



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.10.2015 Bulletin 2015/41

(51) Int Cl.:
B61L 25/02 ^(2006.01) **B61L 27/00** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15161677.8**

(22) Date de dépôt: **30.03.2015**

(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

(72) Inventeurs:
• **Bresson, Mathieu**
75012 Paris (FR)
• **Paiva, Felipe**
92110 Clichy (FR)

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

(30) Priorité: **02.04.2014 FR 1452933**

(71) Demandeur: **ALSTOM Transport Technologies**
92300 Levallois-Perret (FR)

(54) **Procédé de calcul d'un intervalle de positions d'un véhicule ferroviaire sur une voie ferrée et dispositif associé**

(57) Ce procédé de calcul d'un intervalle de positions d'un véhicule ferroviaire (2) sur une voie ferrée (4), ledit intervalle de positions correspondant à un segment de la voie (4) entre une extrémité avant et une extrémité arrière, est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes :
- d'identification, par des capteurs à la voie (8), d'un canton (6) de la voie ferrée (4) occupé par le véhicule ferro-

viaire (2) ;
- de transmission, à un ordinateur (12) au sol, d'un identifiant du canton (6) occupé ; et,
- de calcul, par l'ordinateur (12) au sol, d'un intervalle de positions (S_d) du véhicule ferroviaire (2) en tenant compte d'une position géographique du canton (6) occupé associée à l'identifiant dudit canton (6) occupé.

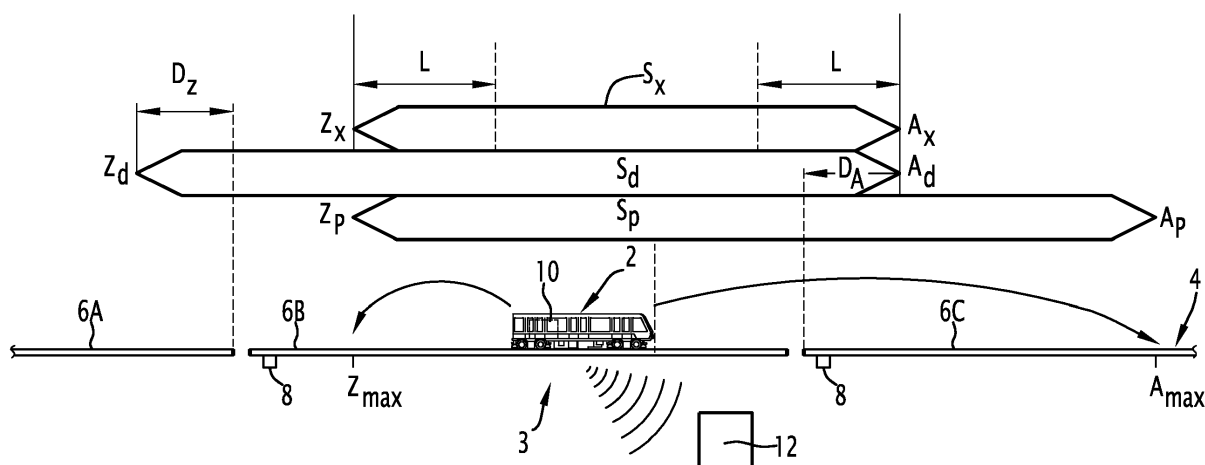


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de calcul d'un intervalle de positions d'un véhicule ferroviaire sur une voie ferrée, ledit intervalle de positions correspondant à un segment de la voie entre une extrémité avant et une extrémité arrière.

[0002] 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 basée sur la communication », ou CBTC (de l'anglais « Communication Based Train Control »).

[0003] De façon classique, pour un véhicule ferroviaire circulant sur une voie ferrée, l'intervalle de positions du véhicule sur la voie ferrée est déterminé par un calculateur embarqué à bord du véhicule. 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 d'une pluralité de véhicules ferroviaires et pour commander la marche ou l'arrêt de chaque véhicule en fonction de l'intervalle de positions des autres véhicules et d'autres points de contraintes présents sur la voie. Par exemple un aiguillage mal positionné conduira l'ordinateur au sol à commander l'arrêt des trains en approche de cet aiguillage.

[0004] Par « intervalle de positions », on entend au sens de la présente invention un segment d'une voie ferrée dans lequel le véhicule ferroviaire est susceptible de se trouver avec une incertitude inférieure à un seuil prédéterminé.

[0005] Le calculateur embarqué est adapté pour déterminer la position du véhicule à partir par exemple de balises disposées sur la voie ferrée, et dont les emplacements sur la voie ferrée sont préalablement 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, ledit déplacement étant par exemple mesuré par un odomètre.

[0006] Dans certaines situations, le calculateur embarqué n'est plus en mesure de calculer l'intervalle de positions du véhicule ferroviaire avec une précision suffisante. On parle alors de perte de localisation. Une perte de localisation survient par exemple si aucune nouvelle balise n'est détectée après que le véhicule ferroviaire a parcouru une distance supérieure ou égale à un seuil prédéterminé, depuis la dernière balise détectée. Pour des raisons de sécurité, un système de commande du véhicule ferroviaire commande alors l'arrêt du véhicule.

[0007] En cas d'arrêt du véhicule ferroviaire, il est connu de faire intervenir un opérateur pour manoeuvrer manuellement le véhicule ferroviaire arrêté et l'acheminer jusqu'à la balise fonctionnelle suivante, afin que le calculateur embarqué détermine de nouveau l'intervalle de positions du véhicule pour permettre un retour au fonc-

tionnement autonome et automatique du véhicule ferroviaire.

[0008] Il est également connu de permettre à un opérateur distant de manoeuvrer le véhicule ferroviaire, après que l'opérateur a vérifié l'absence d'obstacle dans la direction vers laquelle il souhaite acheminer le véhicule ferroviaire. Comme précédemment, un fonctionnement automatique est retrouvé dès que le véhicule ferroviaire rencontre une balise fonctionnelle.

[0009] Néanmoins, de tels procédés ne donnent pas entière satisfaction.

[0010] En effet, de tels procédés nécessitent l'intervention d'un opérateur, ce qui est susceptible d'entraîner des incidents liés à l'erreur humaine. En outre, de tels procédés impliquent l'immobilisation du véhicule ferroviaire durant des temps longs, par exemple le temps d'intervention de l'opérateur, ce qui est d'autant plus pénalisant pour des systèmes de transport sans conducteur. Ceci nuit à la qualité du trafic, notamment pour des réseaux de transport urbains.

[0011] Un but de l'invention est donc de proposer un procédé de localisation d'un véhicule ferroviaire qui permet un fonctionnement sûr et automatisé, et un rétablissement rapide du trafic ferroviaire en cas de perte de localisation.

[0012] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, dans lequel le procédé comporte les étapes :

- d'identification, par des capteurs à la voie, d'un canton de la voie ferrée occupé par le véhicule ferroviaire ;
- de transmission, à un ordinateur au sol, d'un identifiant du canton occupé ; et,
- de calcul, par l'ordinateur au sol, d'un intervalle de positions du véhicule ferroviaire en tenant compte d'une position géographique du canton occupé associée à l'identifiant dudit canton occupé.

