



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.09.2015 Bulletin 2015/39

(51) Int Cl.:
B61L 27/00 (2006.01) B61L 1/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15158359.8**

(22) Date de dépôt: **10.03.2015**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA

(72) Inventeurs:
• **Bresson, Mathieu**
75012 Paris (FR)
• **Perrot, Jocelyn**
95260 Mours (FR)
• **Venencie, Jean-Louis**
75014 Paris (FR)

(30) Priorité: **19.03.2014 FR 1452293**

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile**
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 réinitialisation d'un équipement à la voie d'un système secondaire de détection**

(57) Ce procédé comporte : l'émission, par un contrôleur de zone (50), d'une requête en réinitialisation d'un l'équipement de détection (30) d'un système secondaire de détection à la voie, suite à la constatation d'une incohérence sur l'état d'occupation de la zone (14B) entre ledit système secondaire et un système primaire de détection ; la réception de la requête en réinitialisation

par l'équipement de détection (30) ; et la réinitialisation de l'équipement de détection. A l'issue de la réinitialisation, l'équipement de détection vérifie qu'aucun train n'a été détecté comme entrant et/ou sortant de la zone entre un instant d'émission par le contrôleur de zone de la requête en réinitialisation et un instant de fin de réinitialisation de l'équipement de détection.

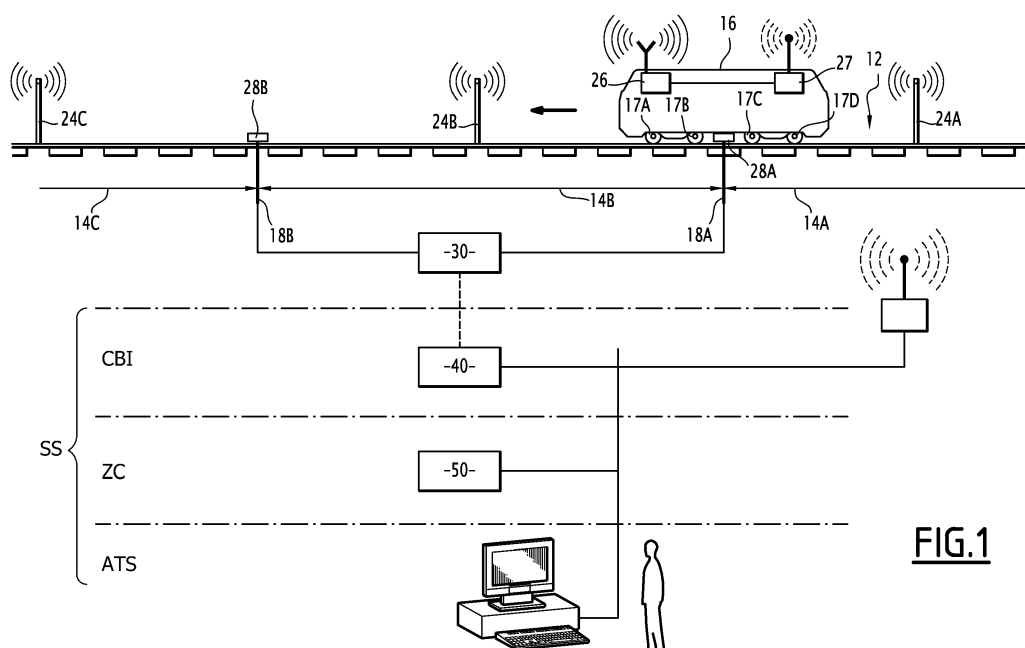


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de réinitialisation d'un équipement à la voie d'un système secondaire de détection, dans une architecture de contrôle automatique des trains.

[0002] La présente invention concerne plus particulièrement une architecture de contrôle automatique des trains circulant sur un réseau ferroviaire. Une telle architecture est connue sous l'acronyme anglais d'architecture ATC, pour « Automatic Train Control ».

[0003] De manière connue en soi, une architecture ATC comporte différents systèmes coopérant entre eux pour permettre la circulation, en sécurité, des trains sur le réseau.

[0004] Différentes architectures ATC existent, cependant la présente invention est plus spécifiquement relative à une architecture ATC du type « à gestion des trains basée sur la communication », connue sous l'acronyme anglais d'architecture CBTC, pour « Communication Based Train Control ». Une architecture CBTC est représentée schématiquement à la figure 1.

[0005] Une architecture CBTC est fondée sur la présence de calculateurs embarqués à bord des trains. Le calculateur d'un train détermine un certain nombre de paramètres de fonctionnement et communique avec différents systèmes au sol pour permettre au train de réaliser, en sécurité, la mission qui lui a été attribuée. Ce calculateur embarqué assure en effet, d'une part, la couverture des besoins fonctionnels du train, c'est-à-dire par exemple les stations à desservir, et, d'autre part, le contrôle de points de sécurité, c'est-à-dire par exemple vérifier que le train n'a pas une vitesse excessive. Le calculateur d'un train est connecté à une unité de communication radio embarquée, propre à établir une liaison radio avec des stations de base d'une infrastructure de communication, elle-même connectée à un réseau de communication de l'architecture CBTC.

[0006] Au sol, l'architecture CBTC comporte, un contrôleur de zone ZC, acronyme de « Zone Controller » en anglais. Ce contrôleur de zone est notamment en charge, d'une part, de suivre la présence des trains sur le réseau ferroviaire et, d'autre part, dans une architecture centralisée, de fournir des autorisations de mouvement aux trains, qui soient de nature à garantir leur sécurité de déplacement, c'est-à-dire par exemple ne pas fournir à un train une autorisation de mouvement qui le conduirait à aller au-delà du train qui le précède. Un tel contrôleur de zone est référencé par le chiffre 50 sur la figure 1.

[0007] Cette architecture ATC fait partie d'un système global, appelé système de signalisation, SS sur la figure 1, qui est également propre à commander une pluralité d'équipements à la voie.

[0008] Le système de signalisation comporte un système de supervision automatique des trains, aussi dénommé système ATS, selon l'acronyme anglais « Automatic Train Supervision ». Le système ATS est mis en oeuvre dans un central opérationnel et comporte

des interfaces homme / machine, permettant à des opérateurs d'intervenir sur les différents systèmes du système de signalisation et, en particulier, les équipements à la voie. Par exemple, l'opérateur peut commander à distance depuis l'ATS la fermeture d'un signal (passage d'un feu au rouge).

[0009] Le système de signalisation comporte également un système d'enclenchement, aussi dénommé « Interlocking » en anglais. Un tel système d'enclenchement est propre à gérer les équipements à la voie, tels que des feux de signalisation, des actionneurs d'aiguillage, etc., ces équipements à la voie permettant le mouvement en sécurité des trains et d'éviter des mouvements conflictuels entre ceux-ci. Autrefois à base de relais électromécaniques, le système d'enclenchement est aujourd'hui réalisé informatiquement par des calculateurs adaptés propre à commander les équipements à la voie. Un tel calculateur d'enclenchement est référencé par le chiffre 40 sur la figure 1.

[0010] Le réseau ferroviaire est composé de sections de voie ferrée, chaque section de voie étant subdivisée en zones. Sur la figure 1, trois zones successives, 14A, 14B et 14C, sont représentées.

[0011] L'occupation d'une zone d'une section de voie est une donnée fondamentale de la sécurité ferroviaire. La détermination de cette information va maintenant être décrite.

[0012] Le contrôleur de zone reçoit des informations d'une part d'un système primaire de détection et, d'autre part, d'un système secondaire de détection.

