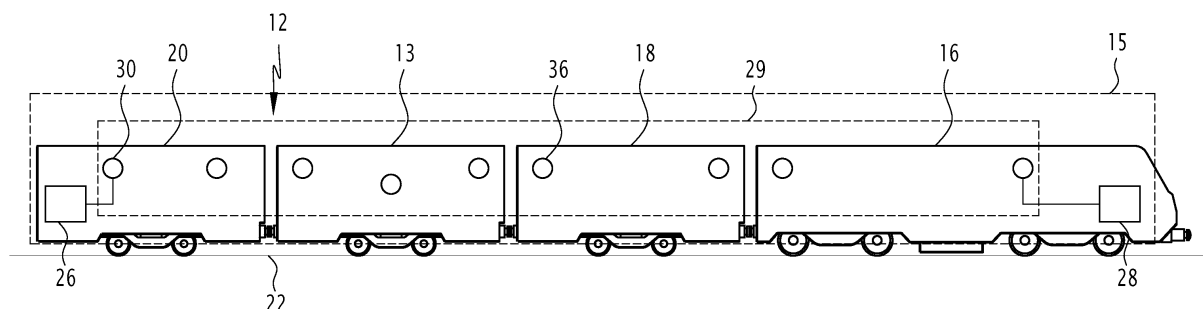


FIG.2

Description

[0001] La présente invention concerne un véhicule ferroviaire comprenant une pluralité de voitures dont une voiture de tête définissant une extrémité de tête du véhicule ferroviaire, et un ensemble de voitures à guider reliées à la voiture de tête, l'ensemble de voitures à guider comprenant une voiture de queue située à une extrémité de queue du véhicule ferroviaire opposée à l'extrémité de tête, et un premier système de contrôle de l'intégrité du véhicule ferroviaire pour contrôler l'attachement de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider à la voiture de tête, le premier système de contrôle comprenant un émetteur configuré pour émettre un signal de contrôle, l'émetteur étant situé à bord de la voiture de queue ; une unité de commande électronique configurée pour recevoir le signal de contrôle et commander l'arrêt du véhicule ferroviaire en cas d'absence de réception du signal de contrôle, l'unité de commande électronique étant située à bord de la voiture de tête; et un réseau de communication pour acheminer le signal de contrôle jusqu'à l'unité de commande électronique, ledit réseau de communication comprenant une pluralité de noeuds réseaux, dont au moins un à bord de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider, le réseau de communication étant configuré de sorte que le signal de contrôle transite par au moins un noeud réseau à bord de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider avant de parvenir à l'unité de commande électronique,

[0002] Le détachement d'une voiture du reste du véhicule ferroviaire peut avoir des conséquences importantes et entraîner des accidents graves. Le contrôle de l'intégrité du véhicule ferroviaire est donc un élément déterminant pour la sécurité ferroviaire. Ce contrôle d'intégrité du véhicule ferroviaire consiste à contrôler l'attachement mécanique des voitures constitutives du véhicule ferroviaire à la voiture de tête.

[0003] Ainsi, il est connu de contrôler l'intégrité du véhicule ferroviaire en temps réel et d'arrêter immédiatement le véhicule ferroviaire en cas de détection d'une rupture de son intégrité. L'arrêt immédiat permet de prévenir ainsi les accidents.

[0004] Un tel contrôle de l'intégrité d'un véhicule ferroviaire est décrit par exemple dans EP 1 465 358. Dans ce document, toutes les voitures d'un véhicule ferroviaire sont équipées de plusieurs noeuds réseaux aptes à émettre ou réceptionner un signal de contrôle. Un tel signal de contrôle est transmis en continu à travers le réseau formé par tous les noeuds réseaux. La rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire est détectée par l'absence de réception de signal par un des noeuds réseaux. L'arrêt du véhicule ferroviaire est alors déclenché.

[0005] Une telle solution ne permet toutefois pas de se protéger d'interférences avec d'autres véhicules ferroviaires circulant à côté dudit véhicule ferroviaire, ni contre d'éventuelles attaques informatiques contre ledit réseau. De plus, cette solution ne permet pas un accouplage rapide des différentes voitures composant le véhi-

cule ferroviaire, la connexion de chaque module dans le réseau étant longue et compliquée.

[0006] Un but de l'invention est de renforcer la sécurité du système de contrôle d'intégrité d'un véhicule ferroviaire, notamment de manière à éviter les interférences extérieures et les attaques informatiques. D'autres objectifs consistent à minimiser le coût d'un tel système, et à permettre un accouplage aisé et rapide des voitures dudit véhicule ferroviaire.

[0007] A cet effet, l'invention a pour objet un véhicule ferroviaire, du type précité, dans lequel le signal de contrôle est constitué par un signal chiffré comprenant un code d'identification, l'unité de commande électronique étant configurée pour déchiffrer le signal de contrôle de manière à obtenir le code d'identification

[0008] Suivant des modes particuliers de réalisation, le véhicule ferroviaire comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- le véhicule ferroviaire comprend également un deuxième système de contrôle dont la composition est similaire à celle du premier système de contrôle mais pour lequel l'émetteur correspondant est situé à bord de la voiture de tête et l'unité de commande électronique correspondante est située à bord de la voiture de queue ;
- les noeuds réseaux sont adaptés pour transmettre le signal de contrôle sans le déchiffrer ;
- les noeuds réseaux comprennent des noeuds aérien, dont au moins un à bord de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider, chaque noeud aérien étant doté d'un module de communication sans fil et étant adapté pour dialoguer par voie aérienne avec le ou chaque autre noeud aérien se trouvant à l'intérieur d'un périmètre prédéterminé ;
- pour chaque matériel roulant, au moins un noeud aérien est situé à chaque interface avec un autre matériel roulant ;
- le périmètre prédéterminé est inférieur à la longueur du matériel roulant, de préférence inférieur à 30 m ;
- le module de communication sans fil est compatible avec le protocole Zigbee ou WiFi ou le standard Bluetooth ;
- chaque noeud aérien est configuré pour communiquer avec un terminal mobile d'un opérateur ;
- un code d'identification est associé de manière unique à l'émetteur ;
- au moins un élément parmi l'émetteur, l'unité de commande électronique et les noeuds réseaux est alimenté électriquement de manière autonome par au moins une cellule photovoltaïque et/ou au moins une source d'énergie par vibrations ;
- le véhicule ferroviaire comprend une pluralité d'accéléromètres, chaque noeud réseau étant relié à un accéléromètre ;
- chaque noeud réseau est configuré pour émettre sur le réseau de communication une mesure d'accélé-

ration mesurée par l'accéléromètre relié audit noeud réseau ; l'unité de commande électronique est configurée pour recevoir la mesure d'accélération mesurée par chaque noeud réseau, et pour comparer lesdites mesures d'accélération entre elles ; et l'unité de commande électronique est configurée pour émettre un signal d'alerte et/ou déclencher l'arrêt du véhicule ferroviaire dans le cas où au moins deux desdites mesures d'accélération présentent un écart supérieur à une valeur seuil prédéterminée ;

- l'unité de commande électronique est configurée pour émettre sur le réseau de communication une mesure d'accélération mesurée par au moins un accéléromètre situé dans la voiture de tête ; et chaque noeud réseau est configuré pour recevoir ladite mesure d'accélération et comparer cette mesure d'accélération à une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre relié audit noeud réseau.