[0013] En effet, le calcul de l'intervalle de positions du véhicule ferroviaire par un ordinateur au sol à partir d'informations fournies par des capteurs à la voie permet une localisation sûre et automatisée du véhicule ferroviaire, même si le calculateur embarqué n'est plus en mesure de calculer cette localisation.

[0014] Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le procédé comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- le procédé comprend une étape de transmission, depuis un calculateur embarqué à bord du véhicule ferroviaire vers l'ordinateur au sol, d'un intervalle de positions du véhicule ferroviaire déterminé par ledit calculateur embarqué, l'étape de calcul d'un intervalle de positions du véhicule ferroviaire tenant également compte de l'intervalle de positions déterminé par ledit calculateur embarqué ;

- l'étape de calcul d'un intervalle de positions comprend une première phase dans laquelle l'intervalle de positions est pris égal à l'intervalle de positions du véhicule ferroviaire déterminé par le calculateur embarqué, et une deuxième phase dans laquelle une extrémité avant de l'intervalle de positions est déplacée suivant la direction de déplacement du véhicule ferroviaire jusqu'à atteindre une extrémité du canton occupé, qui se trouve en avant du véhicule ferroviaire ;
- l'extrémité avant de l'intervalle de positions est déplacée au cours de cycles de calcul successifs de durée prédéterminée d'une distance égale au produit de la vitesse du véhicule ferroviaire par la durée prédéterminée ;
- le procédé comporte en outre une étape de calcul, par l'ordinateur au sol, d'un deuxième intervalle de positions du véhicule ferroviaire à partir de l'intervalle de positions du véhicule ferroviaire déterminé par le calculateur embarqué, l'étape de calcul comportant une première phase dans laquelle l'ordinateur détermine une position limite avant que le véhicule ferroviaire n'est pas autorisé à dépasser, une deuxième phase dans laquelle le deuxième intervalle de position est prise égale à l'intervalle de positions déterminé par le calculateur embarqué, et une troisième phase dans laquelle une extrémité avant de la deuxième position est déplacée jusqu'à atteindre la limite avant ;
- l'extrémité avant du deuxième intervalle de positions est déplacée au cours de cycles de calcul successifs de durée prédéterminée d'une distance égale au produit de la vitesse du véhicule ferroviaire par la durée prédéterminée ;
- si la vitesse du véhicule n'est pas disponible, la distance est égale au produit de la vitesse maximale du véhicule ferroviaire par la durée prédéterminée ;
- le procédé comporte une étape de calcul d'un intervalle auxiliaire du véhicule ferroviaire, l'intervalle auxiliaire étant égal à une intersection du premier intervalle de positions et d'un deuxième intervalle de positions.

[0015] En outre, l'invention a pour objet un dispositif de calcul d'un intervalle de positions d'un véhicule ferroviaire sur une voie ferrée, pour la mise en oeuvre du procédé de calcul tel que défini ci-dessus.

[0016] 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 :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif de localisation propre à mettre en oeuvre un procédé de localisation selon l'invention ;
- la figure 2 est une représentation schématique d'une situation de fonctionnement normal du véhicule ferroviaire ;

- la figure 3 est une représentation schématique d'une phase intermédiaire d'une première étape du procédé de localisation selon l'invention ;
- la figure 4 est une représentation schématique d'une phase finale de l'étape de la figure 3 ;
- la figure 5 est une représentation schématique d'une phase intermédiaire d'une deuxième étape du procédé selon l'invention ;
- la figure 6 est une représentation schématique d'une phase finale de l'étape de la figure 5 ;
- la figure 7 est une représentation schématique d'une première étape du procédé de localisation d'un véhicule ferroviaire suite à la remise en service d'un calculateur embarqué du dispositif de localisation ;
- la figure 8 est une représentation schématique d'une étape successive à l'étape de la figure 7 ;
- la figure 9 est une représentation schématique d'une étape successive à l'étape de la figure 8 ; et
- la figure 10 est une représentation schématique d'une étape successive à l'étape de la figure 9.

[0017] Un véhicule ferroviaire 2 circulant sur une voie ferrée 4 est représenté sur la figure 1.

[0018] La localisation du véhicule ferroviaire 2 est réalisée par un dispositif de localisation 3 comportant une composante au sol et une composante embarquée.

[0019] Par « localisation », on entend le calcul d'un intervalle de positions du véhicule ferroviaire 2 sur la voie ferrée 4.

[0020] Pour la composante au sol, la voie ferrée 4 est subdivisée en une pluralité de cantons 6 successifs. Chaque canton est identifié par un identifiant, qui est associé à la position géographique du canton.

[0021] Une pluralité de dispositifs de détections secondaires 8, également appelés capteurs à la voie, sont disposés le long de la voie ferrée 4. Chaque dispositif de détection secondaire 8 est associé à un canton 6. Par exemple, la voie ferrée 4 comporte un premier canton 6A, un deuxième canton 6B et un troisième canton 6C, chaque canton 6A, 6B, 6C étant associé à un dispositif de détection secondaire 8 correspondant.

[0022] Chaque dispositif de détection secondaire 8 est propre à déterminer si le canton 6 correspondant est vacant ou occupé. Par « occupé », on entend un canton 6 sur lequel le véhicule ferroviaire 2 est engagé au moins partiellement.

[0023] Les dispositifs de détection secondaires 8 sont par exemple des circuits de voie ou des compteurs d'essieux.

[0024] Chaque dispositif de détection secondaire 8 est en outre relié à un ordinateur au sol 12 pour transmettre à l'ordinateur au sol 12 une information relative à l'état occupé ou vacant du 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.

[0025] Pour la composante embarquée, une pluralité de balises (non représentées) sont disposées le long de

la voie ferrée 4. Les balises sont disposées successivement le long de la voie ferrée 4, à des emplacements géographiques prédéterminés. Chaque balise est identifiée par un identifiant de balise unique.

[0026] Le véhicule ferroviaire 2 comporte au moins un capteur de balise, c'est-à-dire une antenne, propre à détecter la présence d'une balise lorsqu'il se trouve à proximité de celle-ci et à capter des informations relatives à cette balise détectée. De préférence, la balise est propre à communiquer son identifiant de balise au capteur de balise du véhicule ferroviaire 2.

[0027] Le véhicule ferroviaire 2 comporte également des instruments de mesure du déplacement, de la vitesse ou de l'accélération du véhicule ferroviaire 2. Les instruments de mesure sont par exemple des odomètres ou des accéléromètres.

[0028] En outre, le véhicule ferroviaire 2 comporte un calculateur embarqué 10.

[0029] Les instruments de mesure et le capteur de balise sont reliés au calculateur embarqué 10.

[0030] Le capteur de balise est propre à émettre, à destination du calculateur embarqué 10, des données relatives aux balises détectées. Notamment, le capteur de balise est propre à émettre, à destination du calculateur embarqué 10, l'identifiant de balise de chaque balise détectée durant le déplacement du véhicule ferroviaire 2 le long de la voie ferrée 4.

[0031] Le calculateur embarqué 10 comporte une mémoire dans laquelle sont stockés l'identifiant de balise et l'emplacement géographique de chacune des balises de la voie ferrée 4.

