



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.10.2018 Bulletin 2018/44

(51) Int Cl.:
B61L 15/00 (2006.01) **B61L 25/02** (2006.01)
B61L 27/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18169752.5**

(22) Date de dépôt: **27.04.2018**

(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:
KH MA MD TN

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

(72) Inventeurs:
• **PRESTAIL, Andy**
92190 MEUDON (FR)
• **BALLESTEROS, Javier**
75116 PARIS (FR)

(30) Priorité: **27.04.2017 FR 1753686**

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

(54) **SYSTÈME AMÉLIORÉ DE CONTRÔLE AUTOMATIQUE DES TRAINS ET PROCÉDÉ ASSOCIÉ**

(57) Ce système comporte un ATC sol (9) et un ATC bord (10), qui est basculé d'un mode « actif » vers un mode « en veille » et inversement par une unité de réveil (21). Dans le mode « en veille », seuls les composants suivants restent alimentés : des moyens d'odométrie (23, 17) ; un calculateur principal (18) ; un moyen de radiocommunication (20) entre l'ATC bord et l'ATC sol ;

l'unité de réveil (21). Le calculateur principal (18) est programmé pour, en mode « en veille », vérifier que le déplacement du train mesuré par les moyens d'odométrie depuis le basculement du mode « actif » vers le mode « en veille » est nul et, dans l'affirmative, transmettre à l'ATC sol une position instantanée du train en utilisant le moyen de radiocommunication.

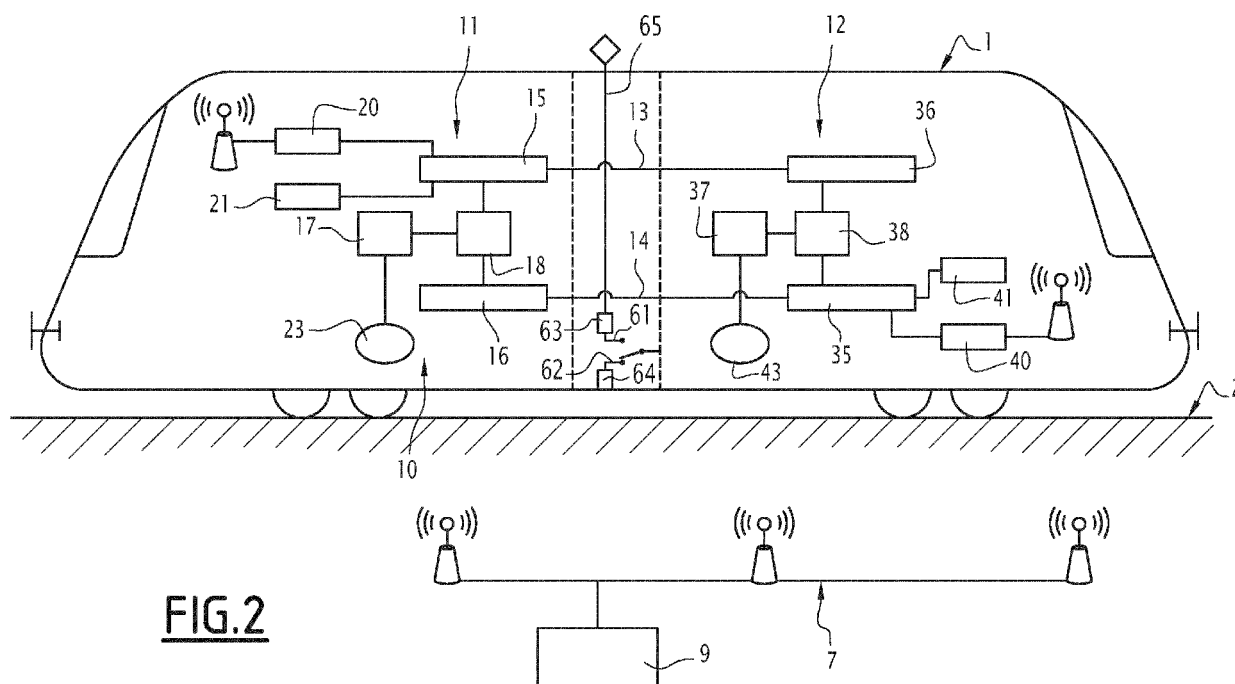


FIG.2

Description

[0001] La présente invention concerne un système de contrôle automatique des trains du type à gestion des trains basée sur la communication, notamment du type CBTC (pour « Communication Based Train Control » en anglais et défini par la norme IEEE 1474). La présente invention concerne plus particulièrement la composante d'un tel système qui est embarquée à bord d'un train.

[0002] Le terme de train est ici à entendre au sens large de véhicule guidé, c'est-à-dire tout type de véhicules circulant le long d'une voie, tels que des trains, des métros, des tramways, etc.

[0003] Il est connu de gérer la circulation des trains sur un réseau ferroviaire au moyen d'un système de signalisation, comportant un système de supervision automatique des trains, un système d'enclenchement et un système de contrôle automatique des trains.

[0004] Le système de supervision automatique des trains, ou système ATS (pour « Automatic Train Supervision » en anglais), est mis en oeuvre dans un central opérationnel. Il comporte différents sous-systèmes qui permettent d'affecter une route à chaque train et de demander l'ouverture d'une portion de cette route devant le train correspondant.

[0005] Le système d'enclenchement, ou système IXL (pour « Interlocking » en anglais), gère les équipements à la voie, tels que des signaux lumineux, des actionneurs d'aiguillage, etc., pour ouvrir une route à la circulation d'un train conformément à une demande du système ATS. Le système IXL vérifie et réalise une pluralité de conditions logiques et d'actions logiques pour placer les différents équipements d'une portion de la route à ouvrir dans un état d'enclenchement requis. On dit alors que le système IXL trace la route correspondante. Autrefois à base de relais électromécaniques, le système IXL est aujourd'hui à base de calculateurs. Il est alors dénommé système CBI (pour « computer based interlocking » en anglais).

[0006] Le système de contrôle automatique des trains, ou système ATC (pour « Automatic Train Control » en anglais), comporte différents équipements coopérant entre eux pour permettre la circulation, en sécurité, des trains sur le réseau.

[0007] On connaît notamment un système ATC du type « à gestion des trains basée sur la communication », ou système CBTC (pour « Communication Based Train Control » en anglais), comportant une composante embarquée à bord de chaque train, ou système ATC bord, et une composante au sol, ou ATC sol.

