



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
08.06.2016 Bulletin 2016/23

(51) Int Cl.:
B61L 25/02 ^(2006.01) **B61L 1/16** ^(2006.01)
B61L 27/04 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15197098.5**

(22) Date de dépôt: **30.11.2015**

(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:
MA MD

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

(72) Inventeur: **BALLESTEROS, Javier**
75016 Paris (FR)

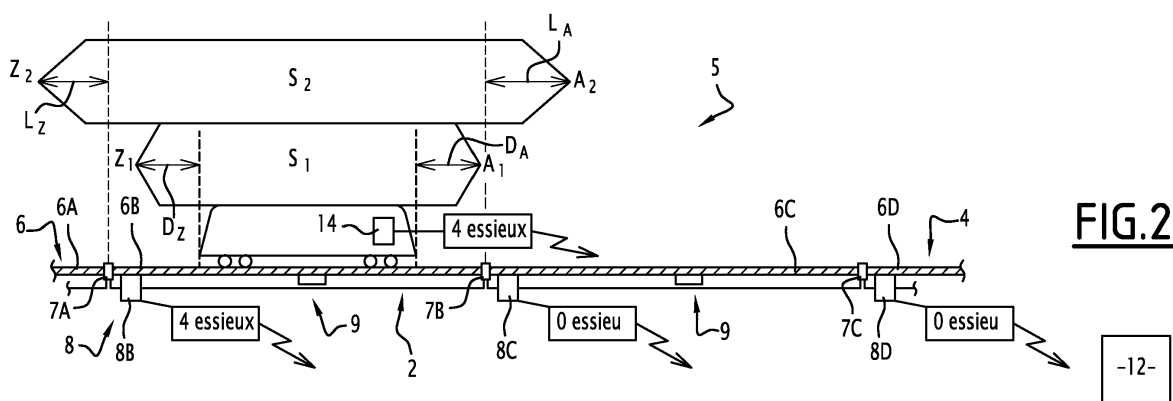
(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile**
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(30) Priorité: **03.12.2014 FR 1461877**

(54) **PROCÉDÉ DE DISCRIMINATION DE LA PRÉSENCE D'UN VÉHICULE FERROVIAIRE SUR UN CANTON, PROCÉDÉ DE CALCUL D'UN INTERVALLE DE SÉCURITÉ ET DISPOSITIF ASSOCIÉ**

(57) L'invention concerne un procédé de discrimination de la présence d'un véhicule (2) sur un canton (6C) d'une voie ferrée (4), comportant les étapes de :
- transmission, depuis un calculateur (14) embarqué à bord du véhicule (2) vers un ordinateur au sol (12), d'une information relative au nombre d'essieux du véhicule (2) ;
- transmission, au cours du temps, par des capteurs à la voie (8) associés audit canton (6C) et à des cantons adjacents (6B, 6D) audit canton (6C), vers un ordinateur au

sol (12), d'une information relative au nombre d'essieux présents dans le canton (6B, 6C, 6D) correspondant ;
- discrimination par l'ordinateur au sol (12) de la présence dudit véhicule (2) sur ledit canton (6C) si le nombre d'essieux présents sur ledit canton (6C) est égal au nombre d'essieux dudit véhicule (2), et si le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons (6B, 6D) adjacents est nul.



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire sur un canton d'une voie ferrée.

[0002] Par « discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire sur un canton », on entend, au sens de la présente invention, le fait de déterminer que ledit véhicule ferroviaire est le seul véhicule occupant ledit canton.

[0003] L'invention s'applique au domaine de la sécurité ferroviaire, en particulier aux systèmes de contrôle automatique du trafic ferroviaire. De tels systèmes sont, par exemple, des systèmes dits « de gestion des trains basés sur la communication », ou CBTC (de l'anglais « Communication Based Train Control »).

[0004] Pour un véhicule ferroviaire circulant sur une voie ferrée, classiquement segmentée en une pluralité de cantons successifs, un calculateur embarqué à bord du véhicule calcule un intervalle de positions du véhicule sur la voie ferrée.

[0005] Par « intervalle de positions », on entend, au sens de la présente invention, un segment de la voie ferrée sur lequel le véhicule ferroviaire se trouve.

[0006] Le calculateur embarqué détermine la position du véhicule le long de la voie ferrée, à partir par exemple de balises disposées sur la voie ferrée, et dont les emplacements sont connus. Plus précisément, le calculateur embarqué détermine l'intervalle de positions du véhicule ferroviaire à partir de l'emplacement de la dernière balise rencontrée et du déplacement du véhicule à partir de cette dernière balise (ce déplacement étant par exemple mesuré par un odomètre) et en prenant en compte la longueur du véhicule ferroviaire et des distances de sécurité de part et d'autre des extrémités de tête et de queue du véhicule ferroviaire.

[0007] L'intervalle de positions du véhicule est ensuite envoyé, par exemple par ondes radio, à un ordinateur central, au sol. L'ordinateur au sol est adapté pour recevoir l'intervalle de positions associé à chaque véhicule d'une pluralité de véhicules ferroviaires autorisés à circuler sur la voie considérée.

[0008] L'ordinateur au sol est en outre propre à recevoir des informations en provenance de dispositifs de détection dits secondaires, associés à chaque canton de la voie ferrée, chaque dispositif de détection secondaire étant propre à déterminer si le canton correspondant est occupé ou vacant.

[0009] Par « occupé », on entend un canton sur lequel le véhicule ferroviaire est engagé au moins partiellement.

[0010] L'ordinateur au sol est propre à commander la marche ou l'arrêt de chaque véhicule en fonction de l'intervalle de positions du véhicule considéré, de l'intervalle de positions de chacun des autres véhicules, et des informations reçues en provenance des dispositifs de détection secondaires, ainsi qu'éventuellement d'autres contraintes d'exploitation.

[0011] Il est connu de réaliser la discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire sur un canton selon

le procédé suivant :

- l'intervalle de positions du véhicule est transmis à l'ordinateur central, au sol ;
- 5 - pour le canton sur lequel se trouve intégralement le segment formant l'intervalle de positions, si la distance entre chaque extrémité du segment formant l'intervalle de positions du véhicule et le canton adjacent le plus proche est inférieure à la longueur du plus petit véhicule autorisé à se déplacer sur la voie ferrée, alors l'ordinateur au sol détermine que ledit véhicule ferroviaire est le seul véhicule occupant le canton considéré.

15 **[0012]** Un tel procédé est appelé « balayage » (« sweeping » en anglais).

[0013] Néanmoins, un tel procédé ne donne pas entière satisfaction.

20 **[0014]** En effet, dans le cas où des véhicules de petite taille, tels que des véhicules de maintenance (dont la longueur est généralement de quelques mètres seulement), sont autorisés à circuler sur la voie ferrée, ce procédé ne permet généralement pas la discrimination de la présence d'un unique véhicule ferroviaire sur un canton, puisque la distance entre une extrémité de l'intervalle de positions dudit véhicule et le canton adjacent le plus proche est souvent supérieure à la longueur desdits véhicules de maintenance.

25 **[0015]** Dans un tel contexte, plusieurs options s'offrent à l'opérateur du réseau ferré.

30 **[0016]** Une première option consiste à ignorer les véhicules de petite taille dans le système de gestion du trafic. Un tel choix se traduit évidemment par des problèmes de sécurité.

35 **[0017]** Une deuxième option consiste à faire intervenir un opérateur pour réaliser la discrimination. Une telle option ne permet donc pas un fonctionnement automatique du réseau ferré et est susceptible de générer des problèmes de sécurité en cas du non-respect des procédures d'intervention par l'opérateur.

40 **[0018]** Un but de l'invention est donc de proposer un procédé de discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire sur un canton, qui permet un fonctionnement sûr et automatisé du réseau ferré.

