



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.09.2020 Bulletin 2020/38

(51) Int Cl.:
B61L 23/14 (2006.01) **B61L 1/12** (2006.01)
B61L 3/14 (2006.01) **B61L 15/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20162861.7**

(22) Date de dépôt: **12.03.2020**

(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

(72) Inventeurs:
• **DESCURES, Jean-Marc**
17340 CHATELAILLON-PLAGE (FR)
• **AIMARD, Pascal**
17690 ANGOULINS SUR MER (FR)
• **GABUCCI, Stéphane**
17220 LA JARNE (FR)

(30) Priorité: **15.03.2019 FR 1902708**

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

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

(54) **PROCÉDÉ DE CIRCULATION D'UN VÉHICULE FERROVIAIRE SUR UNE VOIE FERRÉE ET PROCÉDÉ D'EXPLOITATION D'UNE TELLE VOIE FERRÉE**

(57) L'invention a pour objet un procédé de circulation d'un véhicule ferroviaire (20) sur un ensemble de portions (15A, 15B, 15C) de voie ferrée (15), le procédé comportant des étapes de :
- génération d'une tension électrique présentant la valeur de circulation entre chaque caténaire (30) d'une portion de circulation (15A) et une masse électrique, une tension électrique entre chaque caténaire (30) d'une portion tampon (15B) et la masse électrique présentant une valeur

tampon strictement inférieure à la valeur de circulation,
- comparaison à un seuil de tension inférieur à la valeur de circulation de la valeur de la tension électrique entre au moins une caténaire (30) de la portion tampon (15B) et la masse électrique de la portion tampon (15B), et
- lorsque la valeur mesurée est inférieure ou égale au seuil de tension, transmission d'une commande de freinage (F3) du véhicule (20).

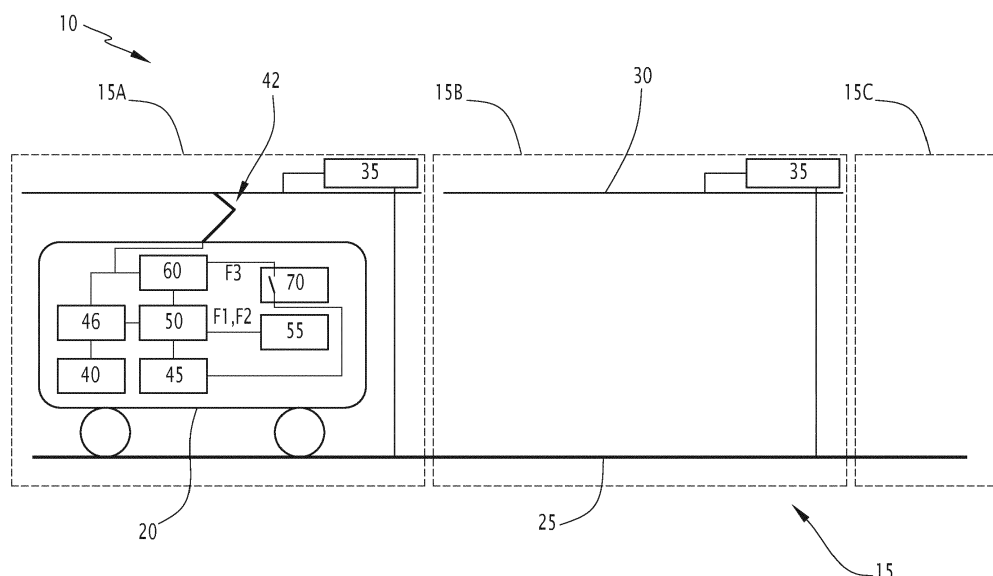


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de circulation d'un véhicule ferroviaire sur une voie ferrée. La présente invention concerne également un procédé d'exploitation d'une voie ferrée.

[0002] Lors de la mise en service d'un nouveau type de véhicule ferroviaire, il est fréquemment procédé à une phase de test dans laquelle le véhicule circule sur une portion de test spécifique de la voie ferrée. Lors de cette phase de test, la portion est délimitée par des équipements de signalisation spécifiques permettant au conducteur du véhicule de détecter que le véhicule approche de l'extrémité de la portion de test. Cependant, en cas de défaillance du conducteur, le véhicule est susceptible de dépasser cette extrémité et de provoquer un accident en s'engageant sur une autre portion de la voie, par exemple sur une portion sur laquelle d'autres véhicules circulent ou encore sur une portion non complétée de la voie.

