



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
05.10.2011 Bulletin 2011/40

(51) Int Cl.:
B61L 23/22 (2006.01) **B61L 11/08** (2006.01)
B61L 27/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11305382.1**

(22) Date de dépôt: **01.04.2011**

(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

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

(72) Inventeur: **Michaut, Philippe**
78470 Saint-Rémy les Chevreuse (FR)

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

(30) Priorité: **01.04.2010 FR 1052472**

(54) **Procédé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire et système associé**

(57) Ce procédé consiste, le réseau ferroviaire étant subdivisé en ressources (1 à 5) dont l'état est piloté par un contrôleur au sol (11), et chaque véhicule comportant un contrôleur embarqué (21) apte à communiquer avec les contrôleurs au sol (11), en :

- la planification, par un central de régulation (31), de la mission d'un véhicule ;
- la transmission de sa mission au véhicule (20) dont le contrôleur embarqué :
- identifie un groupe de ressources permettant au véhi-

cule de poursuivre sa mission ;

- réserve les ressources identifiées auprès des contrôleurs au sol ;
- une fois toutes les ressources allouées, enclenche chaque ressource dans un état requis ;
- vérifie que chaque ressource est réservée et se trouve dans l'état requis ; et, lorsque cette vérification est positive,
- étend l'autorisation du mouvement du véhicule sur le chemin correspondant à ce groupe de ressources.

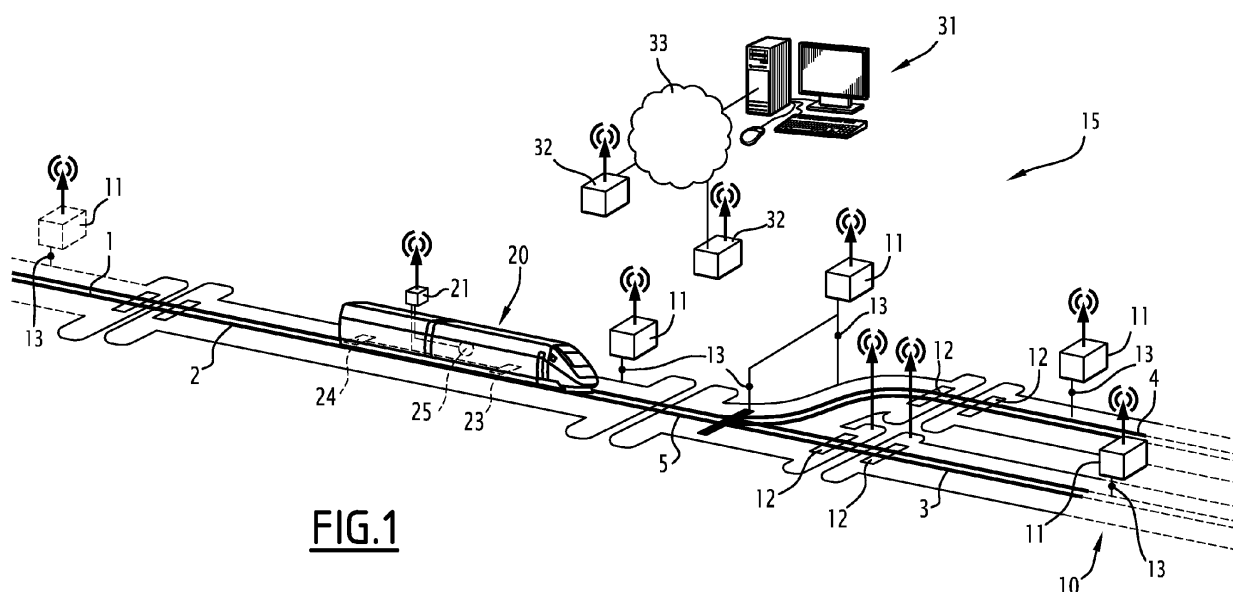


FIG.1

Description

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

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

[0003] Un réseau ferroviaire est composé de différents objets 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 objet se trouve dans un état d'enclenchement prenant une valeur particulière parmi une pluralité de valeurs possibles, prédéfinies.

[0005] Jusqu'à présent, une logique d'enclenchement est utilisée pour autoriser le mouvement en sécurité d'un véhicule le long d'une route du réseau. La logique d'enclenchement est mise en oeuvre au niveau d'équipements centralisateurs, appelé central de contrôle par la suite, qui contrôlent l'état d'enclenchement de l'ensemble des objets constitutifs du réseau.

[0006] La logique d'enclenchement utilise une table de routes qui présente, pour chaque route possible, les valeurs des états d'enclenchement des objets constitutifs de cette route qui doivent être simultanément vérifiées pour autoriser un mouvement, en sécurité, du véhicule sur la route considérée. La définition de la table de routes est un compromis entre souplesse et possibilités d'exploitation, faisabilité technique et coût, tout en considérant les interblocages entre les mouvements.

[0007] C'est le central de contrôle qui, à chaque instant, sélectionne une route pour un véhicule, modifie l'état d'enclenchement des objets constitutifs de cette route en accord avec les conditions mentionnées dans la table de routes, puis, après vérification du respect de ces conditions, autorise le mouvement du véhicule sur cette route.

[0008] Le central de contrôle gère ainsi le mouvement de l'ensemble des véhicules circulant, à un instant donné, sur le réseau ferroviaire.

[0009] La complexité des tables de routes et la nécessité qu'elles garantissent des mouvements en sécurité sur le réseau ferroviaire qu'elles décrivent, imposent que les tables de routes soient générées manuellement, par des experts. Par conséquent, la génération des tables de routes est une étape coûteuse en ressources.

[0010] Enfin, cette architecture ne permet pas une mise à jour aisée d'un réseau ferroviaire existant. Par exemple, le remplacement ou l'ajout d'un objet doit être suivi par la réécriture de la table de routes et sa qualification avant son intégration au niveau du central de contrôle.

[0011] L'invention a pour but de pallier aux problèmes précités.

[0012] Pour cela l'invention a pour objet un procédé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau

ferroviaire, caractérisé en ce que, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources, chaque ressource étant dans un état d'allocation, prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée », et étant dans un état d'enclenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, une ou plusieurs ressources étant pilotée par un contrôleur au sol qui est muni de moyens de communication sans fil, un central de régulation étant apte à planifier l'ensemble des déplacements des véhicules circulant sur le réseau, et étant relié à des stations de base fixes, au sol, comportant des moyens de communication sans fil, et chaque véhicule circulant sur le réseau comportant un contrôleur embarqué muni d'un moyen de communication sans fil permettant la communication avec les moyens de communication des contrôleurs au sol et des stations de base reliées au central de régulation, le procédé consiste en :

- la planification, par le central de régulation, d'une mission attribuée à un véhicule ;
- la transmission de ladite mission du central de régulation vers le contrôleur embarqué dudit véhicule ;
- l'identification pour un créneau horaire donné de la mission par le contrôleur embarqué dudit véhicule d'un groupe de ressources qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule de poursuivre ladite mission, en empruntant un chemin sur le réseau correspondant audit groupe de ressources identifiées ;
- la réservation des ressources identifiées, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, en ce que le contrôleur embarqué requiert auprès de chacun des contrôleurs au sol associés aux ressources du groupe de ressources identifiées, l'allocation spécifique de ladite ressource audit véhicule ;
- puis, une fois que toutes les ressources dudit groupe ont été allouées audit véhicule, l'enclenchement des ressources, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, en ce que le contrôleur embarqué requiert 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 conformément à des états d'enclenchement requis ;
- la vérification, par le contrôleur embarqué dudit véhicule, que chacune des ressources du groupe de ressources identifiées lui a été allouée et se trouve selon l'état d'enclenchement requis ; et, lorsque cette vérification est positive,
- l'extension de l'autorisation, par le contrôleur embarqué, du mouvement du véhicule sur le chemin du réseau correspondant au groupe de ressources identifiées, allouées et correctement enclenchées.

