



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**11.02.2015 Bulletin 2015/07**

(51) Int Cl.:  
**B61L 11/08 (2006.01) B61L 23/22 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **14180427.8**

(22) Date de dépôt: **08.08.2014**

(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**

(72) Inventeurs:  
• **Fournier, Denis**  
**92320 Chatillon (FR)**  
• **Lafay, Antoine**  
**75013 Paris (FR)**

(30) Priorité: **09.08.2013 FR 1357919**

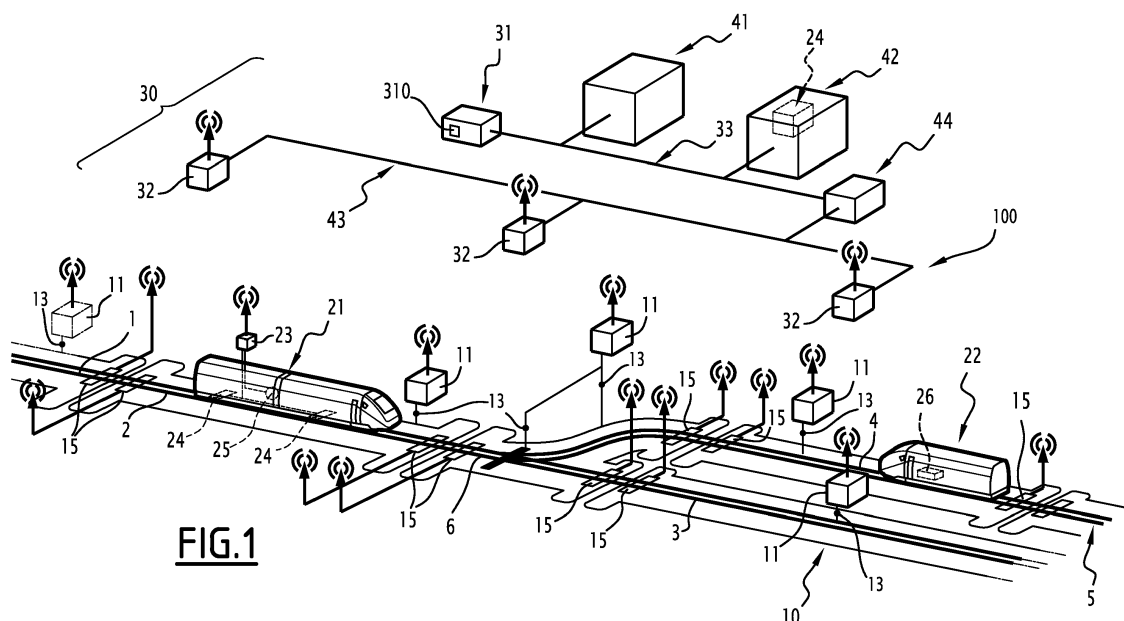
(74) Mandataire: **Domenego, Bertrand**  
**Cabinet Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

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

(54) **Procédé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire; contrôleur central et système associés**

(57) Ce procédé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire (10) subdivisé en ressources (1 à 6), chaque ressource ayant un état d'allocation et un état d'enclenchement et étant pilotée par un contrôleur au sol (11) connecté à une infrastructure de communication (30), consiste, pour permettre la circulation d'un véhicule (22) non-équipé d'un contrôleur embarqué propre à gérer l'allocation et l'enclenchement des ressources requises pour le mouvement du véhicule di-

rectement auprès des contrôleurs au sol (11), à émuler, au niveau d'un contrôleur central (42), au sol, connecté à l'infrastructure de communication (30), un contrôleur (24) qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé, le contrôleur central (42) estimant une position du véhicule non-équipé à partir de signaux émis par des dispositifs de lecture (15) placés le long des voies et connectés à l'infrastructure de communication (30).



**FIG.1**

## Description

**[0001]** L'invention a pour domaine celui des systèmes et des procédés de gestion de la circulation d'un véhicule sur un réseau ferroviaire.

**[0002]** Dans le présent document, on entend par « véhicule », tout véhicule guidé apte à se déplacer sur un réseau ferroviaire, comme par exemple un train, un tramway, un métro.

**[0003]** Un réseau ferroviaire est composé de différentes ressources élémentaires, comme par exemple une section de voie à deux points d'extrémité, une section de voie à trois points d'extrémité (ou aiguillage), un élément de signalisation, etc.

**[0004]** A un instant donné, chaque ressource se trouve dans un état d'enclenchement prenant une valeur parmi un ensemble de valeurs possibles.

**[0005]** Une fonction d'enclenchement est utilisée pour gérer le mouvement en sécurité d'un véhicule sur un itinéraire le long du réseau. Un itinéraire est constitué par une pluralité de ressources, l'état d'enclenchement de chaque ressource prenant une valeur prédéfinie.

**[0006]** Jusqu'il y a peu, la fonction d'enclenchement était centralisée. Elle était mise en oeuvre au niveau d'un central d'enclenchement, ou enclenchement, propre à commander et contrôler l'état d'enclenchement de l'ensemble des ressources constitutives du réseau. L'enclenchement utilise une table d'itinéraires. Cette dernière présente, pour chaque itinéraire possible, les valeurs des états d'enclenchement des ressources constitutives de cet itinéraire. Ces valeurs doivent être simultanément vérifiées pour autoriser le mouvement, en sécurité, du véhicule sur l'itinéraire correspondant. C'est l'enclenchement qui, à chaque instant, sélectionne un itinéraire pour un véhicule donné, modifie l'état d'enclenchement des ressources constitutives de cet itinéraire, puis, après vérification du respect des valeurs d'enclenchement des différentes ressources, autorise le mouvement du véhicule. L'enclenchement gère ainsi le mouvement de l'ensemble des véhicules circulant sur le réseau ferroviaire à un instant donné.

**[0007]** Pour pouvoir éviter l'étape complexe de génération des tables d'itinéraires, les documents EP 2 371 662 et EP 2 589 524 décrivent un système décentralisé de gestion de la circulation des véhicules sur un réseau. Dans un tel système, la fonction d'enclenchement est décentralisée au niveau de chacun des véhicules en circulation. Chaque véhicule circulant sur le réseau est équipé d'un contrôleur embarqué qui reçoit, d'un central de planification, une mission à réaliser. En fonction de cette mission et de la position instantanée du véhicule, le contrôleur embarqué détermine une route à suivre. En communiquant directement avec les automates d'enclenchement des ressources, le contrôleur embarqué réserve et enclenche la ressource requise. Après vérification de l'état d'enclenchement de chaque ressource de la route, le contrôleur embarqué autorise le mouvement du véhicule sur la route. Une fois la route franchie, le

contrôleur libère les différentes ressources, afin de les rendre disponibles pour la circulation d'autres véhicules.

**[0008]** Cependant, au cours de la phase de déploiement d'un tel système décentralisé, il n'est pas possible, pour des raisons de coût et de continuité de l'exploitation, d'équiper chaque véhicule susceptible de circuler sur le réseau avec un contrôleur embarqué. Certains véhicules non équipés doivent cependant pouvoir circuler sur le réseau. C'est par exemple le cas pour des trains de travaux qui circulent la nuit sur un réseau normalement dédié en journée à la circulation de trains de voyageurs.

**[0009]** Pour répondre à ce besoin, il a été proposé de faire coexister un système centralisé pour la gestion des trains de voyageurs et un système décentralisé pour gérer les trains de voyageurs. La synchronisation de ces deux systèmes étant difficile à réaliser, il est préférable que l'un fonctionne durant la nuit, et l'autre, durant la journée.

**[0010]** La présente invention a pour but de palier au problème précité en proposant un perfectionnement au procédé et au système décentralisé présenté dans le document EP 2 371 662 ou le document EP 2 589 524.

**[0011]** L'invention a pour objet un procédé, destiné à être mis en oeuvre dans un système décentralisé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire, le réseau ferroviaire étant subdivisé en une pluralité de ressources, chaque ressource étant caractérisée par un état d'allocation et un état d'enclenchement, et pilotée par un contrôleur au sol connecté à une infrastructure de communication, le système étant fondé sur la présence de contrôleurs embarqués à bord des véhicules, dit équipés, pour gérer l'allocation et l'enclenchement des ressources requises pour le mouvement du véhicule équipé correspondant, directement auprès des contrôleurs au sol pilotant lesdites ressources par l'échange de messages adaptés sur ladite infrastructure, caractérisé en ce que, afin de permettre la circulation d'un véhicule non-équipé sur ledit réseau ferroviaire, le procédé consiste, au niveau d'un contrôleur central, au sol, connecté à l'infrastructure de communication, à émuler un contrôleur, dit émulé, qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé, le contrôleur central estimant une position courante du véhicule non-équipé à partir de signaux émis par une pluralité de dispositifs de lecture placés le long des voies du réseau ferroviaire et connectés à l'infrastructure de communication.

**[0012]** Suivant des modes particuliers de réalisation, le procédé comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- l'émulation par le contrôleur central d'un contrôleur qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé comporte les étapes consistant à :
  - identifier, en fonction de la position courante dudit véhicule non-équipé et pour un créneau horaire donné, un groupe de ressources qui, à condition que chacune de ces ressources soit al-