[0009] L'invention a également pour objet un système ferroviaire comprenant :

- un véhicule de transport de marchandises, chaque noeud aérien dudit véhicule ferroviaire étant configuré pour émettre un identifiant unique associé ;
- un serveur informatique comprenant une base de données, la base de données contenant des informations relatives à des marchandises transportées par le véhicule ferroviaire et, associé à chacune de ces informations, au moins un identifiant unique de noeud aérien ;
- une infrastructure ferroviaire configurée pour permettre la circulation du véhicule ferroviaire, l'infrastructure ferroviaire comprenant au moins une station radio configurée pour recevoir au moins un identifiant unique transmis par au moins un noeud aérien et envoyer un signal d'information comprenant l'au moins un identifiant unique au serveur informatique, le serveur informatique étant apte à déduire de l'identifiant unique la position des marchandises dans l'infrastructure ferroviaire par comparaison avec la base de données.

[0010] L'invention a également pour objet un procédé de composition de véhicule ferroviaire comprenant les étapes suivantes :

- juxtaposition d'une voiture à guider à la voiture de tête ou à une voiture liée à la voiture de tête ;
- liaison mécanique de la voiture à guider à la voiture de tête ou à la voiture liée à la voiture de tête ;
- connexion de chaque noeud aérien de la voiture à guider au réseau de communication par un opérateur au moyen d'un terminal mobile.

[0011] L'invention a également pour objet un procédé de composition de véhicule ferroviaire comportant les étapes suivantes :

- juxtaposition d'une voiture à guider à la voiture de tête ou à une voiture liée à la voiture de tête ;
- liaison mécanique de la voiture à guider à la voiture de tête ou à la voiture liée à la voiture de tête ;
- émission, par l'unité de commande électronique, d'une mesure d'accélération mesurée par au moins un accéléromètre situé dans la voiture de tête ;
- réception, par les noeuds réseaux de la voiture à guider, de ladite mesure de l'accélération émise par l'unité de commande électronique ;
- pour chaque noeud réseau de la voiture à guider, comparaison de ladite mesure d'accélération émise par l'unité de commande électronique à une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre relié audit noeud réseau, et
- lorsque ladite mesure de l'accélération émise par l'unité de commande électronique est sensiblement égale à ladite mesure de l'accélération mesurée par l'accéléromètre relié audit noeud réseau, connexion dudit noeud réseau au réseau de communication.

[0012] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue de dessus d'un système ferroviaire selon l'invention ;
- la Figure 2 est une vue schématique de côté d'un véhicule ferroviaire du système ferroviaire de la Figure 1 ;
- la Figure 3 est une vue schématique de côté d'une voiture équipant le véhicule ferroviaire de la Figure 2.

[0013] Le système ferroviaire 10 illustré sur la Figure 1 comprend un serveur informatique 11, un véhicule ferroviaire 12 et une infrastructure ferroviaire 14.

[0014] Le serveur informatique 11 comprend une base de données.

[0015] Le véhicule ferroviaire 12 comporte une pluralité de voitures 13 et un système 15 de contrôle de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12.

[0016] Les voitures 13 sont composées d'une voiture de tête 16 définissant une extrémité de tête du véhicule ferroviaire 12 et d'au moins une, ici une pluralité, de voitures à guider 18, dont une voiture de queue 20 située à une extrémité de queue du véhicule ferroviaire 12. Avantagusement, le véhicule ferroviaire est un train de marchandises. La voiture de tête 16 est alors constituée par une locomotive et chaque voiture à guider 18 est constituée par un wagon.

[0017] Dans un mode de réalisation avantageux, le véhicule ferroviaire 12 est configuré pour circuler dans les deux sens. La voiture de queue 20 est alors également une locomotive apte à remorquer les autres voitures 13 constitutives du véhicule ferroviaire 12.

[0018] L'infrastructure ferroviaire 14 comprend des rails 22 et des stations radios 24. Les stations radios 24

sont situées sur le côté des rails 22.

[0019] Le véhicule ferroviaire 12 est situé sur les rails 22 et est apte à circuler sur les rails 22.

[0020] En référence à la Figure 2, le système de contrôle 15 est configuré pour contrôler l'attachement de la ou de chaque voiture à guider 18, dont la voiture de queue 20, à la voiture de tête 16. A cet effet, le système de contrôle 15 comporte un émetteur 26, une unité de commande électronique 28 et un réseau de communication 29.

[0021] L'émetteur 26 est situé dans la voiture de queue 20. Il est configuré pour émettre un signal de contrôle.

[0022] Le signal de contrôle est avantageusement chiffré.

[0023] L'unité de commande électronique 28 est située dans la voiture de tête 16.

[0024] L'unité de commande électronique 28 est avantageusement un équipement autonome qui s'interface avec des équipements de contrôle et de signalisation du véhicule ferroviaire 12.

[0025] En variante, l'unité de commande électronique 28 est intégrée directement dans les équipements de contrôle et/ou de signalisation du véhicule ferroviaire 12.

[0026] Selon une autre variante, l'unité de commande électronique 28 est configurée pour coopérer avec un dispositif de freinage du véhicule 12 et pour transmettre automatiquement des ordres de freinage au dispositif de freinage pour limiter les risques de rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12.

[0027] L'unité de commande électronique 28 est configurée pour recevoir le signal de contrôle et commander l'arrêt du véhicule ferroviaire 12 en cas d'absence de réception du signal de contrôle.

[0028] En variante, l'émetteur 26 est situé dans la voiture de tête 16 et l'unité de commande électronique 18 est située dans la voiture de queue 20.

[0029] Le réseau de communication 29 est apte à acheminer le signal de contrôle émis par l'émetteur 26 jusqu'à l'unité de commande électronique 28. A cet effet, il comprend une pluralité de noeuds réseaux 30. Chaque voiture 13 comprend au moins un de ces noeuds réseaux 30 et le réseau de communication 29 est configuré de sorte que le signal de contrôle transite par au moins un noeud réseau 30 à bord de chaque voiture 13 avant de parvenir à l'unité de commande électronique 28.