[0013] Le système primaire de détection permet la détermination de la zone occupée par un train en fonction de la position instantanée du train déterminée par le train lui-même. Plus précisément, le contrôleur de zone reçoit, de chaque calculateur 26 embarqué à bord d'un train 16, la position instantanée de ce train. Cette position est déterminée par le calculateur embarqué à partir de la détection de balises 24 placées le long de la voie 12 et dont les positions géographiques sont connues, et à partir de moyens d'odométrie équipant le train et permettant au calculateur de déterminer la distance parcourue par le train depuis la dernière balise croisée. Dans un autre mode de réalisation, le train utilise d'autres moyens pour déterminer sa position : par exemple un accéléromètre (en lieu et place de l'odomètre) ou encore un GPS (en lieu et place des balises). A partir de la position instantanée d'un train, le contrôleur de zone déduit, au moyen d'un plan géographique du réseau, sur lequel chaque zone est identifiée de manière unique, la zone dans laquelle se trouve actuellement le train. Un premier état E1 de la zone dans laquelle se trouve le train prend alors la valeur « occupé ».

[0014] Il est à noter que, pour des raisons de sécurité, selon le système primaire de détection, non seulement la zone dans laquelle se trouve le train est dans l'état « occupé », mais également les zones voisines en avant et en arrière de cette zone centrale, de manière à définir un volume de sécurité autour du train. Ce volume sup-

plémentaire couvre la distance maximale que le train pourrait parcourir entre le moment où il calcule la position qu'il va envoyer au contrôleur de zone et le moment où ce contrôleur de zone reçoit l'information.

[0015] Par ailleurs, tant qu'aucune autre information de position n'est reçue par le contrôleur de zone, celui-ci continue d'extrapoler la position du train pour couvrir ses mouvements potentiels.

[0016] Le premier état E1 des zones dans lesquelles aucun train ne se trouve à l'instant courant prend la valeur « libre ».

[0017] De cette manière, une première information d'occupation de chaque zone est déterminée par le contrôleur de zone.

[0018] Le système secondaire de détection est propre à redonder le système primaire de détection, au cas où, par exemple, l'unité de communication radio 27 d'un train 16 ne fonctionnant plus, le contrôleur de zone 50 ne puisse pas obtenir la position instantanée du train. Par des équipements à la voie adaptés, déposés le long de la voie, le système secondaire de détection est apte à détecter la présence d'un train dans telle ou telle zone.

[0019] Dans un mode de réalisation actuellement préféré, pour détecter la présence d'un train sur une zone, le système secondaire de détection effectue un comptage du nombre d'essieux 17 entrant et sortant de la zone.

[0020] Pour ce faire, le système secondaire comporte un capteur d'entrée 28A situé à l'entrée de la zone 14B considérée et un capteur de sortie 28B situé à la sortie de la zone 14B. Les capteurs d'entrée et de sortie sont connectés par des câblages à un équipement à la voie 30 associée à la zone 14B, appelé dans ce qui suit équipement de détection. L'équipement de détection est situé dans un local technique (commun avec les équipements de signalisation).

[0021] Il y a un équipement de détection par zone. Par contre, un capteur peut être relié à plusieurs équipements de détection. Par exemple, dans le sens de déplacement du train indiqué sur la figure 1, le capteur 28B est à la fois le capteur de sortie de la zone 14B et le capteur d'entrée de la zone 14C. Il sera connecté au contrôleur de zone de la zone 14B et à celui de la zone 14C.

[0022] L'équipement de détection 30 est une carte électronique à laquelle sont connectés les capteurs d'entrée et de sortie de la zone considérée. L'équipement de détection est propre à tenir à jour une variable dénommée compteur d'essieux C de la zone.

[0023] Lorsque le train passe devant le capteur d'entrée, à chaque détection du passage d'un essieu par le capteur d'entrée, l'équipement de détection 30 incrémente d'une unité le compteur d'essieux C de la zone.

[0024] Lorsque le train sort de la zone, à chaque détection du passage d'un essieu par le capteur de sortie, l'équipement de détection 30 décrémente d'une unité le compteur d'essieux C de la zone.

[0025] Ainsi, selon le système de détection secondaire, la zone est dans un second état E2 prenant la valeur « libre » lorsque le compteur d'essieux C de la zone est

égal à zéro. A défaut, le second état de la zone prend la valeur « occupé ».

[0026] Le second état E2 d'une zone constitue une seconde information d'occupation qui est périodiquement transmise par l'équipement de détection 30 au contrôleur de zone 50, via le calculateur d'enclenchement 40.

[0027] Le contrôleur de zone 50 réconcilie les première et seconde informations d'occupation. Différentes stratégies sont ensuite mises en oeuvre lorsque ces deux informations diffèrent l'une de l'autre.

[0028] Il est important de noter qu'un système « purement » CBTC peut fonctionner uniquement avec une détection primaire. La détection secondaire est présente pour d'une part couvrir les modes de pannes de la communication CBTC et d'autre part permettre la circulation, sur le même réseau ferroviaire, de trains non équipés en CBTC.

[0029] Le système secondaire de détection de l'état de la technique présente l'inconvénient de fonctionnement suivant.

[0030] Comme illustré sur la figure 1, le train comporte N essieux 17.

[0031] Initialement, aucun train ne se trouve sur la zone 14B de la voie ferrée 12. Le compteur d'essieux CB de la zone 14B est égal à zéro. Le second état E2 de la zone est « libre ».

[0032] Lorsque le train 16 entre dans la zone 14B, le capteur d'entrée 28A détecte, de manière erronée, le passage de N-1 essieux. Le compteur d'état C prend alors la valeur N-1 (état « occupé »).

[0033] Lorsque le train 16 quitte la zone 14B, le capteur de sortie 28B détecte de manière correcte le passage de N essieux. Le compteur d'état C est décrémenté de N et prend la valeur -1. Le second état E2 est donc « occupé ».

[0034] On constate donc qu'en cas de détection erronée du nombre d'essieux par un capteur, le compteur d'essieux conduit à indiquer que le second état de la zone est « occupé », alors qu'aucun train n'occupe physiquement cette zone. En indiquant que le premier état E1 de cette même zone est « libre », le système primaire de détection est donc en contradiction avec le système secondaire.

[0035] En se référant maintenant à la figure 2, le contrôleur de zone 50 réconcilie les première et seconde informations qui lui proviennent d'une part du système primaire de détection et d'autre part du système secondaire de détection.

[0036] Alors que le système primaire de détection fonctionne correctement, en cas d'incohérence du type premier état E1 « libre » avec le second état E2 « occupé », le contrôleur de zone 50 place l'équipement de détection 30 de la zone 14B dans le mode « hors service » (OOO pour « Out Of Operation »). Cela signifie que le compteur d'état associé à cette zone a été identifié comme erroné et doit être réinitialisé avant de pouvoir à nouveau être pris en compte.

[0037] Pour un tel procédé de réinitialisation, l'informa-

tion qu'un équipement de détection est dans le mode « hors service » est transmise par le contrôleur de zone 50 vers le système ATS. L'information est alors affichée sur l'écran d'un opérateur, par exemple sous la forme d'une alarme.

[0038] Avant de valider une telle réinitialisation, l'opérateur demande à un agent de se déplacer le long de la voie pour constater physiquement que la zone dont il est question est effectivement inoccupée. Une fois que l'opérateur a reçu la confirmation de l'agent, il doit ensuite arrêter les trains qui risquent potentiellement d'entrer dans la zone pendant la procédure de réinitialisation. Il valide ensuite la réinitialisation, ce qui a pour effet d'émettre une autorisation de réinitialisation à destination du contrôleur de zone 50.

[0039] Lors de la réception de cette requête d'autorisation de réinitialisation, le contrôleur de zone 50 transmet une requête en réinitialisation au calculateur d'enclenchement 40 gérant l'équipement de détection 30 de la zone concernée.

[0040] Lors de la réception de la requête en réinitialisation, le calculateur d'enclenchement 40 transmet une commande de réinitialisation adaptée à l'équipement de détection 30.