[0008] L'ATC bord comporte au moins un ordinateur embarqué à bord d'un train, propre à déterminer un certain nombre de paramètres de fonctionnement du train. L'ATC bord est alors propre à communiquer ces informations à l'ATC sol pour permettre au train de réaliser, en sécurité, la mission qui lui a été attribuée.

[0009] L'ATC bord assure, d'une part, la couverture des besoins fonctionnels (l'arrêt dans les différentes sta-

tions à desservir par exemple) et, d'autre part, le contrôle des points de sécurité (vérification que le train n'a pas une vitesse excessive par exemple). Le ordinateur embarqué 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 radio communication au sol, à laquelle sont connectés l'ATC bord, ainsi que les systèmes ATS et IXL.

[0010] Au sol, l'ATC sol comporte un contrôleur de zones, ou système ZC (pour « Zone Controller » en anglais), notamment en charge de suivre la présence de chaque train sur le réseau, l'ATC bord de chaque train lui communiquant régulièrement la position instantanée du train.

[0011] Le système ZC est également en charge de fournir à l'ATC bord de chaque train une autorisation de mouvement, qui garantit la sécurité de circulation du train considéré sur une section de voie du réseau ferroviaire (par exemple ne pas fournir à un train une autorisation de mouvement qui lui permettrait d'aller au-delà de l'arrière du train qui le précède).

[0012] Il est à noter que, le réseau ferroviaire étant subdivisé en zones (ou cantons), l'occupation d'une zone est déterminée par le système ZC à partir des informations qu'il reçoit, 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 l'ATC bord de ce dernier et communiquée au système ZC de l'ATC sol. Le système ZC est alors propre à élaborer une première information d'occupation.

[0014] Le système secondaire de détection est propre à redonner le système primaire de détection, au cas où, par exemple, l'unité de communication radio d'un train ne fonctionnant plus, le système ZC ne puisse pas obtenir la position instantanée du train. Par des équipements à la voie adaptés, tels que des compteurs d'essieux ou des circuits de voie, disposés le long de la voie, le système secondaire de détection est apte à détecter la présence d'un train dans telle ou telle zone et à communiquer une seconde information d'occupation au système ZC.

[0015] Le système ZC 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. Il est à noter qu'un système ZC transmet une information de zone « occupée » ou « libre » au système IXL, l'état d'occupation de la zone entrant dans les conditions logiques vérifiées par le système IXL pour l'ouverture d'une route.

[0016] Lorsqu'un train est démarré, son ATC bord est mis sous tension. Il y a un besoin pour qu'il puisse immédiatement fonctionner de manière à permettre un déplacement en supervision et en sécurité du train, c'est-à-dire que l'ATC bord opère dans un mode de fonctionnement « actif ».

[0017] Cependant, lorsque l'ATC bord est mis sous

tension, il ne peut pas déterminer la position instantanée du train. Il ne peut donc pas communiquer à l'ATC sol la position instantanée du train et celui-ci ne peut pas circuler sur le réseau en supervision complète (« full supervision »). Il est en fait nécessaire de mettre en oeuvre une phase d'initialisation de la position instantanée du train, au cours de laquelle le train se déplace à vue sur la voie jusqu'à ce qu'il croise une balise de positionnement placée sur ou le long de la voie. A partir des informations reçues depuis cette balise, l'ATC bord est propre à déterminer la position instantanée du train et à la transmettre à l'ATC sol. A partir de ce moment, l'ATC bord peut passer dans le mode de fonctionnement « actif », pour une supervision complète.

[0018] On voit que cette phase d'initialisation est préjudiciable, notamment pour les métros autonomes sans pilote, puisqu'elle s'effectue en pilotant le train à vue. C'est-à-dire que le train doit être sorti du garage par un conducteur jusqu'à croiser une balise de positionnement.

[0019] Il y a donc un besoin pour que l'ATC bord connaisse plus rapidement mais toujours en sécurité, la position instantanée du train de manière à lui permettre de fonctionner immédiatement dans le mode de fonctionnement « actif ».

[0020] Le document US 2016/0214631 A1 divulgue l'utilisation d'un dispositif radar implanté le long des voies de garage du réseau ferroviaire et propre à suivre le déplacement d'un train garé sur la portion de voie surveillée. En comparant des images radar successives, le dispositif radar est propre à déterminer si un train particulier est déplacé alors que son système ATC bord est éteint. En cas de déplacement, un message adapté est transmis à l'ATC sol. Au moment où l'ATC bord est rallumé, si l'ATC sol n'a pas reçu de message du dispositif radar, il transmet alors à l'ATC bord la position instantanée du train au moment où l'ATC bord a été éteint en tant que position instantanée du train permettant à l'ATC bord de fonctionner immédiatement dans le mode de fonctionnement « actif ».

[0021] En revanche, si l'ATC sol a reçu un message du dispositif radar indiquant un déplacement du train, l'ATC sol indique à l'ATC bord que la position instantanée du train n'est plus connue. En conséquence, une phase d'initialisation de la position instantanée du train doit être réalisée, avant que l'ATC bord puisse fonctionner dans le mode fonctionnement « actif ».

[0022] Cette solution de l'état de la technique présente le désavantage de nécessiter l'implantation d'un grand nombre de dispositifs radar le long des voies du réseau ferroviaire. Elle est donc limitée aux seules voies de garage pour des raisons de coûts et de maintenance.

[0023] De plus, la comparaison d'images radar est complexe et conduit à de nombreuses fausses alarmes, correspondant soit à la détection d'un déplacement du train alors qu'il est en fait resté immobilisé, soit à la non-détection de certains événements associés au déplacement ou au désattelage du train.

[0024] Finalement, en cas de perte de l'ATC sol l'en-

semble des positions des trains ne sont plus disponibles.

[0025] La présente invention a pour but de répondre à ce problème en proposant une solution alternative à celle du document de l'état de la technique présenté ci-dessus.