45 **[0019]** A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- transmission, depuis un calculateur embarqué à bord du véhicule ferroviaire vers un ordinateur au sol, d'une information relative au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire ;
- transmission, au cours du temps, par des capteurs à la voie associés audit canton et à des cantons adjacents audit canton, vers un ordinateur au sol, d'une information relative au nombre d'essieux présents dans le canton correspondant ;
- discrimination par l'ordinateur au sol de la présence

dudit véhicule ferroviaire sur ledit canton si le nombre d'essieux présents sur ledit canton est égal au nombre d'essieux dudit véhicule ferroviaire, et si le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons adjacents audit canton est nul.

[0020] En effet, par un tel procédé, il est possible de déterminer sans ambiguïté que, si le nombre d'essieux présents sur le canton considéré est égal au nombre d'essieux dudit véhicule ferroviaire, et que si le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons adjacents audit canton considéré est nul, alors ledit véhicule ferroviaire est bien le seul véhicule présent sur le canton considéré, et ce quelle que soit la longueur du plus petit véhicule autorisé à circuler sur le réseau ferré.

[0021] En outre, un tel procédé est entièrement automatique et ne nécessite pas la présence d'un opérateur pour réaliser l'opération de discrimination de la présence dudit véhicule sur le canton considéré.

[0022] En outre, l'invention a pour objet un procédé de calcul d'un intervalle de sécurité autour d'un véhicule circulant sur une voie ferrée, l'intervalle de sécurité étant formé par un segment présentant une extrémité avant et une extrémité arrière, le procédé de calcul étant caractérisé en ce qu'il utilise le procédé de discrimination tel que défini ci-dessus pour discriminer la présence du véhicule sur un canton particulier, et qu'il comporte les étapes supplémentaires de :

- identification parmi le ou les cantons occupés par le véhicule ferroviaire, d'un canton occupé avant, qui est le canton occupé situé le plus en aval par rapport au sens de la marche du véhicule ferroviaire ;
- identification, parmi le ou les cantons occupés par le véhicule ferroviaire, d'un canton occupé arrière, qui est le canton occupé situé le plus en amont par rapport au sens de la marche du véhicule ferroviaire ;
- identification d'un canton vacant avant, qui est le canton vacant situé en aval du canton occupé avant, adjacent au canton occupé avant ;
- identification d'un canton vacant arrière, qui est le canton vacant situé en amont du canton occupé arrière, adjacent au canton occupé arrière ;
- affectation à l'extrémité avant de l'intervalle de sécurité d'un point situé sur le canton vacant avant et qui se trouve à une distance prédéterminée de la frontière entre le canton occupé avant et le canton vacant avant ;
- affectation à l'extrémité arrière de l'intervalle de sécurité d'un point situé sur le canton vacant arrière et qui se trouve à une distance prédéterminée de la frontière entre le canton occupé arrière et le canton vacant arrière ;
- transmission, depuis le calculateur embarqué vers l'ordinateur au sol, d'une information relative à la position du véhicule ferroviaire et à un intervalle de positions du véhicule ferroviaire, la position du véhicule ferroviaire étant un segment compris entre l'avant et

l'arrière du véhicule ferroviaire, l'intervalle de positions étant un segment présentant une extrémité avant et une extrémité arrière, la position du véhicule ferroviaire étant incluse dans ledit intervalle de positions ;

- si l'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire, obtenus à partir de la position du véhicule ferroviaire, sont compris dans les limites d'un même canton, affectation par l'ordinateur au sol de l'intervalle de positions à l'intervalle de sécurité ;
- sinon, conservation de l'intervalle de sécurité calculé.

[0023] En outre, l'invention a pour objet un dispositif de discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire sur un canton d'une voie ferrée, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un ordinateur au sol ;
- un calculateur embarqué à bord du véhicule ferroviaire, propre à transmettre, au cours du temps, vers l'ordinateur au sol, une information relative au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire ;
- des capteurs à la voie associés audit canton et à des cantons adjacents audit canton, propres à transmettre, au cours du temps, à destination de l'ordinateur au sol, une information relative au nombre d'essieux présents dans le canton correspondant ;

l'ordinateur au sol étant propre à discriminer la présence dudit véhicule ferroviaire si le nombre d'essieux présents sur le canton est égal au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire, et si le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons adjacents audit canton est nul.

[0024] Suivant un autre aspect avantageux de l'invention, le dispositif comporte la caractéristique suivante :

- le calculateur au sol est propre à mettre en oeuvre le procédé de calcul tel que défini ci-dessus, pour calculer un intervalle de sécurité.

[0025] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 à 3 sont des représentations schématiques des étapes successives du procédé de discrimination selon l'invention, avec une première situation initiale ; et
- les figures 4 à 7 sont des représentations schématiques des étapes successives du procédé de discrimination selon l'invention, avec une deuxième situation initiale différente de la première situation initiale.

[0026] Un véhicule ferroviaire 2 circulant sur une voie ferrée 4 est représenté sur la figure 1. Dans l'exemple,

la circulation sur la voie 4 s'effectue de la gauche vers la droite sur les figures.

[0027] La discrimination de la position du véhicule ferroviaire 2 est réalisée par un dispositif de discrimination 5 comportant une composante au sol et une composante embarquée.

[0028] Pour la composante au sol, la voie ferrée 4 est subdivisée en une pluralité de cantons 6 successifs. Chaque canton 6 est identifié par un identifiant, qui est associé à la position géographique du canton.

[0029] Par exemple, la voie ferrée 4 comporte un premier canton 6A, un deuxième canton 6B, un troisième canton 6C et un quatrième canton 6D.

[0030] Des capteurs à la voie sont disposés le long de la voie pour détecter la présence d'un véhicule. Les capteurs à la voie sont du type compteurs d'essieux.

[0031] Plus précisément, la voie ferrée 4 comporte une pluralité de senseurs 7. Un senseur 7 est disposé à la frontière entre deux cantons 6 adjacents. Par exemple, un premier senseur 7A est disposé à la frontière entre les cantons 6A et 6B, un deuxième senseur 7B est disposé à la frontière entre les cantons 6B et 6C, et un troisième senseur 7C est disposé à la frontière entre les cantons 6C et 6D.

[0032] Chaque senseur 7 est propre à détecter le passage d'un essieu d'un véhicule ferroviaire à la frontière entre les cantons 6 correspondants.

[0033] En outre, une pluralité de dispositifs de détections secondaires 8 sont disposés à proximité de la voie ferrée 4.

[0034] Chaque canton 6 est associé à un dispositif de détection secondaire 8 correspondant. En particulier, et comme cela apparaît sur les figures, les cantons 6B, 6C et 6D sont associés respectivement aux dispositifs de détection secondaires 8B, 8C et 8D.

[0035] Chaque dispositif de détection secondaire 8 est relié aux deux senseurs 7 disposés à chacune des extrémités du canton 6 correspondant, pour recevoir une information relative à la détection du passage d'un essieu d'un véhicule ferroviaire depuis le canton 6 correspondant vers un canton adjacent, ou depuis un canton adjacent vers le canton 6 correspondant.

[0036] Par exemple, le dispositif de détection secondaire 8B est relié aux senseurs 7A et 7B, et le dispositif de détection secondaire 8C est relié aux senseurs 7B et 7C.

[0037] Chaque dispositif de détection secondaire 8 est propre à déterminer le nombre d'essieux présents sur le canton 6 correspondant. En particulier, chaque dispositif de détection secondaire 8 est propre à déterminer le nombre d'essieux présents sur le canton 6 correspondant à partir des informations fournies par chacun des senseurs 7 correspondants. Chaque dispositif de détection secondaire 8 est propre à compter positivement un essieu détecté par le senseur 7 disposé à la frontière entre le canton 6 correspondant audit dispositif de détection secondaire 8 et le canton 6 situé en amont par rapport au sens de circulation sur la voie ferrée 4, ce qui

correspond à la situation où le ledit essieu s'engage sur le canton 6 correspondant au dispositif de détection secondaire 8.