[0030] Chaque voiture 13 compte avantageusement une multitude de noeuds réseaux 30 permettant une redondance des noeuds réseaux 30. Ainsi, en cas de défaillance d'un noeud réseau 30, le réseau de communication 29 est toujours apte à acheminer le signal de contrôle.

[0031] Avantageusement, les noeuds réseaux 30 sont adaptés pour transmettre le signal de contrôle émis par l'émetteur 26 sans le déchiffrer ni le modifier, les noeuds réseaux 30 ne comprenant pas d'algorithme de déchiffrement du signal de contrôle.

[0032] Les noeuds réseaux 30 peuvent ainsi être formés par des noeuds simples et standardisés, ne nécessitant pas de dispositifs de chiffrement et de déchiffrement.

Les noeuds réseaux 30 ne nécessitent également pas d'un système de sécurité informatique, le signal de contrôle transitant de manière chiffré dans chaque noeud réseau 30. Le coût d'approvisionnement et d'installation des noeuds réseaux 30 est donc faible. De plus, les noeuds réseaux 30 étant standardisés, une grande flexibilité dans la composition des véhicules ferroviaires 12 est possible.

[0033] Avantageusement, l'émetteur 26, l'unité de commande 28 et les noeuds réseaux 30 sont alimentés électriquement de manière autonome. Le réseau de communication 29 ne dépend alors pas de l'alimentation électrique du véhicule ferroviaire 12, ce qui rend le réseau de communication 29 plus robuste. L'ajout d'un tel système de contrôle 15 à un véhicule ferroviaire 12 non équipé est également ainsi simplifié.

[0034] A cet effet, chaque voiture 13 contient avantageusement, comme illustré sur la Figure 3, au moins une cellule photovoltaïque 32 apte à alimenter électriquement les éléments qui, parmi l'émetteur 26, l'unité de commande 28 et les noeuds réseaux 30, sont à bord de ladite voiture 13.

[0035] En variante ou en option, chaque voiture 13 contient au moins une source d'énergie par vibrations 34 apte à alimenter électriquement les éléments qui, parmi l'émetteur 26, l'unité de commande 28 et les noeuds réseaux 30, sont à bord de ladite voiture 13. La source d'énergie par vibrations 34 transforme l'énergie des vibrations de la voiture 13 en énergie électrique. La source d'énergie par vibrations 34 est par exemple un transducteur piézoélectrique.

[0036] Les noeuds réseaux 30 comprennent avantageusement des noeuds aériens 36. Chaque voiture 13 comprend au moins un noeud aérien 36. Chaque noeud aérien 36 est doté d'un module de communication sans fil et est adapté pour dialoguer par voie aérienne avec le ou chaque noeud aérien 36 se trouvant à l'intérieur d'un périmètre prédéterminé. L'utilisation d'un système GPS entre les noeuds réseaux 30 et au moins un satellite n'est pas donc nécessaire, les noeuds aériens 36 communiquant directement entre eux. La connexion des noeuds réseaux 30 est donc assurée en permanence, y compris lors d'un passage du véhicule ferroviaire 12 dans un tunnel par exemple.

[0037] Dans un mode réalisation avantageux, le périmètre prédéterminé a globalement une forme sphérique centrée sur le noeud aérien 36 et de rayon avantageusement inférieur à 30 m.

[0038] En variante, le périmètre prédéterminé a globalement une forme ellipsoïdale orientée selon la direction du véhicule ferroviaire 12 et/ou une forme ellipsoïdale orientée orthogonalement à la direction du véhicule ferroviaire 12.

[0039] Avantageusement, pour chaque voiture 13, au moins un noeud aérien 36, de préférence un seul noeud aérien 36 est situé à chaque interface avec une autre voiture 13.

[0040] Avantageusement, le module de communication sans fil de chaque noeud aérien 36 est compatible avec le protocole Zigbee ou WiFi ou le standard Bluetooth.

[0041] Chaque noeud aérien 36 est configuré pour communiquer avec un terminal mobile d'un opérateur. Le terminal mobile est par exemple un téléphone portable ou une tablette numérique.

[0042] Chaque noeud aérien 36 est apte à se connecter ou se déconnecter du réseau de communication 29 par commande de l'opérateur au moyen dudit terminal mobile.

[0043] Le terminal mobile de l'opérateur est apte à afficher l'état du réseau de communication 29 permettant ainsi de diagnostiquer un noeud réseau 30 défectueux.

[0044] Chaque noeud aérien 36 est associé à un identifiant unique associé et est configuré pour émettre l'identifiant unique par voie aérienne.

[0045] Le véhicule ferroviaire 12 comporte avantageusement une interface homme-machine portée, par exemple, par l'unité de commande électronique 28. L'état de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 est communiqué au conducteur du véhicule ferroviaire 12 ou à un opérateur au moyen de l'interface homme-machine.

[0046] Le signal de contrôle est constitué par un signal chiffré comprenant un code d'identification. L'unité de commande électronique 28 est configurée pour déchiffrer le signal de contrôle de manière à obtenir le code d'identification.

[0047] Ainsi, le chiffrement du signal de contrôle permet au réseau de communication 29 d'être protégé contre les attaques extérieures. Le signal de contrôle émis par l'émetteur 26 ne peut pas être lu par une personne tierce se connectant sur le réseau de communication 29. La personne tierce ne peut donc pas récupérer le code d'identification et falsifier le signal de contrôle.

[0048] Dans un mode réalisation avantageux, le signal de contrôle est chiffré par un code tournant dans lequel la clef de chiffrement échangée entre l'émetteur 26 et l'unité de commande électronique 28 réceptrice du signal n'est pas unique mais change à chaque émission d'un nouveau signal de contrôle. Cette technique de chiffrement empêche toute tentative d'attaque par jeu. En effet, en cas d'enregistrement et de répétition du signal de contrôle sur le réseau de communication 29 par un utilisateur extérieur, l'unité de commande électronique 28 détecte la mauvaise clef de chiffrement et ne considère pas le signal reçu.

[0049] Avantageusement le code d'identification est associé de manière unique à l'émetteur 26.

[0050] Ainsi, le réseau de communication 29 du véhicule ferroviaire 12 ne peut pas interférer avec un véhicule ferroviaire 12 additionnel situé à proximité dudit véhicule ferroviaire 12. En effet, même si les noeuds réseau 30 du véhicule ferroviaire 12 et du véhicule ferroviaire 12 additionnel sont aptes à se connecter entre eux et à transmettre les signaux de contrôle respectifs à l'autre véhicule ferroviaire 12, en cas de réception du signal de con-

trôle du véhicule ferroviaire 12 additionnel par un des noeuds aériens 36 dudit véhicule ferroviaire 12, l'unité de commande électronique 28 détecte le mauvais code d'identification et ne considère pas le signal de contrôle reçu comme valide.