[0032] Le calculateur embarqué 10 est propre à convertir les mesures réalisées par les instruments de mesure en une mesure de déplacement et/ou de vitesse du véhicule ferroviaire 2. Par exemple, pour les instruments de mesures adaptés pour mesurer le déplacement du véhicule ferroviaire 2, le calculateur embarqué 10 est propre à déterminer la vitesse du véhicule ferroviaire 2 par dérivation par rapport au temps du déplacement. Par exemple, pour les instruments de mesure adaptés pour mesurer la vitesse instantanée de déplacement du véhicule ferroviaire 2, le calculateur embarqué 10 est propre à calculer la distance parcourue par le véhicule ferroviaire 2 par intégration par rapport au temps de la vitesse du véhicule ferroviaire 2. Par exemple, pour les instruments de mesure adaptés pour mesurer l'accélération instantanée du véhicule ferroviaire 2, le calculateur embarqué 10 est propre à calculer la vitesse du véhicule ferroviaire 2, puis la distance parcourue par le véhicule ferroviaire 2, par intégrations successives par rapport au temps de l'accélération du véhicule ferroviaire 2.

[0033] Le calculateur embarqué 10 est également propre à calculer un intervalle de positions S_0 du véhicule ferroviaire 2. Comme illustré par la figure 2, l'intervalle S_0 correspond à un segment d'extrémité avant A_0 et d'extrémité arrière Z_0 . Notamment, le calculateur embarqué 10 est propre à calculer un intervalle S_0 du véhicule ferroviaire 2 à partir de l'emplacement de la dernière balise

détectée par le détecteur de balise. En particulier, le calculateur embarqué 10 est propre à déterminer un intervalle S_0 du véhicule ferroviaire 2 à partir de l'emplacement de la dernière balise détectée et du déplacement du véhicule ferroviaire depuis ladite dernière balise détectée, le déplacement étant mesuré par les instruments de mesure du véhicule ferroviaire 2 ou calculé par le calculateur embarqué 10 à partir des mesures réalisées par les instruments de mesure du véhicule ferroviaire 2. Avantageusement, le calculateur embarqué 10 est propre à prendre en compte, lors du calcul de l'intervalle S_0 , une marge d'erreur potentielle liée à la précision des instruments de mesure utilisés, ce qui conduit à un calcul sécuritaire de l'intervalle de position S_0 . Par exemple, pour un odomètre, la marge d'erreur tient compte du coefficient d'adhérence entre une roue du véhicule ferroviaire 2 et un rail de la voie ferrée 4, ce coefficient n'étant pas de 100%.

[0034] Le calculateur embarqué 10 est en outre propre à générer un signal d'alerte en cas de perte de localisation. Par « perte de localisation », on entend une situation dans laquelle les données reçues par le calculateur embarqué 10 ne permettent pas de déterminer l'intervalle de positions S_0 du véhicule ferroviaire 2 avec une erreur inférieure à un seuil prédéterminé. Le calculateur embarqué 10 est par exemple configuré pour générer un signal d'alerte si l'emplacement d'une balise détectée se trouve en dehors de l'intervalle de positions S_0 du véhicule ferroviaire calculée à cet instant par le calculateur embarqué 10. Le calculateur embarqué 10 est par exemple configuré pour générer un signal d'alerte si aucune balise n'a été détectée à l'issue d'un déplacement de longueur prédéterminée depuis la détection de la dernière balise. En outre, le calculateur embarqué 10 est par exemple configuré pour générer un signal d'alerte si, à un même instant, les valeurs des mesures de déplacement ou de vitesse sont différentes d'un instrument de mesure à l'autre. Par exemple lorsque les moyens d'odométries sont redondés dans le train il est possible de générer une alerte si l'un des odomètres indique que le train est à l'arrêt alors que l'autre odomètre indique que le train se déplace.

[0035] Avantageusement, le calculateur embarqué 10 est également configuré pour générer un signal d'alerte si des détecteurs d'intégrité du véhicule ferroviaire 2 détectent une perte d'intégrité du véhicule ferroviaire 2, durant un intervalle temporelle de durée inférieure à une durée prédéterminée. Le véhicule ferroviaire 2 est dit intègre s'il n'a perdu aucun wagon au cours de son déplacement. De préférence, le calculateur embarqué 10 est configuré pour émettre un signal d'alerte suite à sa mise en fonctionnement après une mise en veille ou une extinction. Dans ce cas, lors de la mise en veille ou de l'extinction du calculateur embarqué 10, l'ordinateur au sol 12 mémorise l'orientation du véhicule ferroviaire 2 par rapport à la voie ferrée 4, c'est-à-dire que l'ordinateur au sol 12 mémorise le sens de la marche du véhicule ferroviaire 2.

[0036] Le calculateur embarqué 10 est propre à communiquer avec l'ordinateur au sol 12. Le calculateur embarqué 10 et l'ordinateur au sol 12 sont par exemple propres à communiquer entre eux par ondes radio.

[0037] Le calculateur embarqué 10 est propre à émettre, à destination de l'ordinateur au sol 12, le dernier intervalle de positions S_0 du véhicule ferroviaire 2 calculé par le calculateur embarqué 10.

[0038] Le calculateur embarqué 10 est également propre à émettre, à destination de l'ordinateur au sol 12, les valeurs de déplacement et les valeurs de vitesse mesurées et/ou calculées.

[0039] Le calculateur embarqué 10 est en outre propre à émettre le signal d'alerte à destination de l'ordinateur au sol 12, l'alerte indiquant une perte de localisation.

[0040] L'ordinateur au sol 12 comporte une mémoire (non représentée) dans laquelle l'identifiant de chaque canton 6 est associé à la position géographique du canton 6.

[0041] L'ordinateur au sol 12 est propre à calculer une position limite avant $A_{\max}$ et une position limite arrière $Z_{\max}$ pour le véhicule ferroviaire 2. Les positions limites avant $A_{\max}$ et arrière $Z_{\max}$ sont respectivement le point de la voie ferrée 4 en aval du véhicule ferroviaire 2 et le point de la voie ferrée 4 en amont du véhicule ferroviaire 2 que le véhicule ferroviaire 2 n'est pas autorisé à dépasser par les ordres de mouvements données par l'ordinateur sol 12. En fonctionnement normal, la position instantanée du véhicule ferroviaire 2 est toujours comprise entre les positions limites avant $A_{\max}$ et arrière $Z_{\max}$.

[0042] L'ordinateur au sol 12 est propre à retransmettre les positions limites avant $A_{\max}$ et arrière $Z_{\max}$ à destination du calculateur embarqué 10 et/ou à un système de commande (non représenté) du véhicule ferroviaire 2. Les positions limites $A_{\max}$, $Z_{\max}$ correspondent aux autorisations de mouvements maximales données au train. Le calculateur embarqué 10 est propre à garantir en sécurité que ces positions ne sont jamais dépassées par le véhicule ferroviaire 2.

[0043] La position limite avant $A_{\max}$ dépend de l'espacement avec le véhicule ferroviaire se trouvant en aval du véhicule ferroviaire 2 considéré. La position limite avant $A_{\max}$ se situe avantageusement, en aval du véhicule ferroviaire 2, et par rapport à l'avant du véhicule ferroviaire 2, à une distance supérieure à 100 m, de préférence supérieure à 200 m, par exemple égale à 500 m.