[0038] En outre, chaque dispositif de détection secondaire 8 est propre à compter négativement un essieu détecté par le senseur 7 disposé à la frontière entre le canton 6 correspondant audit dispositif de détection secondaire 8 et le canton 6 situé en aval par rapport au sens de circulation sur la voie ferrée 4, ce qui correspond à la situation où ledit essieu quitte le canton 6 correspondant audit dispositif de détection secondaire 8.

[0039] Chaque dispositif de détection secondaire 8 est en outre relié à un ordinateur au sol 12, par exemple par une liaison radioélectrique. Chaque dispositif de détection secondaire 8 transmet à l'ordinateur au sol 12 une information relative au nombre d'essieux présents sur le canton 6 correspondant. En outre, chaque dispositif de détection secondaire 8 est propre à transmettre à l'ordinateur au sol 12 l'identifiant du canton 6 correspondant.

[0040] Pour la composante embarquée, une pluralité de balises 9 sont disposées le long de la voie ferrée 4. Les balises 9 sont disposées successivement le long de la voie ferrée 4, à des emplacements géographiques prédéterminés. Par exemple une balise 9 est placée au centre de chaque canton 6. Chaque balise 9 est identifiée par un identifiant de balise unique.

[0041] Le véhicule ferroviaire 2 comporte au moins une antenne associée à un capteur de balise embarqué propre à détecter la présence d'une balise 9 lorsqu'il se trouve à proximité de celle-ci et à capter des informations relatives à cette balise 9 détectée. De préférence, la balise 9 est propre à communiquer son identifiant au capteur de balise du véhicule ferroviaire 2.

[0042] Le véhicule ferroviaire 2 comporte également des instruments de mesure du déplacement, de la vitesse et/ou de l'accélération du véhicule ferroviaire 2. Les instruments de mesure sont par exemple des odomètres et/ou des accéléromètres.

[0043] En outre, le véhicule ferroviaire 2 comporte un calculateur embarqué 14.

[0044] Le calculateur 14 comprend une mémoire comportant une table associant, à l'identifiant de chaque balise 9 de la voie 4, la position de cette balise 9 le long de la voie ferrée 4.

[0045] Les instruments de mesure et le capteur de balise sont reliés au calculateur embarqué 14.

[0046] De façon classique, le calculateur embarqué 14 est propre à calculer, à partir des informations reçues en provenance des instruments de mesure et du capteur de balise, la position du véhicule ferroviaire 2, ainsi qu'un intervalle de positions S_1 du véhicule ferroviaire 2.

[0047] La position du véhicule ferroviaire 2 est donnée par la position de l'extrémité avant du véhicule ferroviaire 2, encore appelée « avant du véhicule ferroviaire 2 », et par la position de l'extrémité arrière du véhicule ferroviaire 2, encore appelée « arrière du véhicule ferroviaire 2 ». Plus précisément, la position du véhicule ferroviaire 2 est le segment compris entre l'avant du véhicule ferroviaire

2 et l'arrière du véhicule ferroviaire 2. Ce segment correspondant à la longueur du véhicule ferroviaire 2.

[0048] Comme illustré par la figure 2, l'intervalle de positions S_1 correspond à un segment s'étendant entre une extrémité avant A_1 et d'extrémité arrière Z_1 . La longueur du segment S_1 est supérieure ou égale à la longueur du véhicule ferroviaire 2, pour tenir compte d'erreurs de localisation, par exemple dues au système odométrique du véhicule ferroviaire 2. Le véhicule ferroviaire 2 se trouve ainsi toujours dans l'intervalle S_1 , ou, dit autrement, la position du véhicule ferroviaire 2 est toujours comprise dans l'intervalle de positions S_1 .

[0049] L'avant du véhicule ferroviaire 2 et l'extrémité avant A_1 de l'intervalle S_1 sont distants d'une distance D_A . En outre, l'arrière du véhicule ferroviaire 2 et l'extrémité arrière Z_1 de l'intervalle S_1 sont distants d'une distance D_Z .

[0050] La distance D_A est par exemple égale à la distance maximale que peut parcourir le véhicule ferroviaire 2 vers l'avant durant un cycle de calcul de l'intervalle S_1 par le calculateur embarqué 14, étant donnée la vitesse courante du véhicule ferroviaire 2 et l'accélération maximale vers l'avant que peut atteindre ledit véhicule ferroviaire 2. Dans l'exemple décrit ci-dessous, la vitesse courante est nulle.

[0051] En outre, la distance D_Z est par exemple égale à la distance maximale que peut parcourir le véhicule ferroviaire 2 vers l'arrière durant un cycle de calcul de l'intervalle S_1 par le calculateur embarqué 14, étant donnée la vitesse courante du véhicule ferroviaire 2 et l'accélération maximale vers l'arrière que peut atteindre ledit véhicule ferroviaire 2. Dans l'exemple décrit ci-dessous, la vitesse courante est nulle.

[0052] Ainsi, entre deux cycles de calcul successifs, le véhicule ferroviaire 2 ne sort jamais de l'intervalle de positions S_1 .

[0053] Le calculateur embarqué 14 est propre à communiquer avec l'ordinateur au sol 12. Le calculateur embarqué 14 et l'ordinateur au sol 12 sont par exemple propres à communiquer entre eux par ondes radio.

[0054] Le calculateur embarqué 14 est propre à émettre, à destination de l'ordinateur au sol 12, une information relative au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire 2. Cette information est chargée dans la mémoire du calculateur 14 lors de la composition du véhicule ferroviaire 2.

[0055] Le calculateur embarqué 14 est également propre à émettre, à destination de l'ordinateur au sol 12, le dernier intervalle de positions S_1 du véhicule ferroviaire 2 calculé par le calculateur embarqué 14. Le calculateur embarqué 14 est également propre à émettre, à destination de l'ordinateur au sol 12, la dernière position du véhicule ferroviaire 2 calculée par le calculateur embarqué 14.

[0056] L'ordinateur au sol 12 comporte une mémoire (non représentée) dans laquelle l'identifiant de chaque canton 6 est associé à la position géographique dudit canton 6.

[0057] L'ordinateur au sol 12 est propre à calculer un intervalle de positions du véhicule ferroviaire 2, dit « intervalle secondaire » S_2 , à partir des informations reçues en provenance des dispositifs de détection secondaires 8.

[0058] Comme représenté sur la figure 1, l'intervalle secondaire S_2 correspond à un segment d'extrémité avant A_2 et d'extrémité arrière Z_2 . Par construction, et comme cela sera décrit par la suite, la longueur de l'intervalle secondaire S_2 est supérieure ou égale à la longueur de l'intervalle S_1 , de sorte que l'intervalle S_1 est toujours inclus dans l'intervalle secondaire S_2 .

[0059] L'extrémité avant A_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe devant le véhicule ferroviaire 2, plus précisément en un point d'un canton 6 qui est le premier canton vacant avant, c'est-à-dire à partir de l'avant du véhicule ferroviaire 2, dans le sens de la marche du véhicule ferroviaire 2.

[0060] L'extrémité avant A_2 se situe à une distance LA de la frontière entre ce premier canton vacant avant et le canton adjacent qui est occupé par le véhicule ferroviaire 2.