[0013] 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 :

- le contrôleur embarqué d'un véhicule transmet au central de régulation, via les stations des bases, des informations de position et/ou de groupe de ressources identifiées, et la planification utilise ces informations pour mettre à jour les différentes missions attribuées aux différents véhicules circulant sur le réseau ferroviaire ;
- le procédé comporte, en outre, une étape de libération d'une ressource allouée à un véhicule, consistant en ce que, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, le contrôleur embarqué à bord dudit véhicule requiert, auprès du contrôleur au sol associé à ladite ressource allouée, que cette ressource ne lui soit plus allouée ;
- l'étape d'identification d'une ressource prend en compte, en plus de ladite mission, des informations de description du réseau et des informations de position instantanée du véhicule ;
- l'étape d'identification comporte une étape d'estimation d'un profil de vitesse du véhicule le long d'un chemin du réseau correspondant à un groupe de ressources potentielles, de préférence pour déterminer le créneau horaire requis associée à chaque ressource d'un groupe de ressources identifiées ;
- l'étape d'allocation d'une ressource identifiée consiste à :

■ émettre, par le contrôleur embarqué d'un véhicule, une requête en demande d'allocation de ladite ressource identifiée à destination du contrôleur au sol qui est associé à cette ressource ;
 ■ émettre, par ledit contrôleur au sol, une réponse d'allocation délivrant l'état d'allocation et/ou l'état d'enclenchement de la ressource ;
 ■ vérifier, par le contrôleur embarqué, qu'aucune réservation n'est en cours et/ou qu'aucun enclenchement n'a des états d'enclenchement incompatibles avec les états d'enclenchement requis ;

- l'étape d'enclenchement d'une ressource allouée consiste à :

■ émettre, par le contrôleur embarqué d'un véhicule, une requête en demande d'enclenchement de ladite ressource allouée audit véhicule, à destination du contrôleur au sol qui est associé à ladite ressource ;
 ■ vérifier, par ledit contrôleur au sol associé à ladite ressource, si les paramètres d'enclenchement de l'état actuel de ladite ressource sont différents des paramètres d'enclenchement requis, et, dans l'affirmative, piloter la ressource selon les paramètres d'enclenchement ; et,
 ■ émettre, par ledit contrôleur au sol, une réponse d'enclenchement indiquant l'état d'en-

clenchement instantané de la ressource ;

- l'étape de libération d'une ressource allouée consiste à :

■ émettre, par le contrôleur embarqué d'un véhicule, une requête en demande de libération de ladite ressource allouée audit véhicule, à destination du contrôleur au sol associé à ladite ressource ;
 ■ vérifier, par ledit contrôleur au sol associé à ladite ressource, si celle-ci est allouée au véhicule et, dans l'affirmative, ne plus allouer au véhicule ladite ressource ;
 ■ émettre, par ledit contrôleur au sol, une réponse en libération indiquant que la ressource n'est plus allouée audit véhicule.

[0014] L'invention a également pour objet un contrôleur embarqué à bord d'un véhicule circulant sur un réseau ferroviaire, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources qui sont respectivement dans un état d'allocation, prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée », et dans un état d'enclenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, une ou plusieurs ressources du réseau étant associées à un unique contrôleur au sol, chaque contrôleur au sol comportant : des moyens de communication radio ; des moyens de traitement permettant d'allouer la ressource associée et de commander une modification de l'état d'enclenchement de la ressource associée ; des moyens de pilotage aptes à déterminer l'état d'enclenchement instantané de la ressource associée et, sur commande des moyens de traitement, à piloter la ressource associée selon les paramètres d'enclenchement d'une requête en enclenchement reçue, le contrôleur embarqué comporte :

- des moyens de communication radio permettant l'échange de messages entre le contrôleur embarqué et des contrôleurs au sol ;
- des moyens d'identification permettant d'identifier un groupe de ressources qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule de poursuivre une mission, en empruntant un chemin sur le réseau correspondant audit groupe de ressources identifiées, la mission étant générée par un central de régulation comportant des moyens de planification pour gérer, à l'échelle du réseau, les déplacements des véhicules et créer une mission pour chacun d'entre eux, le central de régulation étant relié à des stations de base fixes, au sol, comportant des moyens de communication sans fil permettant la communication avec le contrôleur embarqué pour la transmission de la mission attribuée audit véhicule ;

- 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 et que toutes les ressources d'un groupe de ressources allouées sont dans l'état d'enclenchement requis.

[0015] Suivant des modes particuliers de réalisation, le contrôleur embarqué comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- les moyens d'allocation et de libération sont propres, sur la base d'une pluralité de ressources allouées, à générer des requêtes en libération de ressource destinées à être transmises aux contrôleurs au sol associés à ces ressources allouées, et à traiter des réponses en libération de ressource en provenance desdits contrôleurs au sol ;
- le contrôleur comporte des moyens de positionnement aptes à délivrer une information de position instantanée dudit véhicule ;
- le contrôleur comporte une base de données comportant une description détaillée des ressources constitutives du réseau ferroviaire ;
- le contrôleur comporte un moyen d'estimation d'un profil de vitesse du véhicule sur un groupe de ressources potentielles ;
- le contrôleur 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 ;

■ de préférence, 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 .

[0016] L'invention a également pour objet un contrôleur au sol propre à être associé à au moins une ressource d'un réseau ferroviaire, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources qui sont respectivement dans un état d'allocation, prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée », et dans un état d'enclenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, et, à bord d'un train circulant sur le réseau, un contrôleur embarqué comportant des moyens de communication radio et des moyens d'allocation et de libération permettant de générer une requête en allocation de ressource destinée à être communiquée audit contrôleur au sol, ou une requête en enclenchement de ressource, qui comporte des paramètres d'enclenchement, destinée à être communiquée audit contrôleur au sol. Le contrôleur au sol comporte :

■ des moyens de communication radio propres à recevoir une requête en allocation ou en enclenchement de la ressource associée au contrôleur au sol ;

■ des moyens de traitement propres à allouer la ressource associée conformément à une requête en allocation reçue et à commander une modification de l'état d'enclenchement de la ressource associée conformément à une requête en enclenchement reçue ;

■ des moyens de pilotage aptes à déterminer l'état d'enclenchement instantané de la ressource associée et, sur commande des moyens de traitement, à piloter la ressource associée selon les paramètres d'enclenchement de la requête en enclenchement ;

[0017] Suivant des modes particuliers de réalisation, le contrôleur au sol comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le contrôleur au sol comporte une table d'allocation comportant une pile de cellules, chaque cellule contenant soit la valeur NULL, soit l'identifiant d'un véhicule auquel la ressource est allouée. ;
- le contrôleur au sol comporte, pour la ou chaque ressource qui lui est associée, une table d'état d'enclenchement comportant autant de champs que de paramètres caractérisant complètement l'état d'enclenchement de ladite ressource.