[0051] Avantageusement, le véhicule ferroviaire 12 comprend une pluralité d'accéléromètres 38 dispersés avantageusement entre les voitures 13 de sorte que chaque voiture 13 soit équipée d'au moins un accéléromètre 38. Chaque noeud réseau 30 est relié à un accéléromètre 38, ledit accéléromètre 38 étant de préférence embarqué à bord de la même voiture 13 que le noeud réseau 30.

[0052] Les accéléromètres 38 sont configurés pour fonctionner durant la phase d'accouplage des différentes voitures 13 ainsi que pendant la circulation du véhicule ferroviaire 12 sur les rails 22.

[0053] Chaque noeud réseau 30 est configuré pour émettre sur le réseau de communication 29 une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 relié audit noeud réseau 30.

[0054] La mesure d'accélération est constituée par une mesure instantanée d'une valeur d'accélération ou par un profil d'accélération sur une période de temps donnée.

[0055] Avantageusement, l'unité de commande électronique 28 est configurée pour recevoir directement la mesure d'accélération émise par chaque accéléromètre 38.

[0056] En variante, l'émetteur 26 est configuré pour recevoir la mesure d'accélération émise par chaque noeud réseau 30. L'émetteur 26 est également configuré pour inclure cette mesure d'accélération dans le signal de contrôle. L'unité de commande électronique 28 est alors configurée pour récupérer, à partir du signal de contrôle, la mesure d'accélération mesurée par chaque noeud réseau 30.

[0057] L'unité de commande 28 est également configurée pour comparer lesdites mesures d'accélération entre elles.

[0058] L'unité de commande électronique 28 est ainsi apte à détecter une rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 dans le cas où au moins deux desdites mesures d'accélération mesurées par au moins deux noeuds réseaux 30 divergent significativement. On considère notamment que deux mesures d'accélération divergent lorsque l'écart entre deux mesures d'accélération est supérieur à un seuil prédéterminé, par exemple égal à 10% de la plus grande des deux valeurs d'accélération mesurées. L'unité de commande électronique 28 est également configurée pour émettre un signal d'alerte et/ou pour déclencher l'arrêt du véhicule ferroviaire 12 lorsqu'une telle rupture d'intégrité est détectée. Avantageusement, l'unité de commande électronique 28 est propre à transmettre le signal d'alerte à un central de contrôle du trafic ferroviaire sur les rails 22, qui est alors propre à prendre des mesures de sécurité appropriées, telles que l'arrêt de la circulation de véhicule sur les rails 22 de l'infrastructure.

[0059] La détection de la rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 se fait ainsi très rapidement et donc permet une sécurité ferroviaire renforcée.

[0060] L'unité de commande électronique 28 est configurée pour émettre sur le réseau de communication 29 une mesure d'accélération mesurée par au moins un accéléromètre 38 situé dans la voiture de tête 16.

[0061] Chaque noeud réseau 30 est configuré pour recevoir ladite mesure d'accélération émise par l'unité de commande électronique 28.

[0062] Chaque noeud réseau 30 est également configuré pour comparer ladite mesure d'accélération émise par l'unité de commande électronique 28 à la mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 relié audit noeud réseau 30.

[0063] Chaque noeud réseau 30 est apte à se connecter au réseau de communication 29 si la mesure d'accélération émise par l'unité de commande électronique 28 est compatible avec la mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 associé au noeud réseau 30.

[0064] Selon une variante préférée de l'invention, le véhicule ferroviaire 12 est un train de transport de marchandises.

[0065] La base de données du serveur informatique 11 contient alors des informations relatives à des marchandises transportées, lesdites informations étant chacune associée à au moins un identifiant unique d'un noeud aérien 36 du véhicule ferroviaire 12.

[0066] Chaque station radio 24 située sur le côté des rails 22 est par ailleurs configurée pour recevoir l'identifiant unique émis par au moins un noeud aérien 36 du véhicule ferroviaire 12 lorsque la station radio 24 se trouve dans le périmètre prédéterminé de l'au moins un noeud aérien 36.

[0067] La station radio 24 est également configurée pour, lorsqu'elle a reçu un tel identifiant unique, envoyer au serveur informatique 11 un signal d'information comprenant cet identifiant unique.

[0068] Le serveur informatique 11 est alors apte à déduire de ce signal d'information, par comparaison du ou de chaque identifiant unique compris dans ce signal avec la base de données, la position de marchandises dans l'infrastructure ferroviaire 14.

[0069] Un premier procédé de composition du véhicule ferroviaire 12 va maintenant être décrit.

[0070] Cette composition comprend deux étapes : la création du réseau de communication 29 à partir des différents noeuds réseaux 30 puis le couplage de l'émetteur 26 et de l'unité de commande électronique 28.

[0071] La création du réseau de communication 29 se déroule de la manière suivante.

[0072] Initialement, une voiture de tête 16 est située sur les rails 22.

[0073] Un opérateur crée un réseau de communication regroupant l'unité de commande électronique 28 et les noeuds aérien 36 de la voiture de tête 16 au moyen d'une application dédiée installée sur son terminal mobile.

[0074] Avantageusement, l'opérateur associe à ce ré-

seau de communication un identifiant unique qu'il communique à tous les noeuds du réseau.

[0075] Une voiture à guider 18 est alors juxtaposée à la voiture de tête 16.

5 **[0076]** La voiture à guider 18 est ensuite liée mécaniquement à la voiture de tête 16.

10 **[0077]** Puis l'opérateur équipé d'un terminal mobile se place à proximité de la voiture à guider 18. Lorsque l'opérateur se situe dans le périmètre prédéterminé d'un noeud aérien 36 de la voiture à guider 18, l'opérateur se connecte au noeud aérien 36 au moyen du terminal mobile. L'opérateur reçoit du noeud aérien 36 son identifiant unique associé et un numéro d'identification associé à la voiture 13 comprenant ledit noeud aérien 36. Si les informations reçues par l'opérateur sont cohérentes, il connecte ledit noeud aérien 36 au réseau de communication de la voiture de tête 16 au moyen du terminal mobile et lui communique d'identifiant unique associé audit réseau de communication.

