



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
15.03.2017 Bulletin 2017/11

(51) Int Cl.:
B61L 25/02 (2006.01) **B61L 3/22** (2006.01)
B61L 27/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16187965.5**

(22) Date de dépôt: **09.09.2016**

(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 MD

(71) Demandeur: **CLEARSY**
13857 Aix-en-Provence (FR)

(72) Inventeurs:
• **SABATIER, Denis**
13090 Aix-en-Provence (FR)
• **BURDY, Lilian**
13100 Aix-en-Provence (FR)

(30) Priorité: **09.09.2015 FR 1558380**

(74) Mandataire: **Lavoix**
62, rue de Bonnel
69448 Lyon Cedex 03 (FR)

(54) **SYSTÈME DE LOCALISATION DES TRAINS LE LONG DES VOIES D'UN RÉSEAU FERROVIAIRE**

(57) Ce système comporte, au sol, des tapis (22) disposés les uns à la suite des autres le long de la voie, chaque tapis comportant un circuit de contrôle (26) et une antenne émettrice (25) conformée pour définir une pluralité de boucles d'induction (37) selon la direction de la voie, le circuit de contrôle appliquant en entrée de l'antenne émettrice un signal d'alimentation en courant intégrant un identifiant du tapis, et, à bord de chaque train circulant sur la voie, une antenne de réception générant

un signal de réception corrélé au signal d'alimentation de l'antenne émettrice, et un calculateur de bord connecté à l'antenne de réception, propre à extraire du signal de réception l'identifiant du tapis à l'aplomb duquel l'antenne de réception se situe et à comptabiliser un nombre de boucles d'induction détectées depuis le dernier changement d'identifiant, afin de déterminer la position instantanée du train.

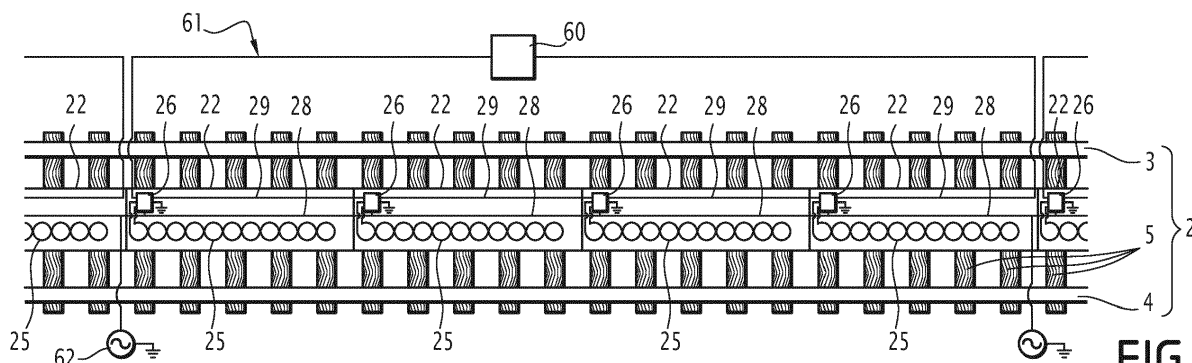


FIG.2

Description

[0001] L'invention a pour domaine celui des systèmes de localisation des trains le long des voies d'un réseau ferroviaire, et plus particulièrement les systèmes de localisation faisant partie d'une architecture de contrôle automatique des trains, aussi dénommée architecture ATC, selon l'acronyme anglais « Automatic Train Control »

[0002] Dans une architecture ATC, il est nécessaire de déterminer avec précision et en sécurité la position instantanée d'un train.

[0003] Pour cela, il est connu de disposer des balises magnétiques le long de la voie, en des positions connues. Chaque balise est propre à émettre un télégramme comportant notamment un identifiant de la balise. Chaque train circulant sur le réseau est équipé d'une antenne de réception propre à capter les télégrammes émis par une balise lorsque l'antenne se trouve à proximité immédiate de la balise. Un calculateur de bord, connecté à l'antenne de réception, détermine alors la position instantanée du train à partir de l'identifiant de la balise venant d'être détectée et d'une cartographie du réseau associant identifiant de balise et position sur le réseau. Il est ainsi possible de déterminer avec précision la position du train au moment où il se trouve à l'aplomb d'une balise.

[0004] Pour déterminer la position instantanée du train entre deux balises successives, le train est équipé de différents capteurs permettant au calculateur de bord de déterminer une distance parcourue depuis la dernière balise croisée par le train.

[0005] Le calcul de cette distance parcourue s'avère être particulièrement complexe.

[0006] Pour un train dont les roues sont équipées de pneus, qui sont susceptibles de se déformer notamment lors d'une accélération latérale du train, la distance parcourue n'est pas la simple déroulée de la circonférence du pneu multiplié par le nombre de tours de roue comptabilisé depuis la dernière balise croisée.

[0007] Pour un train circulant sur des rails, les glissements entre la roue et le rail, notamment lors d'accélération longitudinale du train, font là encore que la distance parcourue n'est pas la simple déroulée de la circonférence de la roue par le nombre de tours de roue comptabilisé depuis la dernière balise croisée.