[0018] L'invention a également pour objet un système de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire, caractérisé en ce que, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources, chaque ressource étant dans un état d'allocation prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée » et étant dans un état d'en-

clenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, le système comporte :

- i)- une pluralité de contrôleurs au sol, chaque contrôleur au sol étant un contrôleur au sol tel que décrit ci-dessus ;
- ii)- un contrôleur embarqué à bord d'un véhicule, le contrôleur embarqué étant un contrôleur embarqué tel que décrit ci-dessus ; et,
- iii)- un central de régulation comportant des moyens de planification pour gérer, à l'échelle du réseau, les déplacements des véhicules et créer une mission pour chacun d'entre eux, le central de régulation étant relié à des stations de base fixes, au sol, comportant des moyens de communication sans fil permettant la communication avec le contrôleur embarqué d'un véhicule pour la transmission de la mission générée par le central de régulation attribuée audit véhicule.

[0019] 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'une portion d'un réseau ferroviaire sur laquelle circule un train ;
- la figure 2 est une représentation schématique des éléments constitutifs du système de gestion de la circulation des trains selon la présente invention, et des flux de données entre ces éléments constitutifs ;
- la figure 3 est une représentation schématique du procédé de gestion de la circulation des trains mis en oeuvre par le système de la figure 2 ;
- la figure 4 est une représentation schématique de la phase d'enclenchement de ce procédé ; et,
- la figure 5 est une représentation schématique de la phase de libération de ce procédé.

[0020] La figure 1 représente une portion d'un réseau ferroviaire 10.

[0021] Le réseau 10 est subdivisé en une pluralité d'objets qui sont, selon l'invention, considérés comme des ressources. Sur la figure 1, on a, par exemple, représenté quatre sections de voie à deux points d'extrémité, référencées 1 à 4, et une section de voie à trois points d'extrémité, ou aiguillage, référencée 5.

[0022] Le réseau 10 comporte d'autres ressources, comme par exemple des éléments de signalisation, qui ne sont ni décrites, ni représentées pour des raisons de clarté de la présente description.

[0023] Chaque ressource du réseau 10 peut être associée à un ou plusieurs organes 13. Un organe 13 peut posséder une fonction de capteur 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.

[0024] L'état d'enclenchement instantané d'une ressource est la combinaison des valeurs de plusieurs paramètres permettant de caractériser complètement l'état de la ressource.

5 **[0025]** Par exemple, dans le cas d'une section de voie à deux points d'extrémité, un organe comportant un capteur à induction apte à détecter la présence d'un train sur la section de voie, permet de déterminer l'état d'occupation « occupée » ou « non-occupée » de cette section de voie.

10 **[0026]** Par exemple encore, dans le cas d'un élément de signalisation, un organe permet de modifier l'état d'affichage de l'élément de signalisation.

15 **[0027]** Sur la figure 1, un seul train 20 a été représenté. Mais, à un instant donné, plusieurs trains peuvent circuler simultanément sur le réseau 10.

[0028] Pour la gestion de la circulation des trains sur le réseau 10, un système de gestion de la circulation des trains 15 est mis en oeuvre.

20 **[0029]** Le système 15 comporte :

- une pluralité de contrôleurs sol 11, dénommés ROC dans ce qui suit (acronyme anglais de « Radio Object Controller »), chaque ressource du réseau étant associée à un ROC ;
- une pluralité de contrôleurs embarqués 21, dénommés contrôleurs bord, un unique contrôleur bord 21 étant embarqué à bord de chacun des trains 20 circulant sur le réseau ; et,
- 30 - un central de régulation 31, apte à planifier la circulation des différents trains 20 circulant sur le réseau 10.

35 **[0030]** Le principe de l'invention consiste en ce que la circulation des trains est, à une première échelle, planifiée par le central de régulation, et, à une seconde échelle, inférieure à la première, gérée, en sécurité, par le contrôleur bord de chaque train.

40 **[0031]** La planification par le central de régulation 31 de la circulation d'un train comporte l'élaboration d'un fichier de mission qui est ensuite transmis au contrôleur bord du train.

45 **[0032]** La gestion par le contrôleur bord de la circulation d'un train s'effectue par la mise en oeuvre d'un protocole permettant l'allocation, l'enclenchement, puis la libération des ressources nécessaires directement auprès des ROC auxquels elles sont associées. Dans cette architecture, c'est le contrôleur bord qui autorise le mouvement, en sécurité, du train sur un chemin composé des ressources allouées au train et lui permettant de poursuivre la mission qui lui a été affectée.

ROC

55 **[0033]** Dans le mode de réalisation décrit ici en détail, une ressource du réseau 10 est associée à un seul ROC mais, en variante, plusieurs ressources 10 peuvent être associées un seul ROC. Chaque ROC et chaque res-

source sont caractérisés par un identifiant unique, sur le réseau 10. Dans ce qui suit, il est considéré un ROC par ressource du réseau.

[0034] Un ROC 11 est un ordinateur comportant des moyens de mémorisation, des moyens de calcul et des interfaces entrée/sortie.

[0035] 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 par exemple bidirectionnelle, à l'organe ou à chaque organe de la ressource à laquelle le ROC est associé, de manière à piloter cette ressource. Un ROC 11 est disposé physiquement à proximité de la ressource qu'il contrôle.

[0036] Pour les ressources n'ayant pas d'organe à piloter, le ROC peut être placé n'importe où.

[0037] Chaque ROC 11 comporte :

- des moyens de communication radio 110, permettant d'établir une liaison sans fil avec des moyens de communication radio 210 équipant le contrôleur bord 21 d'un train 20, puis d'échanger, sur la liaison sans fil établie, des messages selon un protocole de communication prédéterminé. Les moyens de communication 110 transfèrent aux moyens de traitement 118 uniquement les messages qui comportent l'identifiant du ROC 11 ;
- 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 permettant de définir l'état d'enclenchement instantané de la ressource associée, un champ de la table 114 étant mis à jour par les moyens de pilotage 112 en fonction des données indiquées par l'organe 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.

[0038] Les moyens 110, 112 et 118 sont de préférence mis en oeuvre sous forme de programmes d'ordinateurs dont les instructions sont stockées dans les moyens de mémorisation du ROC 11 et sont aptes à être exécutées par les moyens de calcul du ROC 11.

CONTROLEUR BORD

[0039] Un contrôleur bord 21 est un ordinateur comportant des moyens de mémorisation, des moyens de calcul et des interfaces entrée/sortie.

[0040] Chaque contrôleur bord 21, et par conséquent chaque train, est caractérisé par un identifiant unique, sur le réseau 10.