[0044] La position limite arrière $Z_{\max}$ se situe avantageusement, en amont du véhicule ferroviaire 2, et par rapport à l'arrière du véhicule ferroviaire 2, à une distance inférieure à 100 m, de préférence inférieure à 50 m, par exemple égale à 20 m.

[0045] L'ordinateur au sol 12 est propre à calculer un intervalle de positions du véhicule ferroviaire 2 dit « intervalle auxiliaire S_x , à partir des informations reçues en provenance du calculateur embarqué 10, des dispositifs de détection secondaires 8 et des positions limites $A_{\max}$, $Z_{\max}$ fournies par l'ordinateur au sol 12 lui-même. Comme illustré sur la figure 1, l'intervalle auxiliaire S_x

comporte une extrémité avant A_x et une extrémité arrière Z_x .

[0046] Par exemple, l'ordinateur au sol 12 est propre à calculer l'intervalle auxiliaire S_x du véhicule ferroviaire 2 en cas de réception d'un signal d'alerte en provenance du calculateur embarqué 10. L'ordinateur au sol 12 est propre à calculer l'intervalle auxiliaire S_x du véhicule ferroviaire 2 à partir de la dernière position du véhicule ferroviaire 2 qui a été calculée par le calculateur embarqué 10, à partir des valeurs mesurées et/ou calculées de déplacement et/ou de vitesse, à partir des dispositifs de détection secondaires 8 et à partir des positions limites $A_{\max}$ et $Z_{\max}$ fournies par l'ordinateur sol 12 lui-même.

[0047] L'ordinateur au sol 12 est propre à émettre, à destination du calculateur embarqué 10, l'intervalle auxiliaire S_x du véhicule ferroviaire 2.

[0048] Le dispositif de localisation 3 est propre à déterminer l'intervalle S_0 et/ou l'intervalle auxiliaire S_x du véhicule ferroviaire à partir de données reçues par le calculateur embarqué 10 et/ou l'ordinateur au sol 12.

[0049] Le fonctionnement du dispositif de localisation 3 va maintenant être décrit.

[0050] Au cours d'une étape initiale de fonctionnement normal du véhicule ferroviaire 2, il n'y a pas de perte de localisation par le calculateur embarqué et aucune alerte n'a été émise. Le calculateur embarqué 10 détermine l'intervalle de positions S_0 du véhicule ferroviaire 2. L'intervalle S_0 est dit « intervalle initial » du véhicule ferroviaire 2.

[0051] Dans l'exemple illustré par la figure 2, le véhicule ferroviaire 2 occupe le deuxième canton 6B. Ainsi, le deuxième canton 6B est occupé et les premier et troisième cantons 6A, 6C sont vacants.

[0052] A l'issue de l'étape initiale, une perte de localisation survient. Le calculateur embarqué 10 émet alors un signal d'erreur à destination de l'ordinateur au sol 12. Le calculateur embarqué 10 transmet également à l'ordinateur au sol 12 l'intervalle initial S_0 du véhicule ferroviaire 2 avant la survenue de la perte de localisation. En outre, le calculateur embarqué 10 transmet à l'ordinateur au sol 12 la valeur du déplacement et/ou de la vitesse du véhicule ferroviaire 2 qui est mesurée respectivement par les instruments de mesure de déplacement et par les instruments de mesure de vitesse.

[0053] L'ordinateur au sol 12 calcule alors un premier intervalle auxiliaire S_p , au cours d'une première étape du procédé, et un deuxième intervalle auxiliaire S_d , au cours d'une deuxième étape du procédé de localisation. L'ordinateur au sol 12 calcule ensuite l'intersection des intervalles auxiliaires S_p et S_d pour déterminer l'intervalle auxiliaire S_x , visible sur la figure 1.

[0054] Le premier intervalle auxiliaire S_p et le deuxième intervalle auxiliaire S_d sont respectivement visibles sur les figures 4 et 6. Le premier intervalle auxiliaire S_p comporte une extrémité avant A_p et une extrémité arrière Z_p . Le deuxième intervalle auxiliaire S_d comporte une extrémité avant A_d et une extrémité arrière Z_d .

[0055] Comme illustré par les figures 3 et 4, l'ordinateur

au sol 12 calcule le premier intervalle auxiliaire S_p à partir de l'intervalle initial S_0 et des positions limites avant $A_{\max}$ et arrière $Z_{\max}$.

[0056] L'extrémité avant A_p est d'abord prise égale à l'extrémité avant A_0 de l'intervalle S_0 . Au cours de cycles de calcul successifs de durée T , l'ordinateur au sol 12 calcule un nouvel emplacement du point A_p du premier intervalle auxiliaire S_p . En particulier, au cours des cycles de calcul successifs, le point A_p est déplacé sur la voie ferrée 4 selon la direction de déplacement du véhicule ferroviaire 2, d'une quantité égale à la vitesse v du véhicule ferroviaire 2 à l'instant de calcul, multipliée par la durée T . Par exemple, sur la figure 3, et pour une vitesse v constante du véhicule ferroviaire 2, à l'issue d'un nombre entier N strictement positif de cycles de calcul, le point A_p est situé à une distance $N \cdot v \cdot T$ selon la direction de déplacement du véhicule ferroviaire 2 par rapport à l'extrémité avant A_0 de l'intervalle S_0 . Avantagusement, dans le cas d'une perte de localisation due à une incohérence de mesure entre les différents instruments de mesures du véhicule ferroviaire 2, la vitesse v utilisée est la vitesse maximale accessible au véhicule ferroviaire 2.

[0057] En outre, l'extrémité arrière Z_p est prise égale au point limite arrière $Z_{\max}$.

[0058] Le calcul s'arrête quand le point A_p du premier intervalle auxiliaire atteint le point limite avant $A_{\max}$.

[0059] En variante, les extrémités avant A_p et arrière Z_p du premier intervalle auxiliaire S_p sont prises respectivement égales aux points limites avant $A_{\max}$ et arrière $Z_{\max}$ dès le premier cycle de calcul.

[0060] Comme illustré par les figures 5 et 6, l'ordinateur au sol 12 calcule le deuxième intervalle auxiliaire S_d à partir de l'intervalle initial S_0 et des informations émises par les dispositifs de détection secondaires 8 et relatives à l'état occupé ou vacant des cantons 6.

[0061] Dans l'exemple illustré par la figure 2, à l'issue de l'étape initiale, le deuxième canton 6B est occupé et les premier et troisième cantons 6A, 6C sont vacants.

[0062] L'extrémité avant A_d est d'abord prise égale à l'extrémité avant A_0 de l'intervalle initial S_0 . Au cours de cycles de calcul successifs de durée T , l'ordinateur au sol 12 calcule un nouvel emplacement du point A_d du deuxième intervalle auxiliaire S_d . En particulier, au cours des cycles de calcul successifs, le point A_d est déplacé sur la voie ferrée 4 selon la direction de déplacement du véhicule ferroviaire 2 d'une quantité égale à la vitesse v du véhicule ferroviaire 2 à l'instant de calcul, multipliée par la durée T . Par exemple, sur la figure 5, et pour une vitesse v constante du véhicule ferroviaire 2, à l'issue d'un nombre entier N strictement positif de cycles de calcul, le point A_d est situé à une distance $N \cdot v \cdot T$ selon la direction de déplacement du véhicule ferroviaire 2 par rapport à l'extrémité avant A_0 de l'intervalle initial S_0 . Avantagusement, dans le cas d'une perte de localisation due à une incohérence de mesure entre les différents instruments de mesures du véhicule ferroviaire 2, la vitesse v utilisée est la vitesse maximale accessible au véhicule ferroviaire 2.