[0003] Afin de pallier une éventuelle défaillance du conducteur, des dispositifs de sécurité additionnels sont en général intégrés à la voie ferrée, notamment des taquets dérailleurs qui provoquent le déraillement du véhicule à sa sortie de la portion de test. Toutefois, ces taquets dérailleurs ne sont pas efficaces lorsque le véhicule circule à grande vitesse. En outre, le déraillement qu'ils provoquent est susceptible de causer des dégâts importants au véhicule, qu'il est ensuite nécessaire de réparer. En outre, l'utilisation de ces équipements est une contrainte importante puisqu'elle nécessite de mettre en place physiquement la voie avec ces dispositifs.

[0004] Il existe donc un besoin pour un procédé de circulation d'un véhicule sur une voie ferrée qui permette d'assurer que le véhicule ne pénètre pas dans une portion interdite de la voie même en cas de défaillance du conducteur, et qui soit plus simple à mettre en oeuvre que les procédés de l'état de la technique.

[0005] A cet effet, il est proposé un procédé de circulation d'un véhicule ferroviaire sur une voie ferrée, la voie ferrée étant divisée en un ensemble de portions, l'ensemble de portions de voie ferrée comportant une portion de circulation, une portion interdite au véhicule ferroviaire et une portion tampon délimitée par la portion de circulation et par la portion interdite, chacune de la portion de circulation et de la portion tampon comportant au moins une caténaire propre à alimenter le véhicule ferroviaire avec une tension électrique présentant une valeur de circulation lorsque le véhicule ferroviaire circule sur la portion considérée, la tension électrique étant mesurée entre la caténaire et une masse électrique de la portion considérée, le véhicule ferroviaire comportant un dispositif de commande et un module de freinage configuré pour freiner le véhicule ferroviaire, le procédé comportant successivement des étapes de :

- génération d'une tension électrique présentant la valeur de circulation entre chaque caténaire de la por-

tion de circulation et la masse électrique de la portion de circulation, une tension électrique entre chaque caténaire de la portion tampon et la masse électrique de la portion tampon présentant une valeur tampon strictement inférieure à la valeur de circulation lors de l'étape de génération,

- circulation du véhicule ferroviaire dans la portion de circulation, le véhicule ferroviaire étant alimenté électriquement avec une tension présentant la valeur de circulation et se déplaçant en direction de la portion tampon,
- sortie du véhicule ferroviaire de la portion de circulation et entrée du véhicule ferroviaire sur la portion tampon,
- comparaison à un seuil de tension prédéterminé, par le dispositif de commande, de la valeur de la tension électrique entre au moins une caténaire de la portion tampon et la masse électrique de la portion tampon, le seuil de tension étant strictement inférieur à la valeur de circulation,
- lorsque la valeur mesurée est inférieure ou égale au seuil de tension, transmission au module de freinage, par le dispositif de commande, d'une première commande de freinage du véhicule ferroviaire, la première commande étant notamment une commande de freinage d'urgence, et
- arrêt du véhicule ferroviaire.

[0006] Selon des modes de réalisation particuliers, le procédé comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- l'étape de transmission comprend une étape de temporisation présentant une durée temporelle prédéterminée, la commande de freinage étant transmise par le dispositif de commande seulement si la valeur mesurée est inférieure ou égale au seuil de tension pendant l'intégralité de l'étape de temporisation.
- la durée temporelle prédéterminée est comprise entre 5 secondes et 20 secondes.
- la valeur tampon est égale à zéro volt.
- l'étape de génération comprend la génération d'une tension électrique présentant la valeur de circulation entre chaque caténaire de chaque portion et la masse électrique de la portion considérée et une étape d'interruption de la tension électrique générée entre chaque caténaire de la portion tampon et la masse électrique de la portion tampon.
- le véhicule ferroviaire comporte des moyens de commande actionnables par un opérateur pour transmettre au module de freinage une deuxième commande de freinage du véhicule ferroviaire, le module de freinage étant configuré pour mettre en oeuvre une étape de freinage du véhicule ferroviaire suite à la réception de la deuxième commande de freinage, la transmission de la première commande de freinage étant inhibée pendant l'étape de freinage.