[0026] À cet effet, l'invention a pour objet un système de contrôle automatique des trains du type à gestion des trains basés sur la communication, comportant une composante sol, dite ATC sol, et une composante embarquée à bord d'un train, dite ATC bord, caractérisé en ce que l'ATC bord est propre à être basculé d'un mode de fonctionnement « actif » vers un mode de fonctionnement « en veille » et inversement via une unité de réveil, dans le mode de fonctionnement « en veille », seuls les composants suivants restant alimentés en puissance électrique à l'aide d'une source d'alimentation électrique : des moyens d'odométrie permettant de mesurer un déplacement du train ; un calculateur principal ; un moyen de radiocommunication entre l'ATC bord et l'ATC sol ; et avantageusement l'unité de réveil, le calculateur principal étant programmé pour, en mode de fonctionnement « en veille », vérifier que le déplacement du train mesuré par les moyens d'odométrie depuis un instant de basculement du mode de fonctionnement « actif » vers le mode de fonctionnement « en veille » est nul et, dans l'affirmative, transmettre à l'ATC sol une position instantanée du train en utilisant le moyen de radiocommunication, au moins à un instant de basculement du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif ».

[0027] Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le système comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- dans la négative, le calculateur principal est propre à invalider la position instantanée du train et à ne pas transmettre à l'ATC sol une position instantanée du train jusqu'à un instant prédéterminé, correspondant avantageusement à la détection d'une balise de positionnement, placée le long d'une voie ferroviaire sur laquelle le train circule.
- la position instantanée du train transmise de l'ATC bord à l'ATC sol est une position instantanée du train déterminée par le calculateur principal.
- les moyens d'odométrie comportent un organe de détection du mouvement du train, l'organe de détection du mouvement du train comprenant avantageusement une roue phonique et une électronique d'acquisition connectée au calculateur.
- lequel l'ATC bord comporte un premier sous-système et un second sous-système, le second sous-système redondant le premier sous-système, chaque sous-système comportant des moyens d'odométrie, un calculateur principal et un moyen de radiocommunication, les premier et second sous-systèmes étant connectés l'un à l'autre par au moins un réseau local de communications.

[0028] L'invention a également pour objet un procédé d'utilisation d'un système de contrôle automatique des trains conforme au système précédent, caractérisé en ce qu'il consiste, lorsque l'ATC bord est dans un mode de fonctionnement « en veille », à itérer les étapes consistant à mesurer un déplacement du train entre une itération courante et une itération précédente et à vérifier que le déplacement mesuré est nul, et, dans l'affirmative, à transmettre à l'ATC sol une position instantanée du train au moins à un instant de basculement du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif ».

[0029] 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 :

- dans la négative, à invalider la position instantanée du train et à ne pas transmettre à l'ATC sol une position instantanée du train jusqu'à un instant prédéterminé, correspondant avantageusement à la détection d'une balise de positionnement, placée le long d'une voie ferroviaire sur laquelle le train circule.
- lorsque l'ATC bord est dans un mode de fonctionnement « en veille », la position instantanée du train est une position recalculée par l'ATC bord à chaque itération.
- lorsque l'ATC bord est dans un mode de fonctionnement « en veille », la position instantanée du train est une position calculée par l'ATC bord avant le basculement dans le mode de fonctionnement « en veille ».
- lors du basculement de l'ATC bord du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif », si l'ATC bord n'a pas détecté de déplacement du train alors qu'il était dans le mode « en veille », la position instantanée du train est utilisée en tant que position instantanée de celui-ci pour le mode de fonctionnement « actif » et, si l'ATC bord a détecté un déplacement du train alors qu'il était dans le mode « en veille », le procédé comprend une phase d'initialisation de la position instantanée du train avant de basculer dans le mode de fonctionnement « actif ».

[0030] L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation particulier, donnée uniquement à titre d'exemple illustratif et non limitatif, cette description étant faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique sous forme de blocs d'un ATC bord en mode de fonctionnement « actif » ;
- la figure 2 est une représentation schématique d'un ATC bord selon l'invention en mode de fonctionnement « en veille » ; et,

- la figure 3 est une représentation schématique d'un procédé conforme à l'invention.

[0031] La figure 1 représente un système ATC 8 comportant un ATC sol 9 et un ATC bord 10, qui est embarqué à bord d'un train 1 circulant sur une voie 2.

[0032] L'ATC bord 10 est plus particulièrement détaillé. Dans une configuration redondée, il comporte, pour un fonctionnement en mode « actif », un premier sous-système 11 et un second sous-système 12 identiques entre eux. En variante, dans une configuration simple et non redondée, l'ATC bord 10 comporte uniquement un sous-système, 11 ou 12.

[0033] Le premier sous-système 11 est implanté à une première extrémité du train 1, par exemple en tête de train (le train 1 se déplaçant de droite à gauche sur la figure 1), tandis que le second sous-système 12 est implanté à une seconde extrémité du train 1, par exemple une extrémité de queue de train.

[0034] Le premier sous-système 11 et le second sous-système 12 sont connectés l'un à l'autre par un premier réseau de communications 13 et par un second réseau de communications 14.

[0035] Les premier et second réseaux de communications 13, 14 sont par exemple des réseaux locaux du type Ethernet.

[0036] Le premier sous-système 11 comporte un premier commutateur 15 dont un port est connecté au premier réseau de communications 13 et un second commutateur 16 dont un port est connecté au second réseau de communications 14.

[0037] Le premier sous-système 11 comporte un moyen de radiocommunication 20, par exemple connecté à un port du premier commutateur 15.

[0038] Le moyen de radiocommunication 20 comporte un module relié à une antenne pour permettre l'établissement d'une communication sans fil entre le premier sous-système 11 et un point d'accès d'une infrastructure de radiocommunication 7 au sol.

[0039] Le premier sous-système 11 comporte également une unité de réveil 21 du premier sous-système 11, cette unité de réveil étant par exemple connectée à un port du premier commutateur 15.

[0040] L'unité de réveil 21 est par exemple propre à recevoir un signal de basculement du premier sous-système du mode de fonctionnement actif vers le mode de fonctionnement « en veille » ou inversement du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif ». Ce signal peut par exemple être émis par l'ATC sol et reçu via le moyen de radiocommunication 20. En variante, le signal peut correspondre au fait que le conducteur du train tourne une clé de sécurité dans la cabine active de pilotage du train. Dans encore une autre variante, l'unité de réveil intègre un récepteur infrarouge propre à recevoir un signal de basculement émis par une télécommande utilisée par un opérateur souhaitant modifier le mode de fonctionnement du train dans un sens ou dans l'autre.

[0041] Le premier sous-système 11 comporte un calculateur principal 18 avantageusement connecté, d'une part, à un port du premier commutateur 15 et, d'autre part, à un port du second commutateur 16. Le calculateur principal 18 constitue l'ordinateur de bord du train 1 et est propre à être programmé de manière à réaliser différentes fonctionnalités.