- louée audit véhicule non-équipé et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule non-équipé de poursuivre une mission prédéfinie, en empruntant un chemin sur le réseau correspondant audit groupe de ressources identifiées ;
- réserver des ressources identifiées, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, à requérir auprès de chacun des contrôleurs au sol associés aux ressources du groupe de ressources identifiées, l'allocation des dites ressources audit véhicule non-équipé ;
  - puis, une fois que toutes les ressources dudit groupe ont été allouées audit véhicule non-équipé, enclencher des ressources allouées, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, à requérir auprès de chacun des contrôleurs au sol associés aux ressources dudit groupe de ressources allouées, la modification de l'état d'enclenchement de ladite ressource allouée conformément à un état d'enclenchement requis ;
  - vérifier que chacune des ressources du groupe de ressources identifiées a été allouée audit véhicule non-équipé et se trouve dans l'état d'enclenchement requis ; et, lorsque cette vérification est positive,
  - étendre l'autorisation du mouvement du véhicule non-équipé sur le chemin correspondant ;
- le procédé comporte, au niveau d'un central de planification connecté à l'infrastructure de communication, une étape de planification d'une mission pour ledit véhicule non-équipé et une étape de transmission, via l'infrastructure de communication, de ladite mission vers le contrôleur central qui émule un contrôleur qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé ;
  - le contrôleur central transmet, via l'infrastructure de communication, au central de planification, des informations de position et/ou de groupe de ressources identifiées relatives au véhicule non-équipé, et le central de planification utilise ces informations pour mettre à jour les différentes missions attribuées aux véhicules équipés et non-équipés circulant sur le réseau ;
  - le procédé comporte, en outre, une étape de libération d'une ressource allouée à un véhicule non-équipé consistant en ce que, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, le contrôleur central requiert, auprès du contrôleur au sol associé à ladite ressource allouée, que cette ressource ne soit plus allouée audit véhicule non-équipé ;
  - ladite étape d'identification comporte une étape d'estimation d'un profil de vitesse du véhicule non-équipé le long d'un chemin du réseau correspondant à un groupe de ressources potentielles, pour déterminer le créneau horaire requis associé à chaque
- ressource d'un groupe de ressources identifiées ;
- est mise à jour une table associant à chaque véhicule circulant sur le réseau un type prenant la valeur « véhicule équipé » ou « véhicule non-équipé », un contrôleur émulé étant instancié pour chacun des véhicules de la table indiqué comme étant du type « véhicule non-équipé », chaque contrôleur embarqué à bord d'un véhicule équipé émettant périodiquement un signal d'inhibition qui, s'il n'est pas reçu pendant une période prédéterminée conduit à la mise à jour de la table en affectant la valeur « non-équipé » au type du véhicule équipé correspondant.
- [0013]** L'invention a également pour objet un contrôleur central pour un système décentralisé de gestion de la circulation des véhicules sur un réseau ferroviaire, ledit réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources, chaque ressource étant caractérisée par un état d'allocation et un état d'enclenchement, ledit système comportant :
- une infrastructure de communication ;
  - des contrôleurs au sol, chaque contrôleur au sol étant associé à au moins une ressource et apte à allouer la ou chaque ressource associée et à commander une modification de l'état d'enclenchement de la ou de chaque ressource associée ; et,
  - des contrôleurs embarqués, chaque contrôleur embarqué équipant un véhicule dit équipé et étant apte à gérer l'allocation et l'enclenchement d'un premier groupe de ressources permettant audit véhicule équipé de poursuivre une mission, en communiquant avec les contrôleurs au sol associés aux ressources dudit premier groupe, caractérisé en ce que ledit contrôleur central est propre à émuler, pour un véhicule non-équipé circulant sur ledit réseau ferroviaire, un contrôleur dit émulé équivalent à un contrôleur qui serait embarqué à bord dudit véhicule non-équipé, de manière à gérer l'allocation et l'enclenchement d'un second groupe de ressources permettant audit véhicule non-équipé de poursuivre une mission, en communiquant avec les contrôleurs au sol associés aux ressources dudit second groupe.
- [0014]** Suivant des modes particuliers de réalisation, le contrôleur comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :
- il comporte des moyens de positionnement dudit véhicule non-équipé, qui sont propres à générer une position courante dudit véhicule non-équipé à partir de signaux de positionnement émis par des dispositifs de lecture, disposés le long des voies du réseau et propres à détecter le passage dudit véhicule non-équipé et à émettre un message adapté sur ladite infrastructure de communication.
  - il comporte, en outre :

- des moyens d'identification permettant d'identifier un groupe de ressources d'intérêt qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule non-équipé et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule non-équipé de poursuivre une mission, en empruntant un chemin sur le réseau correspondant audit groupe de ressources identifiées ;
- des moyens d'allocation et de libération permettant, à partir d'un groupe de ressources identifiées, de générer des requêtes en allocation de ressource destinées à être transmises aux contrôleurs au sol associés à ces ressources identifiées, et de traiter des réponses en allocation de ressource en provenance desdits contrôleurs au sol, et permettant, à partir d'un groupe de ressources allouées, de générer des requêtes en enclenchement de ressource, qui comportent des paramètres d'enclenchement, destinées à être transmises aux contrôleurs au sol associés à ces ressources allouées, et de traiter des réponses en enclenchement de ressource en provenance desdits contrôleurs au sol ;
- des moyens de vérification permettant de vérifier que toutes les ressources d'un groupe de ressources identifiées ont été allouées audit véhicule non-équipé et que toutes les ressources d'un groupe de ressources allouées sont dans l'état d'enclenchement requis, et de générer une autorisation de mouvement du véhicule non-équipé sur le chemin correspondant aux ressources.
- il comporte une base de données comportant une description détaillée des ressources constitutives du réseau ferroviaire.
- il comporte un moyen d'estimation d'un profil de vitesse du véhicule sur un groupe de ressources potentielles.
- il comporte au moins une liste correspondant à un groupe de ressources identifiées, la liste comportant, pour chaque ressource du groupe :
  - un champ d'identification de la ressource ;
  - un champ correspondant à un créneau horaire requis d'allocation de la ressource ;
  - un champ correspondant à l'état d'allocation « allouée » ou « non-allouée » de la ressource au véhicule ;
  - un champ définissant l'état d'enclenchement requis pour la ressource ; et,
  - un champ d'enclenchement correspondant à un drapeau indiquant que la ressource se trouve effectivement dans l'état d'enclenchement requis.

**[0015]** L'invention a également pour objet un système décentralisé de gestion de la circulation de véhicules sur

un réseau ferroviaire, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources, chaque ressource étant dans un état d'allocation et dans un état d'enclenchement, le système comportant :

- une infrastructure de communication ;
- une pluralité de contrôleurs au sol reliés à ladite infrastructure de communication, chaque contrôleur au sol étant associé à au moins une ressource et apte à allouer la ou chaque ressource associée et à commander une modification de l'état d'enclenchement de la ou de chaque ressource associée ;
- des contrôleurs embarqués reliés à ladite infrastructure de communication, chaque contrôleur embarqué équipant un véhicule dit équipé et étant apte à gérer l'allocation et l'enclenchement d'un premier groupe de ressources permettant audit véhicule équipé de poursuivre une mission, en communiquant avec les contrôleurs au sol associés aux ressources dudit premier groupe ;
- un central de planification relié à ladite infrastructure de communication, propre à créer une mission pour chacun des véhicules circulant sur le réseau, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un contrôleur central conforme au contrôleur présenté ci-dessus pour permettre la circulation, sur le réseau, de véhicule non-équipé.

**[0016]** De préférence, le système comporte une table associant à chaque véhicule circulant sur le réseau un type prenant la valeur « véhicule équipé » ou « véhicule non-équipé », le contrôleur central étant aptes à instancier un contrôleur émulé pour chacun des véhicules de la table indiqué comme étant du type « véhicule non-équipé », chaque contrôleur embarqué à bord d'un véhicule équipé étant propre à émettre périodiquement un signal d'inhibition qui, s'il n'est pas reçu pendant une période prédéterminée par un moyen de mise à jour adapté de la table conduit ce dernier à affecter la valeur « non-équipé » au type du véhicule équipé correspondant.

**[0017]** L'invention et ses avantages seront mieux compris 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 schématique d'un système décentralisé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire ;
- la figure 2 est une représentation sous forme de blocs d'un contrôleur au sol (ROC) du système de la figure 1 ;
- la figure 3 est une représentation sous forme de blocs d'un contrôleur embarqué du système de la figure 1 ;
- la figure 4 est une représentation sous forme d'un ensemble de localisation pour un véhicule non-équipé du système de la figure 1 ;
- la figure 5 est une représentation d'un contrôleur

central du système de la figure 1 ;

- la figure 6 est une représentation schématique du procédé de gestion de la circulation des trains mis en oeuvre par le système de la figure 1 ;
- la figure 7 est une représentation schématique de la phase d'enclenchement de ce procédé ; et,
- la figure 8 est une représentation schématique de la phase de libération de ce procédé.

**[0018]** Sur la figure 1, un premier train 21 et un second train 22 circulent sur un réseau 10.

**[0019]** Le réseau 10 est subdivisé en une pluralité de ressources. Sur la figure 1, on a par exemple représenté six ressources voie correspondant à cinq sections de voie à deux points d'extrémité, référencées 1 à 5, et une ressource voie correspondant à une section de voie à trois points d'extrémité, ou aiguillage, référencée 6. Le réseau 10 comporte d'autres ressources, comme par exemple des ressources de signalisation, qui ne sont pas représentées pour des raisons de clarté de la présente description.

**[0020]** Une ressource est associée à un ou plusieurs organes 13. Un organe 13 possède une fonction de senseur de la valeur d'un paramètre caractéristique de la ressource. Un organe 13 possède, éventuellement, une fonction d'actionneur permettant de modifier la valeur du paramètre caractéristique correspondant.

**[0021]** L'état d'enclenchement d'une ressource est la combinaison des valeurs courantes des différents paramètres caractéristiques de cette ressource. Par exemple, dans le cas d'une ressource voie, un organe comportant un capteur à induction apte à détecter la présence d'un train sur la section de voie, permet de déterminer un paramètre d'occupation de la section de voie pouvant prendre la valeur « occupée » ou la valeur « non-occupée ». Par exemple encore, dans le cas d'une ressource de signalisation, un organe permet de modifier un paramètre d'affichage de l'équipement de signalisation correspondant.

**[0022]** Le réseau 10 est équipé d'un système 100 décentralisé de gestion de la circulation des trains.

**[0023]** Comme le système de l'art antérieur décrit dans le document EP 2 371 662, le système 100 comporte :

- une pluralité de contrôleurs au sol 11, dénommés ROC (acronyme anglais de « Radio Object Controller »), chaque ressource du réseau 10 étant associée à un ROC 11 ;
- une pluralité de contrôleurs embarqués 23, dénommés CTC (acronyme anglais de « Carborne Train Controller »), un unique CTC 23 étant embarqué à bord d'un train équipé, tel que le premier train 21 : le CTC 23 gère l'enclenchement des ressources nécessaires à la circulation du premier train 21 comme cela est décrit dans le document EP 2 371 662.
- une infrastructure de communication 30 ;
- un central de planification 41, apte à planifier la circulation des différents trains circulant sur le réseau

10.

**[0024]** Le système 100 comporte, en outre, un contrôleur central 42, apte à gérer l'enclenchement des ressources nécessaires à la circulation des trains non-équipés, c'est-à-dire ne comportant pas de CTC 23. Le second train 22 est un exemple de train non-équipé. Le contrôleur central 42 agit pour le compte du train 22, comme le ferait un CTC qui équiperait ce train 22 : le contrôleur central 42 émule le comportement d'un CTC qui serait embarqué à bord du train 22. Dans la suite du présent document, on parlera d'un CTC émulé 24 par opposition à un CTC embarqué 23.