- l'étape de comparaison comprend la mesure d'une vitesse du véhicule ferroviaire par rapport à la voie ferrée, l'étape de transmission étant inhibée si la vitesse est inférieure ou égale à un seuil de vitesse prédéterminé.
- le véhicule comporte au moins un premier module de commande propre à générer une tension électrique de commande et un deuxième module de commande propre à transmettre la tension électrique de commande au module de freinage, le deuxième module de commande comportant au moins un interrupteur configuré pour transmettre la tension électrique de commande au module de freinage, le module de freinage étant configuré pour freiner le véhicule lorsque la tension électrique de commande est interrompue, l'étape de transmission comportant l'ouverture de l'interrupteur du deuxième module de commande.
- au cours de l'étape d'arrêt, le véhicule ferroviaire est arrêté avant de pénétrer sur la portion interdite.

[0007] Il est également proposé un procédé d'exploitation d'une voie ferrée comportant une phase d'essais et une phase d'exploitation, la phase d'essais comportant la mise en œuvre d'un procédé de circulation tel que précédemment défini, la phase d'exploitation comportant des étapes de :

- alimentation des caténaires de chaque portion de la voie ferrée avec une tension électrique présentant la valeur de circulation, et
- circulation du véhicule ferroviaire sur la portion de circulation, sur la portion tampon et sur la portion interdite.

[0008] Des caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

[Fig 1] la figure 1 est une représentation schématique d'un réseau ferré comportant une voie ferrée et un véhicule ferroviaire circulant sur la voie, et

[Fig 2] la figure 2 est un ordinogramme des étapes d'un procédé de circulation du véhicule de la figure 1 sur la voie ferrée.

[0009] Un réseau ferré 10 est représenté sur la figure 1. Le réseau ferré 10 comporte une voie ferrée 15 et un véhicule ferroviaire 20.

[0010] La voie ferrée 15 est divisée en un ensemble de portions 15A, 15B, 15C.

[0011] L'ensemble de portions comprend une portion de circulation 15A, au moins une portion tampon 15B et au moins une portion interdite 15C.

[0012] Selon l'exemple représenté sur la figure 1, la voie ferrée 15 comprend une portion de circulation 15A, une unique portion tampon 15B et une unique portion

interdite 15C. En variante, la voie ferrée 15 comprend une portion de circulation 15A, deux portions tampon 15B et deux portions interdites 15C. Toutefois, le nombre de portions tampon 15B et de portions interdites 15C est susceptible de varier, par exemple si la portion de circulation 15A comporte un ou plusieurs embranchements.

[0013] Chaque portion 15A, 15B, 15C comporte des rails 25 de guidage du véhicule 20 et un ensemble de caténaires 30. Selon une variante, la portion interdite 15C est dépourvue de rails 25 et/ou de caténaires 30.

[0014] La portion de circulation 15A est une portion de la voie ferrée 15 sur laquelle le véhicule 20 est destiné à circuler. Par exemple, la portion de circulation 15A est une portion de la voie ferrée 15 sur laquelle le véhicule 20 est destiné à effectuer des essais avant la mise en service commercial du véhicule 20.

[0015] Chaque portion tampon 15B est interposée entre la portion de circulation 15A et une portion interdite 15C. En particulier, chaque portion tampon 15B est telle que le véhicule 20 traverse la portion tampon 15B lorsque le véhicule 20 atteint la portion interdite 15C correspondante depuis la portion de circulation 15A. Par exemple, chaque portion tampon 15B est délimitée par la portion de circulation 15A et une portion interdite 15C.

[0016] Une longueur totale de la portion tampon 15B est, par exemple, comprise entre 5 kilomètres (km) et 10 km.

[0017] Chaque portion interdite 15C est une portion de la voie ferrée 15 de laquelle le véhicule 20 est prévu pour rester à l'écart. Par exemple, la portion interdite 15C est une portion inachevée de la voie ferrée 15, notamment une portion en travaux. En variante, la portion interdite 15C est une portion dans laquelle des véhicules 20 circulent, notamment des véhicules 20 d'un type différent du véhicule 20 circulant sur la portion de circulation 15A.

[0018] Chaque rail 25 est configuré pour guider le véhicule 20 lorsque le véhicule 20 circule dans la portion 15A, 15B, 15C correspondante, par exemple lorsque le véhicule ferroviaire 20 roule sur les rails 25.

[0019] Une unique caténaire 30 a été représentée sur la figure 1. Il est à noter que le nombre de caténaires 30 de chaque portion 15A, 15B, 15C est susceptible de varier.

[0020] Chaque caténaire 30 est configurée pour alimenter le véhicule 20 avec une tension électrique lorsque le véhicule 20 circule sur la portion 15A, 15B, 15C de la voie ferrée considérée. Par exemple, la voie ferrée 15 comporte une installation électrique propre à générer une tension électrique et à imposer la tension électrique générée entre la caténaire 30 et une masse électrique de la portion 15A, 15B, 15C considérée.