[0063] Le calcul s'arrête quand l'extrémité avant A_d du deuxième intervalle auxiliaire S_d atteint la transition entre le canton actuellement occupé et le canton vacant avant, c'est-à-dire, dans l'exemple, à la transition entre le deuxième canton 6B et le troisième canton 6C. L'emplacement de l'extrémité arrière Z_d est alors pris égal à la transition entre le canton actuellement occupé et le canton vacant arrière, c'est-à-dire, dans l'exemple, à la transition entre le deuxième canton 6B et le premier canton 6A.

[0064] En fonction de la position instantanée du véhicule ferroviaire 2 au moment de la survenue de la perte de localisation, le canton 6 occupé à l'issue du calcul du deuxième intervalle auxiliaire S_d est le même ou est différent du canton 6 occupé au début du calcul du deuxième intervalle auxiliaire S_d .

[0065] De préférence, et comme cela apparaît sur la figure 6, à l'issue du calcul précédemment défini, l'extrémité avant A_d est décalée vers l'avant d'un premier décalage prédéfini D_A et l'extrémité arrière Z_d est décalée vers l'arrière d'un deuxième décalage prédéfini D_Z . Le premier décalage D_A et le deuxième décalage D_Z permettent de tenir compte des éventuels retards, pour chaque dispositif de détection secondaire 8, de détection de l'entrée du véhicule ferroviaire 2 sur un canton 6 correspondant ou de la sortie du véhicule ferroviaire 2 d'un canton 6 correspondant.

[0066] Le premier décalage D_A est avantagusement compris entre 10 m et 400 m, de préférence compris entre 50 m et 300 m, par exemple compris entre 100 m et 200 m.

[0067] Le deuxième décalage D_Z est avantagusement compris entre 10 m et 200 m, de préférence compris entre 20 m et 150 m, par exemple compris entre 30 m et 100 m.

[0068] L'ordinateur au sol 12 calcule ensuite l'intervalle auxiliaire S_x . L'intervalle auxiliaire S_x est l'intersection du premier intervalle auxiliaire S_p et du deuxième intervalle auxiliaire S_d . En particulier :

$$A_x = \min (A_p, A_d)$$

$$Z_x = \max (Z_p, Z_d)$$

[0069] L'ordinateur au sol 12 émet ensuite l'intervalle auxiliaire S_x vers le calculateur embarqué 10.

[0070] A la réception de l'intervalle auxiliaire S_x , le calculateur embarqué 10 prend l'intervalle auxiliaire S_x comme son intervalle de positions S_0 courant. Le calculateur embarqué 10 n'émet plus de signal d'alerte. Le véhicule ferroviaire 2 est alors autorisé à reprendre sa marche sur la voie ferrée 4.

[0071] Avantagusement, la durée entre l'émission du signal d'alerte par le calculateur embarqué 10 à destination de l'ordinateur au sol 12, et la réception de l'intervalle

auxiliaire S_x par le calculateur embarqué 10 depuis l'ordinateur au sol 12, est inférieure à 20 s, de préférence inférieure à 10 s, par exemple inférieure à 5 s.

[0072] Comme cela est représenté sur la figure 7, dans le cas d'une remise en fonctionnement du calculateur embarqué 10 après une mise en veille ou une extinction, le calculateur embarqué 10 émet un signal d'alerte indiquant une perte de localisation à destination de l'ordinateur au sol 12. L'ordinateur au sol 12 a préalablement mémorisé l'orientation du véhicule ferroviaire 2 par rapport à la voie ferrée 4, c'est-à-dire la position relative du wagon de tête du véhicule ferroviaire 2, encore appelé « avant » par rapport à la position du wagon de queue, encore appelé « arrière ».

[0073] Au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 8, l'ordinateur au sol 12 calcule le deuxième intervalle auxiliaire S_d selon le procédé décrit précédemment. Notamment, l'emplacement de l'extrémité avant A_d du deuxième intervalle auxiliaire S_d est pris égal à la transition entre le canton actuellement occupé et le canton vacant avant, c'est-à-dire, dans l'exemple, à la transition entre le deuxième canton 6B et le troisième canton 6C. Puis l'extrémité avant A_d est décalée vers l'avant du premier décalage prédéfini D_A .

[0074] Au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 9, l'ordinateur au sol 12 détermine l'emplacement d'un point P de la voie ferrée 4. Le point P est un point situé en aval, suivant l'orientation du véhicule ferroviaire 2, de l'extrémité arrière Z_d du deuxième intervalle auxiliaire S_d . Le point P se trouve à une distance L de l'extrémité arrière Z_d , la distance L étant égale à la longueur du véhicule ferroviaire 2. Le point P est le point le plus en amont de la voie ferrée 4 où est susceptible de se trouver la tête du véhicule ferroviaire 2.

[0075] Au cours d'une étape suivante, illustrée par la figure 10, l'ordinateur au sol 12 calcule l'emplacement de la limite avant A_{max} à partir de l'emplacement du point P. L'ordinateur au sol 12 émet ensuite le deuxième intervalle auxiliaire S_d vers le calculateur embarqué 10, ainsi que la limite avant A_{max} .

[0076] A la réception du deuxième intervalle auxiliaire S_d , le calculateur embarqué 10 prend le deuxième intervalle auxiliaire S_d comme son intervalle de positions S_0 courant. Le calculateur embarqué 10 n'émet plus de signal d'alerte. Le véhicule ferroviaire 2 est alors autorisé à se mouvoir sur la voie ferrée 4.

Revendications

1. Procédé de calcul d'un intervalle de positions d'un véhicule ferroviaire (2) sur une voie ferrée (4), ledit intervalle de positions correspondant à un segment de la voie (4) entre une extrémité avant et une extrémité arrière, le procédé comportant les étapes :

- d'identification, par des capteurs à la voie (8), d'un canton (6) de la voie ferrée (4) occupé par

le véhicule ferroviaire (2) ;