[0008] Il est ainsi nécessaire d'équiper le train de multiple capteurs (roues phoniques, accéléromètres, compteurs de vitesse, etc.) afin que le calculateur de bord puisse déterminer, à partir des mesures réalisées par ces capteurs et de modèles décrivant la dynamique du train, la distance parcourue depuis la dernière balise croisée.

[0009] A cette détermination complexe, s'ajoute le fait que la détermination de la position instantanée du train étant une donnée fondamentale pour la sécurité du train, elle doit être déterminée conformément au niveau d'intégrité de sécurité (SIL) 4, connue de l'homme du métier. Pour atteindre un tel niveau de sécurité, une technique possible consiste à redonder les algorithmes de déter-

mination de la position instantanée du train.

[0010] Tout ceci fait que le calculateur de bord d'un train doit présenter des capacités de calcul importantes pour pouvoir déterminer la position instantanée du train en sécurité.

[0011] Dans certaines architectures ATC, notamment dans les architectures CBTC (selon l'acronyme anglais « Car Board Train Control »), on profite de cette capacité de calcul à bord des trains pour demander au calculateur de bord d'effectuer d'autres tâches, comme par exemple le calcul de courbe de vitesse du train.

[0012] Plus précisément, le calculateur à bord du train est en communication avec un calculateur au sol, par exemple au moyen d'une infrastructure GSM. Le calculateur de bord communique périodiquement la position instantanée qu'il a déterminée, au calculateur au sol. A partir de cette information et d'autres informations liées aux autres trains circulant sur le réseau, le calculateur au sol définit une autorisation de mouvement pour le train, qui comporte un point d'extrémité que le train ne doit pas franchir et pour toutes les sections de la voie, depuis la position actuelle du train jusqu'à ce point d'extrémité, des vitesses maximales autorisées. Cette autorisation de mouvement est transmise au calculateur de bord, qui à partir d'une cartographie détaillée de la ligne (mentionnant la pente, la courbure etc. de chaque section de la voie) et d'autres informations relatives notamment au train (masse, nombre de voitures, etc.), calcule un profil de vitesse pour le train.

[0013] Dans une variante de réalisation, c'est le calculateur au sol qui, une fois calculée l'autorisation de mouvement, détermine un profil de vitesse pour le train, puis le transmet au calculateur de bord.

[0014] A côté de la complexité de la détermination de la position instantanée d'un train et ses conséquences, un autre problème réside dans l'implantation des balises magnétiques le long de la voie. Pour ce faire une étude préalable permet d'établir un plan d'implantation des balises. Cependant, il n'est pas certains que le technicien devant réaliser l'implantation des balises conformément à ce plan positionne correctement les balises. Il est donc nécessaire, après l'implantation des balises, de qualifier la voie afin de relever la position exacte de chacune des balises installées. Ces étapes de déploiement sont longues et coûteuses.

[0015] Il est à noter que toute modification de la position d'une balise et plus généralement toute modification de la voie ferrée conduit à la mise à jour de la cartographie décrivant la ligne. Dans le cas où chaque calculateur de bord des trains autorisés à circuler sur la voie stocke une version de cette cartographie, il est alors nécessaire de mettre en oeuvre une procédure permettant de s'assurer que les calculateurs de bord de tous les trains circulent avec la version mise à jour de la cartographie.

[0016] On connaît par ailleurs un système de pilote automatique pour des métros comportant une pluralité de tapis disposée les uns à la suite des autres entre les fils de rails. Chaque tapis intègre une pluralité d'antennes

émettrices. Une antenne est configurée de manière à former une succession de boucles d'inductions dans la direction de la voie, chaque boucle présentant une dimension longitudinale qui correspond à une consigne de vitesse pour le train circulant au-dessus de cette boucle.

[0017] Le basculement d'un interrupteur commandé pour appliquer un courant d'alimentation continu à l'une ou l'autre des antennes émettrices du tapis permet de sélectionner le profil de consigne de vitesse avec lequel on souhaite piloter le train.

[0018] Un train est équipé d'une antenne de réception et d'un circuit de régulation permettant de détecter le défilement des boucles d'induction de l'antenne émettrice alimentée et de réguler la vitesse du train pour que ce défilement s'effectue à une cadence régulière.

[0019] L'invention a donc pour but de palier les problèmes affectant les systèmes de localisation mises en oeuvre dans les architectures ATC.

[0020] Pour cela, l'invention a pour objet un système de localisation des trains le long des voies d'un réseau ferroviaire pour une architecture de contrôle automatique des trains, comportant :

- au sol, une pluralité de tapis disposés les uns à la suite des autres le long de la voie, chaque tapis comportant un circuit de contrôle et une antenne émettrice connectée au circuit de contrôle, l'antenne émettrice étant conformée pour définir, sur la totalité du tapis, une pluralité de boucles d'induction selon la direction de la voie, le circuit de contrôle étant propre à appliquer en entrée de l'antenne émettrice un signal d'alimentation en courant intégrant un identifiant dudit tapis ; et,
- à bord de chaque train autorisé à circuler sur la voie, une antenne de réception propre à générer un signal de réception corrélé au signal d'alimentation de l'antenne émettrice, et un calculateur de bord connecté à l'antenne de réception, propre à analyser le signal de réception de manière à en extraire l'identifiant du tapis à l'aplomb duquel ladite antenne de réception se situe et à comptabiliser un nombre de boucles d'induction détectées depuis le dernier changement d'identifiant, ledit identifiant et ledit nombre de boucles d'induction détectées permettant de déterminer la position instantanée du train.