[0021] Selon l'exemple représenté sur la figure 1, la voie ferrée 15 comporte, pour chaque caténaire 30 de chaque portion 15A, 15B, 15C, une source de tension 35 configurée pour imposer la tension entre la caténaire 30 et la masse électrique. Il est à noter que le nombre de sources de tension 35 est susceptible de varier, par exemple si des caténaires 30 de plusieurs portions 15A,

15B, 15C sont susceptibles d'être connectées à une même source de tension 35. Selon une variante envisageable, la portion interdite 15C est dépourvue de source de tension 35 associée.

[0022] Chaque source de tension 35 est, notamment, configurée pour imposer une valeur de tension à la tension électrique générée. Par exemple, la source de tension 35 est configurée pour faire varier la tension électrique entre la masse et la caténaire 30 entre zéro volt et une valeur de circulation.

[0023] Selon un mode de réalisation, chaque portion 15A, 15B, 15C comporte plusieurs caténaires 30, la source de tension 35 étant propre à générer une tension multiphasée, notamment triphasée, dont une phase est imposée à chaque caténaire 30. Il est à noter que les caractéristiques des tensions imposées aux différentes caténaires 30 sont susceptibles de varier.

[0024] La valeur de circulation est une valeur de tension choisie pour permettre au véhicule 20 de circuler sur la voie ferrée 15 lorsque le véhicule 20 est alimenté, par une caténaire 30, avec une tension électrique présentant la valeur de circulation. La valeur de circulation est, par exemple supérieure ou égale à 10000 volts, notamment égale à 25000 volts. Toutefois, la valeur de circulation est susceptible de varier.

[0025] La masse électrique de chaque portion 15A, 15B, 15C est, par exemple, un rail 25. En variante, la masse électrique est un conducteur électrique tel qu'une caténaire, un troisième rail ou encore le sol.

[0026] Le véhicule ferroviaire 20 est configuré pour circuler sur la voie ferrée 15, notamment pour rouler sur les rails 25. En outre, le véhicule ferroviaire 20 est configuré pour se déplacer par rapport aux rails 25 lorsque le véhicule ferroviaire 20 est alimenté par une caténaire 30 avec une tension électrique présentant la valeur de circulation correspondante.

[0027] Le véhicule ferroviaire 20 comporte au moins un moteur électrique 40, au moins un pantographe 42, un module de freinage 45, un module de pilotage 46, un module de contrôle 50, des moyens de commande 55, et un dispositif de commande comportant, par exemple, un premier module de commande 60 et un deuxième module de commande 70.

[0028] Chaque moteur électrique 40 est configuré pour propulser le véhicule 20, par exemple par entraînement de roues du véhicule 20, lorsque le moteur 40 est alimenté par le module de pilotage 46 avec une tension électrique présentant la valeur de circulation.

[0029] Chaque pantographe 42 est configuré pour venir en appui contre le ou les caténaires 30 de la portion de voie ferrée 15A, 15B, 15C dans laquelle le véhicule 20 circule. Chaque pantographe 42 est, en outre, propre à transmettre une tension électrique de chaque caténaire 30 au moteur 40 (via le module de pilotage 46). Par exemple, le pantographe 42 est configuré pour relier électriquement le module de pilotage 46 à la caténaire 30, une autre borne du module de pilotage 46 étant reliée à la masse électrique.

[0030] Le module de freinage 45 est configuré pour ralentir le véhicule 20, notamment pour arrêter le véhicule 20. Par exemple, le module de freinage 45 comporte un ensemble de freins, par exemple des freins à disque, et un ou plusieurs actionneurs propres à actionner les freins en fonction de commandes transmises par les moyens de commande 55, via le module de contrôle 50. Le module de freinage 45 comporte, par exemple, un module d'actionnement et des moyens d'actionnement, tels qu'un moteur ou des moyens pneumatiques ou hydrauliques, des freins, les moyens d'actionnement étant commandés par le module d'actionnement en fonction des commandes de freinage reçues.

[0031] Le module de freinage 45 est, notamment, configuré pour mettre en œuvre un freinage d'urgence. Le freinage d'urgence est un mode de freinage spécifique du véhicule garantissant un niveau d'effort maximum possible et permettant d'avoir une distance d'arrêt minimale.