**[0025]** Un tel second train 22 est en revanche équipé d'une étiquette 26 par exemple du type RFID (selon l'acronyme anglais « RadioFrequency IDentification »). Il s'agit d'un boîtier en matière plastique fixé sous la caisse du train, de préférence au voisinage de l'extrémité arrière du dernier wagon de ce train. Comme représenté à la figure 4, ce boîtier renferme un module de génération de puissance électrique 27 et un transpondeur 28.

**[0026]** Le module 27 est propre à être influencé par un champ magnétique généré par un dispositif de lecture 15 placé sur la voie 4, lorsque l'étiquette 26 et le dispositif de lecture 15 sont à proximité l'un de l'autre. De cette manière, le module 27 est propre à fournir un courant électrique d'alimentation du transpondeur 28. En variante, l'étiquette 26 possède sa propre batterie en tant que source de puissance électrique, à la place du module 27.

**[0027]** En fonctionnement, le transpondeur 28 émet un signal radioélectrique de faible portée, destiné à être capté par le dispositif de lecture 15. Ce signal comporte, en tant que charge utile, un identifiant du train 22 portant l'étiquette 26.

**[0028]** Chaque extrémité d'une ressource voie du réseau 10 est munie d'un dispositif de lecture 15. Chaque dispositif de lecture 15 est repéré par un identifiant unique. La position d'implantation de chaque dispositif de lecture 15 est connue et stockée en association avec l'identifiant du dispositif de lecture 15 dans une base de données 215 du contrôleur central 42 (figure 5).

**[0029]** Chaque dispositif de lecture 15 comporte un module 17 pour influencer le module 27 d'une étiquette 26, lorsque les étiquettes comportent un tel module ; un module 18 de réception du signal émis par le transpondeur 28 de l'étiquette 26; un module 19 de génération d'un message; et des moyens de communication 16 permettant l'établissement d'une connexion sans fil avec une station de base 32 de l'infrastructure de communication 30.

**[0030]** Le dispositif de lecture 15 est propre à extraire d'un signal reçu, l'identifiant du train 22 puis à émettre, sur l'infrastructure de communication 30 et à destination du contrôleur central 42, un message comportant l'identifiant de ce dispositif de lecture 15, l'identifiant du train 22 et l'heure de lecture.

**[0031]** Le principe de fonctionnement du système 100 consiste en ce que la circulation des trains est, à une

première échelle, planifiée par le central de planification 41, et, à une seconde échelle, inférieure à la première, gérée, en sécurité, par le CTC embarqué 23 de chacun des trains équipés, et par le CTC émulé 24 par le contrôleur central 42 agissant pour chacun des trains non-équipés.

**[0032]** La planification par le central de planification 41 consiste en l'élaboration d'un fichier de mission pour chaque train en circulation sur le réseau 10, puis la transmission de ce fichier de mission au CTC émulé 24 ou embarqué 23 correspondant.

**[0033]** La gestion par un CTC correspondant à un train s'effectue par la mise en oeuvre d'un protocole permettant l'allocation, l'enclenchement, puis la libération des ressources nécessaires à la circulation du train, directement auprès des ROC 11 associées à ces ressources.

**[0034]** Dans le système 100, c'est le CTC embarqué 23 ou émulé 24 qui autorise le mouvement, en sécurité, du train dont il a la responsabilité sur un chemin composé des ressources allouées à ce train et lui permettant de poursuivre la mission qui lui a été affectée.

**[0035]** Si dans un train équipé d'un CTC embarqué 23, le déplacement du train s'effectue automatiquement, dans un train non-équipé, c'est le conducteur qui pilote le train en se fondant sur les informations de signalisation délivrées par les ressources de signalisation placées le long de la voie et gérées par le CTC émulé 24.

## **INFRASTRUCTURE DE COMMUNICATION**

**[0036]** L'infrastructure de communication 30 est par exemple du type TCP/IP. Elle comporte un réseau local 33, filaire, et une pluralité de stations de base 32, fixes, au sol, connectées à un réseau d'infrastructure 43. Le réseau local 33 est étendu au réseau d'infrastructure 43 par l'intermédiaire d'une passerelle 44 connectée au réseau local 33.

**[0037]** De préférence, les stations de base 32 sont réparties le long des voies du réseau 10 pour offrir une couverture continue du réseau 10. Les stations de base 32 comportent des moyens de communication pour communiquer entre autre avec les CTC embarqués 23, les ROC 11 et les dispositifs de lecture 15 pour la localisation des trains.

**[0038]** L'infrastructure de communication 30 comporte en outre un routeur 31 permettant de router les messages circulant sur le réseau local 33 soit, au travers de la passerelle 44 et le réseau d'infrastructure 43, vers un CTS embarqué 23 soit, directement par le réseau local 33, vers un CTS émulé 24. Pour ce faire, le routeur 31 tient à jour une table 310 comportant des identifiants des trains circulant sur le réseau 10 et, pour chaque train, s'il s'agit d'un train du type « véhicule équipé » ou du type « véhicule non-équipé ».

## **ROC**

**[0039]** Chaque ressource du réseau 10 est associée

à un seul ROC 11. Dans ce qui suit, il est considéré qu'un ROC est associé à une ressource.

**[0040]** Chaque ROC 11 est caractérisé par un identifiant unique.

**[0041]** Un ROC 11 a pour fonction de contrôler la ressource à laquelle il est associé. Un ROC est un automate relié, par une ligne filaire à l'organe 13 ou à chaque organe 13 de la ressource associée, de manière à piloter cette ressource.

**[0042]** Un ROC 11 est disposé physiquement à proximité de la ressource qu'il contrôle. Un ROC 11 est un ordinateur comportant des moyens de mémorisation, des moyens de calcul et des interfaces entrée/sortie.

**[0043]** Comme représenté à la figure 2, chaque ROC 11 comporte :

- des moyens de communication radio 110, permettant d'établir une liaison de communication sans fil avec une station de base 32 (en variante, un ROC 11 comporte des moyens de communication filaire pour la connexion au réseau d'infrastructure 43) ;
- des moyens de pilotage 112 permettant de piloter le ou chaque organes 13 de la ressource associée ;
- une table d'état d'enclenchement 114, comportant autant de champs que de paramètres caractéristiques de définition de l'état d'enclenchement de la ressource, un champ de la table 114 étant mis à jour par les moyens de pilotage 112 en fonction des données indiquées par l'organe 13 correspondant à ce paramètre caractéristique ;
- une table d'allocation 116, comportant une pile de cellules, chaque cellule correspondant à une réservation ou un enclenchement de la ressource et pouvant prendre la valeur « 0 » lorsque la ressource est « non-allouée », ou l'identifiant d'un train lorsque la ressource est « allouée à ce train » ; et,
- des moyens de traitement 118, aptes à lire et à écrire dans la table d'allocation 116, à lire dans la table d'état d'enclenchement 114, à commander les moyens de pilotage 112 et les moyens de communication radio 110 ou filaire de connexion au réseau d'infrastructure 43.

## **CTC EMBARQUE**

**[0044]** Un CTC embarqué 23 est un ordinateur comportant des moyens de mémorisation, des moyens de calcul et des interfaces entrée/sortie.

**[0045]** Chaque CTC embarqué 23 est caractérisé par un identifiant unique, qui correspond à l'identifiant du train 21 qu'il équipe. Cet identifiant est avantageusement une adresse IP sur l'infrastructure 30.

**[0046]** Comme représenté à la figure 3, chaque CTC embarqué 23 comporte :

- des moyens de communication radio 1210, permettant d'établir une liaison sans fil avec une station de base 32;

- des moyens de positionnement 1211 pour déterminer la position courante du train ;
- des moyens d'identification 1212 permettant d'identifier un groupe de ressources du réseau 10 qui permettraient au train de poursuivre la réalisation de sa mission ;
- des moyens d'allocation d'enclenchement et de libération de ressources 1213 ;
- des moyens de vérification 1214 ; et,
- des moyens d'estimation 1218.

**[0047]** Le CTC embarqué 23 comporte une base de données 1215 de description de réseau ferroviaire 10 et un fichier de mission 1216, qui a été reçu du central de planification 41.

**[0048]** La base de données 1215 comporte des informations donnant une description détaillée de l'ensemble des ressources constitutives du réseau 10. La base 1215 comporte ainsi, pour chaque ressource du réseau 10, l'identifiant de la ressource, l'état d'enclenchement de la ressource et des données de positionnement géographique de la ressource, telle que les positions géographiques des points d'extrémité de celle-ci.

**[0049]** Le fichier de mission 1216 comporte des informations correspondant au trajet que doit effectuer le train 21 à travers le réseau 10. Par exemple, le trajet du fichier de mission 1216 comporte un point et une heure de départ du train, un point et une heure d'arrivée du train, et des points et des heures intermédiaires, correspondant par exemple à des arrêts commerciaux en gare.

**[0050]** De préférence, les moyens de positionnement 1211 sont propres à déterminer la position de la tête et de la queue du train 21. Il s'agit par exemple de moyens utilisant les signaux émis par une constellation de satellites de localisation.

**[0051]** Les moyens d'identification 1212 sont propres à générer une liste de ressources 1217, en se fondant sur les informations contenues dans la base de donnée 1215, dans le fichier de mission 1216, et de la position instantanée du train donnée par les moyens de positionnement 1211.

**[0052]** Une liste 1217 correspond à un groupe de ressources qui, si elles étaient allouées au train 21 et si elles se trouvaient respectivement dans un état d'enclenchement requis permettraient au train 21 de poursuivre sa mission.

**[0053]** Ainsi, une liste 1217 comporte une ligne par ressource du groupe de ressources identifiées et des colonnes correspondant respectivement à :

- un champ d'identification indiquant l'identifiant de la ressource ;
- un champ correspondant à un créneau horaire requis (dans un mode de réalisation simple, toutes les ressources d'un groupe sont à allouer au train sur le même créneau horaire) ;
- un champ correspondant à l'état d'allocation « allouée » ou « non-allouée » de la ressource au

train 21 (au moment de la génération de la liste 1217, ce champ prend la valeur NULL) ;

- un champ définissant l'état d'enclenchement requis pour cette ressource ; et,
- 5 - un champ d'enclenchement, correspondant à un drapeau indiquant que la ressource se trouve effectivement dans l'état d'enclenchement requis (au moment de la génération de la liste 1217, ce champ prend la valeur NULL).