[0021] Suivant des modes particuliers de réalisation, le système comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le système comporte plusieurs circuits de contrôle correspondant à autant de tapis disposés successivement sont regroupés et connectés en série les uns aux autres et avec un calculateur de contrôle situé en bordure de la voie de manière à former un réseau de communication ;
- le calculateur de contrôle d'un groupe de tapis est

propre à modifier l'identifiant (Id) mémorisé par le circuit de commande d'un tapis dudit groupe ;

- les dimensions longitudinales des boucles d'induction d'une antenne émettrice sont constantes sur la totalité de la longueur d'un tapis et, de préférence, constantes d'un tapis à l'autre de manière à ce que les tapis soient des tapis standards ;
- un circuit de contrôle d'un tapis est relié à une ligne d'alimentation en puissance électrique circulant le long du tapis, les lignes d'alimentation d'une pluralité de tapis successifs étant connectées entre elles et à une source de puissance électrique ;
- un tapis comporte une unique antenne émettrice ;
- le circuit de contrôle est propre à appliquer à l'antenne émettrice un courant comportant une porteuse et une modulation, la modulation correspondant à l'identifiant du tapis ; et
- le calculateur de bord d'un train stocke une cartographie du réseau associant une position à chaque boucle d'induction de chaque tapis.

[0022] 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 non limitatif, cette description étant faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique de l'architecture de contrôle automatique de la circulation d'un train le long d'une voie comportant le système de localisation des trains selon l'invention ;
- la figure 2 est une représentation schématique, en vue de dessus, de la voie de la figure 1 équipée du système de localisation des trains selon l'invention ;
- la figure 3 est une représentation schématique en vue de dessus d'un tapis appartenant au système de localisation des trains selon l'invention ; et,
- la figure 4 est une représentation schématique d'un circuit de contrôle équipant le tapis de la figure 3.

[0023] Sur la figure 1, un train 1 circule le long d'une voie ferrée 2 d'un réseau ferroviaire.

[0024] La voie 2 est constituée de deux fils de rails 3 et 4 maintenues par une pluralité de traverses 5, comme cela est représenté sur la figure 2. La voie 2 s'étend selon une direction D.

[0025] L'architecture de contrôle automatique des trains 10 comporte un système de localisation des trains 12 le long de la voie comportant une composante au sol 20 et une composante embarquée 70.

[0026] Par ailleurs l'architecture 10 comporte une infrastructure de radiocommunication 14 pour la communication bord/sol et un ensemble de calculateurs 16 au sol, propres à contrôler le déplacement du train.

[0027] L'architecture de contrôle automatique des trains 10 met par exemple en oeuvre un système ATO, pour « Automatic Train Operation », couplé à un système ATC/ATP, pour « Automatic Train Control / Automatic

Train Protection ».

[0028] La composante au sol 20 du système de localisation des trains 12 comporte une pluralité de tapis 22, disposés entre les fils de voies 3 et 4, par exemple fixés aux traverses 5 de la voie 2.

[0029] Comme représenté sur la figure 3, un tapis 22 présente une forme parallélépipédique, dont la longueur L est bien supérieure à la largeur l et à l'épaisseur e du tapis 22.

[0030] Par exemple la longueur d'un tapis 22 est de l'ordre de la centaine de mètres, tandis que la largeur et l'épaisseur d'un tapis 22 sont de l'ordre de la dizaine de centimètres.

[0031] Un tapis 22 comporte une extrémité amont 33 et une extrémité aval 34 selon la direction D de la voie.

[0032] Un tapis 22 comporte, pris en sandwich entre deux couches en un matériau caoutchouteux de protection, une antenne d'émission 25, un circuit de contrôle 26, une ligne d'alimentation 28 et un câble réseau 29.

[0033] L'antenne 25 est conformée pour former, entre ses bornes d'extrémité, 34 et 36, une pluralité de boucles d'induction 37 disposées les unes à la suite des autres selon la direction D de la voie, depuis l'extrémité amont 33 jusqu'à l'extrémité aval 34 du tapis 22.

[0034] Les boucles d'induction 37 sont identiques entre elles. Elles présentent en particulier une longueur L0 identique.

[0035] Comme représenté sur la figure 4, le circuit de contrôle 26 comporte une carte réseau 41, un module 42 d'alimentation du circuit 26 en puissance électrique, une mémoire 43, comportant notamment un identifiant Id du circuit 26 et par conséquent du tapis 22 correspondant, et un module 44 de génération d'un signal destiné à être appliqué à l'antenne 25.

[0036] Le module 41 comporte un port d'entrée 45 et un port de sortie 46. Le port d'entrée 45 est connecté à une portion d'entrée du câble réseau 29. L'extrémité distale de cette portion d'entrée de câble réseau 29 étant reliée à un connecteur réseau mâle 55 situé sur l'extrémité amont 33 du tapis 22.