[0042] Le premier sous-système 11 comporte des moyens d'odométrie. Ces moyens comportent au moins un organe de détection et une électronique d'acquisition 17. Sur la figure 1, l'organe de détection est une roue phonique 23 constituée d'un disque portant un motif et couplé à l'une des roues du train 1 et un capteur optique couplé à une partie fixe du train 1 et propre à détecter le défilement du motif porté par le disque. Le signal brut généré par la roue phonique 23 est appliqué en entrée de l'électronique d'acquisition 17 qui est propre à calculer une grandeur de déplacement du train.

[0043] Les moyens odométriques comportent également une antenne 24, par exemple du type RFID, propre à capter les signaux émis par des balises de positionnement implantées au sol, par exemple entre les deux files de rails de la voie 2. Les signaux reçus par l'antenne 24 sont transmis à l'électronique d'acquisition 17 qui est propre à les traiter pour en extraire les informations transmises par une balise, telles qu'un identifiant de cette balise, la position d'implantation de cette balise, etc.

[0044] En mode de fonctionnement « actif », la roue phonique 23 permet de déterminer la distance parcourue par le train 1 depuis la dernière balise de positionnement croisée et, à partir de la position de cette balise, déterminer la position instantanée du train, que l'ATC bord transmet ensuite, via le module de radiocommunication et l'antenne, à l'ATC sol.

[0045] Enfin, le premier sous-système 11 comporte une interface d'entrée/sortie 19 permettant de connecter aux réseaux de communication du train, différents capteurs et actionneurs (non représentés sur les figures), tels que par exemple un système de freinage du train 1.

[0046] Comme cela est représenté sur la figure 1, le premier sous-système 11 peut également comporter une interface homme/machine 22, par exemple connectée à un port du second commutateur 16. Cette interface homme/machine 22 est installée dans la cabine de tête du train pour l'usage du conducteur. En variante, notamment pour un train sans pilote, une telle interface n'est pas prévue.

[0047] Une description similaire pourrait être faite pour le sous-système 12, qui comporte :

- des premiers et seconds commutateurs 35, 36 ;
- un moyen de radiocommunication 40 ;
- une unité de réveil 41 ;
- des moyens d'odométrie comportant une roue phonique 43 et une antenne 44 connectées à une électronique d'acquisition 37 ;
- un calculateur principal 38 ;
- une interface d'entrée-sortie 39 ; et, éventuellement

- une interface homme/machine 42.

[0048] De manière connue, l'alimentation du système ATC bord 10 s'effectue par deux lignes d'alimentation basse tension. La première ligne d'alimentation 61 est connectée via un convertisseur 63 à la ligne d'alimentation haute tension 65 du train.

[0049] La seconde ligne d'alimentation 62 est connectée à une batterie 64 adaptée pour, en cas d'interruption de l'alimentation haute tension du train, permettre le fonctionnement du système ATC bord 11.

[0050] Selon l'invention le système ATC bord 10 peut être placé dans un mode de fonctionnement en veille.

[0051] Dans ce mode de fonctionnement, seuls les composants représentés sur la figure 2 sont maintenus sous tension et alors alimentés par la batterie 64.

[0052] Il s'agit, de manière symétrique pour les premier et second sous-systèmes 11 et 12, des premier et second commutateurs 15, 16 et 35, 36, du moyen de radiocommunication 20 et 40, de l'unité de réveil 21 et 41, du calculateur principal 18 et 38, et, parmi les moyens d'odométrie, de la roue phonique 23 et 43 et de l'électronique d'acquisition 17 et 37 du signal délivré par la roue phonique correspondante.

[0053] Ainsi, sont désactivées l'interface entrée/sortie 19 et 39 de connexion à d'autres systèmes du train, l'interface homme/machine 22 et 42 en cabine et l'antenne 24 et 44 des moyens d'odométrie.

[0054] En se référant à la figure 3, un procédé d'utilisation du système ATC 8 va maintenant être décrit.

[0055] La phase 100, qui correspond au mode de fonctionnement « actif », comprend une étape 110, durant laquelle l'ATC bord, par exemple le sous-système 11 détermine la position instantanée du train à partir des signaux reçus des moyens d'odométrie, c'est-à-dire à la fois de l'antenne 24 pour récupérer la position de la dernière balise croisée et de la roue phonique 23 de manière à déterminer la distance parcourue depuis que cette balise a été croisée.

[0056] Ensuite, lors d'une étape 120, la position instantanée déterminée est mémorisée dans une mémoire vive du calculateur principal 18.

[0057] Enfin, à l'étape 130, cette position instantanée mise à jour est transmise à l'ATC sol, via le moyen de radiocommunication 20 et l'infrastructure de radiocommunication 7 au sol.

[0058] Les étapes 110, 120 et 130 sont répétées périodiquement.

[0059] La phase 200 débute lorsque l'unité de réveil 21 du train 1 reçoit un signal de basculement du mode de fonctionnement « actif » vers le mode de fonctionnement « en veille ». Ce signal de commande est par exemple émis par l'ATC sol 9 via l'infrastructure 7 et le moyen de radiocommunication 20.

[0060] A l'étape 210, l'unité de réveil 21 demande au calculateur principal 18 de vérifier un certain nombre de conditions pour autoriser la mise en veille de l'ATC bord. Par exemple, il est vérifié que le train n'a aucune mission

courante à réaliser ; que la position instantanée du train sur le réseau ferroviaire correspond à une voie de garage (la mémoire vive du calculateur principal 18 comportant une base de données de description du réseau ferroviaire) ; ou encore que le train est arrêté, c'est-à-dire qu'aucun déplacement n'est détecté par les moyens d'odométrie.

[0061] Une fois que ces différentes conditions sont vérifiées, à l'étape 220, le train, sur commande du calculateur principal 18, interrompt l'alimentation de l'interface entrée/sortie 19, de l'interface homme/machine 22 en cabine et de l'antenne 24 de communications courte portée avec les balises de positionnement à la voie.

[0062] Une fois ces opérations effectuées, à l'étape 230, l'unité de réveil 21 transmet à l'ATC sol 9 un message d'accusé de réception indiquant que le train 1 est placé dans le mode de fonctionnement « en veille ». Ce message est transmis par le moyen de radiocommunication 20.

[0063] Le train 1 étant garé et le système ATC bord étant dans le mode de fonctionnement « en veille », les étapes suivantes ont lieu durant la phase 300.