10

**[0054]** Les moyens d'estimation 1218 sont aptes à déterminer au moins un profil de vitesse sur un chemin correspondant à un groupe de ressources potentielles. A partir de ce profil de vitesse, les moyens 1218 sont aptes à estimer les instants de passage du train 21 en des points particuliers de ce chemin. En fonction de ces instants de passage, les moyens d'identification 1212 déterminent le créneau horaire sur lequel chaque ressource doit être allouée au train. Le créneau horaire ainsi requis peut prendre en compte des marges de sécurité adaptées, en particulier le temps nécessaire à l'enclenchement de la ressource.

**[0055]** Les moyens de vérification 1214, lorsqu'ils sont exécutés, déterminent si l'ensemble des ressources d'une liste 1217 ont été effectivement allouées au train 21, et si l'ensemble des ressources d'une liste 1217 se trouvent dans l'état d'enclenchement requis.

**[0056]** Les moyens d'allocation/libération de ressource 1213, lorsqu'ils sont exécutés, réalisent les phases d'allocation, d'enclenchement et de libération d'un groupe de ressources identifiées, conformément au protocole décrit ci-après, en lisant et écrivant dans une liste 1217, en générant les messages à transmettre à des ROC 11 via l'infrastructure 30 et en traitant les messages en provenance de ROC 11.

35

## **CENTRAL DE PLANIFICATION**

**[0057]** Le central de planification 41 comporte des moyens de planification, permettant, à l'échelle du réseau 10, d'élaborer les missions des différents trains 21 et 22 circulant sur ce réseau 10.

**[0058]** Le central de planification 41 comporte une interface permettant à un opérateur d'indiquer l'entrée d'un train sur le réseau 10 ou la sortie d'un train du réseau 10.

**[0059]** Le central de planification 41 met alors à jour la table 310 du routeur 31 en ajoutant une ligne correspondant à l'identifiant du train entrant et au type de ce train, à savoir « véhicule équipé » ou « véhicule non-équipé ».

**[0060]** La mission d'un train est élaborée en tenant compte des éventuelles contraintes imposées sur le déplacement de ce train, par les missions des autres trains circulant sur le réseau 10.

**[0061]** De préférence, la mission d'un train est régulièrement mise à jour, par exemple, pour tenir compte d'un événement affectant la réalisation de la mission d'un autre train.

**[0062]** Le central de planification 41 est connecté au

réseau local 33 et, par la passerelle 44, au réseau d'infrastructure 43 pour aboutir enfin aux stations de base 32.

**[0063]** L'échange de messages de données est alors possible entre le central de planification 41 et le CTC embarqué 23 d'un premier train 21 ou le CTC émulé 24 d'un second train 22 : en communication descendante, le central de planification communique le fichier de mission, qu'il vient d'élaborer ou de mettre à jour ; en communication montante, le CTC embarqué ou émulé d'un train communique une position courante de ce train au central de planification 41, pour que ce dernier mette à jour les missions des différents trains 21 et 22 circulant sur le réseau 10.

### **CONTROLEUR CENTRAL**

**[0064]** Le contrôleur central 42 est un ordinateur comportant des moyens de mémorisation, des moyens de calcul et des interfaces entrée/sortie.

**[0065]** Comme représenté à la figure 5, le contrôleur central 42 est connecté au réseau local 33 via une interface 210. Le contrôleur central 42 comporte une base de données 215.

**[0066]** Pour chaque train non-équipé mentionné dans la table 310, le contrôleur central 42 comporte une instanciation d'un CTC émulé générique. Un CTC émulé 24 est instancié avec l'identifiant du train équipé 22 qu'il prend en charge.

**[0067]** Comme représenté à la figure 5, un CTC émulé 24 comporte :

- des moyens de positionnement 211 du train 22 ;
- des moyens d'identification 212 permettant d'identifier un groupe de ressources du réseau 10 qui permettraient au train 22 de poursuivre la réalisation de sa mission ;
- des moyens d'allocation d'enclenchement et de libération de ressources 213 ;
- des moyens de vérification 214 ; et,
- des moyens d'estimation 218.

**[0068]** Ces différents moyens sont mis en oeuvre sous la forme de programmes d'ordinateurs, dont les instructions sont stockées dans les moyens de mémorisation et qui sont exécutés par les moyens de calcul du contrôleur central 42.

**[0069]** Le CTC émulé 24 est propre à accéder à la base de données 215 de description de réseau ferroviaire 10 et à une zone mémoire de stockage du fichier de mission 216 reçu du central de planification 41 pour le second train 22.

**[0070]** La base de données 215 est identique à la base de données 1215 d'un CTC embarqué 23. Elle comporte des informations donnant une description détaillée de l'ensemble des ressources constitutives du réseau 10. La base 215 comporte ainsi, pour chaque ressource du réseau 10, l'identifiant de la ressource, l'état d'enclenchement de la ressource et des données de positionne-

ment géographique de la ressource, telle que les positions géographiques des points d'extrémité de celle-ci. Elle comporte également, les identifiants et les positions d'implantation des différents dispositifs de lecture 15.

**[0071]** Le fichier de mission 216, tout comme un fichier de mission 1216 d'un CTC embarqué 23, comporte des informations correspondant au trajet que doit effectuer le train 22 à travers le réseau 10.

**[0072]** Les moyens de positionnement 211 sont propres à déterminer la dernière position connue de l'extrémité de queue du train 22 à partir du dernier message émis par un dispositif de lecture 15 et de la position de ce dispositif telle qu'indiquée dans la base 215.

**[0073]** Les moyens d'identification 212 génèrent une liste de ressources 217, en se fondant sur les informations contenues dans la base de donnée 215, dans le fichier de mission 216, et de la dernière position connue du train 22 donnée par les moyens de positionnement 211.

**[0074]** Une liste 217 correspond à un groupe de ressources qui, si elles étaient allouées au train 22 et si elles se trouvaient respectivement dans un état d'enclenchement requis permettraient au train 22 de poursuivre sa mission.

**[0075]** Ainsi, une liste 217 comporte une ligne par ressource du groupe de ressources identifiées et des colonnes correspondant respectivement à :

- un champ d'identification indiquant l'identifiant de la ressource ;
- un champ correspondant à un créneau horaire requis (dans un mode de réalisation simple, toutes les ressources d'un groupe sont à allouer au train sur le même créneau horaire) ;
- un champ correspondant à l'état d'allocation « allouée » ou « non-allouée » de la ressource au train 22 (au moment de la génération de la liste 217, ce champ prend la valeur NULL) ;
- un champ définissant l'état d'enclenchement requis pour cette ressource ; et,
- un champ d'enclenchement, correspondant à un drapeau indiquant que la ressource se trouve effectivement dans l'état d'enclenchement requis (au moment de la génération de la liste 217, ce champ prend la valeur NULL).

**[0076]** Les moyens d'estimation 218 sont aptes à déterminer au moins un profil de vitesse sur un chemin correspondant à un groupe de ressources potentielles. A partir de ce profil de vitesse, les moyens 218 sont aptes à estimer les instants de passage du train 22 en des points particuliers de ce chemin. En fonction de ces instants de passage, les moyens d'identification 212 déterminent le créneau horaire sur lequel chaque ressource doit être allouée au train. Le créneau horaire ainsi requis peut prendre en compte des marges de sécurité adaptées, en particulier pour tenir compte de l'imprécision sur la position instantanée réelle du train 22.

**[0077]** Les moyens de vérification 214, lorsqu'ils sont exécutés, déterminent si l'ensemble des ressources d'une liste 217 ont été effectivement allouées au train 22, et si l'ensemble des ressources d'une liste 217 se trouvent dans l'état d'enclenchement requis.

**[0078]** Les moyens 213, lorsqu'ils sont exécutés, réalisent les phases d'allocation, d'enclenchement et de libération d'un groupe de ressources identifiées, conformément au protocole décrit ci-après, en lisant et écrivant dans une liste 217, en générant les messages à transmettre aux ROC 11 et en traitant les messages en provenance des ROC 11.

## PROCEDURE

**[0079]** Le procédé de gestion de la circulation des trains sur le réseau 10 mis en oeuvre par le système 100 va maintenant être décrit, uniquement pour le cas d'un CTC émulé 24, sachant que pour un CTC embarqué 23, ce procédé est décrit dans le document EP 2 371 662.

**[0080]** Lors de l'entrée sur le réseau 10 du train 22 non-équipé, un opérateur met à jour la liste 310 en ajoutant une ligne associant à l'identifiant du train 22 le fait qu'il soit du type "non-équipé".

**[0081]** Le contrôleur central 42, dès que la table 310 est modifiée, instancie un CTC émulé 24 propre à agir pour le train 22.

**[0082]** Le CTC émulé 24 demande une mission à exécuter auprès du central de planification 41. Celui-ci élabore une mission pour le train 22 et la transmet en retour au contrôleur central 42 qui la stocke en mémoire en tant que mission 216 à réaliser.

**[0083]** A un instant courant, le train 22 circule sur un chemin du réseau ferroviaire 10 décrit par une liste 217a mémorisée par le CTC émulé 24. Ce chemin courant comporte par exemple la section de voie 4.

**[0084]** La dernière position connue du train 22 a été donnée par le dispositif de lecture 15 située à l'extrémité de la section 4, située à proximité de la section 5.

**[0085]** Pour la poursuite du déplacement du train 22 et la réalisation de sa mission, le procédé selon l'invention prévoit une phase d'allocation d'un groupe de ressources et une phase d'enclenchement des ressources du groupe de ressources allouées.

**[0086]** La phase d'allocation représentée à la figure 6 comporte l'identification puis la réservation d'un groupe de ressources.

**[0087]** Dans une étape a d'identification, les moyens d'identification 212 sont exécutés. Ils utilisent le fichier de mission 216, la base de données 215 de description des ressources constitutives du réseau 10, la dernière position connue du train 22 délivrée par les moyens de positionnement 211, pour générer un groupe de ressources potentielles. Les moyens d'identification 212 appellent les moyens d'estimation 218 pour élaborer, à partir de ce groupe de ressources potentielles et pour un prochain créneau horaire requis, un groupe de ressources identifiées comme permettant au train 22 de poursuivre

sa mission en empruntant le chemin correspondant à ces ressources, à condition que celles-ci soient allouées au train 22 et soient placées dans un état d'enclenchement requis. Les moyens d'identification 212 génèrent alors une liste 217b correspondant à ce groupe de ressources identifiées.

**[0088]** Par exemple, sur la figure 1, afin que le train 22 poursuive l'accomplissement de sa mission, les moyens 212 génèrent une liste 217b indiquant que la section 6 doit être allouée au train 22 et doit être dans l'état d'enclenchement permettant la connexion des sections 4 et 2, et que la section 2 doit être allouée au train 22.