[0061] La distance LA est par exemple égale à la distance entre l'avant du véhicule ferroviaire 2 et l'essieu du véhicule ferroviaire le plus proche de l'avant du véhicule ferroviaire, à laquelle est additionnée la distance que peut parcourir le véhicule ferroviaire 2 à sa vitesse maximale vers l'avant, durant le temps maximal nécessaire au dispositif de discrimination 5 pour détecter l'entrée d'un essieu dans un canton 6. De préférence, la distance LA est supérieure ou égale à la distance D_A .

[0062] L'extrémité arrière Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe derrière le véhicule ferroviaire 2, plus particulièrement en un point d'un canton qui est le premier canton 6 vacant arrière, c'est-à-dire à partir de l'arrière du véhicule ferroviaire 2, dans le sens opposé à la marche du véhicule ferroviaire 2.

[0063] L'extrémité arrière Z_2 se situe à une distance L_Z de la frontière entre ce premier canton vacant arrière et le canton adjacent qui est occupé par le véhicule ferroviaire.

[0064] En outre, la distance L_Z est par exemple égale à la distance entre l'arrière du véhicule ferroviaire 2 et l'essieu du véhicule ferroviaire le plus proche de l'arrière du véhicule 2, à laquelle est additionnée à la distance que peut parcourir le véhicule ferroviaire 2 à sa vitesse maximale vers l'arrière, durant le temps maximal nécessaire au dispositif de discrimination 5 pour détecter l'entrée d'un essieu dans un canton 6. De préférence, la distance L_Z est supérieure ou égale à la distance D_Z .

[0065] Le dispositif de localisation 5 est propre à discriminer la présence du véhicule ferroviaire 2 sur le canton 6 qu'il occupe en fonction des données émises par les dispositifs de détection secondaires 8 et par le calculateur embarqué 14.

[0066] Le fonctionnement du dispositif de localisation 5 va maintenant être décrit. En particulier, le fonctionnement du dispositif de localisation 5 lorsque le véhicule

ferroviaire 2 est à l'arrêt, par exemple à l'issue d'une période de veille, va être décrit.

[0067] Tout au long du procédé de discrimination du véhicule ferroviaire 2 sur les cantons 6 de la voie ferrée 4, le calculateur embarqué 14 émet périodiquement, à destination de l'ordinateur au sol 12, des informations relatives au nombre total d'essieux dudit véhicule ferroviaire 2. En outre, tout au long dudit procédé, le calculateur embarqué 14 calcule périodiquement l'intervalle de positions S_1 et la position du véhicule ferroviaire 2 et les transmet à l'ordinateur au sol 12.

[0068] Selon un premier exemple, illustré par les figures 1 à 3, le véhicule ferroviaire 2 est immobile et occupe un unique canton 6B, c'est-à-dire que ni l'avant, ni l'arrière du véhicule ferroviaire 2 ne dépassent les limites du canton courant 6B. En outre, les cantons adjacents 6A et 6C sont vacants.

[0069] Au cours d'une étape initiale du procédé de discrimination, illustrée par la figure 1, les dispositifs de détection 8 envoient à l'ordinateur au sol 12 des informations relatives à l'occupation des cantons 6 de la voie ferrée 4. Plus précisément, les dispositifs de détection 8 envoient le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons 6 correspondants. Ici, les cantons 6A et 6C sont vacants, c'est-à-dire qu'ils ne sont occupés par aucun essieu. En outre, seul le canton 6B est occupé par au moins un véhicule. En l'occurrence, quatre essieux sont présents sur le canton 6B.

[0070] L'ordinateur au sol 12 identifie les cantons vacants et calcule alors la position des extrémités A_2 , Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 .

[0071] L'extrémité avant A_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe sur le canton 6C, à une distance LA de la frontière entre le canton 6B et le canton 6C.

[0072] L'extrémité arrière Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe sur le canton 6A, à une distance L_Z de la frontière entre le canton 6B et le canton 6A.

[0073] Puis l'ordinateur au sol 12 affecte l'intervalle secondaire S_2 à la position du ou des véhicule(s) ferroviaire(s) présent(s) sur le canton 6B. En effet, à ce moment du procédé, le véhicule ferroviaire 2 n'est pas encore discriminé. Le nombre de véhicules présents sur le canton 6B n'est donc pas connu.

[0074] Au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 2, le calculateur embarqué 14 calcule la position du véhicule ferroviaire 2, ainsi que l'intervalle de positions S_1 . Le calculateur embarqué 14 transmet ensuite, à destination de l'ordinateur au sol 12, des informations relatives à la position du véhicule ferroviaire 2, ainsi qu'à l'intervalle de positions S_1 .

[0075] Le calculateur embarqué 14 transmet en outre, à destination de l'ordinateur au sol 12, le nombre d'essieux du véhicule ferroviaire 2, en l'occurrence quatre essieux.

[0076] L'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire 2, obtenus à partir de la position du véhicule ferroviaire 2 calculée par le calculateur embarqué 14, sont contenus dans le canton courant 6B ; en outre, le nombre d'essieux

détectés par le dispositif de détection secondaire 8 associé au canton courant 6B est égal au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire 2. Par conséquent, au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 3, l'ordinateur au sol 12 détermine que le véhicule ferroviaire 2 est l'unique véhicule occupant le canton 6B.

[0077] L'ordinateur au sol 12 conserve uniquement l'intervalle de positions S_1 et l'affecte à l'intervalle secondaire S_2 pour la régulation du trafic sur la voie ferrée 4.

[0078] L'ordinateur au sol 12 considère que le véhicule ferroviaire 2 est le seul véhicule présent sur le canton 6B. L'ordinateur au sol 12 émet alors un signal de discrimination, par exemple à destination d'un opérateur ou d'un système de gestion du trafic ferroviaire.

[0079] Le véhicule ferroviaire 2 est alors autorisé à se déplacer de façon automatique.

[0080] Selon un deuxième exemple, illustré par les figures 4 à 7, le véhicule ferroviaire 2 est immobile et occupe deux cantons adjacents 6B et 6C. En l'occurrence, l'avant du véhicule ferroviaire 2 se trouve dans le canton 6C, et l'arrière du véhicule ferroviaire 2 se trouve dans le canton 6B. Un tel exemple correspond à un mode dégradé de fonctionnement.

[0081] En outre, les cantons adjacents 6A et 6D sont vacants, les dispositifs 8A et 8D comptabilisant respectivement 0 essieu sur le canton associé.

[0082] Au cours d'une étape initiale du procédé de discrimination, illustrée par la figure 4, les dispositifs de détection 8 envoient à l'ordinateur au sol 12 des informations relatives à l'occupation des cantons 6 correspondants de la voie ferrée 4. Plus précisément, les dispositifs de détection 8 envoient le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons 6 correspondants. Ici, les cantons 6A et 6D sont vacants, et les cantons 6B et 6C sont occupés par au moins un véhicule. En l'occurrence, le dispositif de détection secondaire 8B, associé au canton 6B, détecte trois essieux présents sur le canton 6B. En outre, le dispositif de détection secondaire 8C associé au canton 6C détecte un essieu présent sur le canton 6C.

[0083] L'ordinateur au sol 12 identifie les cantons vacants et calcule alors la position des extrémités A_2 , Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 .

[0084] L'extrémité avant A_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe sur le canton 6D, à une distance LA de la frontière entre le canton 6C et le canton 6D.

[0085] L'extrémité arrière Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe sur le canton 6A, à une distance L_Z de la frontière entre le canton 6B et le canton 6A.

[0086] Puis l'ordinateur au sol 12 affecte l'intervalle secondaire S_2 à la position du ou des véhicule(s) ferroviaire(s) présent(s) sur les cantons 6B et 6C. En effet, à cet instant du procédé, le véhicule ferroviaire 2 n'est pas encore discriminé. Le nombre de véhicules présents sur les cantons 6B et 6C n'est donc pas connu.