[0037] Le port de sortie 46 du module 41 est connecté à une portion de sortie du câble réseau 29. L'extrémité distale de cette portion de sortie du câble réseau 29 est connectée à un connecteur femelle 56 prévu sur l'extrémité aval 34 du tapis 22.

[0038] Le module 42 d'alimentation en puissance électrique est connecté par une première borne 49 à la ligne 28 et par une seconde borne à une masse. La ligne 28 comporte un connecteur mâle 58 du côté de l'extrémité amont 33 du tapis 22 et un connecteur femelle 59 sur l'extrémité aval 34 du tapis 22.

[0039] Le module 44 de génération d'un signal comporte deux bornes de sortie, 47 et 48, qui sont respectivement connectées aux bornes 35 et 36 de l'antenne 25.

[0040] Le module 44, alimenté par le module 42, est propre à générer un signal en courant comportant une porteuse et une modulation de cette porteuse. La modulation, qui peut être en fréquence, en amplitude ou en

phase, dépend de l'identifiant Id du tapis correspondant.

[0041] Dans le présent mode de réalisation, la porteuse, de fréquence F0, par exemple égale à environ 200 kHz, est modulée en fréquence en fonction de l'identifiant Id mémorisé dans la mémoire 43. Ainsi, le signal émis par l'antenne 25 intègre l'identifiant Id du tapis 22.

[0042] D'autres mode de réalisation son envisageable de manière à ce que signal émis par l'antenne 25 soit spécifique du tapis 22 considéré. Par exemple, en variante, le signal généré par le module 44 est un signal modulé en amplitude.

[0043] Les tapis 22 sont avantageusement identiques les uns aux autres de manière à en standardiser la production, à simplifier l'approvisionnement sur le site et l'implantation.

[0044] Comme représenté sur la figure 2, les tapis 22 sont disposés les uns à la suite des autres, de sorte que l'extrémité aval 34 d'un tapis soit en contact de l'extrémité amont 33 du tapis suivant.

[0045] Deux tapis consécutifs sont connectés l'un à l'autre de manière à associer les connecteurs mâle et femelle 55 et 56 des câbles réseau 29 des deux tapis et les connecteurs mâle et femelle 58 et 59 des lignes d'alimentation 28 des deux tapis.

[0046] N tapis 22 successifs sont associés entre eux de manière à former un groupe de tapis. Le nombre de tapis par groupe peut varier en fonction de la section de la voie concernée : section rectiligne longue (entre deux stations), section rectiligne courte (le long d'un quai en station), aiguille, etc.

[0047] Le câble réseau 29 de chacun des tapis situés à l'extrémité d'un groupe de tapis sont connectés non pas au câble réseau du tapis voisin, mais à un calculateur de contrôle 60 situé en bord de voie et dédié au contrôle des N tapis 22 constitutifs du groupe. Ainsi, les différents circuits de contrôle 26 des tapis d'un groupe forment, avec le calculateur 60, un réseau 61.

[0048] De préférence la topologie du réseau 61 est en anneau de manière à offrir une plus grande fiabilité dans la détection d'une discontinuité dans le système.

[0049] Ainsi, dans le réseau 61, les différents circuits de contrôle 26 sont placés en série les uns des autres, dans une configuration dite « DAISY CHAIN ». Dans cette configuration, un message de données émis par le calculateur 60 sur le réseau 91 est reçu sur le port d'entrée d'un premier circuit 26. Si le message est adressé à ce premier circuit 26, celui-ci le traite. En revanche, si ce message n'est pas adressé au premier circuit 26, celui-ci le réémet sur son port de sortie à destination du second circuit 26. Le message est ainsi propagé, de proche en proche, jusqu'à arriver à son destinataire. Cette configuration permet de se dispenser d'amplificateur de signaux le long du réseau 61, qui peut par conséquent être de grande dimension.

[0050] Le calculateur 60 est propre à communiquer avec un circuit 26 de manière à acquérir un état de fonctionnement de ce circuit 26 et éventuellement, par exemple en cas de reconfiguration du système 12, d'attribuer

au circuit 26 un nouvel identifiant Id à stocker dans sa mémoire 43.

[0051] Les lignes d'alimentation 28 des tapis sont connectées en série et, par exemple à l'extrémité d'un groupe de tapis, à une source d'alimentation 62, propre à maintenir les lignes 28 à un potentiel de référence.

[0052] Il est à noter que l'implantation de la composante sol 20 du système 12 est particulièrement simple, puisqu'il s'agit de fixer les tapis sur la voie 2 et de les connecter successivement. Les câbles réseau et éventuellement d'alimentation ne doivent être passés sous un fil de rail que tous les N tapis. Le déploiement du présent système de localisation peut aussi bien être envisagé sur de nouvelles voies, que sur des voies existantes.

[0053] Côté composante embarquée 70 du système de localisation des trains 12, le train 1 est muni d'une antenne réceptrice 75 connectée à un calculateur de bord 76.

[0054] Le calculateur de bord 76 est connecté à un module de radiocommunication 77 propre à communiquer vers des points d'accès 80 de l'infrastructure de radiocommunication 14.