**[0089]** Dès que la liste 217b a été placée dans les moyens de mémorisation associés au CTC émulé 24, les moyens 213 sont exécutés dans une étape b d'élaboration de messages de requête en allocation de ressource. Les moyens 213 élaborent autant de requêtes que de ressources dans la liste 217b. Chaque requête comporte l'identifiant du train 22 et l'identifiant de la ressource requise.

**[0090]** A l'étape c, le contrôleur central 42 émet des messages correspondant aux différentes requêtes en allocation de ressource. Ces messages sont émis sur l'infrastructure de communication 30 vers les stations de base 32 pour être transmis aux différents ROC 11 concernés.

**[0091]** A l'étape d, les moyens de communication 110 d'un ROC 11 captent différents messages et ne transmettent aux moyens de traitement 118 que les messages comportant l'identifiant dudit ROC (identifiant identique à celui la ressource à laquelle le ROC est associé).

**[0092]** A l'étape e, les moyens de traitement 118 lisent la table d'allocation 116 pour déterminer si la ressource peut être allouée au train 22.

**[0093]** A l'étape f, uniquement lorsque la table 116 indique que la ressource n'est pas en cours de réservation, les moyens de traitement 118 allouent la ressource au train requérant, en écrivant dans la cellule de la table 116 l'identifiant du train 22.

**[0094]** Une fois qu'une ressource a été allouée, elle ne peut pas être allouée à un autre train, tant que le train auquel elle est allouée ne l'enclenche pas.

**[0095]** A l'étape g, les moyens de traitement 118 du ROC 11, élaborent un message de réponse en allocation. Cette réponse comporte l'identifiant du train 22, l'identifiant de la ressource requise et l'état courant des réservations et enclenchements.

**[0096]** A l'étape h, les moyens de communication 110 émettent un message de réponse correspondant à cette réponse en allocation à destination de l'infrastructure 30.

**[0097]** A l'étape j, les moyens de communication 210 du CTC émulé 24 reçoivent les différents messages de réponse adressés au contrôleur central 42, et ne transmettent aux moyens d'allocation/libération 213 que les messages de réponse qui comportent l'identifiant du train 22.

**[0098]** A l'étape k, lorsque la réponse en allocation indique que la ressource requise a effectivement été al-

louée au train 22, les moyens 213 mettent à jour le champ d'allocation correspondant à cette ressource dans la liste 217b. La valeur « allouée » (+1) est écrite dans le champ d'allocation de la ressource.

**[0099]** Lorsque la réponse en allocation indique que la ressource requise ne peut pas être allouée au train 22, les moyens 213 mettent à jour le champ d'allocation de cette ressource en y écrivant la valeur « non-allouée » (0).

**[0100]** A l'issue d'une durée prédéterminée après l'étape c d'émission des requêtes en allocation de ressource, les moyens de vérification 214 sont exécutés par le CTC émulé 24 pour vérifier si, oui ou non, toutes les ressources de la liste 217b ont effectivement été allouées au train 22. Les moyens de vérification 214 testent alors la valeur du champ d'allocation de chacune des ressources de la liste 215 (étape l).

**[0101]** En cas de vérification positive, indiquant que toutes les ressources requises de la liste 217b ont été allouées au train 22, qu'aucune réservation n'est en cours et/ou qu'aucun enclenchement n'a des paramètres d'enclenchement incompatibles avec les paramètres d'enclenchement requis, le groupe de ressources identifiées est considéré comme un groupe de ressources allouées (étape m) et le procédé passe à la phase d'enclenchement qui sera décrite plus bas.

**[0102]** En cas de vérification négative, c'est-à-dire lorsqu'au moins une des ressources de la liste 217b est indiquée comme ne pouvant être allouée au train 22, les moyens d'identification 212 sont exécutés à nouveau pour générer une autre liste 217c correspondant à un autre groupe de ressources identifiées. Eventuellement, les informations relatives aux ressources de la liste 217b qui ne pouvaient pas être allouées au train 22 sont utilisées par les moyens 212 lors de cette nouvelle identification d'un groupe de ressources (étape a).

**[0103]** En cas de vérification incomplète, c'est-à-dire lorsque plusieurs champs d'allocation de la liste 217b comportent encore la valeur NULL (et aucune valeur « 0 ») à l'instant de la vérification, un temps supplémentaire est accordé et les moyens de vérification 214 sont exécutés à nouveau quelques instants plus tard. Eventuellement, les moyens d'allocation/libération 213 sont exécutés à nouveau pour réaliser les étapes b et c sur les ressources de la liste 217b non encore allouées au train 22. Si lors de la vérification suivante, certains des champs d'allocation de la liste 217b restent à une valeur NULL, la vérification est considérée comme négative, et le CTC émulé 24 essaie alors d'identifier un autre groupe de ressources (étape a).

**[0104]** La phase d'enclenchement, représentée à la figure 7, se déroule comme suit :

**[0105]** Lorsque qu'un groupe de ressources est indiqué comme allouées, le CTC émulé 24 exécute les moyens 213 pour élaborer une pluralité de messages de requête en enclenchement de ressource (étape b). Les moyens 213 élaborent autant de requêtes que de ressources dans la liste 217b. Chaque requête en enclen-

chement de ressource comporte l'identifiant du train 22, l'identifiant de la ressource requise et l'état d'enclenchement requis pour cette ressource.

**[0106]** A l'étape c, le CTC émulé 24 émettent des messages correspondant aux différentes requêtes en enclenchement de ressource. Ces messages sont routés sur l'infrastructure de communication 30 vers les stations de base 32.

**[0107]** A l'étape d, les moyens de communication 110 d'un ROC 11 captent et décodent les différents messages reçus et ne transmettent aux moyens de traitement 118 que les messages comportant l'identifiant du ROC 11.

**[0108]** A l'étape e, après avoir vérifié que l'identifiant du train 22 mentionné dans la requête correspond à l'identifiant indiqué dans la table d'allocation 116, les moyens de traitement 118 comparent l'état d'enclenchement requis et l'état d'enclenchement instantané, indiqués dans la table d'état 114. En cas de différence, les moyens de traitement 118 commandent les moyens de pilotage 112 des organes 13 de la ressource pour la basculer dans l'état d'enclenchement requis.

**[0109]** A l'étape f1, le ou chaque organe 13 modifie la valeur du paramètre caractéristique correspondant suivant l'état d'enclenchement requis.

**[0110]** A l'étape f2, les organes 13 transmettent les valeurs courantes des paramètres caractéristiques aux moyens de pilotage 112 qui mettent à jour la table d'état 114.

**[0111]** A l'étape g, les moyens de traitement 112 élaborent un message de réponse en enclenchement de ressource. Cette réponse comporte l'identifiant du train 22, l'identifiant de la ressource requise et l'état d'enclenchement instantané de la ressource lu dans la table d'état 114.

**[0112]** A l'étape h, les moyens de communication 110 du ROC 11 émettent un message de réponse correspondant à la réponse en enclenchement

**[0113]** A l'étape i, les moyens de communication 210 du contrôleur central 42 captent et décodent les différents messages de réponse qui leur parviennent, et ne transfèrent aux moyens 213 du CTC émulé 24 que les messages de réponse qui comportent l'identifiant du train 22.

**[0114]** Lorsque la réponse en enclenchement indique que la ressource requise a été placée selon l'état d'enclenchement requis, les moyens 213 écrivent dans le champ d'enclenchement correspondant à cette ressource la valeur « 1 » (valeur k).

**[0115]** A l'issue d'une durée prédéterminée après l'émission des requêtes en enclenchement de ressource, les moyens de vérification 214 sont exécutés pour vérifier si toutes les ressources de la liste 217b ont effectivement été enclenchées conformément aux états d'enclenchement requis. Les moyens 214 testent alors la valeur du champ d'enclenchement de chacune des ressources de la liste 217b (étape l).

**[0116]** Lorsque toutes les ressources sont correctement enclenchées, les moyens de vérification 214 don-

nent l'autorisation au train 22 d'avancer et de s'engager sur le chemin du réseau 10 correspondant au groupe de ressources de la liste 217b (étape m').

**[0117]** Cette autorisation de mouvement est indiquée au conducteur du train 22 par l'enclenchement adapté, parmi les ressources de la liste 217b, d'une pluralité de ressources de signalisation. Lorsque certaines des ressources ne sont pas correctement enclenchées, les moyens 214 ne délivrent pas l'autorisation de mouvement et les étapes b' et c' sont éventuellement itérées, au moins pour les ressources incorrectement enclenchées.

**[0118]** Dès que le CTC émulé 24 reçoit une information de position selon laquelle la queue du train 22 a franchi le dispositif de lecture 15 correspondant à l'extrémité de la ressource de voie 5 mitoyenne de la section 4, les moyens d'identification 212 sont exécutés à nouveau pour identifier le prochain chemin du réseau à utiliser (retour à l'étape a) et les moyens d'allocation/libération 213 du CTC émulé 24 sont exécutés pour libérer cette ressource de la liste 217b. Cette phase de libération peut également avoir lieu sur une liste de ressources identifiées, mais qui n'ont pas pu être allouées au train. Cette phase de libération est représentée à la figure 8.

**[0119]** A l'étape b", à partir de la liste 217b, les moyens 213 élaborent des messages de requête en libération de ressource. Chaque requête comporte l'identifiant du train 22, et l'identifiant de la ressource à libérer.

**[0120]** A l'étape c", les moyens de communication 210 émettent sur l'infrastructure de communication 30 des signaux radio correspondant à ces requêtes en libération de ressource vers les différents ROC 11.

**[0121]** A l'étape d", les moyens de communication 110 d'un ROC 11 captent les différents messages reçus et ne transmettent aux moyens de traitement 118 que les messages comportant l'identifiant dudit ROC.

**[0122]** A l'étape e", les moyens 118 traitent la requête en libération en lisant, dans la table d'allocation 116, l'identifiant du train auquel la ressource était allouée. Si l'identifiant lu correspond à l'identifiant du train 22 indiqué dans la requête, les moyens 118 modifient l'état (étape f') d'allocation de la ressource en écrivant la valeur « non-allouée » dans la cellule de la table d'allocation 116.

**[0123]** Seulement à cet instant, la ressource est libérée.

**[0124]** A l'étape g", le moyen de traitement 112 élabore un message de réponse en libération. Cette réponse comporte l'identifiant du train 22 et l'identifiant de la ressource libérée.