[0041] Lors de la réception de la commande de réinitialisation, l'équipement de détection 30 est propre à attribuer une valeur par défaut (en l'occurrence la valeur zéro) au compteur d'essieux à réinitialiser.

[0042] Une fois le compteur d'essieux réinitialisé, l'équipement de détection 30 indique que le second état E2 de la zone est « libre », en cohérence avec le premier état E1 de cette même zone.

[0043] Constatant cette cohérence, le contrôleur de zone 50 replace l'équipement de détection 30 dans le mode « en service ».

[0044] Ainsi, dans ce premier mode de réalisation d'un procédé de réinitialisation du compteur d'essieux d'une zone, il n'y a pas de vérification de l'état réel de la zone par le système de signalisation.

[0045] Une fois dans le mode « hors service », les informations que pourraient collecter l'équipement de détection de la zone ne sont pas prises en compte. Plus précisément, la zone est par défaut considérée comme occupée, et ceci quel que soit le nombre d'essieux indiqué par le compteur d'essieux.

[0046] De plus, comme indiqué ci-dessus, la procédure opérationnelle qui précède l'émission par l'opérateur d'une requête en autorisation de réinitialisation est lourde. Il est à noter que toute la sécurité de cette procédure de réinitialisation repose sur les opérateurs qui doivent garantir l'absence de train dans la zone avant et pendant la réinitialisation. Le danger serait de remettre une zone dans l'état « libre » alors qu'un train est réellement présent sur cette zone.

[0047] En conséquence, ce procédé de réinitialisation est long à mettre en oeuvre. Durant son exécution, sur la ou les zones dont les équipements de détection sont pour le contrôleur de zone « hors service », le système

primaire de détection n'est pas redondé, ce qui présente des problèmes de disponibilité du système en cas de panne du système de radiocommunication d'un train CBTC ou en cas de circulation d'un train non-équipé en CBTC.

[0048] Selon un second procédé de réinitialisation de l'art antérieur, lors de l'affichage d'un message d'alarme sur un écran du système ATS, l'opérateur valide l'émission d'une autorisation de réinitialisation vers le contrôleur de zone.

[0049] Lors de la réception de cette autorisation, le contrôleur de zone vérifie, en utilisant le système primaire de détection, non seulement qu'aucun train n'est présent sur la zone dont le compteur d'état doit être réinitialisé, mais également qu'aucun train ne se trouve à l'intérieur d'un volume d'approche autour de cette zone.

[0050] Le volume d'approche définit une distance en amont et en aval d'une zone, permettant de garantir qu'aucun train ne rentrera sur la zone au cours de la mise en oeuvre du procédé de réinitialisation. Le volume d'approche correspond à un temps de réinitialisation multiplié par une vitesse maximum de circulation des trains sur les zones en amont et en aval de la zone considérée. Le volume d'approche dépend de chaque zone.

[0051] Le temps de réinitialisation prend en compte le retard introduit par la communication entre le contrôleur de zone et le calculateur d'enclenchement et entre le calculateur d'enclenchement et l'équipement de détection, ainsi que le temps nécessaire à l'équipement de détection pour réaliser la réinitialisation proprement dite.

[0052] La distance de chaque côté de la zone considérée est importante, par exemple 300 m en amont ou en aval de cette zone.

[0053] Ainsi, le contrôleur de zone n'émet une requête en réinitialisation à destination de l'équipement de détection que si toutes les zones du volume d'approche associé à la zone sont dans un premier l'état « libre ».

[0054] A défaut, si un train se trouve à l'intérieur du volume d'approche au moment de lancer la réinitialisation, le contrôleur de zone n'émet pas de requête en réinitialisation vers l'équipement de détection, qui reste alors dans le mode « hors service ». En conséquence, l'alarme ne disparaît pas de l'écran du système ATS.

[0055] Ce procédé de réinitialisation présente l'avantage d'être intrinsèquement de sécurité puisque c'est le système de signalisation lui-même qui vérifie l'absence de train dans et autour de la zone. Autrement dit, ce procédé ne repose pas sur l'opérateur, contrairement au précédent. Par contre, il présente également un certain nombre de difficultés de mise en oeuvre. Il est par exemple impossible de le mettre en oeuvre durant les heures de pointe d'utilisation du réseau, les trains étant trop proches les uns des autres, de sorte que le volume d'approche associé à une zone n'est que très rarement libre. Dans ce cas de figure, la seule alternative est une réinitialisation dite « en local » du système de détection, c'est-à-dire via une intervention humaine directement sur la carte électronique de l'équipement de détection, qui pos-

sède un bouton de réinitialisation (« reset »).

[0056] La présente invention a pour but de pallier les problèmes précités.

[0057] À cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réinitialisation d'un équipement de détection à la voie d'un système secondaire de détection de l'occupation d'une zone d'un réseau ferroviaire, d'une architecture CBTC, ladite architecture CBTC comportant par ailleurs un système primaire de détection de l'occupation de la dite zone, fondé sur une transmission par des calculateurs embarqués à bords des trains circulant sur le réseau de la position instantanée de chaque train, comportant les étapes de :

- détection par l'équipement de détection du système secondaire de détection des trains entrant et/ou sortant de la zone et émission périodique d'une seconde information d'occupation de la zone à destination d'un contrôleur de zone ;
- émission, par le contrôleur de zone, d'une requête en réinitialisation de l'équipement de détection suite à la réception d'une seconde information d'occupation de la zone par ledit équipement de détection indiquant que la zone est dans un second état « occupé », alors qu'une première information d'occupation de la zone par le système primaire de détection de l'occupation de la zone indique, au même instant, que la zone est dans un premier état « libre » ;
- réception de la requête en réinitialisation par l'équipement de détection ; et,
- réinitialisation de l'équipement de détection,

caractérisé en ce que, à l'issue de l'étape de réinitialisation de l'équipement de détection, l'équipement de détection vérifie qu'aucun train n'a été détecté comme entrant et/ou sortant de la zone entre un instant d'émission par le contrôleur de zone de la requête en réinitialisation et un instant de fin de réinitialisation de l'équipement de détection ; et, dans l'affirmative, émet un message de réinitialisation réussie au contrôleur de zone, et, dans la négative, émet un message de réinitialisation échouée au contrôleur de zone.

[0058] Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le procédé comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- suite à la réception d'une commande de réinitialisation, l'équipement de détection vérifie qu'aucun train n'a été détecté comme entrant et/ou sortant de la zone entre l'instant d'émission par le contrôleur de zone de la requête en réinitialisation et l'instant de réception de la commande de réinitialisation ; et, dans l'affirmative, l'équipement de détection exécute l'étape de réinitialisation ; et, dans la négative, n'effectue pas l'étape de réinitialisation et émet un message de réinitialisation échouée au contrôleur de

zone ;

- les communications montantes de l'équipement de détection vers le contrôleur de zone et descendantes du contrôleur de zone vers l'équipement de détection s'effectue par l'intermédiaire d'un calculateur d'enclenchement jouant le rôle d'un relais de communication ;
- l'équipement de détection étant connecté à deux capteurs d'essieux, respectivement un capteur d'entrée situé à une frontière d'entrée de la zone et un capteur de sortie situé à une frontière de sortie de la zone, la réinitialisation de l'équipement de détection consiste à remettre à zéro un compteur d'essieux ;
- l'équipement de détection est propre à tenir à jour un compteur de variation du nombre d'essieux détecté sur la zone sur une fenêtre glissante dont une profondeur temporelle par rapport à l'instant courant est supérieure à la durée séparant l'instant d'émission par le contrôleur de zone d'une requête en réinitialisation et l'instant de fin de l'étape de réinitialisation qui suit la réception de ladite requête en réinitialisation par l'équipement de détection ;
- après un nombre prédéfini de tentatives de réinitialisation de l'équipement de détection (30) par le contrôleur de zone, lors de la réception d'un message de réinitialisation échouée, le contrôleur de zone transmet un message d'alarme, à un système ATC de l'architecture CBTC pour validation, par un opérateur, de la réinitialisation de l'équipement de détection.