20 **[0078]** Ensuite, une nouvelle voiture à guider 18 est juxtaposée à la voiture à guider 18 précédemment rattachée. Elle est alors liée mécaniquement à la voiture de tête 16 par l'intermédiaire de la voiture à guider 18 précédemment rattachée, puis ses noeuds aériens 36 sont connectés au réseau de communication précédemment évoqué au moyen du procédé décrit ci-dessus.

25 **[0079]** Cette étape est répétée pour un nombre quelconque de voitures à guider 18, jusqu'à rattacher une voiture de queue 20. Le réseau de communication ainsi obtenu par l'adjonction des noeuds aériens 36 des différentes voitures 16, 18, 20 constitue le réseau de communication 29.

30 **[0080]** Tous les noeuds aérien 36 du réseau de communication 29 sont ainsi connectés et peuvent communiquer entre eux. Avantageusement, chaque noeud aérien 36 ajoute l'identifiant du réseau de communication 29 dans les signaux que le noeud aérien 36 émet sur le réseau. Chaque noeud aérien 36 reçoit les signaux émis par d'autres noeuds aérien 36 mais ne transmet le signal reçu au reste du réseau de communication 29 que si l'identifiant lu dans le signal correspond à l'identifiant unique associé audit réseau de communication 29.

35 **[0081]** Une fois la voiture de queue 20 rattachée, l'émetteur 26 de ladite voiture de queue 20 est couplé à l'unité de commande électronique 28 afin que l'unité de commande électronique 28 identifie le code d'identification de l'émetteur 26 et l'associe à l'émetteur 26. Cette étape constitue le couplage de l'émetteur 26 et de l'unité de commande électronique 28.

40 **[0082]** Pour ce faire, l'opérateur réalise par exemple le couplage de l'émetteur 26 et de l'unité de commande électronique 28 en branchant l'émetteur 26 directement sur l'unité de commande électronique 28. Une fois le couplage de l'émetteur 26 et de l'unité de commande électronique 28 établi, l'émetteur 26 est débranché de l'unité de commande électronique 28 et positionné dans la voiture de queue 20. Avantageusement, l'émetteur 26 est fixé physiquement sur un noeud réseau 30 de la voiture

de queue 20.

[0083] En variante, l'opérateur réalise le couplage de l'émetteur 26 et de l'unité de commande électronique 28 au moyen du terminal mobile, l'émetteur 26 restant situé dans la voiture de queue 20.

[0084] Selon une autre variante, l'unité de commande électronique 28 est configurée pour être couplée avec un seul émetteur 26 afin d'éviter des problèmes de sécurité dans le cas où des voitures supplémentaires sont ajoutées au véhicule et que l'émetteur 26 n'est pas supprimé.

[0085] La composition du véhicule ferroviaire 12 se fait donc de façon aisée, l'obtention du réseau de communication 29 se faisant rapidement au moyen d'un terminal mobile.

[0086] Un deuxième procédé de composition d'un véhicule ferroviaire 12 va maintenant être décrit.

[0087] Initialement, une voiture à guider 18 est juxtaposée à la voiture de tête 16.

[0088] La voiture à guider 18 est ensuite liée mécaniquement à la voiture de tête 16.

[0089] L'unité de commande électronique 28 émet sur le réseau de communication 29 la mesure d'accélération mesurée au moment de la liaison mécanique par au moins un accéléromètre 38 situé dans la voiture de tête 16.

[0090] La mesure d'accélération est une valeur instantanée ou un profil d'accélération sur une période de temps donnée.

[0091] Cette mesure d'accélération est diffusée par au moins un noeud aérien 36 de la voiture de tête 16 et est captée par au moins un noeud aérien 36 de la voiture à guider 18. Ce dernier noeud aérien 36 compare la mesure d'accélération ainsi reçue à la mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 associé audit noeud aérien 36 et se connecte au réseau de communication 29 si lesdites mesures d'accélération sont compatibles.

[0092] En variante, chaque accéléromètre 38 émet sur le réseau de communication 29 la mesure d'accélération mesurée au moment de la liaison mécanique.

[0093] Chaque noeud aérien 36 de la voiture à guider 18 se connecte au réseau de communication 29 si une des mesures d'accélération reçues est compatible avec la mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 lié au dit noeud aérien 36.

[0094] En variante, la connexion de chaque noeud aérien au réseau de communication 29 doit être validée/approuvée par l'opérateur avec son terminal.

[0095] Ensuite, une nouvelle voiture à guider 18 est juxtaposée à la voiture à guider 18 précédemment rattachée. Elle est alors liée mécaniquement à la voiture de tête 16 par l'intermédiaire de la voiture à guider 18 précédemment rattachée, puis ses noeuds aériens 36 sont connectés au réseau de communication 29 au moyen du procédé décrit ci-dessus.

[0096] Cette étape est répétée pour un nombre quelconque de voitures à guider 18, jusqu'à rattacher une voiture de queue 20.

[0097] Une fois la voiture de queue 20 rattachée, l'émetteur 26 de ladite voiture de queue 20 est couplé à l'unité de commande électronique 28 afin que l'unité de commande électronique 28 associe le code d'identification avec l'émetteur 26. Ce couplage se fait typiquement de manière similaire à ce qui a été décrit pour le premier procédé de composition.

[0098] La composition du véhicule ferroviaire 12 se fait ainsi de façon très simple, aucune action d'opérateur n'étant nécessaire afin d'obtenir le réseau de communication 29.

[0099] Un procédé de fonctionnement du système de contrôle de l'intégrité 15 va maintenant être décrit.

[0100] Initialement, le véhicule ferroviaire 12 circule sur les rails 22, l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 étant assurée.

[0101] L'émetteur 26 émet en continu un signal de contrôle chiffré comprenant un code d'identification unique associé à l'émetteur 26. Avantagusement, le code d'identification unique est modifié à chaque nouvelle transmission d'information par un algorithme à code tournant.

[0102] Le réseau de communication 29 achemine ce signal de contrôle jusqu'à l'unité de commande électronique 28, le signal de contrôle transitant par au moins un noeud réseau 30 de chaque voiture 13. L'unité de commande électronique 28 reçoit et déchiffre le signal de contrôle. L'unité de commande électronique 29 vérifie que le code d'identification unique reçu correspond à celui de l'émetteur 26 avec lequel l'unité de commande électronique 28 est couplé.

[0103] Optionnellement, chaque noeud réseau 30 émet dans le même temps sur le réseau de communication 29 une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 relié audit noeud réseau 30. L'unité de commande électronique 28 récupère la mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre 38 relié chaque noeud réseau 30 et compare lesdites mesures d'accélération entre elles.

[0104] Tant que l'unité de commande électronique 28 reçoit le code d'identification unique associé à l'émetteur 26 et tant que les mesures d'accélération restent compatibles, l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 est assurée.