- de transmission, à un ordinateur (12) au sol, d'un identifiant du canton (6) occupé ; et,
- de calcul, par l'ordinateur (12) au sol, d'un intervalle de positions (S_d) du véhicule ferroviaire (2) en tenant compte d'une position géographique du canton (6) occupé associée à l'identifiant dudit canton (6) occupé,

caractérisé en ce qu'il comprend une étape de transmission, depuis un calculateur embarqué (10) à bord du véhicule ferroviaire (2) vers l'ordinateur (12) au sol, d'un intervalle de positions (S_0) du véhicule ferroviaire (2) déterminé par ledit calculateur embarqué (10), l'étape de calcul d'un intervalle de positions (S_d) du véhicule ferroviaire (2) tenant également compte de l'intervalle de positions (S_0) déterminé par ledit calculateur embarqué (10).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de calcul d'un intervalle de positions (S_d) comprend une première phase dans laquelle l'intervalle de positions est pris égal à l'intervalle de positions (S_0) du véhicule ferroviaire (2) déterminé par le calculateur embarqué (10), et une deuxième phase dans laquelle une extrémité avant (A_d) de l'intervalle de positions (S_d) est déplacée suivant la direction de déplacement du véhicule ferroviaire (2) jusqu'à atteindre une extrémité du canton (6) occupé, qui se trouve en avant du véhicule ferroviaire (2).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'extrémité avant (A_d) de l'intervalle de positions (S_d) est déplacée au cours de cycles de calcul successifs de durée prédéterminée (T) d'une distance égale au produit de la vitesse du véhicule ferroviaire (2) par la durée prédéterminée (T).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une étape de calcul, par l'ordinateur (12) au sol, d'un deuxième intervalle de positions (S_p) du véhicule ferroviaire (2) à partir de l'intervalle de positions (S_0) du véhicule ferroviaire (2) déterminé par le calculateur embarqué (10), l'étape de calcul comportant une première phase dans laquelle l'ordinateur (12) détermine une position limite avant (A_{max}) que le véhicule ferroviaire (2) n'est pas autorisé à dépasser, une deuxième phase dans laquelle le deuxième intervalle de position (S_p) est prise égale à l'intervalle de positions (S_0) déterminé par le calculateur embarqué (10), et une troisième phase dans laquelle une extrémité avant (A_p) de la deuxième position (S_p) est déplacée jusqu'à atteindre la limite avant (A_{max}).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'extrémité avant (A_p) du deuxième intervalle de

positions (S_p) est déplacée au cours de cycles de calcul successifs de durée prédéterminée (T) d'une distance égale au produit de la vitesse du véhicule ferroviaire (2) par la durée prédéterminée (T).

5

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel, si la vitesse du véhicule n'est pas disponible, la distance est égale au produit de la vitesse maximale du véhicule ferroviaire (2) par la durée prédéterminée (T).

10

7. Procédé selon les revendications 2 et 4 en combinaison, **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape de calcul d'un intervalle auxiliaire (S_x) du véhicule ferroviaire (2), l'intervalle auxiliaire (S_x) étant égal à une intersection du premier intervalle de positions (S_d) et du deuxième intervalle de positions (S_p).

15

8. Dispositif (3) de calcul d'un intervalle de positions (S_0) d'un véhicule ferroviaire (2) sur une voie ferrée (4), pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