[0055] L'antenne réceptrice 75 est placée sous la caisse du train 1, par exemple à l'avant de la première voiture constituant le train 1. Dans un mode de réalisation simple, l'antenne réceptrice comporte une boucle conductrice.

[0056] Lorsque l'antenne émettrice 25 est alimentée, chacune des boucles 37 crée un champ magnétique dirigé sensiblement verticalement. Dans un mode de réalisation de l'antenne émettrice 25, le fil conducteur de l'antenne est configuré pour que si à l'instant courant le champ magnétique généré par une boucle est dirigé vers le haut, le champ magnétique généré par les deux boucles voisines sera dirigé vers le bas.

[0057] Le flux du champ magnétique généré par l'antenne émettrice 25 à travers l'antenne réceptrice 75 induit un courant entre les bornes de l'antenne réceptrice 75.

[0058] Les dimensions de l'antenne réceptrice 75 étant similaires à celles d'une boucle 37, le courant aux bornes de l'antenne réceptrice 75 est maximum lorsque l'antenne réceptrice 75 se situe exactement au-dessus d'une boucle de l'antenne émettrice 25.

[0059] Le flux s'inversant d'une boucle à l'autre de l'antenne émettrice 25, le courant aux bornes de l'antenne réceptrice 75 change de signe lorsque l'antenne réceptrice 75 se déplace d'une boucle à l'autre de l'antenne émettrice 25.

[0060] Il est à noter que la portée du champ magnétique généré étant réduite, la distance entre les antennes 25 et 75 ne doit pas dépasser environ 20 cm. Ceci présente l'avantage que le système de localisation des trains 12 est très peu sensible aux interférences. Il en crée également très peu.

[0061] Le signal généré en sortie de l'antenne réceptrice 75 correspond ainsi au signal appliqué à l'antenne émettrice 45.

[0062] Le calculateur 76 est propre à extraire du signal en sortie de l'antenne réceptrice 75, l'identifiant Id du

tapis 22 à l'aplomb duquel se situe l'antenne réceptrice 75.

[0063] Le calculateur 76 est propre à compter le nombre de boucles d'induction de l'antenne émettrice 25 au-dessus desquelles l'antenne réceptrice 75 est passée, depuis le dernier changement d'identifiant de tapis, c'est-à-dire depuis le passage de l'antenne réceptrice 75 au-dessus d'un nouveau tapis. Ce comptage s'effectue en déterminant le nombre d'inversion du signe du courant généré en sortie de l'antenne réceptrice 75.

[0064] A partir de l'identifiant Id de tapis 22 et du nombre de boucles d'induction 37 croisées depuis l'extrémité amont 33 de ce tapis 22, le calculateur 76 est propre à déterminer la position de l'antenne réceptrice 75 le long de la voie, et par conséquent celle du train 1. Pour ce faire, le calculateur 76 comporte une cartographie du réseau associant à chaque boucle 37 de chaque tapis 22 du système 12 une position précise le long de la voie 2.

[0065] La précision du positionnement du train 1 dépend de la longueur L0 de chaque boucle d'induction de l'antenne émettrice 25 mais également de la forme de l'antenne réceptrice 75. Des précisions de positionnement de l'ordre de quelques centimètres peuvent être atteintes en adaptant la forme des antennes 25, 75.

[0066] Une fois que le calculateur 76 a déterminé la position instantanée du train, il la transmet au calculateur au sol 16 via le module de radiocommunication 77 et l'infrastructure 14.

[0067] Au sol, à partir de cette information de position instantanée du train 1, le calculateur 16 est propre à déterminer une route pour le train 1, une autorisation de mouvement pour le train 1 le long de cette route, mais aussi un profil de vitesse pour le train 1 compte tenu de cette autorisation de mouvement.

[0068] Pour ce faire, le calculateur 16 utilise différentes informations notamment liées à la topologie de la voie : subdivision de la voie en section, état d'occupation de chaque section, mission du train, vitesse maximale autorisée, gradients de la voie, rayon de courbure de la voie, etc.

[0069] Une fois un profil de vitesse calculé pour le train 1, celui-ci est transmis au calculateur de bord 76 du train 1 via l'infrastructure de communication 14 et le module de radiocommunication 77. Le calculateur 76 est alors propre à réguler la vitesse du train 1 en fonction de sa position instantanée et conformément au profil de vitesse qui lui a été transmis.

[0070] Ainsi grâce à la composante au sol 20 du système de localisation des trains 12, le train 1 peut déterminer facilement sa position instantanée. Il peut donc déterminer une consigne de vitesse à chaque instant, indiquée par un profil de vitesse qui lui a été transmis par le calculateur 16, ce dernier pouvant déterminer un profil de vitesse pour le train 1 compte tenu du rapport de position émis par le train 1.

[0071] Dans le mode de réalisation venant d'être décrit, les calculs permettant d'obtenir un profil de vitesse sont réalisés non plus à bord du train, mais par un cal-

culateur au sol. Ceci est rendu possible puisque le profil de vitesse peut être simplement exprimé dans le référentiel des tapis de localisation utilisés par le train pour connaître précisément et à chaque instant sa position, les tapis constituant une sorte de graduation de la voie. [0072] Ainsi le calculateur de bord 76 d'un train présente des capacités de calcul réduites par rapport aux calculateurs de bord de l'état de la technique, les capacités de calcul étant déportés vers le sol.