[0032] Les moyens de commande 55 sont actionnables par un opérateur. En particulier, les moyens de commande 55 sont configurés pour permettre à l'opérateur, notamment au conducteur du véhicule 20, de transmettre une première commande de freinage F1 au module de freinage 45 via le module de contrôle 50. Cette première commande de freinage F1 est, par exemple, une commande de freinage présentant une amplitude susceptible d'être contrôlée par l'opérateur, le module de freinage 45 étant propre à exercer sur les roues une force de freinage dépendant de l'amplitude de la première commande de freinage F1.

[0033] En particulier, le module de freinage 45 est configuré pour mettre en œuvre une étape de freinage du véhicule 20 suite à la réception de la première commande de freinage F1.

[0034] Les moyens de commande 55 comportent, par exemple, une pédale, ou encore une manette, déplaçable par l'opérateur, l'amplitude de cette première commande F1 étant fonction de l'amplitude du déplacement des moyens de commande 55.

[0035] Les moyens de commande 55 sont configurés pour générer une deuxième commande de freinage F2 appelée commande de freinage d'urgence et pour transmettre cette deuxième commande F2 au module de freinage 45 (via le module de contrôle 50).

[0036] Le dispositif de commande est, notamment, un dispositif électronique.

[0037] Le dispositif de commande est configuré pour générer une troisième commande de freinage F3. La troisième commande de freinage F3 est, notamment, une commande destinée à entraîner un freinage du véhicule 20, notamment un freinage d'urgence, par le module de freinage 45 lorsque le module de freinage 45 reçoit la troisième commande de freinage.

[0038] Le premier module de commande 60 est configuré pour mesurer des valeurs de la tension électrique entre au moins une caténaire 30 et la masse électrique de la portion de voie ferrée 15A, 15B, 15C dans laquelle

le véhicule 20 circule, notamment pour mesurer des valeurs de la tension électrique entre chaque caténaire 30 et la masse électrique. Par exemple, le premier module de commande 60 est électriquement connecté au pantographe 42.

[0039] Par exemple, le premier module de commande 60 est configuré pour détecter un événement et pour transmettre un signal de détection de l'événement au deuxième module de commande 70 lorsque l'événement est détecté.

[0040] Le signal de détection est, par exemple, un signal électrique, un signal électromagnétique, notamment radiofréquence, ou encore une action mécanique exercée par le module 60 sur le module 70.

[0041] La troisième commande F3 est alors transmise au module de freinage 45 par le module de commande 70 en réponse de la détection de l'événement par le premier module de commande 60.

[0042] L'événement est, par exemple, une détection, par le premier module de commande 60, qu'une valeur de la tension électrique entre au moins une caténaire 30 et la masse électrique de la portion de voie ferrée 15A, 15B, 15C dans laquelle le véhicule 20 circule est égale à un seuil de tension prédéterminé.

[0043] En variante, l'événement est une détection qu'une valeur de la tension électrique entre au moins une caténaire 30 et la masse électrique de la portion de voie ferrée 15A, 15B, 15C dans laquelle le véhicule 20 circule est inférieure ou égale audit seuil de tension prédéterminé.

[0044] Selon un mode de réalisation, le premier module de commande 60 est configuré pour transmettre un signal électrique, notamment une tension électrique, au module de freinage 45 via le deuxième module de commande 70, le module de freinage 45 étant configuré pour mettre en œuvre un freinage, notamment un freinage d'urgence, en cas d'interruption du signal électrique. Dans ce cas, la troisième commande de freinage F3 comporte une interruption du signal électrique reçu par le module de freinage 45.

[0045] En particulier, le deuxième module de commande 70 comporte un interrupteur, et est configuré pour ouvrir l'interrupteur pour interrompre le signal électrique suite à la réception du signal de détection. L'interrupteur est configuré pour transmettre le signal électrique du premier module de commande 60 au module de freinage 45 lorsque l'interrupteur est fermé, et pour interrompre ce signal électrique lorsque l'interrupteur est ouvert.

[0046] Ainsi, la troisième commande de freinage F3 est, notamment, formée par l'interruption, par le deuxième module de commande 70, du signal électrique transmis par le premier module de commande 60 au module de freinage 45 suite à la réception du signal de détection par le deuxième module de commande 70.

[0047] Il est à noter que, bien que le module de contrôle 50 et les modules de commande 60 et 70 soient décrits ci-dessus comme des modules physiquement distincts les uns des autres, ils sont susceptibles de former une

même installation électrique ou électronique dans laquelle les fonctions de ces modules 50, 60, 70 sont chacune réalisée par une ou plusieurs sous-parties de l'installation.