[0064] A l'étape 310, à partir des signaux reçus de la roue phonique 23 et traités par l'électronique d'acquisition 17, le calculateur principal 18 détermine un déplacement \underline{d} du train depuis la dernière itération de l'étape 310.

[0065] A l'étape 320, est vérifié si ce déplacement \underline{d} est nul (éventuellement à une marge de mesure près).

[0066] Dans l'affirmative, c'est-à-dire si ce déplacement \underline{d} est nul, alors, à l'étape 330, le calculateur principal 18 calcule la position \underline{F} du train. Cette position est calculée, comme dans le mode « actif », à partir du déplacement total depuis la dernière balise croisée (c'est-à-dire la dernière balise croisée en mode « actif » avant le basculement en mode « en veille »). Comme le déplacement est nul depuis le basculement en mode « en veille », cette position instantanée \underline{F} est égale à la dernière position instantanée déterminée par l'ATC bord en mode « actif ».

[0067] Avantagusement, l'ATC bord en mode « en veille » communique cette position instantanée \underline{F} à l'ATC sol à chaque fois qu'il la recalcule. De la sorte, l'ATC sol connaît la position des trains arrêtés sur le réseau et peut en tenir compte dans la supervision du trafic des autres trains en circulation. La sécurité est par conséquent augmentée.

[0068] Les étapes 310, 320, 330 sont itérées périodiquement.

[0069] Si, à l'étape 320, il est déterminé que le déplacement \underline{d} du train est non nul, c'est-à-dire si le train a été déplacé pour une raison ou pour une autre depuis la dernière itération de l'étape 310, alors, à l'étape 340, le calculateur principal 18 invalide la position instantanée \underline{F} du train qui est désormais indéfinie pour le calculateur principal 18. Ceci est symbolisé par l'expression « $F=0$ » sur la figure 3. Ce dernier cesse de transmettre vers l'ATC sol une information de position du train.

[0070] Lorsque l'on souhaite redémarrer le train 1 et basculer l'ATC bord 10 du mode « veille » vers le mode « actif », la phase 400 de réveil du train est initiée par la réception d'un signal de commande adapté par l'unité de réveil 21.

[0071] A l'étape 410, l'unité de réveil 21 commande le calculateur principal 18 pour allumer le train en mettant sous tension l'ensemble des équipements éteints (interface d'entrée/sortie, interface homme/machine, antenne de communications avec les balises de positionnement au sol).

[0072] A l'étape 420, l'ATC bord vérifie si la position instantanée \underline{F} du train est définie.

[0073] Dans l'affirmative, c'est-à-dire si il n'y a pas eu de déplacement \underline{d} alors que l'ATC bord était en veille, alors, à l'étape 430, le calculateur principal 18 transmet à l'ATC sol la position instantanée \underline{F} du train.

[0074] De la sorte, l'ATC est immédiatement placé dans le mode de fonctionnement « actif » et le train être supervisé complètement (étape 440).

[0075] En revanche, si à l'étape 420 il est constaté par l'ATC bord que la position instantanée \underline{F} du train est indéfinie, alors, à l'étape 450, le train 1 est déplacé à vue jusqu'à croiser une balise de positionnement, à partir de laquelle l'ATC bord sera capable de calculer la position instantanée du train. C'est uniquement à cet instant et avec cette information de position instantanée du train que l'ATC bord est basculé dans le mode de fonctionnement « actif », qu'il communique une position instantanée du train à l'ATS sol et que la circulation du train peut être supervisée par l'ATS et contrôlée en sécurité par l'ATC (étape 440).

[0076] En variante, à l'étape 340, constatant qu'il ne reçoit plus depuis plusieurs périodes l'information de position du train, l'ATC sol 9 place un drapeau de l'état « train resté immobile » (zéro) à « train déplacé » (un).

[0077] Dans cette variante, lorsque l'on souhaite redémarrer le train 1 et basculer l'ATC bord 10 du mode « en veille » vers le mode « actif », une commande de réveil est élaborée durant la phase 400. Pour ce faire, l'ATC sol lit la valeur courante du drapeau et la compare à la valeur nulle. Si le drapeau a la valeur zéro, indiquant que le train 1 n'a pas été déplacé alors qu'il était garé et son ATC bord « en veille », l'ATC sol indique dans la commande de réveil que l'ATC bord peut considérer la valeur de la position du train mémorisée dans le calculateur principal 18 comme position instantanée du train pour initialiser le mode de fonctionnement « actif ». En revanche, s'il est constaté que le drapeau prend la valeur unité, indiquant que le train 1 a été déplacé alors que son ATC bord était « en veille », l'ATC sol élabore une commande de réveil indiquant de procéder une phase d'initialisation de la position instantanée du train.

[0078] En variante, pour réduire encore la consommation électrique en mode « en veille », et puisque les premier et second sous-systèmes sont redondants, il est envisageable de ne maintenir sous tension que l'un des deux sous-systèmes. Cependant, ce mode de réalisation

présente la faiblesse de ne pas pouvoir permettre la détection, alors que le train est garé et l'ATC bord en veille, du désattelage d'une ou plusieurs voitures de la cabine dont le sous-système est maintenu en veille.

[0079] En revanche, le mode de réalisation présenté en détail ci-dessus permet, à tout instant, de vérifier l'intégrité du train par exemple en faisant circuler un bit de vie le long des premier et second réseaux de communication 13 et 14 entre les premier et second sous-systèmes 11 et 12, de manière à garantir que les réseaux de communications du train sont fonctionnels et par conséquent que les voitures du train ne sont pas désattelées. Cette information quant à l'intégrité du train peut avantageusement être transmise à l'ATC sol en même temps que la position du train, par exemple lors du réveil du train.

[0080] Dans une autre variante indépendante à la précédente, la position du train transmise à chaque instant depuis l'ATC bord vers l'ATC sol dans le mode de fonctionnement « en veille » est la position instantanée du train, calculée par le calculateur principal avant de basculer du mode de fonctionnement « actif » au mode de fonctionnement « en veille ».

[0081] Ainsi la présente invention possède les avantages suivants :

Elle offre une disponibilité accrue, puisque le train lorsqu'il est redémarré est capable de connaître immédiatement sa position instantanée précise et de circuler sans intervention manuelle. Ceci est particulièrement avantageux dans le cas d'un métro automatique sans pilote.