[0059] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une architecture de contrôle automatique du trafic ferroviaire sur une voie ferrée et d'un train circulant sur cette voie ferrée ;
- la figure 2 est une vue schématique des premier et second états d'occupation de zones successives, reçues par le contrôleur de zone de l'architecture de la figure 1 ;
- les figures 3 à 5 sont des représentations du procédé de réinitialisation selon l'invention ;
- la figure 6 est un chronogramme représentant les signaux traités par l'équipement de détection selon le procédé des figures 4 et 5 ; et,
- les figures 7 à 9 sont des schémas représentant des situations que le présent procédé de réinitialisation permet de résoudre sans intervention humaine, contrairement aux procédés de l'état de la technique.

[0060] Un mode de réalisation préféré du procédé de réinitialisation 100 va maintenant être décrit en référence aux figures 3 et 5.

[0061] L'architecture de mise en oeuvre du procédé 100 est conforme à celle de l'art antérieur représentée schématiquement à la figure 1. Elle en diffère par le fait que l'équipement de détection 30 est propre à maintenir à jour, non seulement un compteur d'essieux C, indiquant le nombre d'essieux sur la zone à l'instant courant t, mais également un compteur de variation CV du nombre d'essieux détecté par les capteurs d'entrée et de sortie de la zone durant une fenêtre temporelle glissante. La fenêtre s'étend sur une durée D prédéterminée avant l'instant courant t. Plus précisément ce compteur CV a deux états : le premier indique qu'une interaction avec les capteurs d'entrée/sortie de la zone s'est produite pendant la durée D précédant l'instant courant t. Le deuxième état indique au contraire qu'aucune interaction avec les capteurs d'entrée/sortie de la zone ne s'est produite pendant la durée D précédant l'instant courant t.

[0062] Alors que le train 16 a quitté la zone 14B, le compteur d'essieux C ne reprend pas la valeur nulle, l'un des capteurs d'entrée ou de sortie de la zone 14B n'ayant pas détecté le bon nombre d'essieux.

[0063] A l'étape 110 (figure 3), l'équipement de détection 30 émet un message M0 indiquant que le second état E2 de la zone 14B est « occupé », vers le calculateur d'enclenchement 40.

[0064] A l'étape 120, suite à la réception du message M0, le calculateur d'enclenchement 40 émet un message M1 relayant l'information selon laquelle le second état E2 de la zone 14B est « occupé », vers le contrôleur de zone 50.

[0065] A l'étape 130, réalisée à l'instant t1, le contrôleur de zone ZC 50 compare le premier état E1 de la zone 14B avec le second état E2 de la zone 14B.

[0066] Le premier état E1 de la zone 14B est celui délivré à l'instant courant t1 par le système primaire de détection. Le train 16 indique une position instantanée à l'instant t1 telle que le contrôleur de zone 50 peut conclure que le premier état E1 de la zone 14B est « libre ».

[0067] Le second état E2 de la zone 14B est celui indiqué par le système secondaire de détection dans le message M1. Dans le cas de figure indiqué en introduction, le contrôleur de zone 50 peut conclure que le second état E2 de la zone 14B est « occupé »,

[0068] Il y a donc là une incohérence entre la première information d'occupation délivrée par le système primaire de détection et la seconde information d'occupation délivrée par le système secondaire de détection.

[0069] Cependant, le contrôleur de zone 50, identifiant que le système primaire est opérationnel, notamment parce que le contrôleur de zone reçoit périodiquement des informations de position instantanée de la part des calculateurs 26 embarqués à bord des trains, il en déduit que l'incohérence est causée par un compteur d'essieux C qui est erroné.

[0070] Il est à noter que pour l'instant l'équipement de détection 30 est maintenu dans le mode « en service » par le contrôleur de zone 50. Celui-ci va d'abord essayer de réinitialiser l'équipement de détection 30 (comme ex-

pliquer après) avant de décider ou non de sa mise « hors service », en cas d'échec de la réinitialisation.

[0071] Le contrôleur de zone 50 initie alors, de lui-même, la réinitialisation du compteur d'essieux C. A l'étape 140, le contrôleur de zone 50 est propre à requérir une réinitialisation du compteur d'état C de la zone 14B en émettant une requête en réinitialisation RI vers le calculateur d'enclenchement 46.

[0072] A l'étape 150, suite à la réception de la requête RI, le calculateur d'enclenchement 40 émet une commande de réinitialisation CI relayant l'information selon laquelle le compteur d'essieux C de la zone 14B doit être réinitialisé.

[0073] A l'instant t2, à l'étape 160, l'équipement de détection 30 reçoit la commande en réinitialisation CI.

[0074] A l'étape 170, l'équipement de détection 30 lance alors la réinitialisation du compteur C. La réinitialisation se termine à l'instant t3.

[0075] A l'étape 180, qui débute à l'instant t4 (décalé d'une durée prédéterminée après l'instant t3), l'équipement de détection 30 vérifie la valeur du compteur de variation CV.

[0076] La durée D de la fenêtre utilisée pour le compteur CV est supérieure ou égale à la durée entre les instants t1 et t3.

[0077] Ainsi, si le compteur de variation CV est nul, cela signifie qu'aucun train n'est entré sur la zone depuis l'instant t1 où le contrôleur de zone a requis la réinitialisation. La réinitialisation est ainsi validée par l'équipement de détection 30. La zone est donc dans l'état libre à l'instant t4, en cohérence avec la valeur courante le compteur d'essieux C réinitialisé.

[0078] A l'étape 180 (figure 4), l'équipement de détection 30 émet alors un message de validation M2 indiquant que la réinitialisation s'est effectuée avec succès et que la zone est dans le second état « libre ».

[0079] A l'étape 190, suite à la réception du message M2, le calculateur d'enclenchement 40 émet un message M3 relayant l'information selon laquelle le second état de la zone 14B est « libre », vers le contrôleur de zone 50.

[0080] A l'étape 200, le contrôleur de zone 50 compare le premier état E1 de la zone 14B avec le second état E2 de la zone 14B. Ces deux états sont maintenant en cohérence l'un avec l'autre. La réinitialisation a réussi. Il est important de noter que, d'un point de vue opérationnel, l'équipement de détection n'est jamais passé dans le mode « hors service ». Autrement dit, le procédé de réinitialisation a été totalement transparent pour l'opérateur et n'a aucunement perturber la marche nominale du système dans son ensemble.

[0081] En revanche, dans le cas où le compteur de variation CV n'est pas nul, cela signifie qu'un train est entré sur la zone 14B depuis l'instant t1 où le contrôleur de zone 50 a requis la réinitialisation, la durée D étant dimensionnée de façon à couvrir les temps de transmission entre les différents sous-systèmes.

[0082] Dans ce cas, à l'étape 180 (figure 5), la réinitialisation n'est pas validée par l'équipement de détection

30 et la zone reste donc l'état « occupé » à l'instant courant.

[0083] L'équipement de détection 30 émet alors un message de réinitialisation échouée M4 indiquant que la réinitialisation ne s'est pas effectuée et que la zone 14B est toujours occupée.

[0084] A son tour, à l'étape 290, le calculateur d'enclenchement 40 transmet au contrôleur de zone 50 un message M5 indiquant que la zone 14B est toujours occupée.

[0085] A l'étape 300, le contrôleur de zone 50 constate qu'au moins une tentative de réinitialisation a déjà été effectuée sans succès. A ce moment, il place l'équipement de détection 30 en mode « hors service » et transmet, à l'étape 310, un message d'alarme MA au système ATS.

[0086] A l'étape 320, lors de la réception du message d'alarme MA, le système ATS affiche sur l'un des écrans du central de contrôle une alarme.