5 **[0048]** Le module de contrôle 50 et les modules de commande 60, 70 sont, par exemple, réalisés sous la forme d'un ensemble de composants électroniques tels que des relais et/ou des microncontrôleurs, ou encore tels que des composants logiques programmables, des
10 FPGA (de l'anglais « Field Programmable Gate Array ») ou des circuits intégrés dédiés.

[0049] Le module de contrôle 50 et les modules de commande 60 et 70 sont, en variante, réalisés sous forme d'un logiciel, ou d'une brique logicielle, exécutable
15 par un processeur. Dans ce cas, le véhicule 20 comporte une unité de traitement de données comportant un processeur et une mémoire stockant des logiciels dont l'exécution forme le module de contrôle 50 et les modules de commande 60 et 70.

20 **[0050]** Un ordinogramme d'un procédé de circulation du véhicule 20 sur la voie ferrée 15 mis en œuvre par le réseau 10 est représenté sur la figure 2.

[0051] Le procédé de circulation comporte une étape 100 de génération, une étape 110 de circulation, une
25 étape 120 de sortie, une étape 130 de comparaison, une étape 140 de transmission et une étape 150 d'arrêt.

[0052] Lors de l'étape de génération 100, une tension électrique est imposée entre au moins une caténaire 30, par exemple chaque caténaire 30 de la portion de circulation 15A, et la masse électrique correspondante. La
30 tension électrique présente la valeur de circulation.

[0053] Chaque tension électrique est, par exemple, une tension variable. En variante, la tension électrique est une tension continue.

35 **[0054]** Lors de l'étape de génération 100, une tension électrique entre au moins une caténaire 30 de la portion tampon 15B et la masse électrique correspondante présente une valeur tampon strictement inférieure à la valeur de circulation. Par exemple, la valeur tampon est égale
40 à zéro. En particulier, la tension électrique entre au moins une caténaire 30 et la masse électrique est interrompue lors de l'étape de génération 100, par exemple par déconnexion de la caténaire 30 de la source 35.

[0055] Lors de l'étape de circulation 110, le véhicule 20 circule sur la portion de circulation 15A. En particulier,
45 le véhicule 20 reçoit de la ou des caténaires 30 de la portion de circulation 15A une tension électrique présentant la valeur de circulation et le moteur 40, alimenté avec cette tension, propulse le véhicule 20 sur les rails 25.

50 **[0056]** En particulier, le véhicule 20 circule sur la portion de circulation 15A en direction de la portion tampon 15B.

[0057] Lors de l'étape de sortie 120, le véhicule 20 sort de la portion de circulation 15A. Le véhicule 20 entre
55 donc dans la portion tampon 15B.

[0058] Lors de l'étape de sortie 120, puisque le véhicule 20 est sorti de la portion de circulation 15A, le véhicule 20 n'est plus alimenté avec une tension électrique

présentant la valeur de circulation. Le moteur 40 ne propulse donc pas le véhicule 20 sur la portion tampon 15B. Cependant, le véhicule 20 circule sur la portion tampon 15B en direction de la portion interdite 15C, sous l'effet de son inertie.

[0059] Au cours de l'étape de comparaison 130, le premier module de commande 60 compare la valeur de la tension entre au moins une caténaire 30 et la masse correspondante à un seuil de tension prédéterminé.

[0060] Le seuil de tension est strictement inférieur à la valeur de circulation et supérieur ou égal à la valeur tampon. Par exemple, le seuil de tension est inférieur ou égal à 10 pourcents de la valeur de circulation. Selon un mode de réalisation, le seuil de tension est égal à zéro.

[0061] L'étape de comparaison 130 est, par exemple, mise en œuvre simultanément à l'étape de circulation 110 et à l'étape de sortie 120. Selon un mode de réalisation, l'étape de comparaison 130 est mise en œuvre automatiquement par le premier module de commande 60 si le premier module de commande 60 est alimenté.

[0062] En particulier, l'étape de comparaison 130 est mise en œuvre au moins une fois durant l'étape de sortie 120. Ainsi, la valeur de la tension entre la ou les caténaires 30 de la portion tampon 15B et la masse électrique est comparée au seuil de tension.

[0063] L'étape de comparaison 130 est, par exemple, répétée périodiquement. En particulier, lors de chaque étape de comparaison, un échantillon de la tension entre un caténaire 30 de la portion 15A, 15B, 15C sur laquelle le véhicule se trouve et la masse est acquis, la valeur de l'échantillon étant comparée au seuil.