[0105] En cas de rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12, la distance augmente entre les deux voitures 13 de chaque côté de l'interface rompue. Quand la distance entre les noeuds réseaux aériens 36 situés des deux côtés de l'interface rompue dépasse la longueur du rayon du périmètre prédéterminé, la transmission du signal de contrôle entre les deux noeuds réseaux aériens 36 est interrompue. L'unité de commande électronique 28 ne recevant plus le code d'identification unique de l'émetteur 26, elle en déduit la rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 et commande l'arrêt du véhicule ferroviaire 12.

[0106] La rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 a également pour conséquence que les mesures d'accélération d'au moins deux noeuds réseau 30 situés de

part et d'autres de l'interface rompue vont diverger. Cette divergence va être détectée par l'unité de commande électronique 28 lorsqu'elle compare ces deux mesures d'accélération, laquelle va là aussi en déduire la rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 et commander en conséquence l'arrêt du véhicule ferroviaire 12.

[0107] Cette comparaison des mesures d'accélération permet ainsi une détection plus rapide de la rupture d'intégrité qu'au moyen de la seule rupture de transmission du signal de contrôle. En outre, elle permet une redondance des moyens de contrôle de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12.

[0108] En variante, l'unité de commande électronique 28 émet seulement un signal d'alerte au moment de la détection de la rupture de l'intégrité du véhicule ferroviaire 12 par comparaison des mesures d'accélération. L'arrêt du véhicule ferroviaire 12 n'est alors déclenché qu'au moment de la détection de la rupture d'intégrité par l'absence de réception du code d'identification.

[0109] Grâce à l'invention décrite ci-dessus, il est ainsi possible de renforcer la sécurité du système de contrôle d'intégrité 15 d'un véhicule ferroviaire 12, notamment de manière à éviter les interférences extérieures et les attaques informatiques, tout en minimisant le coût d'un tel système.

[0110] Cette invention permet également une composition aisée et rapide d'un véhicule ferroviaire 12 ainsi qu'un fonctionnement du système de contrôle de l'intégrité 15 du véhicule ferroviaire 12 simple, réactif et redondant.

Revendications

1. Véhicule ferroviaire (12) comportant :

- une pluralité de voitures (13) dont une voiture de tête (16) définissant une extrémité de tête du véhicule ferroviaire (12), et un ensemble de voitures à guider (18) reliées à la voiture de tête (16), l'ensemble de voitures à guider (18) comprenant une voiture de queue (20) située à une extrémité de queue du véhicule ferroviaire (12) opposée à l'extrémité de tête, et
- un premier système de contrôle (15) de l'intégrité du véhicule ferroviaire (12) pour contrôler l'attachement de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider (18) à la voiture de tête (16), le premier système de contrôle (15) comprenant :

- + un émetteur (26) configuré pour émettre un signal de contrôle, l'émetteur (26) étant situé à bord de la voiture de queue (20) ;
- + une unité de commande électronique (28) configurée pour recevoir le signal de contrôle et commander l'arrêt du véhicule ferroviaire (12) en cas d'absence de réception

du signal de contrôle, l'unité de commande électronique (28) étant située à bord de la voiture de tête (16) ; et

+ un réseau de communication (29) pour acheminer le signal de contrôle jusqu'à l'unité de commande électronique (28), ledit réseau de communication (29) comprenant une pluralité de noeuds réseaux (30), dont au moins un à bord de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider (18), le réseau de communication (29) étant configuré de sorte que le signal de contrôle transite par au moins un noeud réseau (30) à bord de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider (18) avant de parvenir à l'unité de commande électronique (28),

caractérisé en ce que le signal de contrôle est constitué par un signal chiffré comprenant un code d'identification, l'unité de commande électronique (28) étant configurée pour déchiffrer le signal de contrôle de manière à obtenir le code d'identification,

et en ce que le véhicule ferroviaire (12) comprend une pluralité d'accéléromètres (38), chaque noeud réseau (30) étant relié à un accéléromètre (38).

2. Véhicule ferroviaire (12) selon la revendication 1, dans lequel le véhicule ferroviaire (12) comprend également un deuxième système de contrôle (15) dont la composition est similaire à celle du premier système de contrôle (15) mais pour lequel l'émetteur (26) correspondant est situé à bord de la voiture de tête (16) et l'unité de commande électronique (28) correspondante est située à bord de la voiture de queue (20).
3. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les noeuds réseaux (30) sont adaptés pour transmettre le signal de contrôle sans le déchiffrer.
4. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les noeuds réseaux (30) comprennent des noeuds aérien (36), dont au moins un à bord de chaque voiture de l'ensemble de voitures à guider (18), chaque noeud aérien (36) étant doté d'un module de communication sans fil et étant adapté pour dialoguer par voie aérienne avec le ou chaque autre noeud aérien (36) se trouvant à l'intérieur d'un périmètre prédéterminé.
5. Véhicule ferroviaire (12) selon la revendication 4, dans lequel le module de communication sans fil est compatible avec le protocole Zigbee ou WiFi ou le standard Bluetooth.

6. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel chaque noeud aérien (36) est configuré pour communiquer avec un terminal mobile d'un opérateur.

5

7. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un code d'identification est associé de manière unique à l'émetteur (26).

10

8. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un élément parmi l'émetteur (26), l'unité de commande électronique (28) et les noeuds réseaux (30) est alimenté électriquement de manière autonome par au moins une cellule photovoltaïque (32) et/ou au moins une source d'énergie par vibrations (34).

15

9. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

20

- chaque noeud réseau (30) est configuré pour émettre sur le réseau de communication (29) une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre (38) relié audit noeud réseau (30);
- l'unité de commande électronique (28) est configurée pour recevoir la mesure d'accélération mesurée par chaque noeud réseau (30), et pour comparer lesdites mesures d'accélération entre elles ; et
- l'unité de commande électronique (28) est configurée pour émettre un signal d'alerte et/ou déclencher l'arrêt du véhicule ferroviaire (12) dans le cas où au moins deux desdites mesures d'accélération présentent un écart supérieur à une valeur seuil prédéterminée.

25

30

35

10. Véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :

40

- l'unité de commande électronique (28) est configurée pour émettre sur le réseau de communication (29) une mesure d'accélération mesurée par au moins un accéléromètre (38) situé dans la voiture de tête (16) ;
- chaque noeud réseau (30) est configuré pour recevoir ladite mesure d'accélération et comparer cette mesure d'accélération à une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre (38) relié audit noeud réseau (30).