[0041] Chaque contrôleur bord 21 comporte :

- des moyens de communication radio 210, permettant de communiquer simultanément avec plusieurs ROC 11. De préférence, ces moyens de communication permettent également d'établir une liaison sans fil avec une station de base 32 qui est reliée au central de régulation 31 ;
- des moyens de positionnement 211 ;
- des moyens d'identification 212 permettant d'identifier un groupe de ressources du réseau 10 qui permettraient au train 20 de poursuivre la réalisation de sa mission ;
- des moyens d'allocation et de libération de ressources 213 ;
- des moyens de vérification 214 ; et,
- des moyens d'estimation 218.

[0042] De préférence, ces différents moyens sont mis en oeuvre sous la forme de programmes d'ordinateurs exécutés par le contrôleur bord 21.

[0043] Par ailleurs, les moyens de mémorisation du contrôleur bord 21 comportent une base de données 215 de description de réseau ferroviaire 10 et un fichier de mission 216 transmis par le central de régulation 31.

[0044] La base de données 215 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 positionnement géographique de la ressource, telle que les positions géographiques des points d'extrémité de celle-ci.

[0045] Le fichier de mission 216 comporte des informations correspondant au trajet que doit effectuer le train 20 à travers le réseau 10. Par exemple, le fichier de mission 216 comporte le point de départ du train 20, le point d'arrivée du train 20, et un trajet idéal à travers le réseau 10, c'est-à-dire l'ensemble des sections de voie qui permettent de joindre les points de départ et d'arrivée, ainsi que des points caractéristiques tels que les arrêts commerciaux comportant des informations sur les temps d'arrivée et de départ que doit respecter le train 20.

[0046] De préférence, les moyens de positionnement 211 permettent de déterminer la position de la tête et de la queue du train 20.

[0047] A l'intérieur d'une section de voie, la position du train 20 peut être déterminée avec précision en tenant compte d'une mesure de distance parcourue depuis un point de référence, par exemple une balise de l'état de l'art.

[0048] Les moyens d'identification 212 génèrent une liste de ressources 217, en se fondant sur les informations contenues dans la base de donnée de description des ressources 215, dans le fichier de mission 216, et

de la position instantanée du train donnée par les moyens de positionnement 211.

[0049] Une liste 217 correspond à un groupe de ressources qui, si elles étaient allouées au train et si elles se trouvaient respectivement dans un état d'enclenchement requis permettraient au train de poursuivre sa mission le long d'un chemin du réseau ferroviaire 10 correspondant à ce groupe de ressources identifiées.

[0050] 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 20 (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).

[0051] 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 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 le temps nécessaire à l'enclenchement de la ressource.

[0052] 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 20, et si l'ensemble des ressources d'une liste 217 se trouvent dans l'état d'enclenchement requis.

[0053] Les moyens d'allocation/libération de ressource 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 et en traitant les messages en provenance des ROC, via les moyens de communication radio 210.

CENTRAL DE REGULATION

[0054] Le système de gestion de la circulation des trains 15 comporte, en outre, un central de régulation 31.

[0055] Le central de régulation 31 comporte des moyens de planification 310, permettant, à l'échelle du réseau 10, d'élaborer les missions des différents trains circulant sur ce réseau 10. 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.

[0056] De préférence, la mission d'un premier train est régulièrement mise à jour pour, par exemple, tenir compte d'un événement affectant la réalisation de la mission d'un autre train, et modifiant de ce fait les contraintes prises en compte lors de l'élaboration initiale de la mission du premier train.

[0057] Le central de régulation 31 est connecté, par exemple à travers un réseau TCP/IP 33, à une pluralité de stations de base 32, fixes, au sol. De préférence, les stations de base 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 320 adaptés pour communiquer avec le contrôleur bord 21 d'un train circulant sur le réseau 10. De préférence, ces moyens de communication radio 320 sont compatibles avec les moyens de communication radio 210 du contrôleur bord 21.

[0058] L'échange de données est alors possible entre le contrôleur bord 21 du train 20 et le central de régulation 31 : en communication descendante, le central de régulation communique au bord le fichier de mission 216 du train 20, qu'il vient d'élaborer ou de mettre à jour ; en communication montante, le contrôleur bord 21 communique sa position instantanée au central de régulation 31 pour qu'il mette à jour les missions du train 20 et des autres trains circulant sur le réseau 10.

PROCEDE

[0059] Le procédé de gestion de la circulation des trains sur le réseau 10 mis en oeuvre par le système 15 va maintenant être décrit.

[0060] Le fichier 216 décrivant la mission attribuée au train 20 est téléchargé par le contrôleur embarqué 21 auprès du central de régulation 31 via une station de base 32. Il peut s'agir de la première station de base 32 que le train 20 croise lorsqu'il s'engage sur le réseau 10 par exemple, en gare ou à la sortie d'un garage de maintenance ou d'un dépôt, le fichier de mission 216 correspondant alors à la mission initialement attribuée au train 20. Il peut s'agir autrement d'une station de base 32 intermédiaire pour télécharger un fichier de mission correspondant à une mise à jour du fichier de mission initial.

[0061] A l'instant présent, le train 20 circule sur un chemin du réseau ferroviaire 10 décrit par une liste 217a mémorisée par le contrôleur bord 21. Ce chemin courant comporte par exemple les sections de voie 1 et 2.

[0062] Pour la poursuite de son déplacement 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.

[0063] La phase d'allocation représentée à la figure 3 comporte l'identification puis la réservation d'un groupe de ressources.

[0064] 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 position instantanée du train 20 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 de poursuivre sa mission en empruntant le chemin correspondant à ces ressources, à condition que celles-ci soient allouées au train 20 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.

[0065] Par exemple, sur la figure 1, afin que le train 20 poursuive l'accomplissement de sa mission, les moyens 212 génèrent une liste 217b indiquant que la section 3 doit être allouée au train et doit être dans l'état d'enclenchement défini par le sens de circulation, et que la section 5 doit être allouée au train et doit être dans l'état d'enclenchement défini par le sens de circulation et l'état de positionnement.

[0066] Dès que la liste 217b a été placée dans les moyens de mémorisation du contrôleur bord 21, les moyens d'allocation/libération 213, qui surveillent les moyens de mémorisation du contrôleur bord 21, 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 requérant et l'identifiant de la ressource requise.

[0067] A l'étape c, les moyens de communication 210 du contrôleur bord 21, commandés par les moyens 213, émettent des signaux radio correspondant aux différentes requêtes en allocation de ressource.

[0068] A l'étape d, les moyens de communication 110 d'un ROC 11 captent les différents signaux radio reçus 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).

[0069] 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 requérant.

[0070] 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 requérant.

[0071] 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.

[0072] 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 requérant, l'identifiant de la ressource requise et l'état courant des réservations et enclenchements.

[0073] A l'étape h, les moyens de communication 110 émettent un signal radio correspondant à cette réponse en allocation.

[0074] A l'étape i, Les moyens de communication 210 du contrôleur bord 21 captent et décodent les différents signaux qui leur parviennent, et ne transmettent aux moyens d'allocation/libération 213 que les messages qui comportent l'identifiant du train 20.