20

25

30

35

40

45

50

55

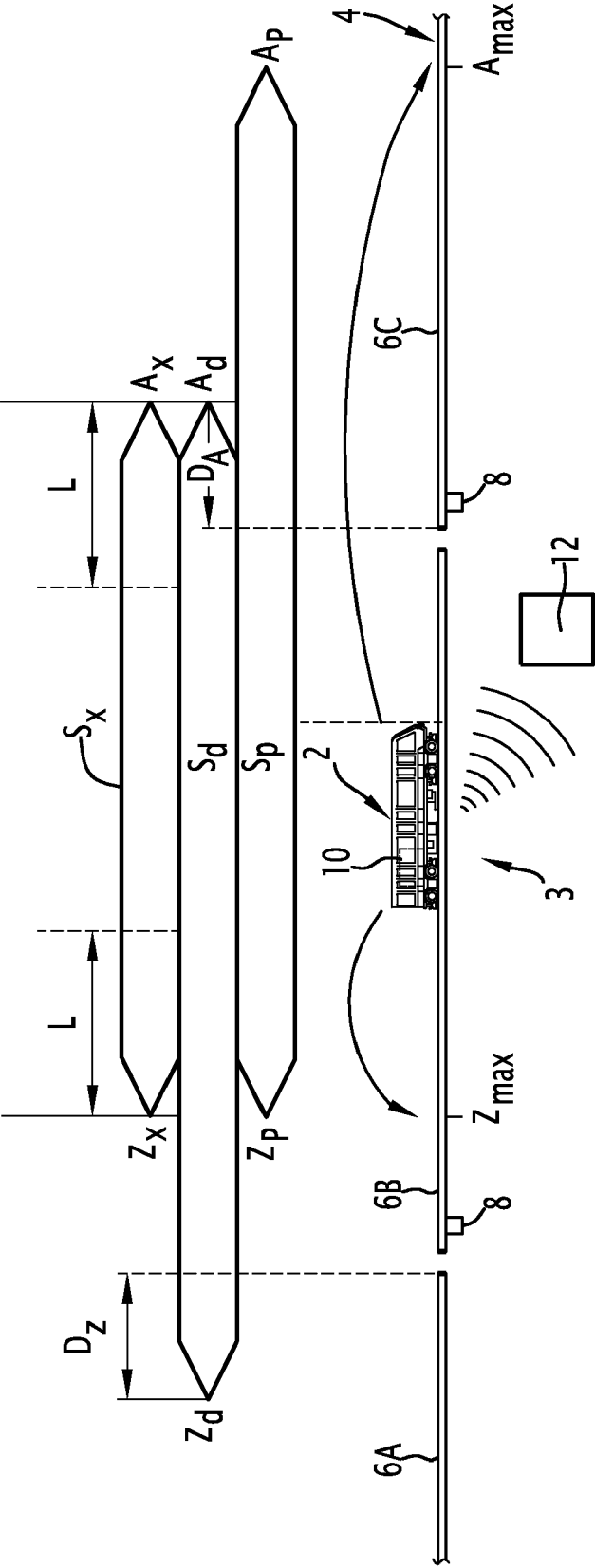
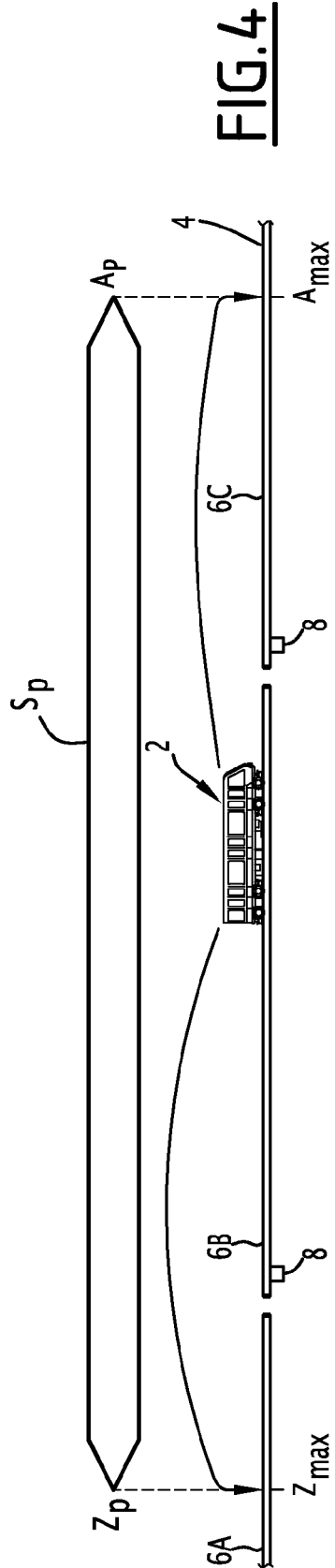
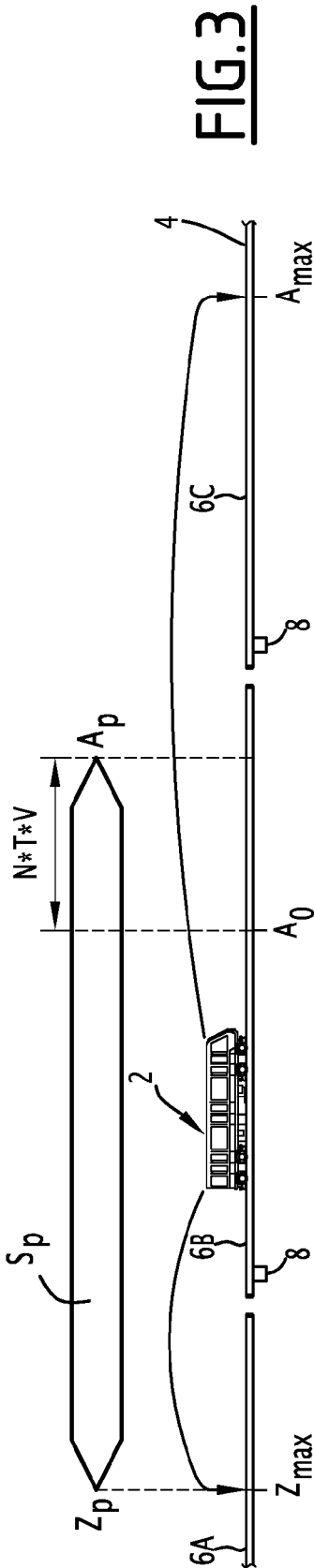
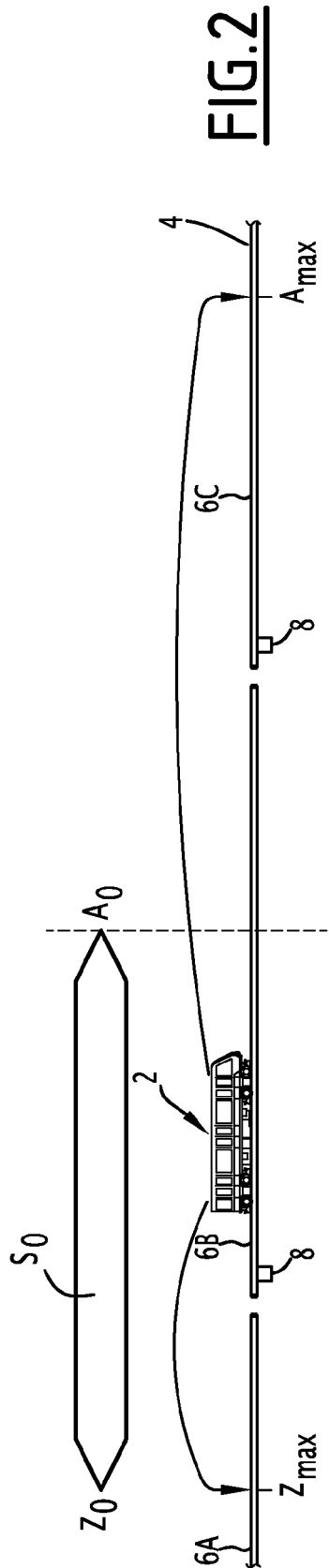
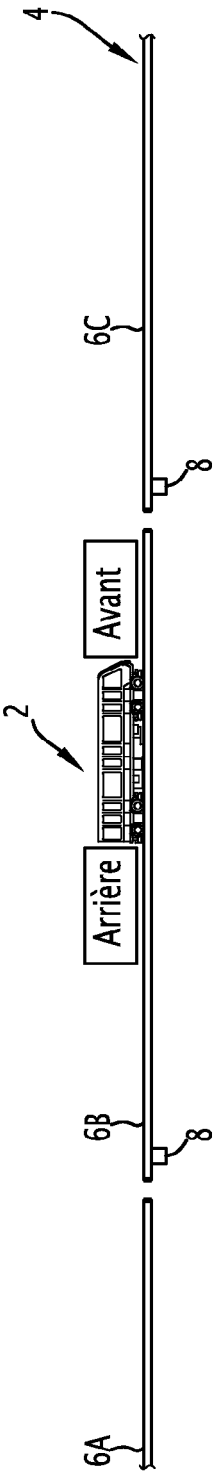
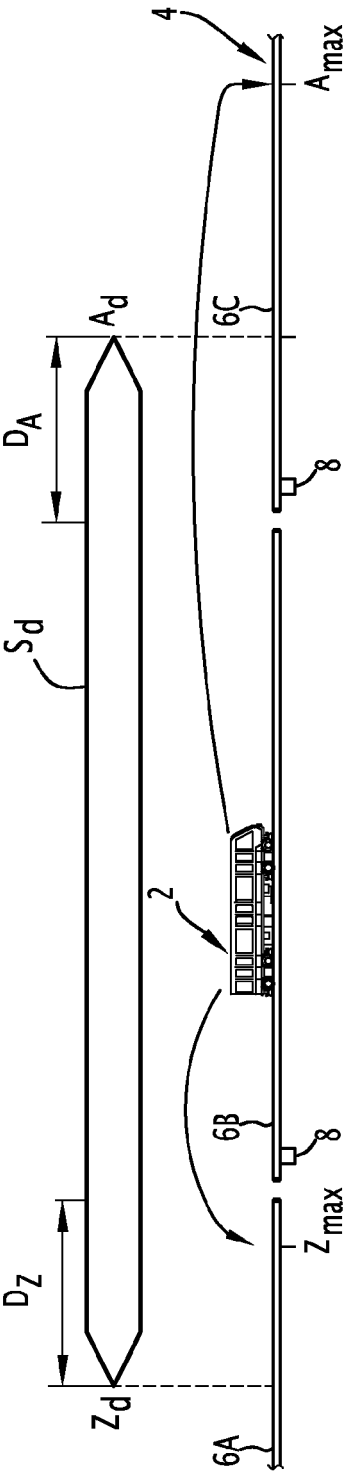
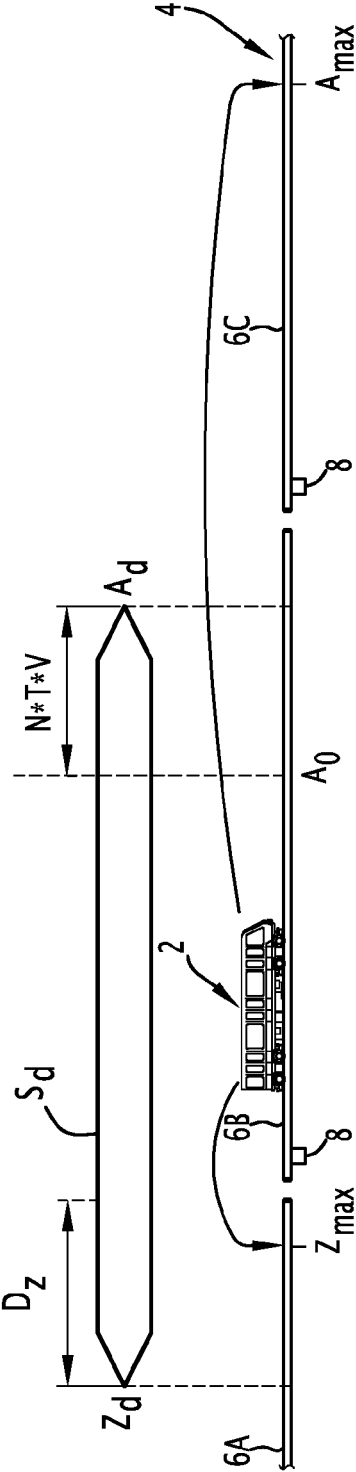
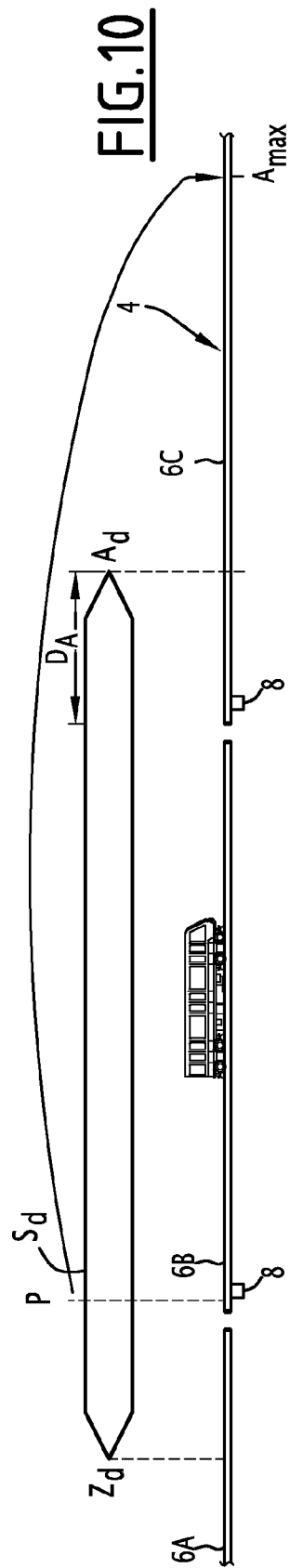
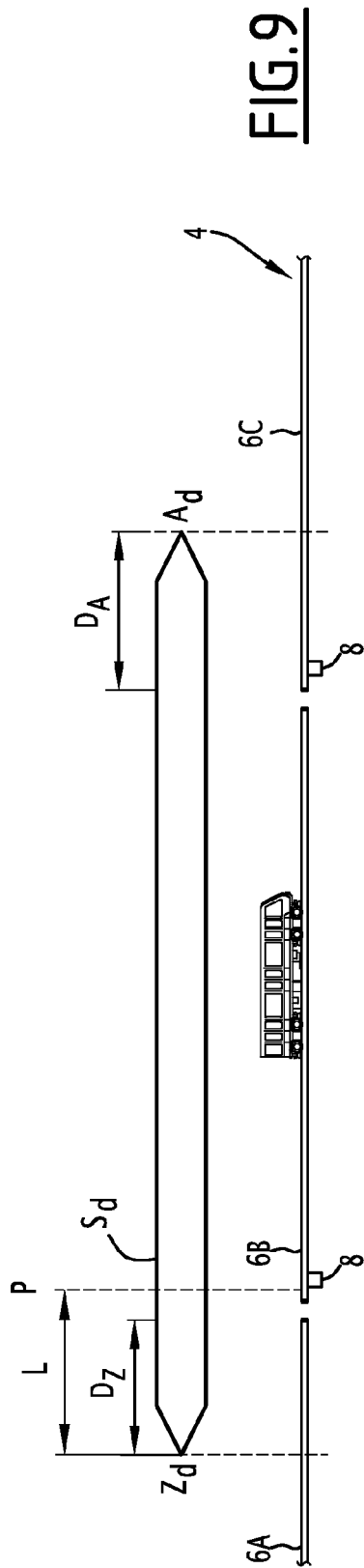
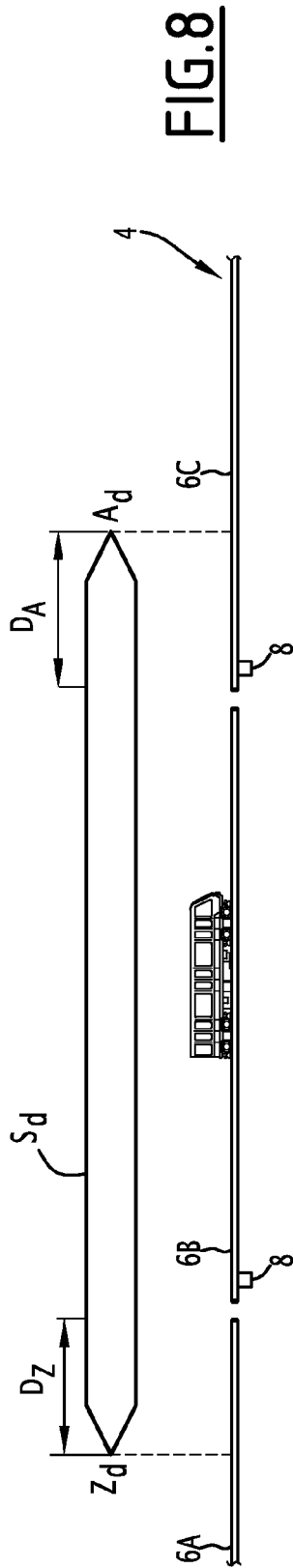