45

50

11. Système ferroviaire (10) comprenant :

- un véhicule ferroviaire (12) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, ledit véhicule ferroviaire (12) constituant un véhicule de transport de marchandises, chaque noeud aérien (36) dudit véhicule ferroviaire (12) étant confi-

55

guré pour émettre un identifiant unique associé ;

- un serveur informatique (11) comprenant une base de données, la base de données contenant des informations relatives à des marchandises transportées par le véhicule ferroviaire (12) et, associé à chacune de ces informations, au moins un identifiant unique de noeud aérien (36),
- une infrastructure ferroviaire (14) configurée pour permettre la circulation du véhicule ferroviaire (12), l'infrastructure ferroviaire (14) comprenant au moins une station radio (24) configurée pour recevoir au moins un identifiant unique transmis par au moins un noeud aérien (36) et envoyer un signal d'information comprenant l'au moins un identifiant unique au serveur informatique (11), le serveur informatique (11) étant apte à déduire de l'identifiant unique la position des marchandises dans l'infrastructure ferroviaire (14) par comparaison avec la base de données.

12. Procédé de composition d'un véhicule ferroviaire (12) selon la revendication 6, comportant les étapes suivantes :

- juxtaposition d'une voiture à guider (18) à la voiture de tête (16) ou à une voiture (13) liée à la voiture de tête (16) ;
- liaison mécanique de la voiture à guider (18) à la voiture de tête (16) ou à la voiture (13) liée à la voiture de tête ;
- connexion de chaque noeud aérien (36) de la voiture à guider (18) au réseau de communication (29) par un opérateur au moyen d'un terminal mobile.

13. Procédé de composition d'un véhicule ferroviaire (12) selon la revendication 10 comportant les étapes suivantes :

- juxtaposition d'une voiture à guider (18) à la voiture de tête (16) ou à une voiture (13) liée à la voiture de tête (16) ;
- liaison mécanique de la voiture à guider (18) à la voiture de tête (16) ou à la voiture liée à la voiture de tête (13);
- émission, par l'unité de commande électronique (28), d'une mesure d'accélération mesurée par au moins un accéléromètre (38) situé dans la voiture de tête (16);
- réception, par les noeuds réseaux (30) de la voiture à guider (18), de ladite mesure de l'accélération émise par l'unité de commande électronique (28) ;
- pour chaque noeud réseau (30) de la voiture à guider (18), comparaison de ladite mesure d'accélération émise par l'unité de commande

électronique (28) à une mesure d'accélération mesurée par l'accéléromètre (38) relié audit noeud réseau (30), et

- lorsque ladite mesure de l'accélération émise par l'unité de commande électronique (28) est sensiblement égale à ladite mesure de l'accélération mesurée par l'accéléromètre (38) relié audit noeud réseau (30), connexion dudit noeud réseau (30) au réseau de communication (29).

10

15

20

25

30

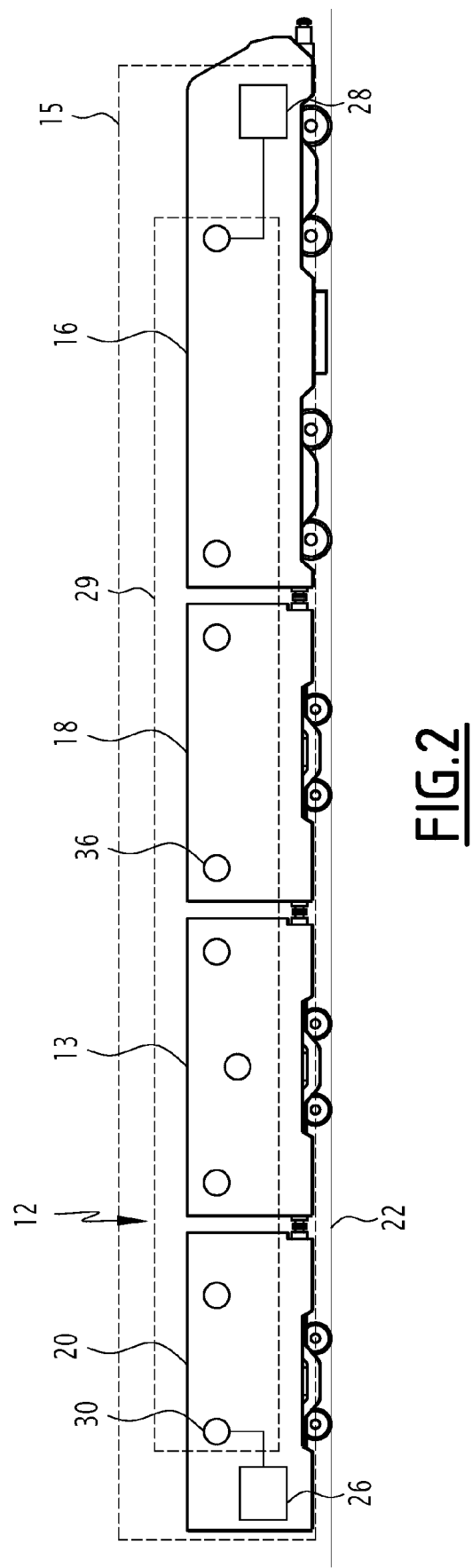
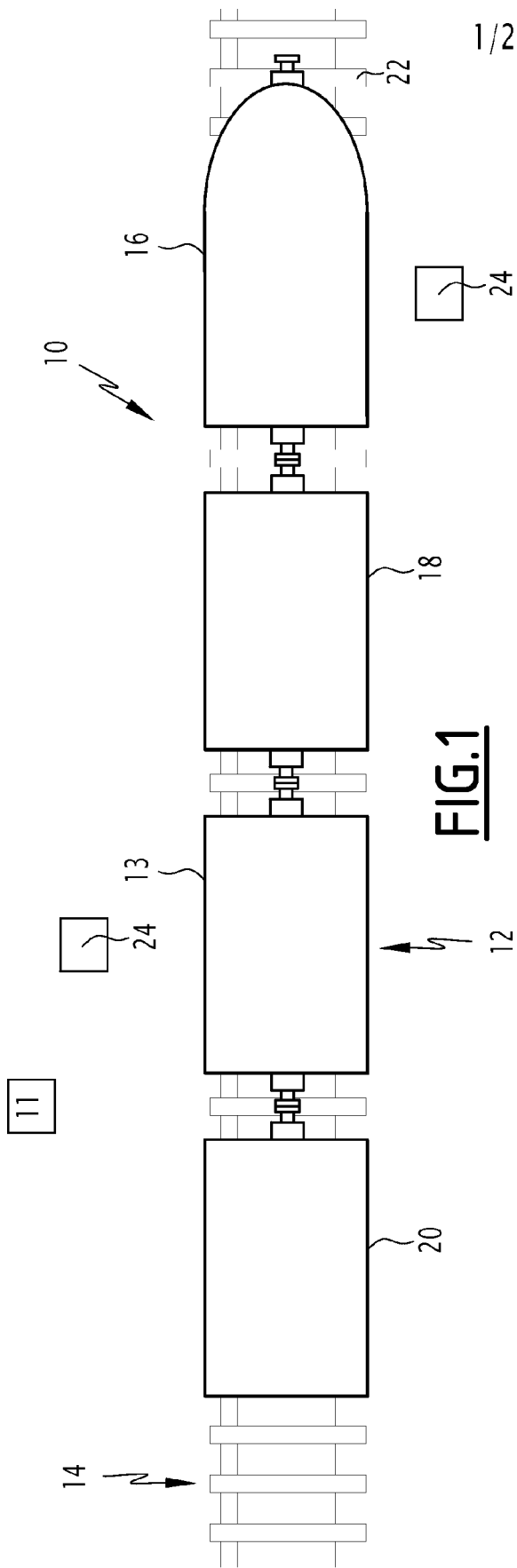
35