[0075] A l'étape k, lorsque la réponse en allocation indique que la ressource requise a effectivement été allouée au train, 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.

[0076] Lorsque la réponse en allocation indique que la ressource requise ne peut pas être allouée au train, les moyens 213 mettent à jour le champ d'allocation de cette ressource en y écrivant la valeur « non-allouée » (0).

[0077] 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 contrôleur embarqué 21 pour vérifier si, oui ou non, toutes les ressources de la liste 217b ont effectivement été allouées au train 20. Les moyens de vérification 214 testent alors la valeur du champ d'allocation de chacune des ressources de la liste 215 (étape l).

[0078] En cas de vérification positive, indiquant que toutes les ressources requises de la liste 217b ont été allouées au train 20, 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.

[0079] 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 20, 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 20 sont utilisées par les moyens 212 lors de cette nouvelle identification d'un groupe de ressources (étape a).

[0080] 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 20. 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 contrôleur bord 21 essaie d'identifier un autre groupe de ressources (étape a).

[0081] La phase d'enclenchement, représentée à la figure 4, se déroule comme suit :

Lorsque qu'un groupe de ressources est indiqué comme allouées, le contrôleur bord 21 exécute les moyens d'allocation/libération 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 enclenchement de ressource comporte l'identifiant du train requérant, l'identifiant de la ressource requise et les paramètres d'enclenchement requis pour cette ressource.

[0082] A l'étape c', les moyens de communication 210 du contrôleur bord 21, commandés par les moyens 213, émettent des signaux radio correspondant aux différentes requêtes en enclenchement de ressource.

[0083] A l'étape d', les moyens de communication 110 d'un ROC 11 captent et décodent les différents signaux radio reçus et ne transmettent aux moyens de traitement 118 que les messages comportant l'identifiant du ROC 11.

[0084] A l'étape e', après avoir vérifié que l'identifiant du train requérant mentionné dans la requête correspond à l'identifiant indiqué dans la table d'allocation 116, les moyens de traitement 118 comparent les paramètres d'enclenchement requis avec les paramètres de l'état d'enclenchement instantané de la ressource indiqué dans la table d'état 114. Si les paramètres de l'état instantané de la ressource sont différents des paramètres d'enclenchement requis, les moyens de traitement 118 commandent les moyens de pilotage 112 des organes de la ressource conformément aux paramètres d'enclenchement requis.

[0085] A l'étape f1', le ou chaque organe 13 modifie la valeur du paramètre caractéristique correspondant suivant l'état requis.

[0086] A l'étape f2', les organes 13 transmettent les valeurs courantes du paramètre aux moyens de pilotage 112 qui mettent à jour la table d'état 114.

[0087] 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 requérant, l'identifiant de la ressource requise et l'état d'enclenchement instantané de la ressource lu dans la

table d'état 114.

[0088] A l'étape h', les moyens de communication 110 du ROC 11 émettent un signal radio correspondant à la réponse en enclenchement.

[0089] A l'étape j', les moyens de communication 210 du contrôleur bord 21 captent et décodent les différents signaux qui leur parviennent, et ne transfèrent aux moyens d'allocation/libération 213 que les messages qui comportent l'identifiant du train 20.

[0090] Lorsque la réponse en enclenchement indique que la ressource requise a été placée selon les paramètres d'enclenchement requis, les moyens 213 écrivent dans le champ d'enclenchement correspondant à cette ressource la valeur « 1 » (valeur k').

[0091] 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 paramètres d'enclenchement requis. Les moyens 214 testent alors la valeur du champ d'enclenchement de chacune des ressources de la liste 217b (étape l').

[0092] Lorsque toutes les ressources sont correctement enclenchées, les moyens de vérification 214 donne l'autorisation au train 20 d'avancer et de s'engager sur le chemin du réseau 10 correspondant au groupe de ressources de la liste 217b (étape m').

[0093] 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.

[0094] Dès que le contrôleur embarqué 21 constate que la queue du train 20 franchit une des ressources de la liste 217b, 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 contrôleur embarqué 21 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 5.

[0095] 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 requérant, et l'identifiant de la ressource à libérer.

[0096] A l'étape c'', les moyens de communication 210 émettent des signaux radio correspondant à ces requêtes en libération de ressource vers les différents ROC 11.

[0097] A l'étape d'', les moyens de communication 110 d'un ROC 11 captent les différents signaux radio reçus et ne transmettent aux moyens de traitement 118 que les messages comportant l'identifiant dudit ROC.

[0098] 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 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.

[0099] Seulement à cet instant, la ressource est libérée si aucune autre réservation et/ou aucun autre enclenchement n'a été enregistré.

[0100] A l'étape g", le moyen de traitement 112 élabore un message de réponse en libération. Cette réponse comporte l'identifiant du train requérant et l'identifiant de la ressource requise.

[0101] A l'étape h", les moyens de communication 110 du ROC 11 émettent un signal radio correspondant à la réponse en libération.

[0102] A l'étape j", les moyens de communication 210 du contrôleur bord 21 captent et décodent les différents signaux reçus, et ne transfèrent aux moyens d'allocation/libération 213 que les messages qui comportent l'identifiant du train 20.

[0103] 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").

[0104] 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").

[0105] 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.

[0106] De plus, il n'existe pas de liaison entre deux ressources du réseau. Seule l'allocation simultanée de deux ressources au même train crée une liaison « virtuelle » entre ces deux ressources.

[0107] En variante, les moyens d'identification 212 identifient simultanément plusieurs groupes de ressources correspondant respectivement à des chemins alternatifs sur le réseau, que le train 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 20, les autres groupes sont libérés en exécutant les moyens de libération 213 sur chacune des autres listes de ressources.

[0108] Dans encore une autre variante, les moyens d'identification 212 mettent en oeuvre une étape initiale d'interrogation des contrôleurs au sol 11 présents dans l'environnement du train 20 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.

Revendications

1. Procédé de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire (10), **caractérisé en ce que**, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 5), chaque ressource étant dans un état d'allocation, prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée », et étant dans un état d'enclenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, une ou plusieurs ressources étant pilotée par un contrôleur au sol (11) qui est muni de moyens de communication sans fil (110), un central de régulation (31) étant apte à planifier l'ensemble des déplacements des véhicules circulant sur le réseau, et étant relié à des stations de base (32) fixes, au sol, comportant des moyens de communication sans fil (320), et chaque véhicule circulant sur le réseau comportant un contrôleur embarqué (21) muni d'un moyen de communication sans fil (210) permettant la communication avec les moyens de communication des contrôleurs au sol (11) et des stations de base (32) reliées au central de régulation (31), le procédé consiste en :

- la planification, par le central de régulation (31), d'une mission (116) attribuée à un véhicule (20) ;

- la transmission de ladite mission (116) du central de régulation (31) vers le contrôleur embarqué (21) dudit véhicule (20) ;

- l'identification, par le contrôleur embarqué (21) dudit véhicule (20) et pour un créneau horaire donné de la mission (116), d'un groupe de ressources (217b) qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule de poursuivre ladite mission, en empruntant un chemin sur le réseau correspondant audit groupe de ressources identifiées (217b) ;