FIG.1









RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 16 1677

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)
A	EP 1 388 480 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 11 février 2004 (2004-02-11) * alinéas [0001], [0005], [0010], [0011], [0017] - [0020]; figures 1,2 *	1-8	INV. B61L25/02 ADD. B61L27/00
A	WO 2013/047427 A1 (NIPPON SIGNAL CO LTD [JP]; TAKAHASHI MASAHIRO [JP]; HASHIMOTO NAOTO [J]) 4 avril 2013 (2013-04-04) * abrégé; figures 1-4 *	1-8	
A,P	& EP 2 754 583 A1 (NIPPON SIGNAL CO LTD [JP]) 16 juillet 2014 (2014-07-16) * alinéas [0002], [0008], [0013] - [0017]; figures 1-4 *	1-8	
A	EP 1 642 800 A1 (ALSTOM BELGIUM SA [BE]) 5 avril 2006 (2006-04-05) * alinéas [0015] - [0020]; figures 1,2 *	1-8	
A	EP 0 881 136 A2 (SIEMENS AG [DE]) 2 décembre 1998 (1998-12-02) * colonne 2, ligne 10 - colonne 2, ligne 38 * * colonne 4, ligne 34 - colonne 9, ligne 17 * * figures 1,2 *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B61L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 25 août 2015	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 16 1677

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.

25-08-2015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
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 1231923 B	01-05-2005
		US 2004030466 A1	12-02-2004
WO 2013047427 A1	04-04-2013	CA 2850467 A1	04-04-2013
		CN 103826911 A	28-05-2014
		EP 2754583 A1	16-07-2014
		JP 2013078212 A	25-04-2013
		KR 20140081849 A	01-07-2014
		TW 201335001 A	01-09-2013
		US 2014209755 A1	31-07-2014
		WO 2013047427 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

EPO FORM P0460

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