[0064] En variante, l'étape de comparaison est une étape continue dans laquelle la tension entre une caténaire 30 de la portion 15A, 15B, 15C sur laquelle le véhicule se trouve et la masse électrique correspondante est appliquée à une borne d'un comparateur, une tension proportionnelle au seuil de tension étant appliquée sur une autre borne du comparateur, le comparateur générant un signal dépendant du signe de la différence entre les tensions appliquées à ses deux bornes.

[0065] Lors de l'étape de transmission 140, le dispositif de commande 60, 70 transmet la troisième commande de freinage F3 au module de freinage 45 lorsque la valeur de tension entre la caténaire 30 et la masse électrique est inférieure ou égale au seuil de tension.

[0066] En particulier, puisque la valeur tampon est inférieure ou égale au seuil de tension, le dispositif de commande 60, 70 transmet la troisième commande de freinage F3, au module de freinage 45 après que le véhicule 20 a pénétré dans la portion tampon 15B.

[0067] Par exemple, le premier module de contrôle 60 transmet au deuxième module de contrôle 70 le signal de détection.

[0068] En réponse à la réception du signal de détection, le deuxième module de commande 70 commande l'ouverture de l'interrupteur. L'ouverture entraîne l'interruption du signal électrique reçu par le module de freinage 45, et donc une commande de freinage du véhicule

20 par le module de freinage 45. Ainsi, la troisième commande de freinage F3 est reçue par le module de freinage 45.

[0069] Il est à noter que la troisième commande de freinage est susceptible de prendre d'autres formes, par exemple un signal électrique numérique de commande de commande de freinage, un message radiofréquence, ou encore une action mécanique exercée par le deuxième module de commande 70 sur le module de freinage 45.

[0070] Selon un mode de réalisation, lors de l'étape de transmission 140, le deuxième module de commande 70 met en œuvre une étape 160 de temporisation. En particulier, l'étape de temporisation 160 débute lorsque le deuxième module de commande 70 détecte le signal de détection transmis par le premier module de commande 60 (suite à la détection d'une valeur de tension entre la caténaire 30 et la masse électrique inférieure ou égale au seuil de tension).

[0071] L'étape de temporisation 160 présente une durée temporelle. La durée temporelle est supérieure ou égale à 5 secondes, par exemple comprise entre 5 secondes et 20 secondes.

[0072] Lors de l'étape de transmission 140, la troisième commande de freinage est transmise au module de freinage 45 uniquement si la valeur de tension entre la caténaire 30 et la masse électrique est inférieure ou égale au seuil de tension pendant l'intégralité de l'étape de temporisation 160. En d'autres termes, l'étape de transmission 140 est inhibée si une valeur de tension entre la caténaire 30 et la masse électrique est strictement supérieure au seuil de tension pendant l'étape de temporisation 160. Par exemple, si une valeur d'un échantillon de tension entre la caténaire 30 et la masse électrique, mesurée pendant l'étape de temporisation 160, est strictement supérieure au seuil de tension, l'étape de transmission 140 est inhibée.

[0073] Il est entendu par « inhibée » que la troisième commande de freinage F3 n'est pas transmise. Par exemple, l'interrupteur du deuxième module de commande 70 n'est pas ouvert. Ainsi, la troisième commande de freinage F3 n'est pas transmise si une valeur de tension entre la caténaire 30 et la masse électrique est strictement supérieure au seuil de tension pendant l'étape de temporisation 160.

[0074] Selon un mode de réalisation, l'étape de transmission 140 comporte la détection d'un freinage du véhicule 20 suite à la transmission d'une première commande de freinage par l'opérateur à l'aide des moyens de commande 55. En particulier, l'étape de transmission 140 est inhibée pendant l'étape de freinage. En d'autres termes, si le véhicule 20 est en train de ralentir sous l'action du module de freinage 45 suite à l'actionnement des moyens de commande 55 par l'opérateur, la première commande de freinage 45 n'est pas transmise au module de freinage 45.

[0075] En variante ou en complément, l'étape de comparaison 130 comporte la mesure d'une vitesse du vé-

hicule 20 par rapport à la voie ferrée 15. L'étape de transmission 140 est inhibée si la vitesse mesurée est inférieure ou égale à un seuil de vitesse prédéterminé. Le seuil de vitesse est, par exemple, inférieur ou égal à 20 kilomètres par heures (km/h), notamment égal à 9 km/h.

[0076] L'étape d'arrêt 150 est mise en œuvre postérieurement à l'étape de transmission 140. En particulier, l'étape d'arrêt 150 est mise en œuvre uniquement si la première commande de freinage a été transmise au module de freinage 45.