- la réservation des ressources identifiées, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, **en ce que** le contrôleur embarqué (21) requiert auprès de chacun des contrôleurs au sol (11) associés aux ressources du groupe de ressources identifiées (217b), l'allocation spécifique de ladite ressource audit véhicule (20) ;

- puis, une fois que toutes les ressources dudit groupe ont été allouées audit véhicule, l'enclenchement des ressources, consistant, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, **en ce que** le contrôleur embarqué (21) requiert 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 conformément à des états d'enclenchement requis ;

- la vérification, par le contrôleur embarqué (21) dudit véhicule, que chacune des ressources du groupe de ressources identifiées lui a été allouée et se trouve selon l'état d'enclenchement requis ; et, lorsque cette vérification est positive, 5
- l'extension de l'autorisation, par le contrôleur embarqué (21), du mouvement du véhicule (20) sur le chemin du réseau correspondant au groupe de ressources identifiées, allouées et correctement enclenchées (217b).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, le contrôleur embarqué (21) d'un véhicule (20) transmet au central de régulation (31), via les stations des bases (32), des informations de position et/ou de groupe de ressources identifiées, et **en ce que** la planification utilise ces informations pour mettre à jour les différentes missions (116) attribuées audit véhicule (20) et aux autres véhicules circulant sur le réseau ferroviaire (10). 15 20
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** comporte, en outre, une étape de libération d'une ressource allouée à un véhicule (20) consistant **en ce que**, par la mise en oeuvre d'un protocole prédéterminé, le contrôleur embarqué (21) à bord dudit véhicule (20) requiert, auprès du contrôleur au sol (11) associé à ladite ressource allouée, que cette ressource ne lui soit plus allouée. 25 30
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'étape d'identification d'une ressource prend en compte, en plus de ladite mission, des informations de description du réseau (10) et des informations de position instantanée du véhicule (20). 35
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ladite étape d'identification (212) comporte une étape d'estimation (218) d'un profil de vitesse du véhicule (20) le long d'un chemin du réseau correspondant à un groupe de ressources potentielles, pour déterminer le créneau horaire requis associée à chaque ressource d'un groupe de ressources identifiées. 40 45
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'étape d'allocation d'une ressource identifiée consiste à : 50
- émettre, par le contrôleur embarqué (21) d'un véhicule (20), une requête en demande d'allocation de ladite ressource identifiée à destination du contrôleur au sol (11) qui est associé à ladite ressource ;
 - émettre, par ledit contrôleur au sol (11), une réponse d'allocation délivrant l'état de d'allocation et/ou l'état d'enclenchement de la ressource ;
 - vérifier, par le contrôleur embarqué (21), qu'aucune réservation n'est en cours et/ou qu'aucun enclenchement n'a des états d'enclenchement incompatibles avec les états d'enclenchement requis.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'étape d'enclenchement d'une ressource allouée consiste à : 10
- émettre, par le contrôleur embarqué (21) d'un véhicule (20), une requête en demande d'enclenchement de ladite ressource allouée audit véhicule (20), à destination du contrôleur au sol (11) qui est associé à ladite ressource ;
 - vérifier, par ledit contrôleur au sol (11) associé à ladite ressource, si les paramètres d'enclenchement de l'état actuel de ladite ressource sont différents des paramètres d'enclenchement requis, et, dans l'affirmative, piloter la ressource selon les paramètres d'enclenchement ; et,
 - émettre, par ledit contrôleur au sol (11), une réponse d'enclenchement indiquant l'état d'enclenchement instantané de la ressource.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'étape de libération d'une ressource allouée consiste à : 30
- émettre, par le contrôleur embarqué (21) d'un véhicule (20), une requête en demande de libération de ladite ressource allouée audit véhicule (20), à destination du contrôleur au sol (11) associé à ladite ressource ;
 - vérifier, par ledit contrôleur au sol (11) associé à ladite ressource, si ladite ressource est allouée audit véhicule (20) et, dans l'affirmative, ne plus allouer audit véhicule ladite ressource ;
 - émettre, par ledit contrôleur au sol (11), une réponse en libération indiquant que la ressource n'est plus allouée audit véhicule.
9. Contrôleur embarqué à bord d'un véhicule (20) circulant sur un réseau ferroviaire, **caractérisé en ce que**, le réseau (10) étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 5) qui sont respectivement dans un état d'allocation, prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée », et dans un état d'enclenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, chaque ressource du réseau étant associée à un unique contrôleur au sol, chaque contrôleur au sol comportant : des moyens de communication radio (110) ; des moyens de traitement (118) permettant d'allouer la ressource associée et de commander une modification de l'état d'enclenchement de la ressource associée ; des moyens de pi-

lotage (112) aptes à déterminer l'état d'enclenchement instantané de la ressource associée et, sur commande des moyens de traitement, à piloter la ressource associée selon les paramètres d'enclenchement d'une requête en enclenchement reçue, le contrôleur embarqué comporte :

- des moyens de communication radio (210) permettant l'échange de messages entre le contrôleur embarqué et des contrôleurs au sol (11) ;
- des moyens d'identification (212) permettant d'identifier un groupe de ressources (217b) qui, à condition que chacune de ces ressources soit allouée audit véhicule et soit dans un état d'enclenchement requis, permettrait audit véhicule de poursuivre une mission, en empruntant un chemin sur le réseau (10) correspondant audit groupe de ressources identifiées, la mission étant générée par un central de régulation (31) comportant des moyens de planification (310) pour gérer, à l'échelle du réseau, les déplacements des véhicules et créer une mission pour chacun d'entre eux, le central de régulation étant relié à des stations de base (32) fixes, au sol, comportant des moyens de communication sans fil (320) permettant la communication avec le contrôleur embarqué (21) pour la transmission de la mission attribuée audit véhicule (20) ;
- 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 (20) et que toutes les ressources d'un groupe de ressources allouées sont dans l'état d'enclenchement requis.

10. Contrôleur embarqué selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les moyens d'allocation et de libération (213) sont propres, sur la base d'une pluralité de ressources allouées (217b), à générer des requêtes en libération de ressource destinées à être transmises aux contrôleurs au sol (11) associés à ces ressources allouées, et à traiter des réponses

en libération de ressource en provenance desdits contrôleurs au sol (11).