[0087] Un opérateur valide la réinitialisation du compteur d'état de l'équipement de détection 30, en effectuant un geste de validation, comme appuyer sur un bouton spécifique ou, dans le cas d'un écran tactile, sur une zone de l'écran associée à l'alarme affichée. Ceci a pour effet l'émission, à l'étape 330, d'une autorisation en initialisation MAI par le système de supervision à destination du contrôleur de zone 50.

[0088] Cette validation par un opérateur peut impliquer différentes sources d'informations permettant à l'opérateur de s'assurer que la zone 14B est effectivement libre.

[0089] Le contrôleur de zone 50 reçoit l'autorisation MAI et, dès que le système primaire de détection permet au contrôleur de zone 30 de conclure que la zone 14B est libre, les différentes étapes 140 à 180, puis 190 et 200 sont alors répétées.

[0090] Une fois le compteur d'essieux réinitialisé, l'équipement de détection 30 indique que le second état E2 de la zone est « libre », en cohérence avec le premier état E1 de cette même zone. Constatant cette cohérence, le contrôleur de zone 50 replace l'équipement de détection 30 dans le mode « en service » (étape 410) et transmet un message adapté à l'ATS permettant à celui-ci d'arrêter l'alarme affichée sur l'écran de l'opérateur (étape 420).

[0091] Sur le chronogramme de la figure 6, les trois premiers graphes représentent : à l'instant t1, le contrôleur de zone 50, sachant d'après le système primaire que la zone 14B est libre émet une requête en réinitialisation ; à l'instant t2, l'équipement de détection 30 reçoit la commande de réinitialisation correspondante ; et à l'instant t3, le compteur d'essieux est réinitialisé à la valeur nulle.

[0092] Les deux graphes suivants représentent le cas de la figure 4. Puisque dans la fenêtre glissante D, entre t3-D et t3, le compteur de variation CV est resté nul, aucun essieu d'un train entrant ou sortant de la zone 14B n'ayant été détecté, la zone 14B est effectivement libre.

[0093] A l'instant t4, l'équipement de détection émet alors un message M2 de réinitialisation réussi, c'est-à-

dire un message de validation prenant la valeur unité. La zone va donc repasser à l'état « libre »

[0094] Les deux derniers graphes de la figure 6 représentent le cas de la figure 5. Puisque dans la fenêtre glissante D, entre t3-D et t3, le compteur de variation CV a pris la valeur unité, un essieu d'un train entrant ou sortant de la zone 14B ayant été détecté, la réinitialisation n'est pas validée et la zone reste occupée.

[0095] A l'instant t4, l'équipement de détection émet un message M4 de réinitialisation échouée, c'est-à-dire un message de validation prenant la valeur nulle. Il est à noter qu'à cet instant l'équipement de détection 30 remet à zéro le compteur CV.

[0096] En variante, lors de la réception de la commande de réinitialisation, l'équipement de détection est propre à vérifier une première fois la valeur courante du compteur de variation CV.

[0097] Si celle-ci est nulle, l'équipement de détection passe à l'étape 170 de réinitialisation et, à l'issue de la réinitialisation, vérifie une seconde fois la valeur du compteur de variation CV comme décrit ci-dessus en référence à l'étape 180.

[0098] Au contraire, si celle-ci est différente de zéro, l'équipement de détection passe directement à l'étape 180 et émet un message M4 de réinitialisation échouée.

[0099] Le procédé présente un certain nombre d'avantages par rapport à l'état de la technique.

[0100] Il permet en particulier la réinitialisation dans les cas d'exploitation suivants, représentés sur les figures 7 à 9.

[0101] Sur la figure 7, un train non équipé d'un calculateur de bord circule sur le réseau. Il est à l'arrêt sur une zone appartenant au volume d'approche de la zone hors service. Cette situation ne peut être traitée par l'état de la technique, puisque le train se trouve dans le volume d'approche de la zone hors service. Avec le procédé décrit ci-dessus, la zone est remise en service, puisqu'il est détecté qu'aucun train n'est entré sur la zone entre les instants d'émission de la requête en réinitialisation et la fin de la réinitialisation.

[0102] Sur la figure 8, un train équipé d'un calculateur de bord circule sur le réseau. Il est à l'arrêt devant un signal restrictif sur une zone appartenant au volume d'approche de la zone hors service. Cette situation ne peut être traitée par l'état de la technique, puisque le train se trouve dans le volume d'approche de la zone hors service. Avec le procédé décrit ci-dessus, la zone est remise en service, puisqu'il est détecté qu'aucun train n'est entré sur la zone entre les instants d'émission de la requête en réinitialisation et la fin de la réinitialisation.

[0103] Sur la figure 9, un train équipé d'un calculateur de bord circule sur le réseau ferroviaire. Il est en mouvement sur une zone du volume d'approche de la zone hors service, mais en aval de celle-ci. Cette situation ne peut être traitée par l'état de la technique, puisque le train se trouve dans le volume d'approche de la zone hors service. Avec le procédé décrit ci-dessus, la zone est remise en service, puisqu'il est détecté qu'aucun train

n'est entré sur la zone entre les instants d'émission de la requête en réinitialisation et la fin de la réinitialisation.

[0104] Ce procédé de réinitialisation est plus simple que les procédés connues et ne conduit à la remontée d'une information vers le système ATS qu'en cas d'échec d'un nombre paramétrables (égal à un dans le mode de réalisation présenté ci-dessus en détail) de tentatives de réinitialisation initiées par le contrôleur de zone. Les premières tentatives de réinitialisation étant réalisées automatiquement, une réinitialisation est réalisée plus rapidement que par la mise en oeuvre des procédés de l'état de la technique. Mais surtout, le caractère automatique supprime les procédures opérationnelles à mettre en place pour les réinitialisations selon l'état de la technique.

Revendications

1. Procédé de réinitialisation d'un équipement de détection (30) à la voie d'un système secondaire de détection de l'occupation d'une zone (14B) d'un réseau ferroviaire, d'une architecture CBTC, ladite architecture CBTC comportant par ailleurs un système primaire de détection de l'occupation de ladite zone, fondé sur une transmission par des calculateurs (26) embarqués à bords des trains (16) circulant sur le réseau de la position instantanée de chaque train, comportant les étapes de :

- détection par l'équipement de détection (30) du système secondaire de détection des trains entrant et/ou sortant de la zone (14B) et émission périodique d'une seconde information d'occupation de la zone à destination d'un contrôleur de zone (50) ;
- émission (140), par le contrôleur de zone (50), d'une requête en réinitialisation de l'équipement de détection suite à la réception d'une seconde information d'occupation de la zone par ledit équipement de détection indiquant que la zone (14B) est dans un second état (E2) « occupé », alors qu'une première information d'occupation de la zone par le système primaire de détection de l'occupation de la zone indique, au même instant, que la zone est dans un premier état (E1) « libre » ;
- réception (160) de la requête en réinitialisation par l'équipement de détection (30) ; et,
- réinitialisation (170) de l'équipement de détection,

caractérisé en ce que, à l'issue de l'étape de réinitialisation de l'équipement de détection, l'équipement de détection vérifie (180) qu'aucun train n'a été détecté comme entrant et/ou sortant de la zone (14B) entre un instant (t1) d'émission par le contrôleur de zone de la requête en réinitialisation et un instant (t3) de fin de réinitialisation de l'équipement

de détection ; et, dans l'affirmative, émet un message (M2) de réinitialisation réussie au contrôleur de zone (50), et, dans la négative, émet un message (M4) de réinitialisation échouée au contrôleur de zone.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, suite à la réception d'une commande de réinitialisation, l'équipement de détection (30) vérifie qu'aucun train n'a été détecté comme entrant et/ou sortant de la zone entre l'instant (t1) d'émission par le contrôleur de zone de la requête en réinitialisation et l'instant (t2) de réception de la commande de réinitialisation ; et, dans l'affirmative, l'équipement de détection exécute l'étape de réinitialisation (170) ; et, dans la négative, n'effectue pas l'étape de réinitialisation et émet un message (M4) de réinitialisation échouée au contrôleur de zone (50).