[0087] Au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 5, le calculateur embarqué 14 calcule la position du véhicule ferroviaire 2, ainsi que l'intervalle de positions S_1 . Le calculateur embarqué 14 transmet ensuite, à des-

mination de l'ordinateur au sol 12, des informations relatives à la position du véhicule ferroviaire 2, ainsi qu'à l'intervalle de positions S_1 .

[0088] L'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire 2 étant situés dans deux cantons distincts 6B, 6C, l'ordinateur au sol 12 n'est pas en mesure de discriminer le véhicule ferroviaire 2.

[0089] Ainsi, au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 6, un opérateur manœuvre le véhicule ferroviaire 2 pour le faire progresser le long de la voie ferrée 4, jusqu'à ce que l'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire 2 soient situés dans le même canton 6, en l'occurrence, le canton 6C. Par exemple, l'opérateur manœuvre à vue le véhicule ferroviaire 2.

[0090] Lorsque la position du véhicule ferroviaire 2 est telle que l'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire 2 se trouvent dans le même canton 6C, le dispositif de détection secondaire 8C associé au canton 6C détecte quatre essieux présents sur le canton 6C, tandis que le dispositif de détection secondaire 8B associé au canton 6B n'en détecte aucun. En outre, le dispositif de détection secondaire 8D associé au canton 6D ne détecte également aucun essieu sur le canton 6D.

[0091] L'ordinateur au sol 12 recalcule alors une nouvelle position des extrémités A_2 , Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 .

[0092] L'extrémité avant A_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe sur le canton 6D, à une distance LA de la limite entre le canton 6C et le canton 6D.

[0093] L'extrémité arrière Z_2 de l'intervalle secondaire S_2 se situe sur le canton 6B, à une distance L_Z de la limite entre le canton 6C et le canton 6B.

[0094] L'ordinateur au sol 12 est alors en mesure de discriminer le véhicule ferroviaire 2, de manière analogue à l'exemple précédent.

[0095] Plus précisément, au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 7, l'ordinateur au sol 12 compare le nombre d'essieux détectés par le dispositif de détection secondaire 8 associé au canton courant 6C avec le nombre d'essieux du véhicule ferroviaire 2.

[0096] Le dispositif de détection secondaire 8C associé au canton 6C détecte quatre essieux présents sur le canton 6C, tandis que les dispositifs de détection secondaire 8B, 8D associés aux cantons 6B, 6D respectivement n'en détectent aucun.

[0097] Les cantons 6B et 6D étant vacants, et le nombre d'essieux détectés par le dispositif de détection secondaire 8 associé au canton courant 6C étant égal au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire 2, c'est-à-dire quatre essieux, l'ordinateur au sol 12 détermine que le véhicule ferroviaire 2 est l'unique véhicule occupant le canton 6C.

[0098] L'ordinateur au sol 12 conserve uniquement l'intervalle de positions S_1 et l'affecte à l'intervalle secondaire S_2 pour la régulation du trafic sur la voie ferrée 4.

[0099] L'ordinateur au sol 12 considère que le véhicule ferroviaire 2 est le seul véhicule présent sur le canton 6C. L'ordinateur au sol 12 émet alors un signal de dis-

crimination, par exemple à destination d'un opérateur ou d'un système de gestion du trafic ferroviaire.

[0100] Le véhicule ferroviaire 2 est alors autorisé à se déplacer de façon automatique.

[0101] Au cours du fonctionnement du dispositif de discrimination 5, l'intervalle secondaire S_2 correspond à un intervalle de sécurité du point de vue d'un système de gestion du trafic ferroviaire, au sol. La construction de l'intervalle secondaire S_2 garantit, avec un niveau de sécurité élevé, par exemple le niveau 4 de la norme SIL communément utilisée dans le domaine ferroviaire, l'absence de véhicule dans les cantons 6 qui ne sont pas couverts par l'intervalle secondaire S_2 .

[0102] Dans le cas d'un convoi ferroviaire composé d'au moins deux véhicules ferroviaires rattachés entre eux, le calculateur 14 embarqué à bord de chacun des véhicules ferroviaires du convoi ferroviaire transmet une information relative au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire correspondant à destination de l'ordinateur au sol 12.

[0103] En variante, un seul calculateur embarqué transmet une information relative au nombre d'essieux de l'ensemble du convoi ferroviaire à destination de l'ordinateur au sol 12.

Revendications

1. Procédé de discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire (2) sur un canton (6B ; 6C) d'une voie ferrée (4), **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes de :

- transmission, depuis un calculateur (14) embarqué à bord du véhicule ferroviaire (2) vers un ordinateur au sol (12), d'une information relative au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire (2) ;
- transmission, au cours du temps, par des capteurs à la voie (8B ; 8C) associés audit canton (6B ; 6C) et à des cantons adjacents (6A, 6C ; 6B, 6D) audit canton (6B ; 6C), vers un ordinateur au sol (12), d'une information relative au nombre d'essieux présents dans le canton (6A, 6B, 6C, 6D) correspondant ;
- discrimination par l'ordinateur au sol (12) de la présence dudit véhicule ferroviaire (2) sur ledit canton (6C) si le nombre d'essieux présents sur ledit canton (6B ; 6C) est égal au nombre d'essieux dudit véhicule ferroviaire (2), et si le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons (6A, 6C ; 6B, 6D) adjacents audit canton (6B ; 6C) est nul.

2. Procédé de calcul d'un intervalle de sécurité (S_2) autour d'un véhicule circulant sur une voie ferrée (4), l'intervalle de sécurité (S_2) étant formé par un segment présentant une extrémité avant (A_2) et une extrémité arrière (Z_2), le procédé de calcul étant **ca-**

caractérisé en ce qu'il utilise le procédé de la revendication 1 pour discriminer la présence du véhicule sur un canton particulier, et qu'il comporte les étapes supplémentaires de :