[0082] La détermination de la position instantanée au réveil du train est obtenue en sécurité. Il n'est en effet pas possible d'utiliser une position instantanée erronée pour le calcul d'une autorisation de mouvement.

[0083] Enfin, l'ATC bord, pour pouvoir mettre en oeuvre le procédé décrit précédemment, n'est que très légèrement modifié par rapport à ceux de l'état de la technique. Il s'agit simplement de définir les composants qu'il convient d'éteindre lorsque l'on bascule du mode « actif », au mode « en veille » et de reprogrammer le calculateur principal pour qu'il vérifie le déplacement du train à partir des informations obtenues par la roue phonique, et retransmettre périodiquement la position du train tant que celui-ci ne s'est pas déplacé ou invalider la position du train dès que celui-ci est déplacé.

[0084] Il est à noter que dans le mode de réalisation avantageux présenté à la figure 3, l'ATC bord détermine la validité de la position courante calculée indépendamment de l'ATC sol, qui peut donc tomber en panne ou être réinitialisé sans pour autant perdre l'information permettant à un train de redémarrer immédiatement en mode de supervision.

Revendications

1. Système de contrôle automatique des trains du type à gestion des trains basés sur la communication, comportant une composante sol, dite ATC sol (9),

et une composante embarquée à bord d'un train (1), dite ATC bord (10), **caractérisé en ce que** l'ATC bord est propre à être basculé d'un mode de fonctionnement « actif » vers un mode de fonctionnement « en veille » et inversement via une unité de réveil (21 ; 41), et **en ce que**, dans le mode de fonctionnement « en veille », seuls les composants suivants restent alimentés en puissance électrique à l'aide d'une source d'alimentation électrique (64) :

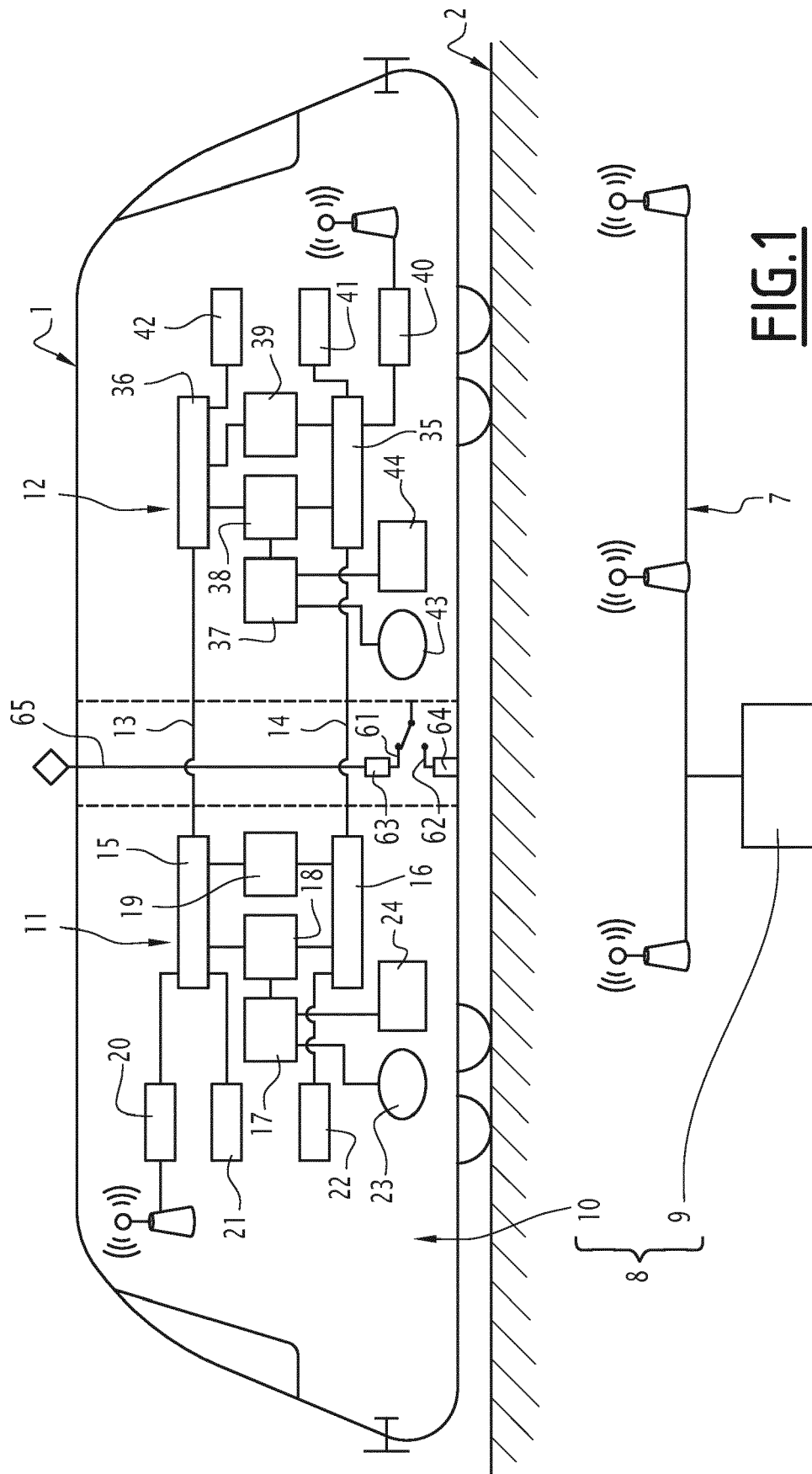
- des moyens d'odométrie (23, 17 ; 43, 37) permettant de mesurer un déplacement du train ;
- un calculateur principal (18 ; 38) ;
- un moyen de radiocommunication (20 ; 36) entre l'ATC bord et l'ATC sol, et avantageusement l'unité de réveil (21 ; 41),

le calculateur principal (18 ; 38) étant programmé pour, en mode de fonctionnement « en veille », vérifier que le déplacement du train mesuré par les moyens d'odométrie depuis un instant de basculement du mode de fonctionnement « actif » vers le mode de fonctionnement « en veille » est nul et, dans l'affirmative, transmettre à l'ATC sol (9) une position instantanée (F) du train en utilisant le moyen de radiocommunication (20 ; 36), au moins à un instant de basculement du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif ».