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** les communications montantes de l'équipement de détection (30) vers le contrôleur de zone (50) et descendantes du contrôleur de zone (50) vers l'équipement de détection (30) s'effectue par l'intermédiaire d'un calculateur d'enclenchement (40) jouant le rôle d'un relais de communication.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'équipement de détection (30) étant connecté à deux capteurs d'essieux (28A, 28B), respectivement un capteur d'entrée situé à une frontière d'entrée de la zone (14B) et un capteur de sortie situé à une frontière de sortie de la zone, la réinitialisation de l'équipement de détection (30) consiste à remettre à zéro un compteur d'essieux (C).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'équipement de détection (30) est propre à tenir à jour un compteur de variation (CV) du nombre d'essieux détecté sur la zone sur une fenêtre glissante dont une profondeur temporelle (D) par rapport à l'instant courant est supérieure à la durée séparant l'instant (t1) d'émission par le contrôleur de zone d'une requête en réinitialisation et l'instant (t3) de fin de l'étape de réinitialisation qui suit la réception de ladite requête en réinitialisation par l'équipement de détection.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**, après un nombre prédéfini de tentatives de réinitialisation de l'équipement de détection (30) par le contrôleur de zone (50), lors de la réception d'un message (M4) de réinitialisation échouée, le contrôleur de zone (50) transmet un message d'alarme (MA), à un système ATC de l'architecture CBTC pour validation, par un opéra-

teur, de la réinitialisation de l'équipement de détection.