**[0125]** A l'étape h", les moyens de communication 110 du ROC 11 émettent un message de réponse correspondant à la réponse en libération.

**[0126]** A l'étape i", les moyens de communication 210 du contrôleur central 42 captent et décodent les différents messages de réponse reçus, et ne transfèrent aux moyens d'allocation/libération 213 du CTC émulé 24 que les messages de réponse qui comportent l'identifiant du train 22.

**[0127]** Lorsque la réponse en libération indique que la ressource a été libérée, les moyens 213 écrivent dans le champ d'allocation de cette ressource la valeur « 2 » (étape k").

**[0128]** A l'issue d'une durée prédéterminée après l'étape c" d'émission des requêtes en libération de ressource, les moyens de vérification 214 sont exécutés pour vérifier si oui ou non toutes les ressources de la liste 217b ont effectivement été libérées. Les moyens de vérification 216 testent alors la valeur du champ d'allocation de chacune des ressources de la liste 217b (étape l").

**[0129]** Dans ce procédé, il n'y a pas de surréservation d'une ressource. Par contre une ressource peut être enclenchée par plusieurs trains pour des paramètres d'enclenchement requis identiques.

**[0130]** De plus, il n'existe pas de relation entre deux ressources du réseau. Seule l'allocation simultanée de deux ressources à un même train crée entre ces deux ressources une relation virtuelle.

**[0131]** En variante, les moyens d'identification 212 identifient simultanément plusieurs groupes de ressources correspondant respectivement à des chemins alternatifs sur le réseau 10, que le train 22 pourrait suivre pour réaliser sa mission. Dès que les moyens de vérification 214 détectent qu'un des groupes de ressources a été entièrement alloué au train 22, les autres groupes sont libérés en exécutant les moyens de libération 213 sur chacune des autres listes de ressources.

**[0132]** Dans encore une autre variante, les moyens d'identification 212 mettent en oeuvre une étape initiale d'interrogation des ROC 11 présents dans l'environnement du train 22 pour connaître l'état d'allocation des ressources associées. Cette mise en oeuvre peut avantageusement s'effectuer par un protocole d'échange de messages de requête et de réponse similaire aux protocoles décrits précédemment. La connaissance préalable de l'état d'allocation des ressources potentielles facilite l'identification proprement dite d'un groupe de ressources identifiées.

**[0133]** En variante, un train du type "véhicule non-équipé" est en fait un train dont le CTC embarqué est défaillant. Pour permettre au train correspondant de poursuivre la mission, un CTC est émulé par le contrôleur central et agit pour le compte de ce train.

**[0134]** Pour la mise en oeuvre de cette variante, le CTC embarqué 23 du train 21 émet périodiquement un signal d'inhibition au routeur 31 de l'infrastructure de communication 30.

**[0135]** Tant que le routeur 31 reçoit un message d'inhibition du train 21, il maintient à jour la table 310 en associant à l'identifiant du train 21 le type "véhicule équipé".

**[0136]** En revanche, dès que le routeur 31 ne reçoit plus le signal d'inhibition du train 21, il met à jour la liste 310 en associant à l'identifiant du train 21 le type "véhicule non-équipé".

**[0137]** Le contrôleur central 42 surveillant toute modification de la liste 310 dès que le train 21 est indiqué

comme du type "véhicule non-équipé", il instancie un nouveau CTC émulé destiné à prendre en charge le train 21.

**[0138]** De cette manière, toute défaillance du CTC embarqué (problème radio, problème informatique, etc.) est palliée par le contrôleur central 42 du système 100.

## Revendications

1. Procédé, destiné à être mis en oeuvre dans un système décentralisé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire (10), le réseau ferroviaire étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 6), chaque ressource étant **caractérisée par** un état d'allocation et un état d'enclenchement, et pilotée par un contrôleur au sol (11) connecté à une infrastructure de communication (30), le système étant fondé sur la présence de contrôleurs embarqués (23) à bord des véhicules, dit équipés, pour gérer l'allocation et l'enclenchement des ressources requises pour le mouvement du véhicule équipé (21) correspondant, directement auprès des contrôleurs au sol (11) pilotant lesdites ressources par l'échange de messages adaptés sur ladite infrastructure (30), **caractérisé en ce que**, afin de permettre la circulation d'un véhicule non-équipé (22) sur ledit réseau ferroviaire (10), le procédé consiste, au niveau d'un contrôleur central (42), au sol, connecté à l'infrastructure de communication (30), à émuler un contrôleur, dit émulé (24), qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé (22), le contrôleur central (42) estimant une position courante du véhicule non-équipé (22) à partir de signaux émis par une pluralité de dispositifs de lecture (15) placés le long des voies du réseau ferroviaire (10) et connectés à l'infrastructure de communication (30).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'émulation par le contrôleur central (42) d'un contrôleur qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé (22) comporte les étapes consistant à :
  - identifier, en fonction de la position courante dudit véhicule non-équipé (22) et pour un créneau horaire donné, un groupe de ressources (217b) qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule non-équipé et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule non-équipé de poursuivre une mission prédéfinie, en empruntant un chemin sur le réseau (10) correspondant audit groupe de ressources identifiées (217b) ;
  - réserver des ressources identifiées, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, à requérir auprès de chacun des contrôleurs au sol (11) associés aux ressources du groupe de ressources identifiées (217b), l'allocation des dites ressources audit véhicule non-équipé (22) ;
  - puis, une fois que toutes les ressources dudit groupe ont été allouées audit véhicule non-équipé, enclencher des ressources allouées, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, à requérir auprès de chacun des contrôleurs au sol (11) associés aux ressources dudit groupe de ressources allouées (217b), la modification de l'état d'enclenchement de ladite ressource allouée conformément à un état d'enclenchement requis ;
  - vérifier que chacune des ressources du groupe de ressources identifiées a été allouée audit véhicule non-équipé (22) et se trouve dans l'état d'enclenchement requis ; et, lorsque cette vérification est positive,
  - étendre l'autorisation du mouvement du véhicule non-équipé (22) sur le chemin correspondant.
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, comportant, au niveau d'un central de planification (41) connecté à l'infrastructure de communication (30), une étape de planification d'une mission pour ledit véhicule non-équipé et une étape de transmission, via l'infrastructure de communication, de ladite mission (216) vers le contrôleur central (41) qui émule un contrôleur qui serait embarqué à bord du véhicule non-équipé (22).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, le contrôleur central (42) transmet, via l'infrastructure de communication (30), au central de planification (41), des informations de position et/ou de groupe de ressources identifiées relatives au véhicule non-équipé (22), et le central de planification utilise ces informations pour mettre à jour les différentes missions (1216 ; 216) attribuées aux véhicules équipés (21) et non-équipés (22) circulant sur le réseau (10).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant, en outre, une étape de libération d'une ressource allouée à un véhicule non-équipé (22) consistant en ce que, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, le contrôleur central (42) requiert, auprès du contrôleur au sol (11) associé à ladite ressource allouée, que cette ressource ne soit plus allouée audit véhicule non-équipé (22).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite étape d'identification (212) comporte une étape d'estimation (218) d'un profil de vitesse du véhicule non-équipé (22) le long d'un chemin du réseau correspondant à un groupe de ressources potentielles, pour déterminer le cré-

neau horaire requis associé à chaque ressource d'un groupe de ressources identifiées.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel est mis à jour une table (310) associant à chaque véhicule circulant sur le réseau (10) un type prenant la valeur « véhicule équipé » ou « véhicule non-équipé », un contrôleur émulé étant instancié pour chacun des véhicules de la table (310) indiqué comme étant du type « véhicule non-équipé », chaque contrôleur embarqué (23) à bord d'un véhicule équipé (21) émettant périodiquement un signal d'inhibition qui, s'il n'est pas reçu pendant une période prédéterminée conduit à la mise à jour de la table (310) en affectant la valeur « non-équipé » au type du véhicule équipé correspondant.
8. Contrôleur central pour un système décentralisé de gestion de la circulation des véhicules sur un réseau ferroviaire, ledit réseau (10) étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 6), chaque ressource étant **caractérisée par** un état d'allocation et un état d'enclenchement, ledit système comportant :
  - une infrastructure de communication (30) ;
  - des contrôleurs au sol (11), chaque contrôleur au sol étant associé à au moins une ressource et apte à allouer la ou chaque ressource associée et à commander une modification de l'état d'enclenchement de la ou de chaque ressource associée ; et,
  - des contrôleurs embarqués (23), chaque contrôleur embarqué équipant un véhicule dit équipé (21) et étant apte à gérer l'allocation et l'enclenchement d'un premier groupe de ressources permettant audit véhicule équipé de poursuivre une mission, en communiquant avec les contrôleurs au sol associés aux ressources dudit premier groupe, **caractérisé en ce que** ledit contrôleur central (42) est propre à émuler, pour un véhicule non-équipé (22) circulant sur ledit réseau ferroviaire, un contrôleur dit émulé (24) équivalent à un contrôleur qui serait embarqué à bord dudit véhicule non-équipé, de manière à gérer l'allocation et l'enclenchement d'un second groupe de ressources permettant audit véhicule non-équipé de poursuivre une mission, en communiquant avec les contrôleurs au sol associés aux ressources dudit second groupe.
9. Contrôleur central selon la revendication 8, comportant des moyens de positionnement (211) dudit véhicule non-équipé (22), qui sont propres à générer une position courante dudit véhicule non-équipé à partir de signaux de positionnement émis par des dispositifs de lecture (15), disposés le long des voies du réseau (10) et propres à détecter le passage dudit

véhicule non-équipé et à émettre un message adapté sur ladite infrastructure de communication (30).