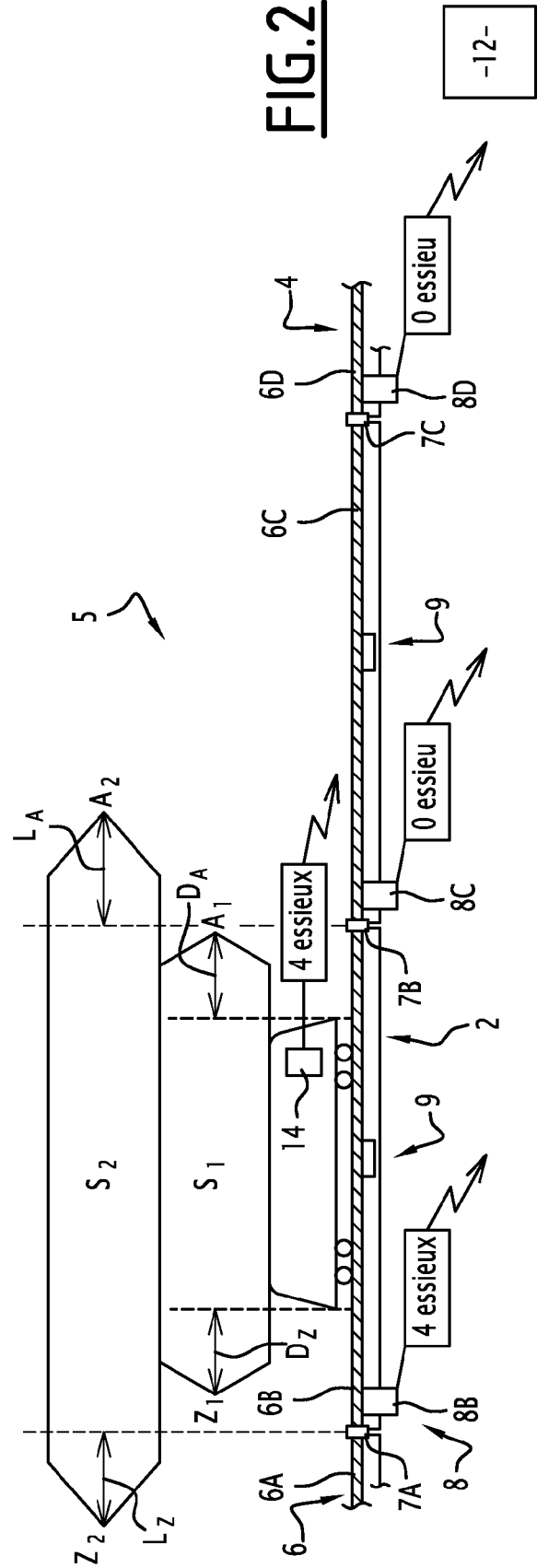
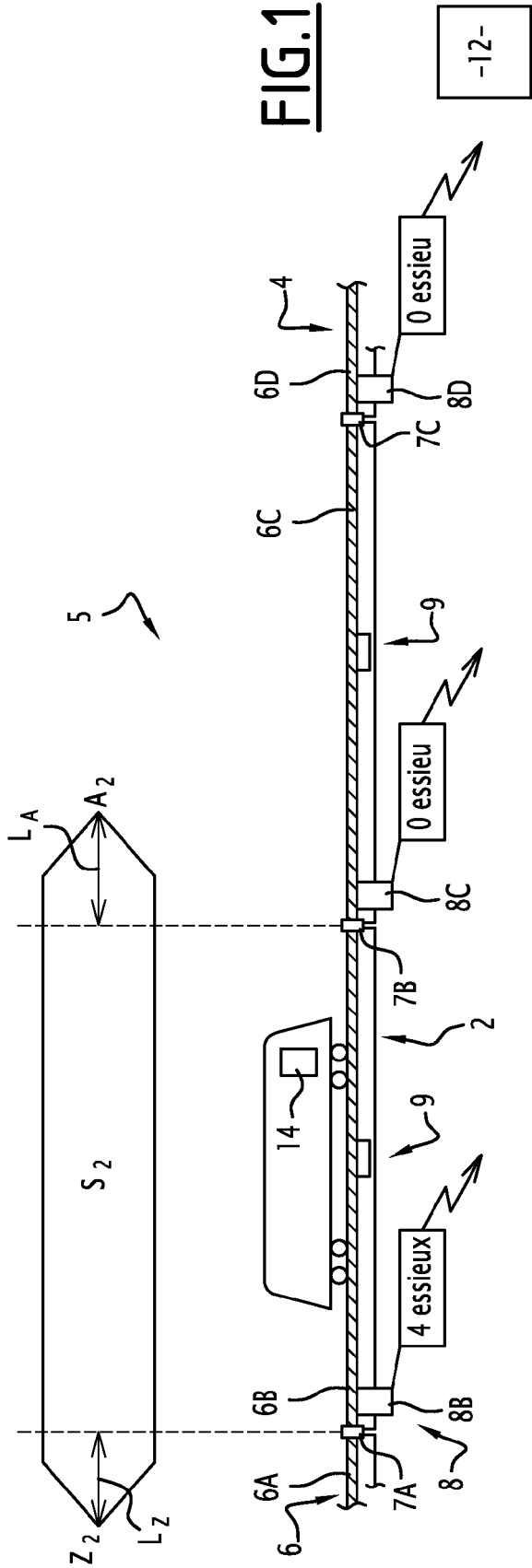
- identification parmi le ou les cantons occupés (6B ; 6B, 6C ; 6C) par le véhicule ferroviaire (2), d'un canton occupé avant (6B ; 6C ; 6C), qui est le canton occupé (6B ; 6B, 6C ; 6C) situé le plus en aval par rapport au sens de la marche du véhicule ferroviaire (2) ;
- identification, parmi le ou les cantons occupés (6B ; 6B, 6C ; 6C) par le véhicule ferroviaire (2), d'un canton occupé arrière (6B ; 6B ; 6C), qui est le canton occupé (6B ; 6B, 6C ; 6C) situé le plus en amont par rapport au sens de la marche du véhicule ferroviaire (2) ;
- identification d'un canton vacant avant (6C ; 6D ; 6D), qui est le canton (6) vacant situé en aval du canton occupé avant (6B ; 6C ; 6C), adjacent au canton occupé avant (6B ; 6C ; 6C) ;
- identification d'un canton vacant arrière (6A ; 6A ; 6B), qui est le canton (6) vacant situé en amont du canton occupé arrière (6B ; 6B ; 6C), adjacent au canton occupé arrière (6B ; 6B ; 6C) ;
- affectation à l'extrémité avant (A_2) de l'intervalle de sécurité (S_2) d'un point situé sur le canton vacant avant (6C ; 6D ; 6D) et qui se trouve à une distance prédéterminée (L_A) de la frontière entre le canton occupé avant (6B ; 6C ; 6C) et le canton vacant avant (6C ; 6D ; 6D) ;
- affectation à l'extrémité arrière (Z_2) de l'intervalle de sécurité (S_2) d'un point situé sur le canton vacant arrière (6A ; 6A ; 6B) et qui se trouve à une distance prédéterminée (L_Z) de la frontière entre le canton occupé arrière (6B ; 6B ; 6C) et le canton vacant arrière (6A ; 6A ; 6B) ;
- transmission, depuis le calculateur embarqué (14) vers l'ordinateur au sol (12), d'une information relative à la position du véhicule ferroviaire (2) et à un intervalle de positions (S_1) du véhicule ferroviaire (2), la position du véhicule ferroviaire (2) étant un segment compris entre l'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire (2), l'intervalle de positions (S_1) étant un segment présentant une extrémité avant (A_1) et une extrémité arrière (Z_1), la position du véhicule ferroviaire (2) étant incluse dans ledit intervalle de positions (S_1) ;
- si l'avant et l'arrière du véhicule ferroviaire (2), obtenus à partir de la position du véhicule ferroviaire (2), sont compris dans les limites d'un même canton (6B ; 6C), affectation par l'ordinateur au sol (12) de l'intervalle de positions (S_1) à l'intervalle de sécurité (S_2) ;
- sinon, conservation de l'intervalle de sécurité (S_2) calculé.