11. Contrôleur embarqué selon les revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de positionnement (211) aptes à délivrer une information de position instantanée dudit véhicule (20).
12. Contrôleur embarqué selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte une base de données (215) comportant une description détaillée des ressources constitutives du réseau ferroviaire (10).
13. Contrôleur embarqué selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte un moyen (218) d'estimation d'un profil de vitesse du véhicule sur un groupe de ressources potentielles.
14. Contrôleur embarqué selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce qu'il** comporte 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 ;
 - 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.
15. Contrôleur au sol (11) propre à être associé à au moins une ressource d'un réseau ferroviaire, **caractérisé en ce que**, le réseau étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 5) qui sont respectivement dans un état d'allocation, prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée », et dans un état d'enclenchement, prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, et, à bord d'un train circulant sur le réseau, un contrôleur embarqué comportant des moyens de communication radio (210) et des moyens d'allocation et de libération (213) permettant de générer une requête en allocation de ressource destinée à être communiquée audit contrôleur au sol (11), ou une requête en enclenchement de ressource, qui comporte des paramètres d'enclenchement, destinée à être communiquée audit contrôleur au sol (11), le contrôleur au sol comporte :

- des moyens de communication radio (110) pro-

pres à recevoir une requête en allocation ou en enclenchement de la ressource associée au contrôleur au sol (11) ;

- des moyens de traitement (118) propres à allouer la ressource associée conformément à une requête en allocation reçue et à commander une modification de l'état d'enclenchement de la ressource associée conformément à une requête en enclenchement reçue ; 5
- des moyens de pilotage (112) aptes à déterminer l'état d'enclenchement instantané de la ressource associée et, sur commande des moyens de traitement, à piloter la ressource associée selon les paramètres d'enclenchement de la requête en enclenchement. 10 15

16. Contrôleur au sol selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'il** comporte une table d'allocation (116) comportant une pile de cellules, chaque cellule contenant soit la valeur NULL, soit l'identifiant d'un véhicule (20) auquel la ressource est allouée. 20

17. Contrôleur au sol selon la revendication 15 ou la revendication 16, **caractérisé en ce qu'il** comporte, pour la ou chaque ressource qui lui est associée, une table d'état d'enclenchement (114) comportant autant de champs que de paramètres caractérisant complètement l'état d'enclenchement de ladite ressource. 25 30

18. Système de gestion de la circulation de véhicules sur un réseau ferroviaire, **caractérisé en ce que**, le réseau (10) étant subdivisé en une pluralité de ressources (1 à 5), chaque ressource étant dans un état d'allocation prenant la valeur « allouée » ou « non-allouée » et étant dans un état d'enclenchement prenant une valeur parmi une pluralité de valeurs prédéterminées, le système comporte : 35

- i)- une pluralité de contrôleurs au sol (11), chaque contrôleur au sol étant un contrôleur au sol selon l'une quelconque des revendications 15 à 17 ; 40
- ii)- un contrôleur embarqué (21) à bord d'un véhicule (20), le contrôleur embarqué étant un contrôleur embarqué selon l'une quelconque des revendications 9 à 14 ; et, 45
- iii)- un central de régulation (31) comportant des moyens de planification (310) pour gérer, à l'échelle du réseau, les déplacements des véhicules et créer une mission pour chacun d'entre eux, le central de régulation étant relié à des stations de base (32) fixes, au sol, comportant des moyens de communication sans fil (320) permettant la communication avec le contrôleur embarqué (21) d'un véhicule (20) pour la transmission de la mission générée par le central de régulation attribuée audit véhicule. 50 55