2. Système selon la revendication 1, dans lequel, dans la négative, le calculateur principal (18 ; 38) est propre à invalider la position instantanée du train et à ne pas transmettre à l'ATC sol (9) une position instantanée (F) du train jusqu'à un instant prédéterminé, correspondant avantageusement à la détection d'une balise de positionnement, placée le long d'une voie ferroviaire sur laquelle le train circule.
3. Système selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la position instantanée (F) du train (1) transmise de l'ATC bord (10) à l'ATC sol (9) est une position instantanée du train déterminée par le calculateur principal (18 ; 38).
4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les moyens d'odométrie comportent un organe de détection du mouvement du train, l'organe de détection du mouvement du train comprenant avantageusement une roue phonique (23 ; 43) et une électronique d'acquisition (17 ; 37) connectée au calculateur principal (18, 38).
5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'ATC bord (10) comporte un premier sous-système (11) et un second sous-système (12), le second sous-système redondant le premier sous-système, chaque sous-système comportant des moyens d'odométrie, un calculateur principal et

un moyen de radiocommunication, les premier et second sous-systèmes étant connectés l'un à l'autre par au moins un réseau local de communications (13, 14).

- 5
6. Procédé d'utilisation d'un système de contrôle automatique des trains (8) conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** consiste, lorsque l'ATC bord (10) est dans un mode de fonctionnement « en veille », à itérer les étapes consistant à mesurer un déplacement (d) du train (1) entre une itération courante et une itération précédente et à vérifier que le déplacement (d) mesuré est nul, et, dans l'affirmative, à transmettre à l'ATC sol (9) une position instantanée (F) du train au moins à un instant de basculement du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif ».
- 10
- 15
7. Procédé selon la revendication 6, consistant, dans la négative, à invalider la position instantanée (F) du train et à ne pas transmettre à l'ATC sol (9) une position instantanée (F) du train jusqu'à un instant prédéterminé, correspondant avantageusement à la détection d'une balise de positionnement, placée le long d'une voie ferroviaire sur laquelle le train circule.
- 20
- 25
8. Procédé selon la revendication 6 ou la revendication 7, dans lequel, lorsque l'ATC bord (10) est dans un mode de fonctionnement « en veille », la position instantanée (F) du train est une position recalculée par l'ATC bord à chaque itération.
- 30
9. Procédé selon la revendication 6 ou la revendication 7, dans lequel, lorsque l'ATC bord (10) est dans un mode de fonctionnement « en veille », la position instantanée (F) du train est une position calculée par l'ATC bord avant le basculement dans le mode de fonctionnement « en veille ».
- 35
- 40
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans lequel lors du basculement de l'ATC bord (10) du mode de fonctionnement « en veille » vers le mode de fonctionnement « actif », si l'ATC bord (10) n'a pas détecté de déplacement du train alors qu'il était dans le mode « en veille », la position instantanée du train (1) est utilisé en tant que position instantanée de celui-ci pour le mode de fonctionnement « actif » et, si l'ATC bord (10) a détecté un déplacement du train alors qu'il était dans le mode « en veille », le procédé comprend une phase d'initialisation de la position instantanée du train avant de basculer dans le mode de fonctionnement « actif ».
- 45
- 50
- 55