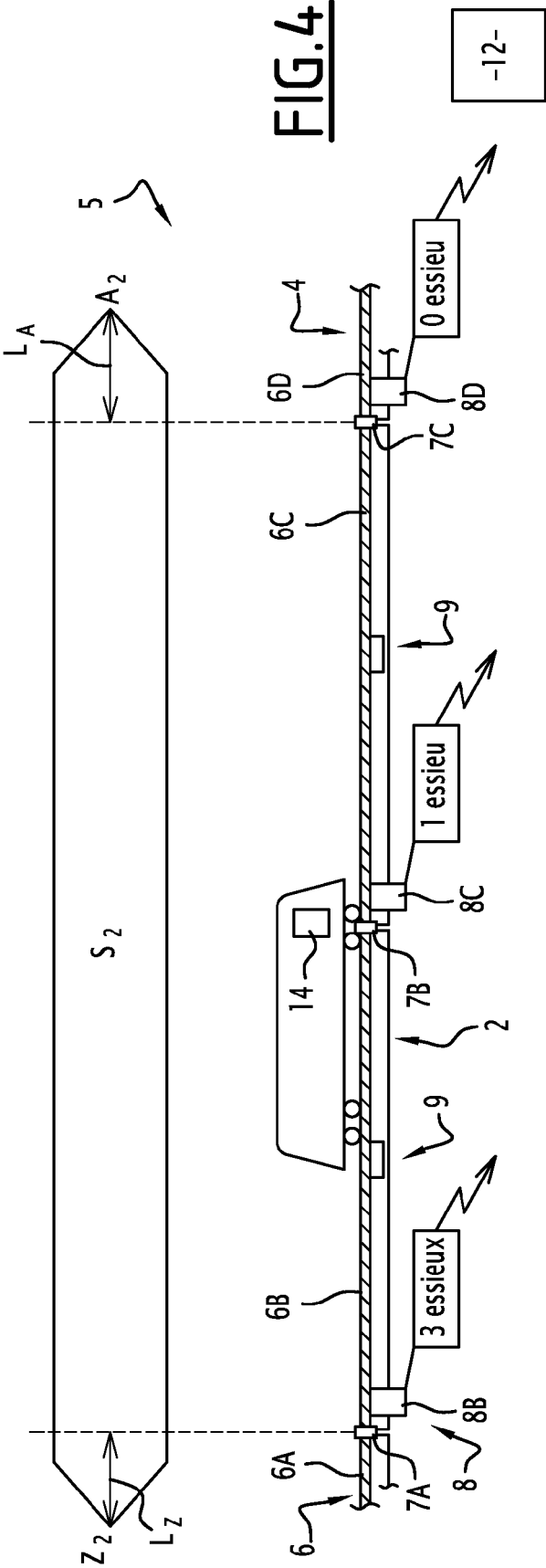
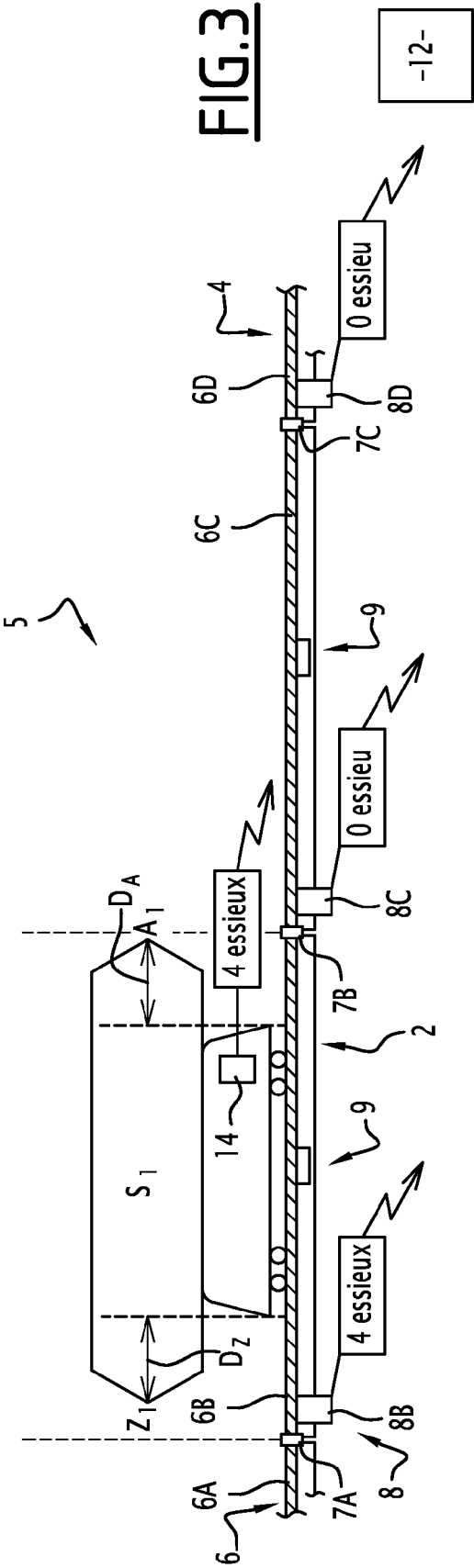
3. Dispositif (5) de discrimination de la présence d'un véhicule ferroviaire (2) sur un canton (6C) d'une voie ferrée (4), **caractérisé en ce qu'il** comporte :

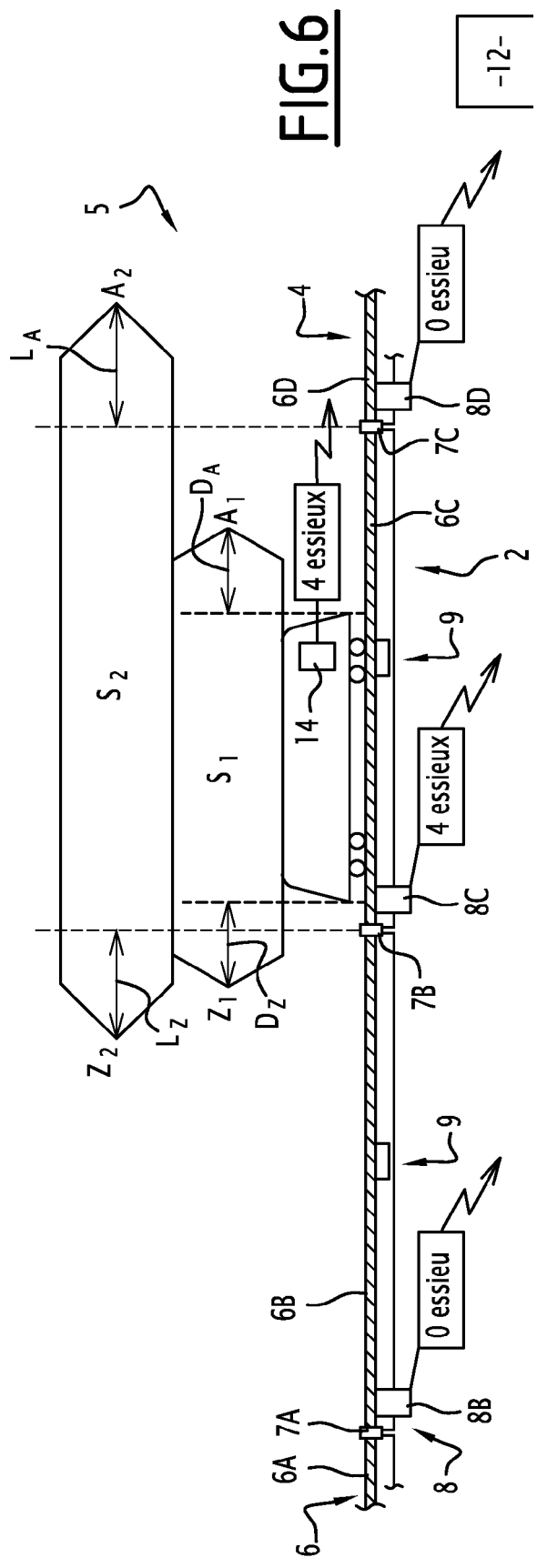
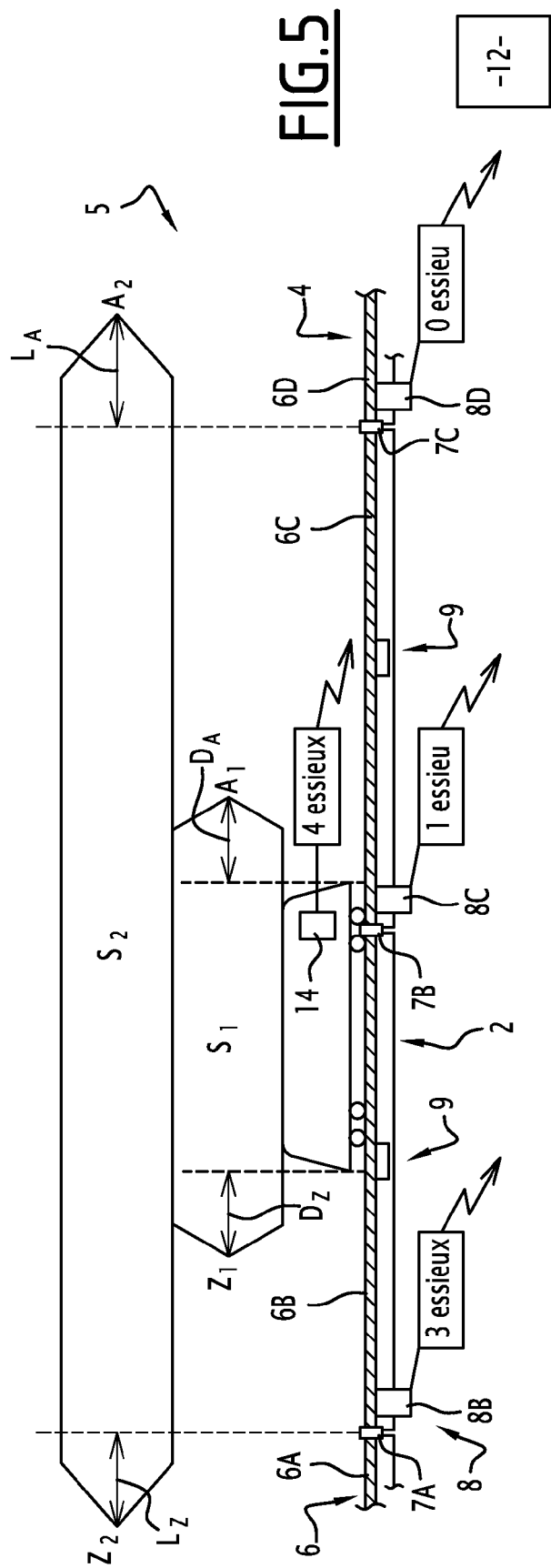
- un ordinateur au sol (12) ;
- un calculateur (14) embarqué à bord du véhicule ferroviaire (2), propre à transmettre, au cours du temps, vers l'ordinateur au sol (12), une information relative au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire (2) ;
- des capteurs à la voie (8) associés audit canton (6C) et à des cantons adjacents (6B, 6D) audit canton (6C), propres à transmettre, au cours du temps, à destination de l'ordinateur au sol (12), une information relative au nombre d'essieux présents dans le canton (6B, 6C, 6D) correspondant ;