Revendications

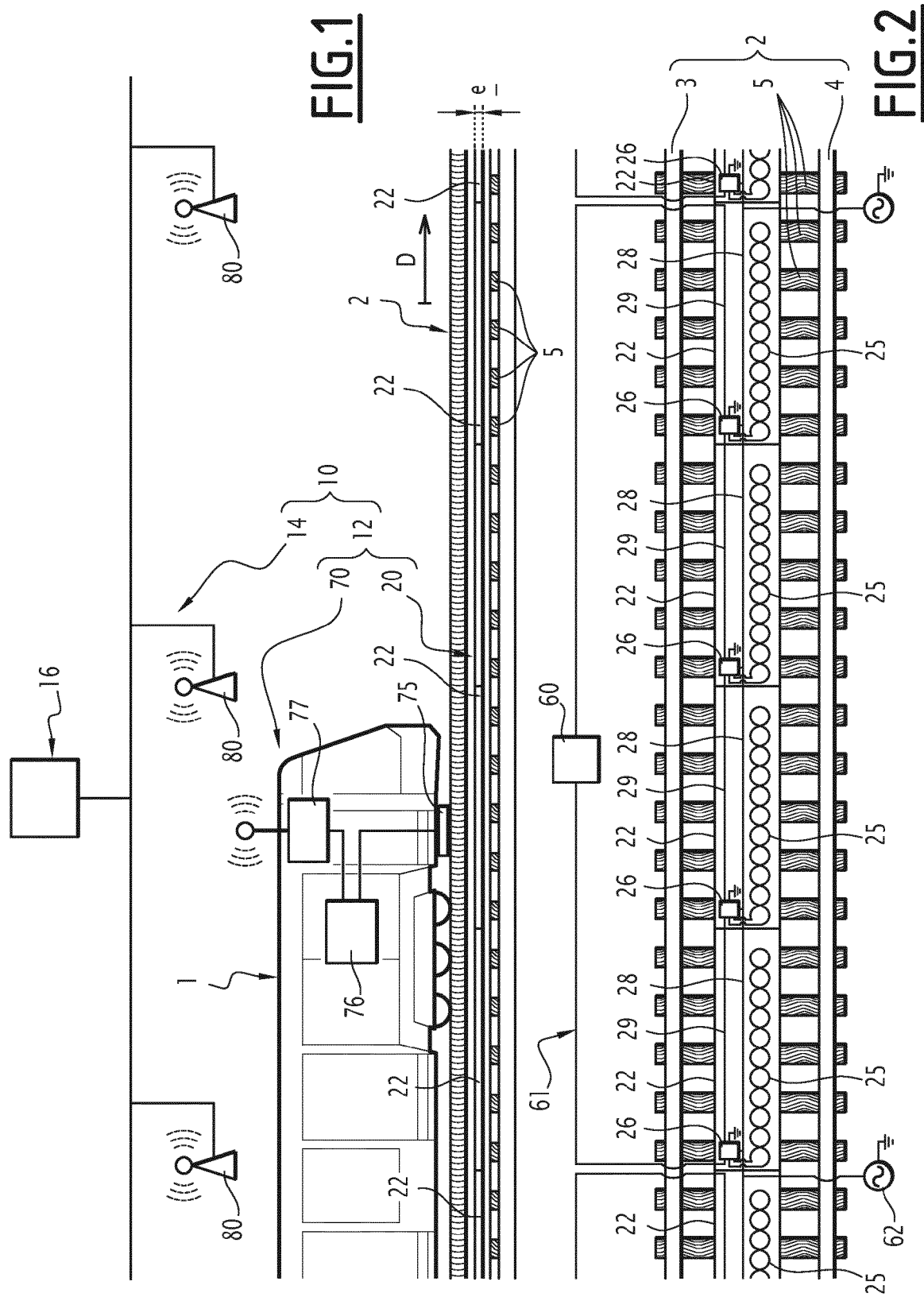
1. Système de localisation des trains (12) le long des voies (2) d'un réseau ferroviaire pour une architecture de contrôle automatique des trains, comportant :

- au sol, une pluralité de tapis (22) disposés les uns à la suite des autres le long de la voie, chaque tapis comportant un circuit de contrôle (26) et une antenne émettrice (25) connectée au circuit de contrôle, l'antenne émettrice étant conformée pour définir, sur la totalité du tapis, une pluralité de boucles d'induction (37) selon la direction (D) de la voie, le circuit de contrôle étant propre à appliquer en entrée de l'antenne émettrice un signal d'alimentation en courant intégrant un identifiant (Id) dudit tapis ; et,
- à bord de chaque train (1) autorisé à circuler sur la voie, une antenne de réception (75) propre à générer un signal de réception corrélé au signal d'alimentation de l'antenne émettrice, et un calculateur de bord (76) connecté à l'antenne de réception, propre à analyser le signal de réception de manière à en extraire l'identifiant du tapis à l'aplomb duquel ladite antenne de réception se situe et à comptabiliser un nombre de boucles d'induction détectées depuis le dernier changement d'identifiant, ledit identifiant et ledit nombre de boucles d'induction détectées permettant de déterminer la position instantanée du train.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel plusieurs circuits de contrôle (26) correspondant à autant de tapis (22) disposés successivement sont regroupés et connectés en série les uns aux autres et avec un calculateur de contrôle (60) situé en bordure de la voie (2) de manière à former un réseau de communication (61).