40

45

50

55



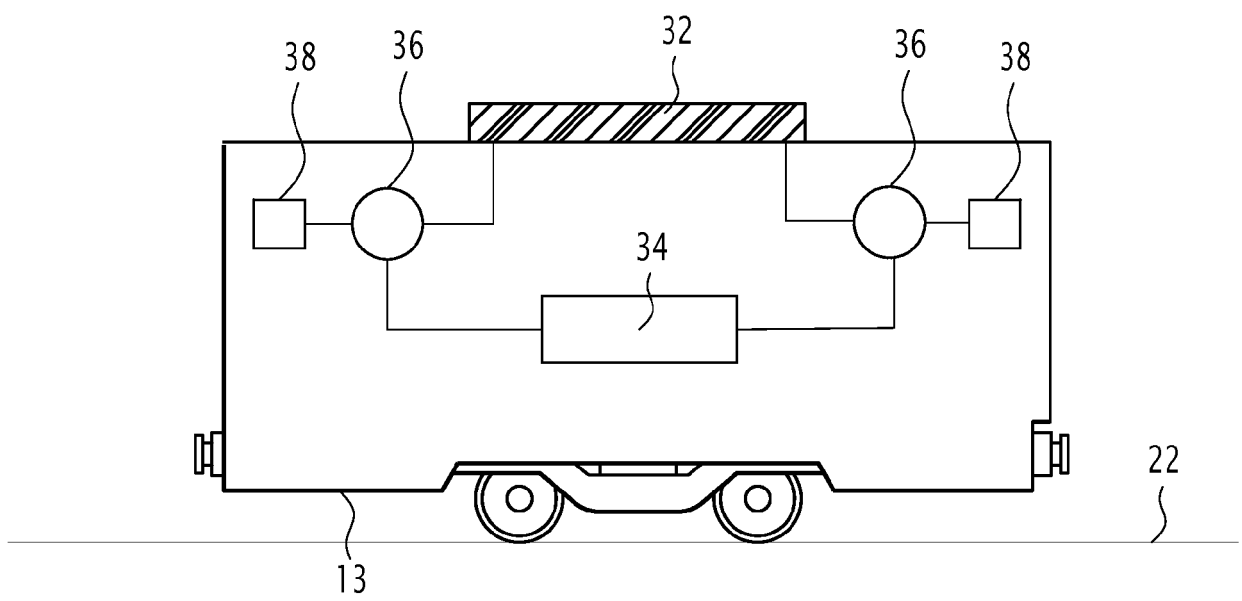


FIG.3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 21 4188

5

10

15

20

25

30

35

40

45

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	WO 2010/057623 A2 (EUREKA NAVIGATION SOLUTIONS AG [DE]; SCHEIBLE ROLF-STEFAN [DE]; GENSEL) 27 mai 2010 (2010-05-27)	1,4-7, 9-13	INV. B61L15/00
Y	* page 1, ligne 23 - page 52, ligne 14; figures 1-3, 21 *	2,3,8	
Y	EP 1 205 370 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 15 mai 2002 (2002-05-15) * alinéa [0006] - alinéa [0016]; figures 1-3 *	3,8	
X	DE 10 2007 048685 A1 (NIEMEYER-STEIN WERNER [DE]) 23 avril 2009 (2009-04-23) * alinéa [0010] - alinéa [0090]; revendication 15; figures 1-14 *	1,4,7	
Y	EP 3 000 688 A1 (SIEMENS RAIL AUTOMATION S A U [ES]) 30 mars 2016 (2016-03-30) * alinéas [0014], [0021] - [0028]; figure 1 *	2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B61L
Y	CH 676 903 A5 (ADCOUNT LTD) 15 mars 1991 (1991-03-15) * colonne 2, lignes 47-63; figure 1 *	2	
A	EP 0 970 870 A2 (THYSSENKRUPP STAHL AG [DE]; EVA EISENBAHN VERKEHRSMITTEL G [DE]) 12 janvier 2000 (2000-01-12) * alinéas [0008] - [0019]; figure *	6,12,13	
Y	DE 10 2016 109263 A1 (KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH [DE]) 23 novembre 2017 (2017-11-23) * alinéas [0003] - [0006] *	8	
A	EP 2 450 250 A1 (THALES DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 9 mai 2012 (2012-05-09) * alinéas [0003], [0009] *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		9 avril 2019	Mäki-Mantila, M
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)

50

55

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

EP 18 21 4188

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.

09-04-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010057623 A2	27-05-2010	AU 2009317576 A1 CA 2744287 A1 CN 102333687 A DE 102009020428 A1 EP 2432669 A2 RU 2011124883 A US 2011231039 A1 US 2016144876 A1 WO 2010057623 A2 ZA 201103698 B	07-07-2011 27-05-2010 25-01-2012 20-05-2010 28-03-2012 27-12-2012 22-09-2011 26-05-2016 27-05-2010 27-06-2012
EP 1205370 A1	15-05-2002	AT 284337 T EP 1205370 A1	15-12-2004 15-05-2002
DE 102007048685 A1	23-04-2009	AUCUN	
EP 3000688 A1	30-03-2016	AUCUN	
CH 676903 A5	15-03-1991	AUCUN	
EP 0970870 A2	12-01-2000	AT 426538 T DE 19830053 C1 EP 0970870 A2	15-04-2009 18-11-1999 12-01-2000
DE 102016109263 A1	23-11-2017	AUCUN	
EP 2450250 A1	09-05-2012	AUCUN	

EPO FORM P0480

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 1465358 A [0004]