5

10

15

20

25

30

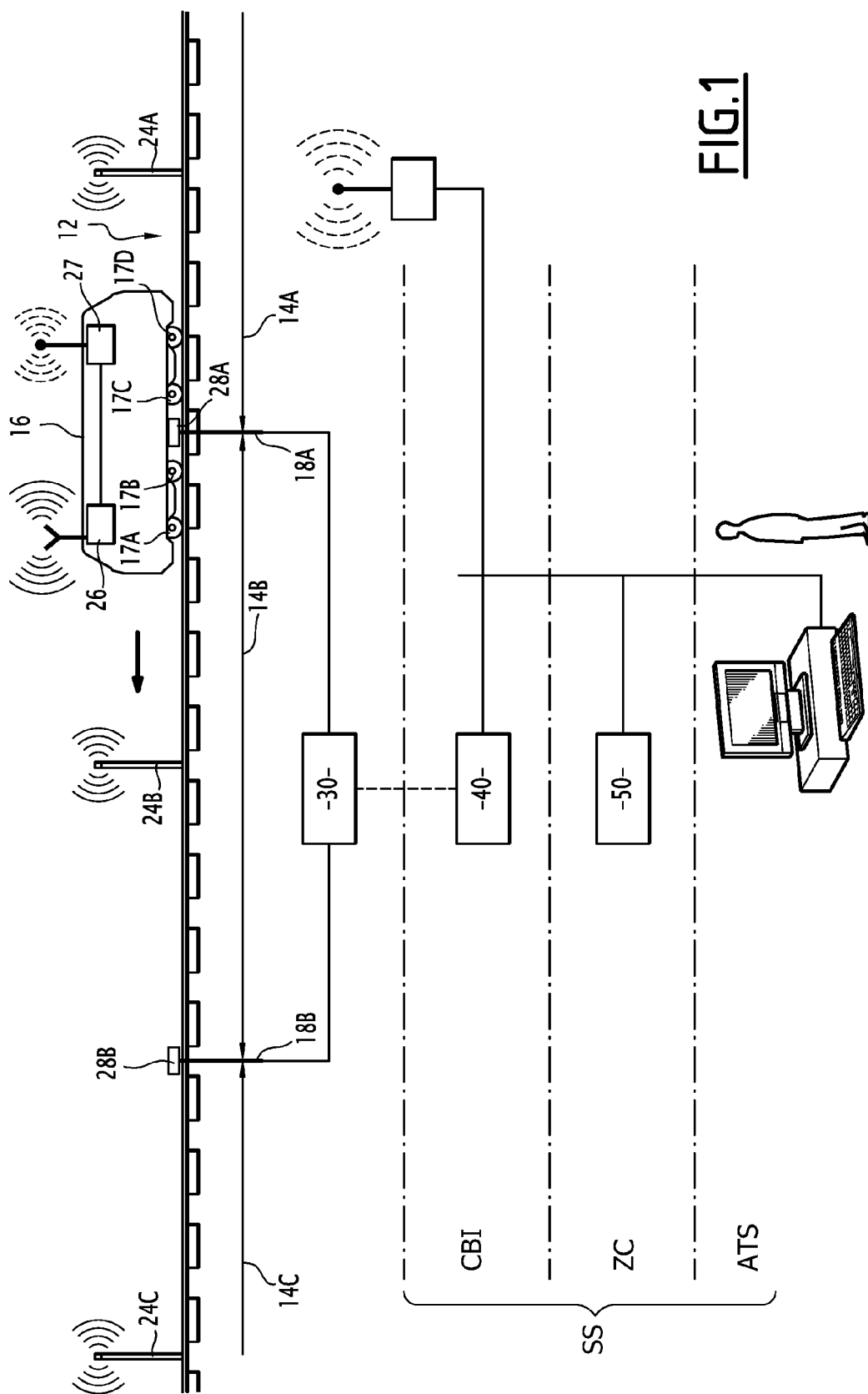
35

40

45

50

55



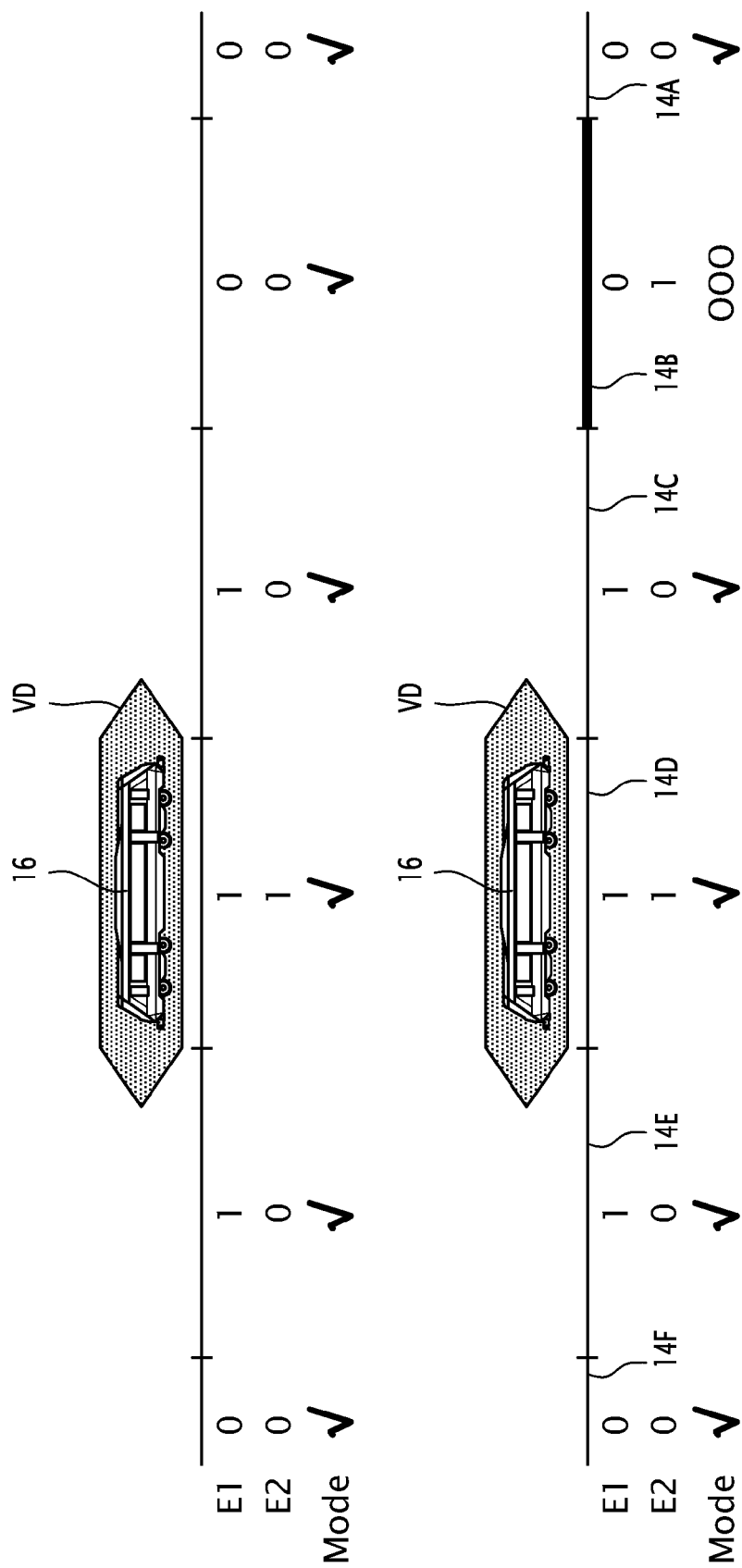


FIG. 2

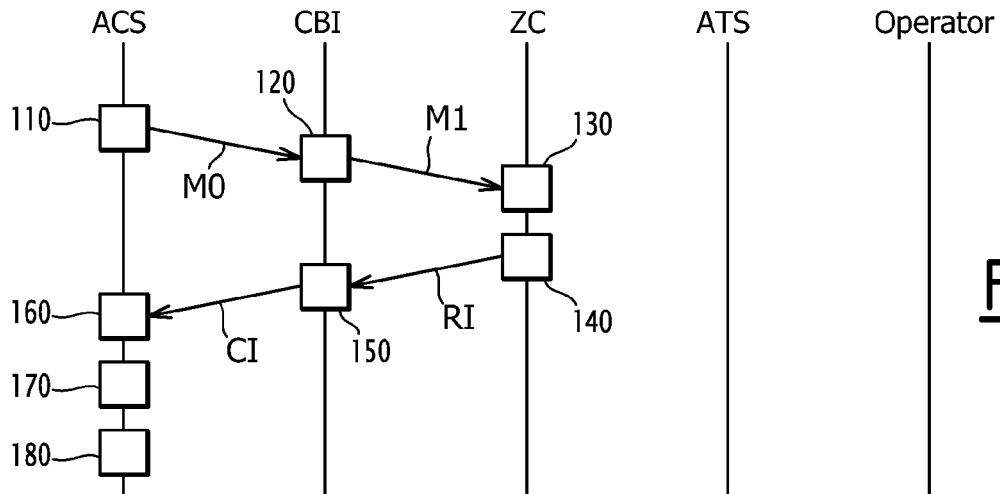


FIG.3

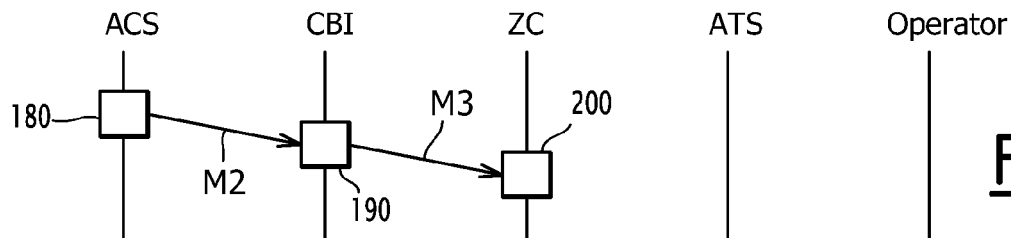


FIG.4

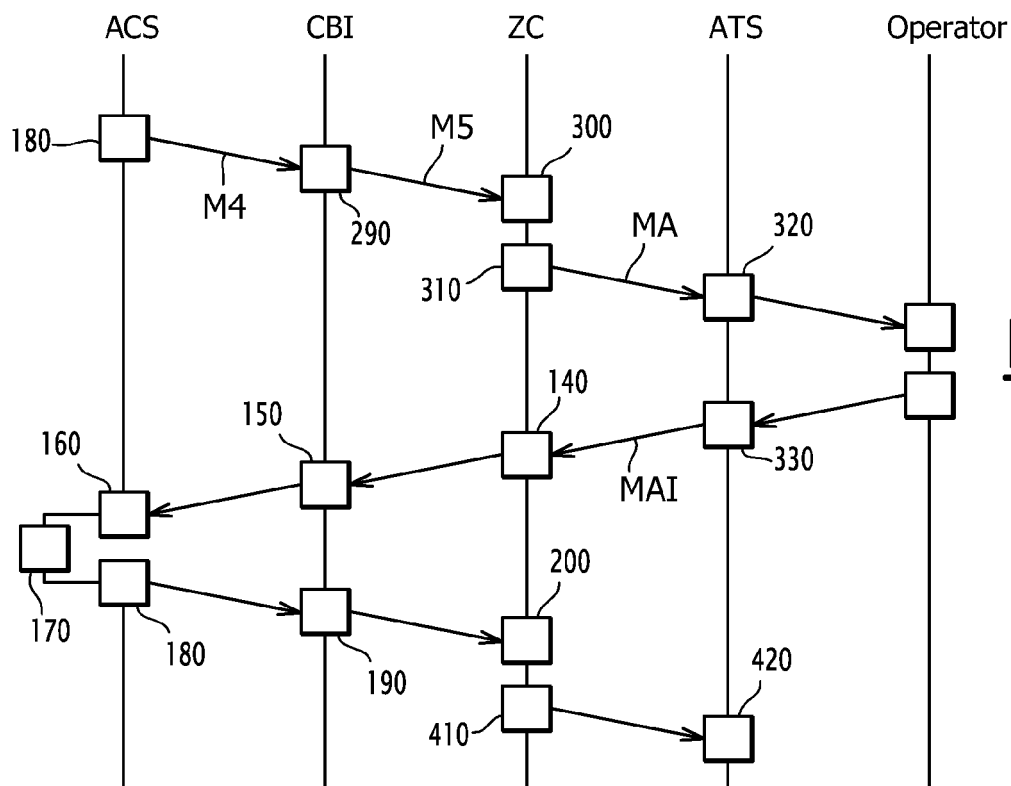


FIG.5

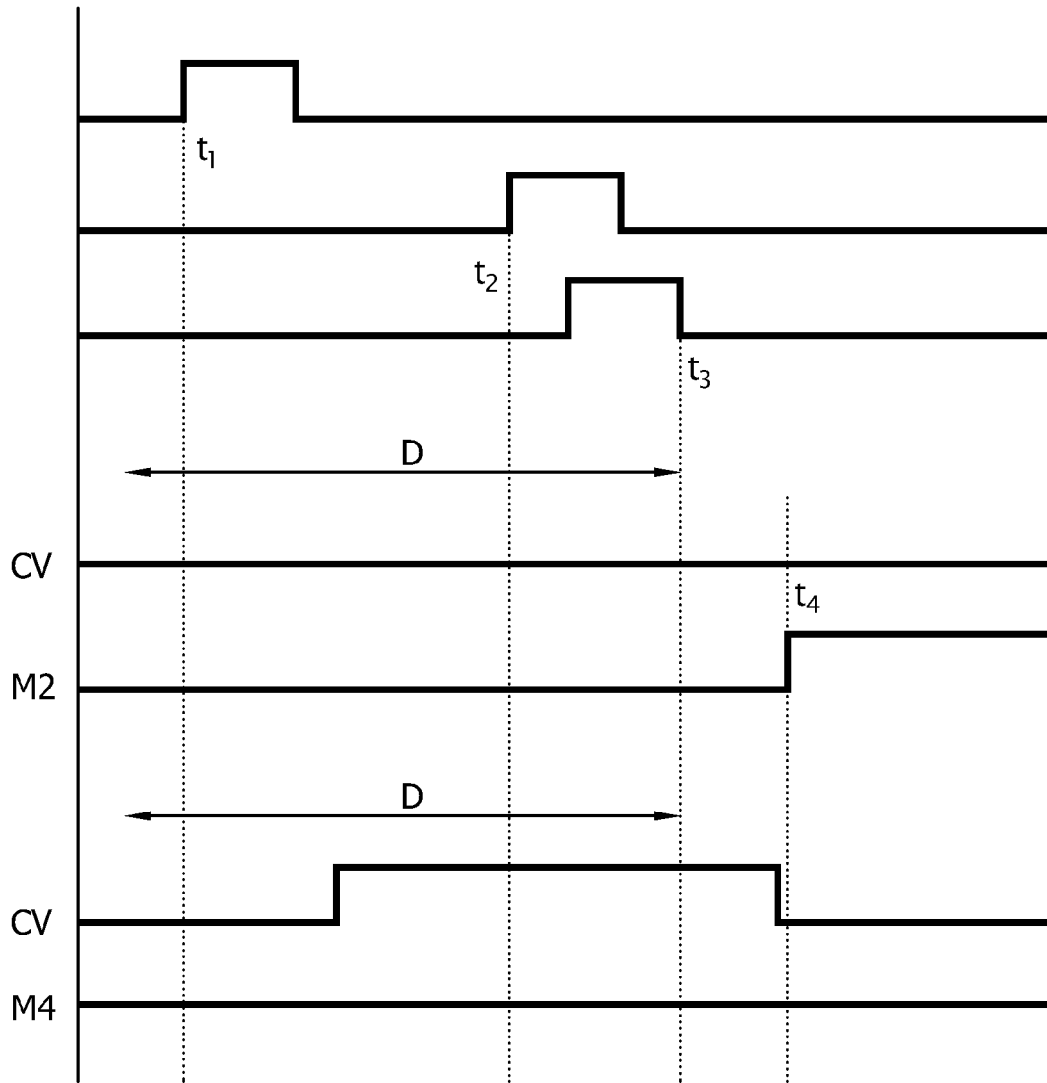


FIG.6

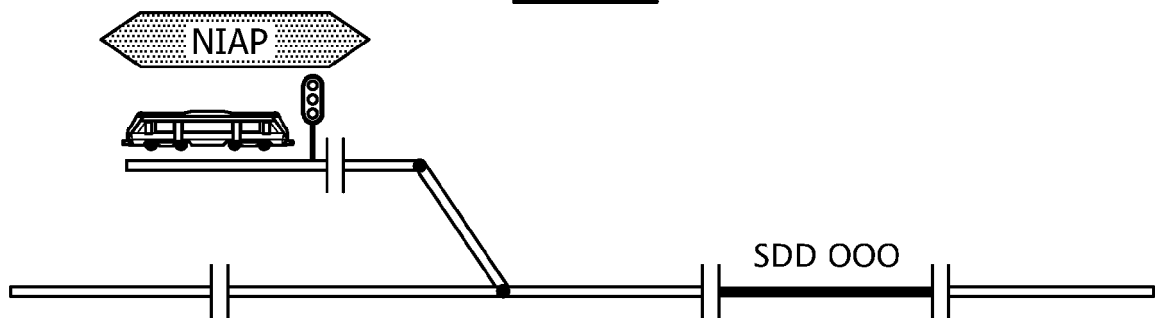


FIG.7

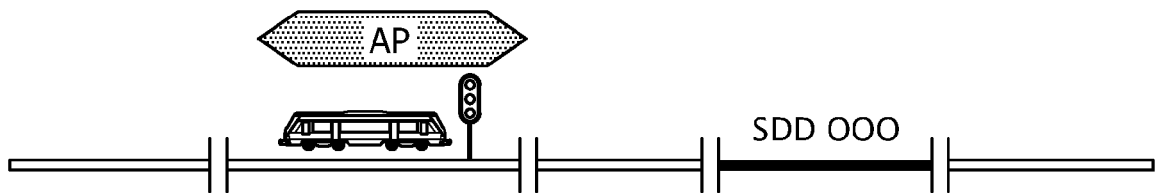


FIG.8

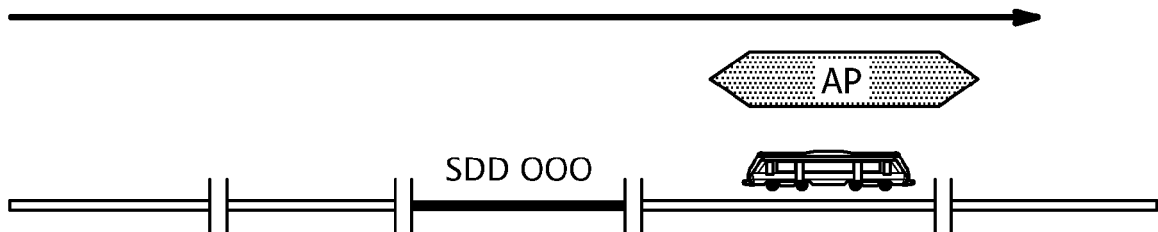


FIG.9



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 15 8359

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 1 388 480 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 11 février 2004 (2004-02-11) * alinéas [0001], [0004], [0005], [0006], [0010], [0011], [0015] - [0031]; figures 1,2 *	1-6	INV. B61L27/00 B61L1/16
A	DE 10 2004 038205 A1 (DEUTSCHE BAHN AG [DE]) 16 mars 2006 (2006-03-16) * alinéas [0006], [0010], [0012], [0018] - [0028]; figure 1 *	1-6	
A	WO 2012/174647 A1 (THALES CANADA INC [CA]; KANNER ABE [CA]; SEITZ PAT [CA]) 27 décembre 2012 (2012-12-27) * page 1, alinéa dernier - page 3, alinéa 1; figures 1,2 *	1-6	