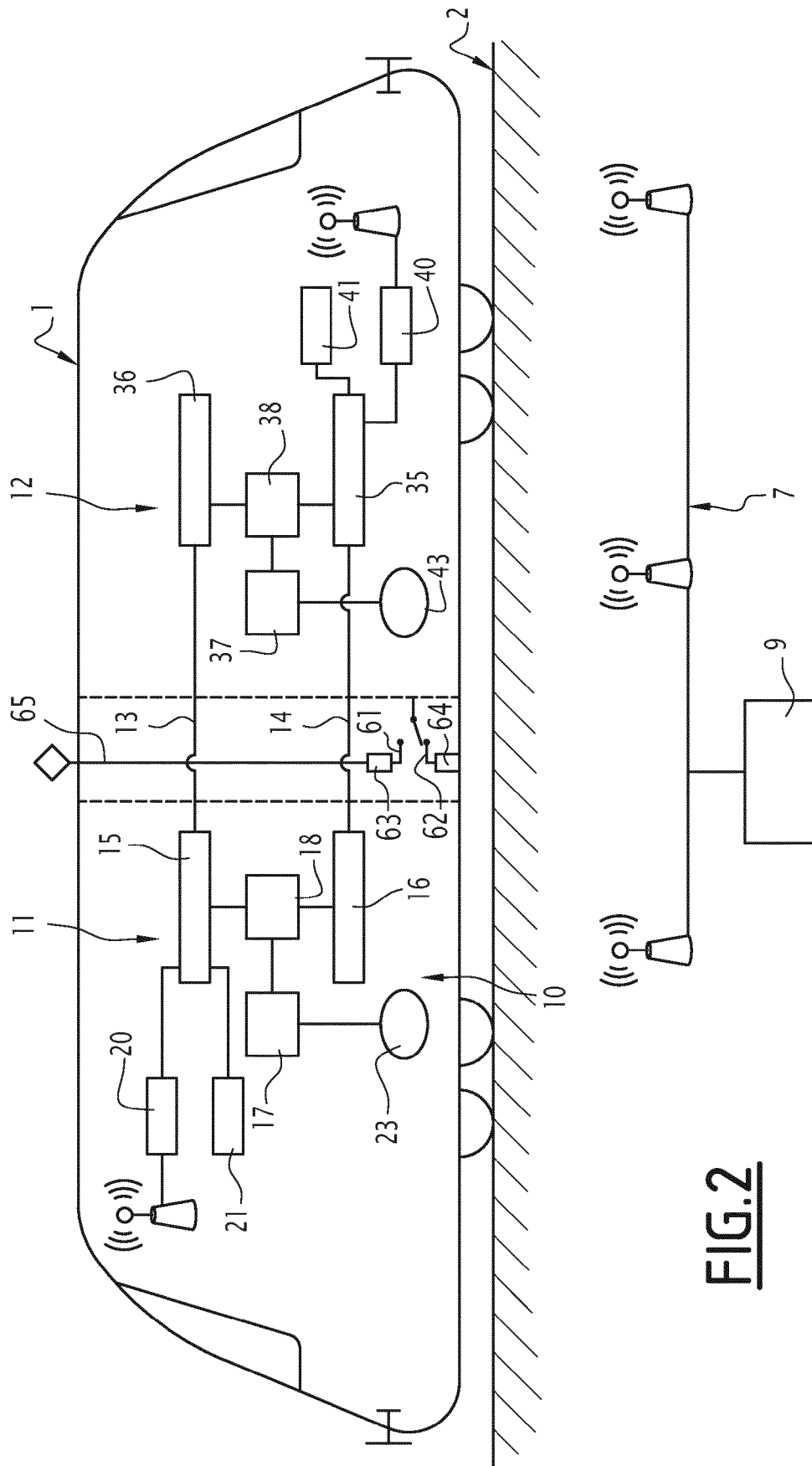
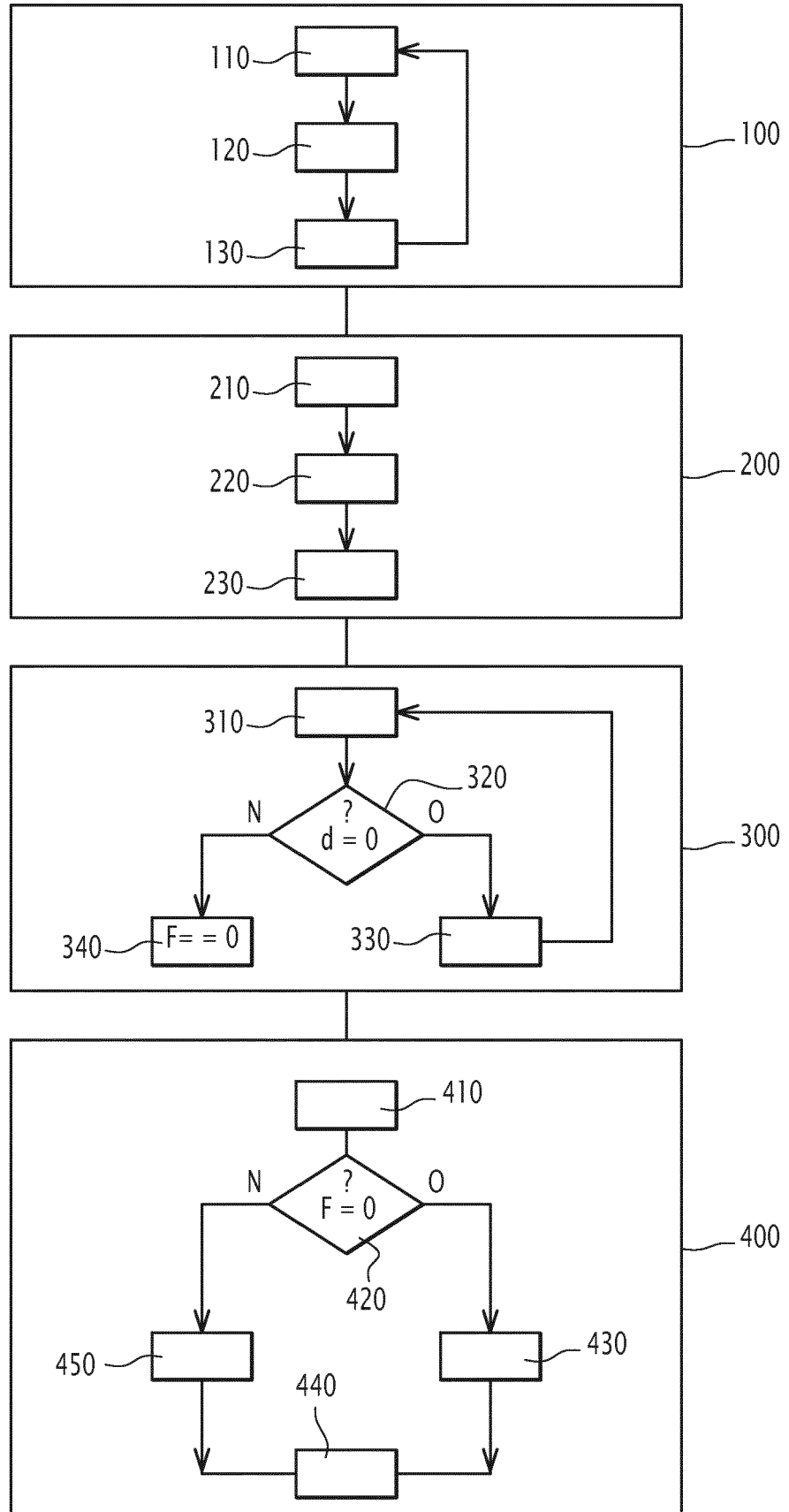


FIG. 2

FIG.3





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 16 9752

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)
Y	US 2015/274183 A1 (LOZANO FRANCISCO [FR] ET AL) 1 octobre 2015 (2015-10-01) * alinéa [0016] - alinéa [0035]; figure 1 * * alinéa [0056] - alinéa [0069]; figure 4 *	1-10	INV. B61L15/00 B61L25/02 B61L27/00
Y	DE 10 2010 061878 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24 mai 2012 (2012-05-24) * alinéa [0004] - alinéa [0010] *	1-10	
Y	DE 10 2012 214481 A1 (SIEMENS AG [DE]) 20 mars 2014 (2014-03-20) * alinéas [0004] - [0006] *	4	
Y	DE 10 2015 203664 A1 (SIEMENS AG [DE]) 8 septembre 2016 (2016-09-08) * alinéas [0031] - [0034]; figure 2 *	5	
A	DE 10 2013 216313 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 février 2015 (2015-02-19) * alinéa [0019] - alinéa [0022]; figure 2 *	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 10 septembre 2018	Examineur Mäki-Mantila, M
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 18 16 9752

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

10-09-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015274183 A1	01-10-2015	US 2015274183 A1 WO 2015153089 A1	01-10-2015 08-10-2015
DE 102010061878 A1	24-05-2012	DE 102010061878 A1 EP 2643199 A1 WO 2012069325 A1	24-05-2012 02-10-2013 31-05-2012
DE 102012214481 A1	20-03-2014	AUCUN	
DE 102015203664 A1	08-09-2016	CN 107406091 A DE 102015203664 A1 EP 3240718 A1 WO 2016139047 A1	28-11-2017 08-09-2016 08-11-2017 09-09-2016
DE 102013216313 A1	19-02-2015	CN 105473411 A DE 102013216313 A1 DK 3010776 T3 EP 3010776 A1 ES 2656194 T3 HK 1218100 A1 WO 2015022308 A1	06-04-2016 19-02-2015 15-01-2018 27-04-2016 26-02-2018 03-02-2017 19-02-2015

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20160214631 A1 [0020]