3. Système selon la revendication 2, dans lequel le calculateur de contrôle (60) d'un groupe de tapis est propre à modifier l'identifiant (Id) mémorisé par le circuit de commande (26) d'un tapis (22) dudit groupe.

4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les dimensions longitudinales (L0) des boucles d'induction (37) d'une antenne émettrice (25) sont constantes sur la totalité de la longueur (L) d'un tapis (22) et, de préférence, constantes d'un tapis à l'autre de manière à ce que les tapis soient des tapis standards.
5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un circuit de contrôle (26) d'un tapis (22) est relié à une ligne d'alimentation (28) en puissance électrique circulant le long du tapis, les lignes d'alimentation d'une pluralité de tapis successifs étant connectées entre elles et à une source de puissance électrique (62).
6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un tapis (22) comporte une unique antenne émettrice (25).
7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le circuit de contrôle (26) est propre à appliquer à l'antenne émettrice (25) un courant comportant une porteuse et une modulation, la modulation correspondant à l'identifiant (Id) du tapis (22).
8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le calculateur de bord (76) d'un train (1) stocke une cartographie du réseau associant une position à chaque boucle d'induction (37) de chaque tapis (22).



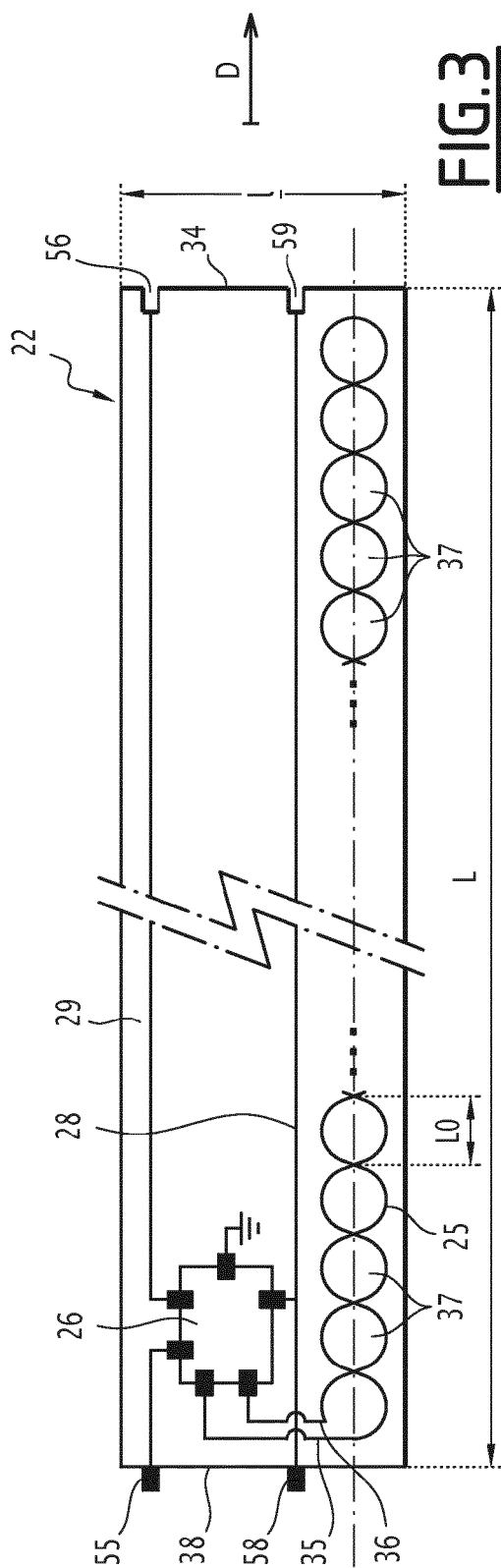


FIG. 3

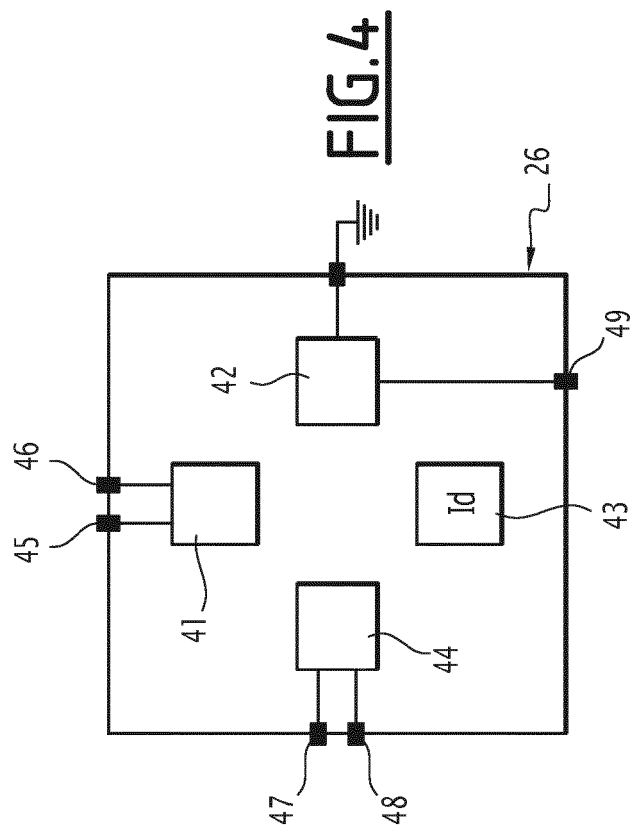


FIG. 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 18 7965

5

10

15

20

25

30

35

40

45

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	FR 2 562 018 A1 (INTERELEC [FR]) 4 octobre 1985 (1985-10-04)	1,4-7	INV. B61L25/02
Y	* page 3, ligne 35 - page 5, ligne 19 * * page 7, ligne 35 - page 9, ligne 9 * * page 10, ligne 5 - ligne 12 * * page 14, ligne 1 - ligne 14 * * figures 1-8 *	2,3,8	B61L3/22 ADD. B61L27/04
Y	FR 2 187 591 A1 (BRITISH RAILWAYS BOARD [GB]) 18 janvier 1974 (1974-01-18) * page 2, ligne 16 - ligne 40; figures 1,3 *	2,3	
Y	EP 2 752 353 A1 (NIPPON SIGNAL CO LTD [JP]) 9 juillet 2014 (2014-07-09) * alinéas [0016], [0017]; figure 1 *	2,3	
A	FR 2 417 424 A1 (MATRA [FR]) 14 septembre 1979 (1979-09-14) * page 2, ligne 27 - ligne 36 * * page 3, ligne 3 - ligne 8 * * page 3, ligne 29 - ligne 36 * * page 4, ligne 28 - ligne 39 * * page 5, ligne 23 - page 6, ligne 13; figures 1-3 *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B61L