10. Contrôleur selon la revendication 9, comportant, en outre :
  - des moyens d'identification (212) permettant d'identifier un groupe de ressources d'intérêt (217b) qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule non-équipé et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule non-équipé de poursuivre une mission, en empruntant un chemin sur le réseau (10) correspondant audit groupe de ressources identifiées ;
  - des moyens d'allocation et de libération (213) permettant, à partir d'un groupe de ressources identifiées (217b), de générer des requêtes en allocation de ressource destinées à être transmises aux contrôleurs au sol (11) associés à ces ressources identifiées, et de traiter des réponses en allocation de ressource en provenance desdits contrôleurs au sol (11), et permettant, à partir d'un groupe de ressources allouées, de générer des requêtes en enclenchement de ressource, qui comportent des paramètres d'enclenchement, destinées à être transmises aux contrôleurs au sol (11) associés à ces ressources allouées, et de traiter des réponses en enclenchement de ressource en provenance desdits contrôleurs au sol (11) ;
  - des moyens de vérification (214) permettant de vérifier que toutes les ressources d'un groupe de ressources identifiées (217b) ont été allouées audit véhicule non-équipé (20) et que toutes les ressources d'un groupe de ressources allouées sont dans l'état d'enclenchement requis, et de générer une autorisation de mouvement du véhicule non-équipé sur le chemin correspondant aux ressources.
11. Contrôleur central selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte une base de données (215) comportant une description détaillée des ressources constitutives du réseau ferroviaire (10).
12. Contrôleur central selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte un moyen (218) d'estimation d'un profil de vitesse du véhicule sur un groupe de ressources potentielles.
13. Contrôleur central selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, comportant au moins une liste (217) correspondant à un groupe de ressources identifiées, la liste comportant, pour chaque ressource du groupe :

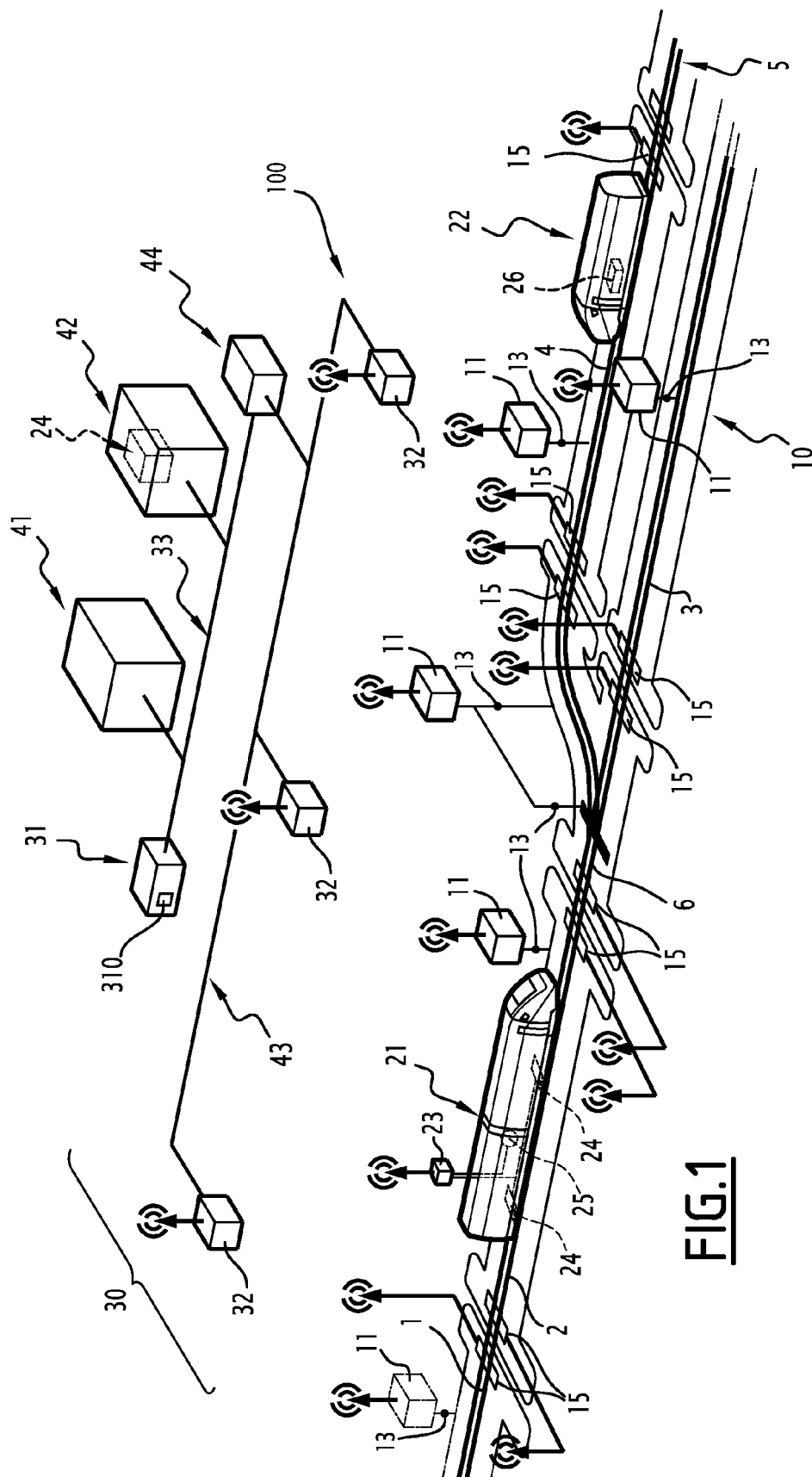
- un champ d'identification de la ressource ;
- un champ correspondant à un créneau horaire requis d'allocation de la ressource ;
- un champ correspondant à l'état d'allocation « allouée » ou « non-allouée » de la ressource au véhicule ; 5
- un champ définissant l'état d'enclenchement requis pour la ressource ; et,
- un champ d'enclenchement correspondant à un drapeau indiquant que la ressource se trouve effectivement dans l'état d'enclenchement requis. 10

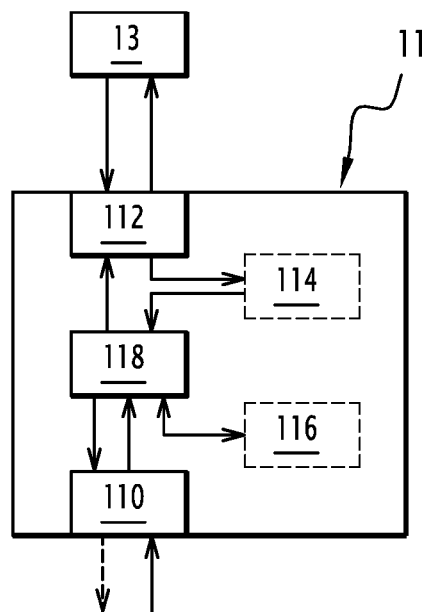
moyen de mise à jour adapté de la table (310) conduit ce dernier à affecter la valeur « non-équipé » au type du véhicule équipé correspondant.

14. Système décentralisé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire, le réseau (10) étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 6), chaque ressource étant dans un état d'allocation et dans un état d'enclenchement, le système comportant : 15

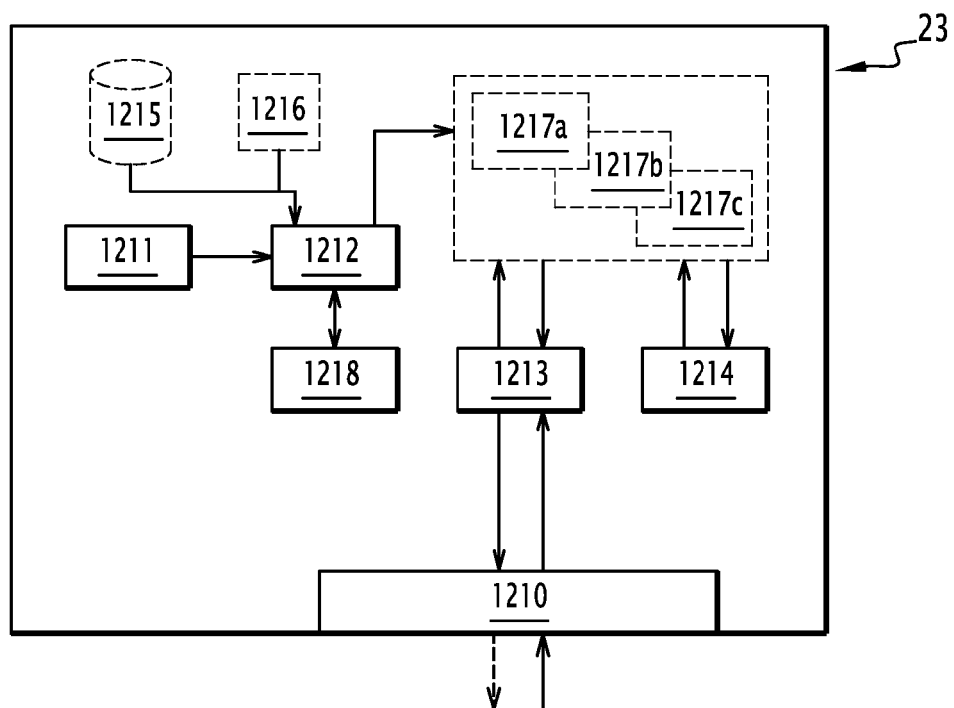
- une infrastructure de communication (30);
  - une pluralité de contrôleurs au sol (11) reliés à ladite infrastructure de communication, chaque contrôleur au sol étant associé à au moins une ressource et apte à allouer la ou chaque ressource associée et à commander une modification de l'état d'enclenchement de la ou de chaque ressource associée ; 25
  - des contrôleurs embarqués (23) reliés à ladite infrastructure de communication, chaque contrôleur embarqué équipant un véhicule dit équipé (21) et étant apte à gérer l'allocation et l'enclenchement d'un premier groupe de ressources permettant audit véhicule équipé de poursuivre une mission, en communiquant avec les contrôleurs au sol associés aux ressources dudit premier groupe ; 30
  - un central de planification (41) relié à ladite infrastructure de communication, propre à créer une mission pour chacun des véhicules circulant sur le réseau, 40
- caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un contrôleur central (42) conforme à l'une quelconque des revendications 8 à 13 pour permettre la circulation, sur le réseau (10), de véhicule non-équipé (22). 45

15. Système selon la revendication 14, comportant une table (310) associant à chaque véhicule circulant sur le réseau (10) un type prenant la valeur «véhicule équipé » ou « véhicule non-équipé », le contrôleur central (42) étant aptes à instancier un contrôleur émulé (24) pour chacun des véhicules de la table (310) indiqué comme étant du type « véhicule non-équipé », chaque contrôleur embarqué (23) à bord d'un véhicule équipé (21) étant propre à émettre périodiquement un signal d'inhibition qui, s'il n'est pas reçu pendant une période prédéterminée par un 50