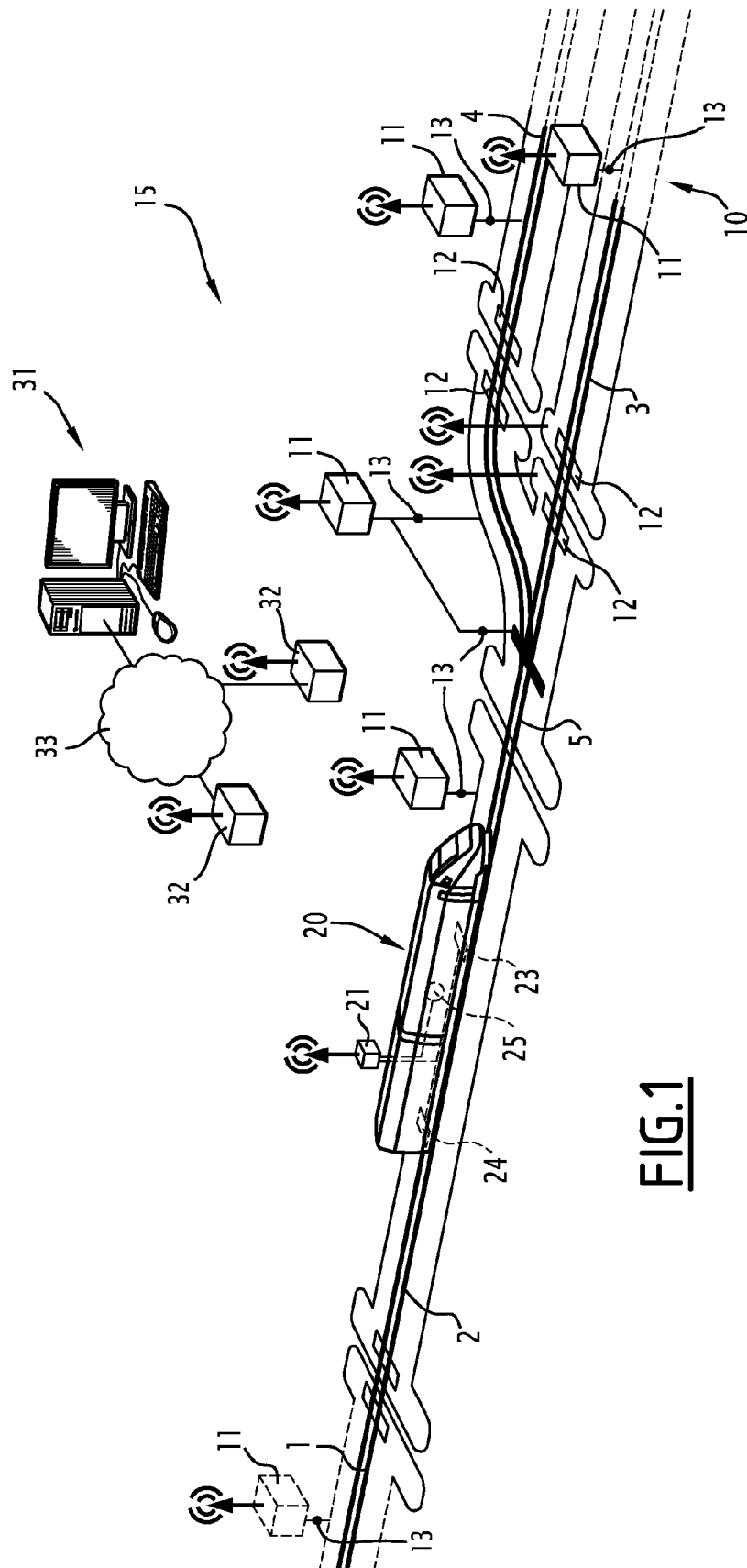


FIG.1

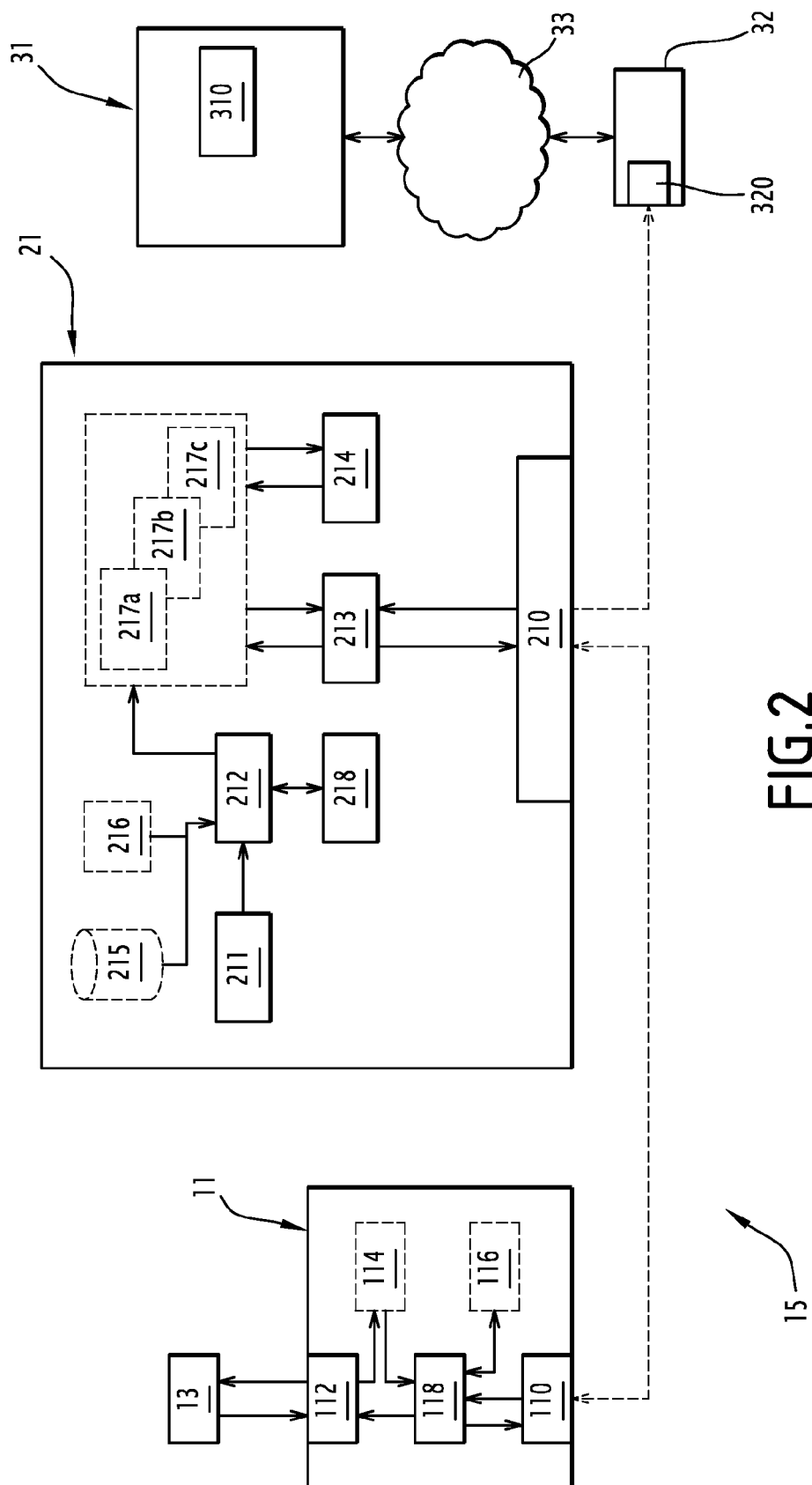


FIG. 2

21	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>							<u>j</u>	<u>k</u>	<u>l</u>	<u>m</u>	
11				<u>d</u>	<u>e</u>	<u>f</u>	<u>g</u>	<u>h</u>						

FIG.3

21		<u>b'</u>	<u>c'</u>							<u>j'</u>	<u>k'</u>	<u>l'</u>	<u>m'</u>	
11				<u>d'</u>	<u>e'</u>			<u>g'</u>	<u>h'</u>					
13						<u>f'1</u>	<u>f'2</u>							

FIG.4

21		<u>b''</u>	<u>c''</u>							<u>j''</u>	<u>k''</u>	<u>l''</u>		
11				<u>d''</u>	<u>e''</u>	<u>f''</u>	<u>g''</u>	<u>h''</u>						

FIG.5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 30 5382

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	REISSNER F ET AL: "FUNKFAHRBETRIEB TECHNISCHES KONZEPT", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol. 89, no. 9, 1 septembre 1997 (1997-09-01), pages 28-34, XP000779785, ISSN: 0037-4997 * le document en entier *	1-18	INV. B61L23/22 B61L11/08 B61L27/00
X	ARMS J-C ET AL: "FunkFahrBetrieb im Übergang von der Entwicklung zur Pilotrealisierung", ETR EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU, HESTRA-VERLAG. DARMSTADT, DE, vol. 49, no. 7-8, 1 janvier 2000 (2000-01-01), pages 476-486, XP001539833, ISSN: 0013-2845 * page 478, colonne 2, alinéa 3.1 - page 484, colonne 1, alinéa 5.2; figures 2,5 *	1-18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
X	KRITTIAN F: "FAHRWEGSTEUERUNG UND -SICHERUNG UEBER DIREKTE FUNKVERBINDUNG MIT DEM ZUG", ELEKTRISCHE BAHNEN, OLDENBOURG INDUSTRIEVERLAG, MUNCHEN, DE, vol. 103, no. 10, 1 octobre 2005 (2005-10-01), pages 473-477, XP001235620, ISSN: 0013-5437 * le document en entier *	1-18	B61L
X	EP 1 630 059 A2 (SIEMENS AG [DE]) 1 mars 2006 (2006-03-01) * alinéas [0017] - [0026] *	1-18	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 28 juin 2011	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)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 30 5382

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	KLOSE C: "Funkbasierter Fahrbetrieb (FFB) - ein Update", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol. 88, no. 12, 1 janvier 1996 (1996-01-01), pages 29-30, XP001539808, ISSN: 0037-4997 * page 30, alinéa 7 *	1-18	
A	US 6 135 396 A (WHITFIELD RUSSELL U [US] ET AL) 24 octobre 2000 (2000-10-24) * colonne 3, ligne 6 - colonne 4, ligne 62; figures 1-7 *	1-18	
A	EP 1 498 338 A1 (ALSTOM [FR]) 19 janvier 2005 (2005-01-19) * alinéas [0023] - [0037]; figures 1,2 *	1,9,15, 18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
3 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 28 juin 2011	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 intermédiaire		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 11 30 5382

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.

28-06-2011

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1630059 A2	01-03-2006	AT 444220 T DE 102004042979 A1 ES 2331191 T3 PT 1630059 E	15-10-2009 16-03-2006 23-12-2009 23-10-2009
US 6135396 A	24-10-2000	AUCUN	
EP 1498338 A1	19-01-2005	AT 305868 T CN 1576132 A DE 602004000115 T2 DK 1498338 T3 ES 2250956 T3 FR 2856645 A1 KR 20050001325 A US 2004267415 A1	15-10-2005 09-02-2005 20-07-2006 13-02-2006 16-04-2006 31-12-2004 06-01-2005 30-12-2004

EPO FORM P0460

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