A	FR 2 565 190 A1 (MATRA [FR]) 6 décembre 1985 (1985-12-06) * page 4, ligne 15 - page 7, ligne 18 * * page 1, ligne 18 - ligne 27 * * figures 1-3 *	1-8	
Y	WO 2012/168424 A1 (DESBORDES J) 13 décembre 2012 (2012-12-13) * page 14; revendication 14 *	8	
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		18 janvier 2017	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)

50

55



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 18 7965

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	BÄHKER F ET AL: "LZB 80, das Fahrzeuggerät der Linienzugbeeinflussung für die Deutsche Bundesbahn", ETR EISENBAHNTECHNISCHE RUNDschau, HESTRA-VERLAG. DARMSTADT, DE, vol. 35, no. 11, 1 novembre 1986 (1986-11-01), pages 725-728, XP001539830, ISSN: 0013-2845 * alinéa [02.1] - alinéa [02.3] * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	FR 2 641 512 A1 (MATRA TRANSPORT [FR]) 13 juillet 1990 (1990-07-13) * page 4, ligne 29 - page 5, ligne 14 * * page 21, ligne 26 - page 22, ligne 10 * * figures 1-6 *	1	
A	JEAN-PAUL PERRIN: "PILOTAGE AUTOMATIQUE SUR, LE RÉSEAU MÉTROPOLITAIN DE PARIS", AUTOMATISME,, vol. XV, no. 5, 1 mai 1970 (1970-05-01), pages 210-217, XP001390249, * le document en entier * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 18 janvier 2017	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 16 18 7965

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.

18-01-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2562018 A1	04-10-1985	AUCUN	
FR 2187591 A1	18-01-1974	AU 5688473 A CA 980452 A CH 570292 A5 DE 2330366 A1 FR 2187591 A1 GB 1390225 A IT 989171 B JP S4949315 A US 3888437 A ZA 7303936 B	19-12-1974 23-12-1975 15-12-1975 03-01-1974 18-01-1974 09-04-1975 20-05-1975 13-05-1974 10-06-1975 29-05-1974
EP 2752353 A1	09-07-2014	CA 2850488 A1 CN 103826961 A EP 2752353 A1 JP 2013075625 A KR 20140069309 A US 2014209753 A1 WO 2013047448 A1	04-04-2013 28-05-2014 09-07-2014 25-04-2013 09-06-2014 31-07-2014 04-04-2013
FR 2417424 A1	14-09-1979	AUCUN	
FR 2565190 A1	06-12-1985	BR 8502589 A FR 2565190 A1 HU 194100 B MX 157050 A	04-02-1986 06-12-1985 28-01-1988 21-10-1988
WO 2012168424 A1	13-12-2012	AU 2012266261 A1 CA 2839984 A1 CN 103733077 A EA 201301322 A1 EP 2718730 A1 ES 2562992 T3 FR 2976355 A1 JP 2014522495 A US 2015008294 A1 WO 2012168424 A1	30-01-2014 13-12-2012 16-04-2014 30-09-2014 16-04-2014 09-03-2016 14-12-2012 04-09-2014 08-01-2015 13-12-2012
FR 2641512 A1	13-07-1990	AUCUN	

EPO FORM P0450

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