**FIG. 2**



**FIG. 3**

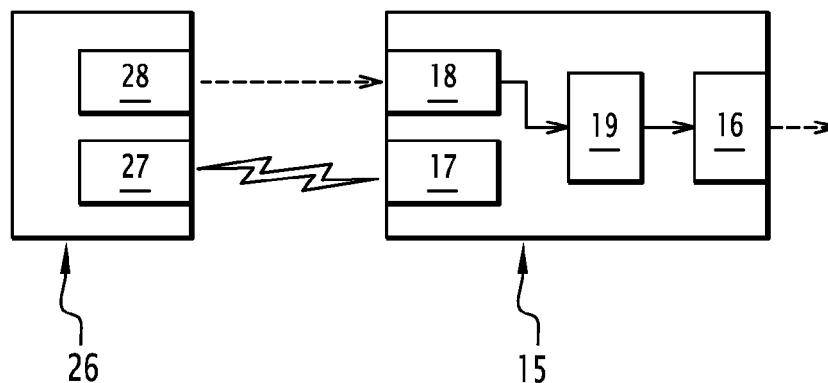


FIG. 4

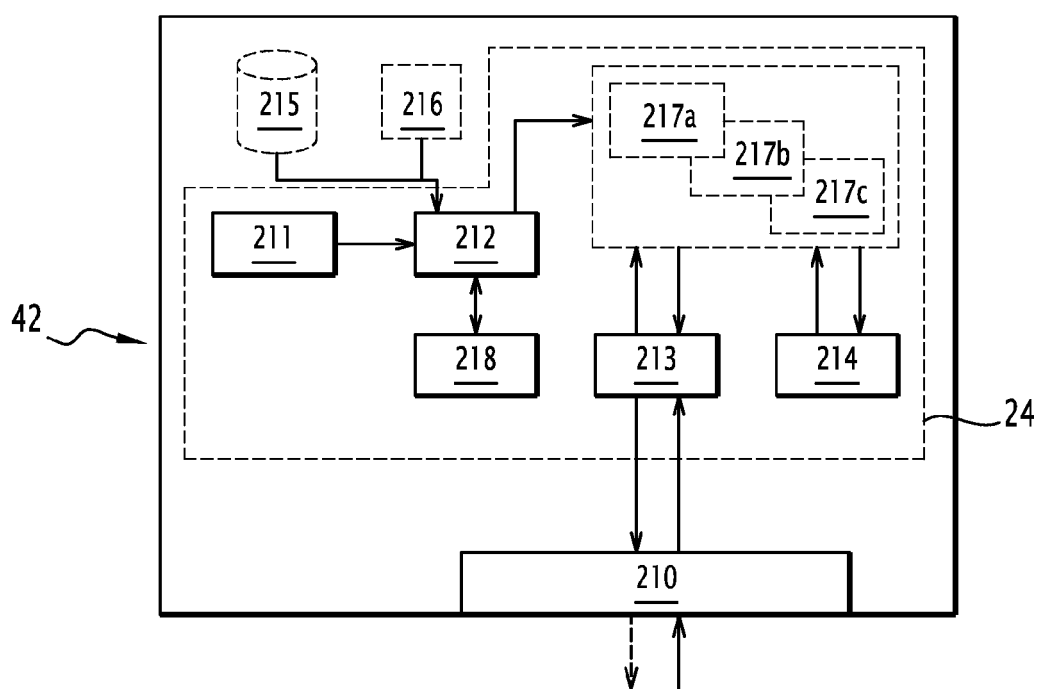


FIG. 5

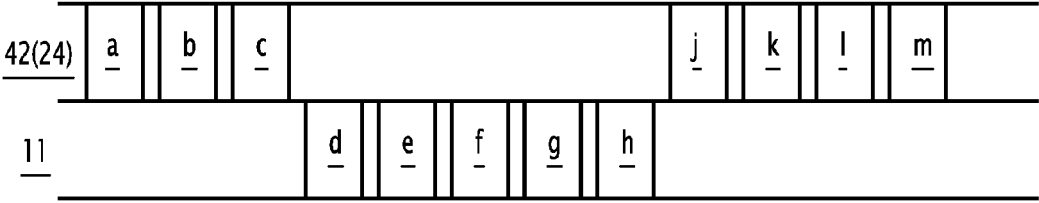


FIG.6

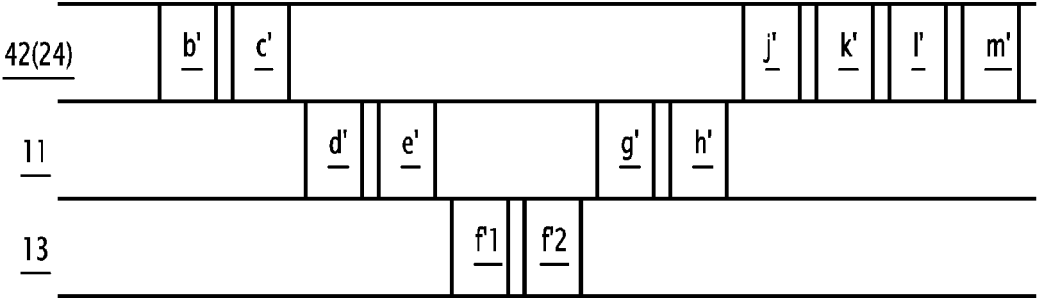


FIG.7

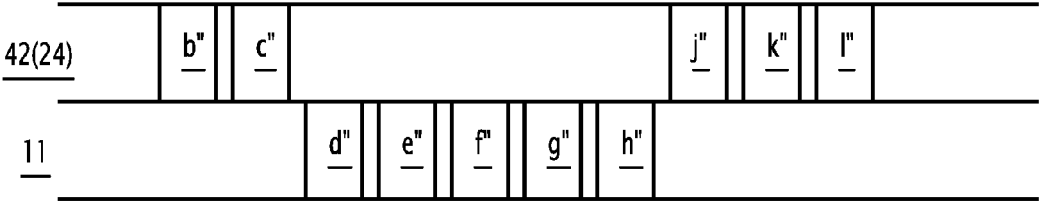


FIG.8



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

 Numéro de la demande  
EP 14 18 0427

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)       |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                 | EP 2 371 662 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR])<br>5 octobre 2011 (2011-10-05)<br>* alinéas [0012], [0018], [0020] - [0038], [0054] - [0108]; figures 1-5 *                                                                                     | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            | INV.<br>B61L11/08<br>B61L23/22       |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 2 607 199 A1 (SIEMENS SAS [FR]; SIEMENS AG [DE]) 26 juin 2013 (2013-06-26)<br>* alinéas [0007] - [0009], [0018] - [0020]; figure 1 *                                                                                                    | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 1 942 041 A2 (WESTINGHOUSE BRAKE & SIGNAL [GB]) 9 juillet 2008 (2008-07-09)<br>* alinéas [0005] - [0008], [0011] - [0015]; figures 1-5 *                                                                                                | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 1 630 059 A2 (SIEMENS AG [DE])<br>1 mars 2006 (2006-03-01)<br>* alinéas [0009], [0028], [0029] *                                                                                                                                        | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | EP 1 752 355 A2 (WESTINGHOUSE BRAKE & SIGNAL [GB]) 14 février 2007 (2007-02-14)<br>* alinéas [0007] - [0010], [0021] - [0028]; figure 1 *                                                                                                  | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | WO 2010/121906 A1 (SIEMENS AG [DE]; BOCK ULRICH [DE]; EVERS BERNHARD [DE]; SCHNIEDER LARS)<br>28 octobre 2010 (2010-10-28)<br>* page 5, ligne 31 - page 6, ligne 9; figure 1 *                                                             | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | HILLENBRAND W ET AL: "GSM-R-Verkehrsmodell für den Funkfahrbetrieb", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol. 93, no. 6, 1 juin 2001 (2001-06-01), pages 29-32, XP002284147, ISSN: 0037-4997<br>* le document en entier * | 1,8,14                                                                                                                                                                                                                                                          | B61L                                 |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |
| Lieu de la recherche                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                            | Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                                               | Examineur                            |
| Munich                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                            | 15 décembre 2014                                                                                                                                                                                                                                                | Massalski, Matthias                  |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                      |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |

3

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 14 18 0427

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.

15-12-2014

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| EP 2371662 A1                                   | 05-10-2011             | AU 2011201482 A1                        | 20-10-2011             |
|                                                 |                        | BR PI1100836 A2                         | 14-08-2012             |
|                                                 |                        | CA 2736080 A1                           | 01-10-2011             |
|                                                 |                        | CN 102238233 A                          | 09-11-2011             |
|                                                 |                        | EP 2371662 A1                           | 05-10-2011             |
|                                                 |                        | ES 2402820 T3                           | 09-05-2013             |
|                                                 |                        | FR 2958248 A1                           | 07-10-2011             |
|                                                 |                        | RU 2011112363 A                         | 10-10-2012             |
|                                                 |                        | US 2012004796 A1                        | 05-01-2012             |
| EP 2607199 A1                                   | 26-06-2013             | EP 2607199 A1                           | 26-06-2013             |
|                                                 |                        | WO 2013092113 A1                        | 27-06-2013             |
| EP 1942041 A2                                   | 09-07-2008             | AU 2007254679 A1                        | 24-07-2008             |
|                                                 |                        | EP 1942041 A2                           | 09-07-2008             |
|                                                 |                        | ES 2398715 T3                           | 21-03-2013             |
|                                                 |                        | GB 2445374 A                            | 09-07-2008             |
|                                                 |                        | PT 1942041 E                            | 12-12-2012             |
| EP 1630059 A2                                   | 01-03-2006             | AT 444220 T                             | 15-10-2009             |
|                                                 |                        | DE 102004042979 A1                      | 16-03-2006             |
|                                                 |                        | EP 1630059 A2                           | 01-03-2006             |
|                                                 |                        | ES 2331191 T3                           | 23-12-2009             |
|                                                 |                        | PT 1630059 E                            | 23-10-2009             |
| EP 1752355 A2                                   | 14-02-2007             | AT 450427 T                             | 15-12-2009             |
|                                                 |                        | DK 1752355 T3                           | 01-02-2010             |
|                                                 |                        | EP 1752355 A2                           | 14-02-2007             |
|                                                 |                        | ES 2337388 T3                           | 23-04-2010             |
|                                                 |                        | GB 2429101 A                            | 14-02-2007             |
|                                                 |                        | PT 1752355 E                            | 21-01-2010             |
| WO 2010121906 A1                                | 28-10-2010             | DE 102009019302 A1                      | 28-10-2010             |
|                                                 |                        | EP 2421737 A1                           | 29-02-2012             |
|                                                 |                        | US 2012037761 A1                        | 16-02-2012             |
|                                                 |                        | WO 2010121906 A1                        | 28-10-2010             |

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 2371662 A [0007] [0010] [0023] [0079]
- EP 2589524 A [0007] [0010]