l'ordinateur au sol (12) étant propre à discriminer la présence dudit véhicule ferroviaire (2) si le nombre d'essieux présents sur le canton (6C) est égal au nombre d'essieux du véhicule ferroviaire (2), et si le nombre d'essieux présents sur chacun des cantons (6B, 6D) adjacents audit canton (6C) est nul.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le calculateur au sol (12) est propre à mettre en oeuvre le procédé de calcul selon la revendication 2 pour calculer un intervalle de sécurité (S_2).







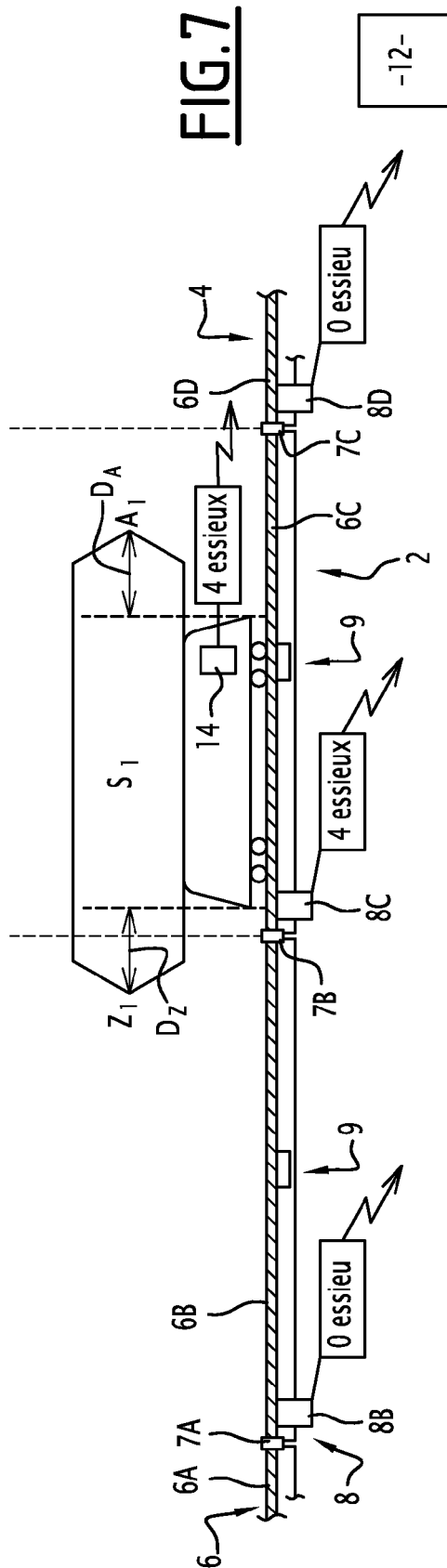


FIG. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 19 7098

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2014/048708 A2 (SIEMENS AG [DE]) 3 avril 2014 (2014-04-03)	1,3	INV. B61L25/02
A	* page 2, ligne 9 - page 3, ligne 37 * * page 5, ligne 26 - page 6, ligne 8 * * page 7, ligne 35 - page 11, ligne 34 * * figures 1-7 *	2,4	B61L1/16
A	EP 2 752 353 A1 (NIPPON SIGNAL CO LTD [JP]) 9 juillet 2014 (2014-07-09) * alinéas [0009] - [0010], [0015] - [0025], [0039] - [0059]; figures 1-5 *	1-4	ADD. B61L27/04
A	EP 1 642 800 A1 (ALSTOM BELGIUM SA [BE]) 5 avril 2006 (2006-04-05) * alinéas [0015] - [0033]; figures 1-2 *	1	
A	EP 0 881 136 A2 (SIEMENS AG [DE]) 2 décembre 1998 (1998-12-02) * colonne 2, ligne 5 - colonne 2, ligne 56 * * colonne 4, ligne 34 - colonne 8, ligne 27 * * figures 1,2 *	1	
A	EP 1 388 480 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 11 février 2004 (2004-02-11) * alinéas [0006], [0007], [0011], [0017] - [0019]; figures 1,2 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 23 mars 2016	Examineur Massalski, Matthias
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 15 19 7098

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.

23-03-2016

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2014048708 A2	03-04-2014	CN 104661890 A	27-05-2015
		DE 102012217591 A1	27-03-2014
		EP 2882626 A2	17-06-2015
		HK 1206312 A1	08-01-2016
		WO 2014048708 A2	03-04-2014

EP 2752353 A1	09-07-2014	CA 2850488 A1	04-04-2013
		CN 103826961 A	28-05-2014
		EP 2752353 A1	09-07-2014
		JP 2013075625 A	25-04-2013
		KR 20140069309 A	09-06-2014
		US 2014209753 A1	31-07-2014
		WO 2013047448 A1	04-04-2013

EP 1642800 A1	05-04-2006	AUCUN	

EP 0881136 A2	02-12-1998	AT 230360 T	15-01-2003
		DE 19722899 A1	03-12-1998
		EP 0881136 A2	02-12-1998
		ES 2189999 T3	16-07-2003

EP 1388480 A1	11-02-2004	AT 294089 T	15-05-2005
		CA 2436687 A1	08-02-2004
		DE 60300567 D1	02-06-2005
		DE 60300567 T2	23-02-2006
		EP 1388480 A1	11-02-2004
		ES 2242130 T3	01-11-2005
		PT 1388480 E	31-08-2005
		TW I231923 B	01-05-2005
		US 2004030466 A1	12-02-2004

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