A	US 2010/299007 A1 (GHALY NABIL N [US]) 25 novembre 2010 (2010-11-25) * alinéas [0058], [0059] *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B61L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 22 juillet 2015	Examineur Massalski, Matthias
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 15 15 8359

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.

22-07-2015

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1388480	A1	11-02-2004	AT	294089 T	15-05-2005
			CA	2436687 A1	08-02-2004
			DE	60300567 D1	02-06-2005
			DE	60300567 T2	23-02-2006
			EP	1388480 A1	11-02-2004
			ES	2242130 T3	01-11-2005
			PT	1388480 E	31-08-2005
			TW	I231923 B	01-05-2005
			US	2004030466 A1	12-02-2004

DE 102004038205	A1	16-03-2006	AUCUN		

WO 2012174647	A1	27-12-2012	CA	2836646 A1	27-12-2012
			CN	103782190 A	07-05-2014
			EP	2724176 A1	30-04-2014
			JP	2014520267 A	21-08-2014
			KR	20140044830 A	15-04-2014
			US	2012326916 A1	27-12-2012
			WO	2012174647 A1	27-12-2012

US 2010299007	A1	25-11-2010	US	2010299007 A1	25-11-2010
			US	2012018591 A1	26-01-2012
			US	2014100724 A1	10-04-2014

EPO FORM P0460

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