[0077] Lors de l'étape d'arrêt 150, le module de freinage 45 freine le véhicule ferroviaire 20 jusqu'à provoquer l'arrêt du véhicule 20. En particulier, le véhicule 20 est arrêté avant de pénétrer sur la portion interdite 15C. Le véhicule 20 est donc au moins partiellement sur la portion tampon 15B à l'issue de l'étape d'arrêt 150.

[0078] Lors de l'étape d'arrêt 150, le module de freinage 45 effectue, notamment, un freinage d'urgence du véhicule ferroviaire 20.

[0079] Le procédé de circulation est, par exemple, mis en œuvre lors d'une phase d'essais d'un procédé d'exploitation du réseau ferré 10. Le procédé d'exploitation comprend, par exemple, la phase d'essai et une phase d'exploitation.

[0080] La phase d'exploitation comporte une étape d'alimentation de chaque caténaire 30 de chaque portion 15A, 15B, 15C avec une tension électrique présentant la valeur de circulation et une étape de circulation du véhicule 20 sur chaque portion 15A, 15B, 15C de la voie ferrée 15.

[0081] Grâce à l'invention, le véhicule 20 est empêché de pénétrer dans la portion interdite 15C même en l'absence d'action du conducteur. En particulier, le véhicule 20 est arrêté sans que des équipements spécifiques de signalisation soient mis en place pour délimiter la zone dans laquelle le véhicule 20 est prévu pour circuler. Par exemple, la portion interdite 15C et la portion tampon 15B ne comportent pas d'équipements spécifiques les délimitant. Le procédé de circulation est donc plus aisé à mettre en œuvre que les procédés de l'état de la technique, puisqu'une intervention sur le terrain pour mettre en place ces équipements n'est pas nécessaire. En outre, le procédé ne provoque pas le déraillement du véhicule 20, et évite donc son endommagement.

[0082] L'étape de temporisation 160 permet d'éviter de provoquer la transmission de la première commande de freinage en cas de saut de caténaire ou de perte momentanée de la tension pour une autre raison que la sortie du véhicule de la portion de circulation 15A. Le procédé est donc plus fiable, puisque des freinages intempestifs sont évités. Ainsi, l'usure excessive associée aux freinages, notamment aux freinages d'urgence est évitée. En outre, un freinage d'urgence entraîne une mise en sécurité de certains équipements du véhicule 20, qu'il faut donc ensuite réactiver. Cela est également évité lorsque ce n'est pas nécessaire.

[0083] Une durée de temporisation comprise entre 5 et 20 secondes permet d'éviter les freinages d'urgence

non nécessaires tout en évitant que le véhicule 20 parcoure une trop longue distance entre sa sortie de la portion de circulation 15A et le freinage.

[0084] Le choix d'une valeur tampon de zéro volts permet une mise en œuvre particulièrement aisée du procédé, puisqu'il suffit de déconnecter le ou les caténaires 30 de la ou des sources 35 correspondantes.

[0085] L'inhibition de la transmission de la première commande pendant une étape de freinage causée par l'actionnement des moyens de commande 55 par l'opérateur permet d'éviter de mettre en œuvre un freinage d'urgence si l'opérateur a demandé un freinage et que la situation est donc sous contrôle. Ainsi, seuls des freinages d'urgence indispensables sont effectués. De même, si la transmission est inhibée à basse vitesse, le freinage n'est pas commandé lorsque le véhicule 20 est à l'arrêt ou que son alimentation est désactivée volontairement en préparation de sa mise hors service, notamment pour la nuit. Les désavantages liés aux freinages d'urgence sont donc évités.

[0086] Lorsque la troisième commande de freinage comporte la consigne de freinage d'urgence par l'ouverture d'un interrupteur (coupure information filaire), il est aisé de modifier un véhicule 20 existant (comportant donc des moyens de commande 55) pour lui ajouter un deuxième module de commande 70.

Revendications

1. Procédé de circulation d'un véhicule ferroviaire (20) sur une voie ferrée (15), la voie ferrée (15) étant divisée en un ensemble de portions (15A, 15B, 15C), l'ensemble de portions (15A, 15B, 15C) de voie ferrée comportant une portion de circulation (15A), une portion (15C) interdite au véhicule ferroviaire (20) et une portion tampon (15B) délimitée par la portion de circulation (15A) et par la portion interdite (15C), chacune de la portion de circulation (15A) et de la portion tampon (15B) comportant au moins une caténaire (30) propre à alimenter le véhicule ferroviaire (20) avec une tension électrique présentant une valeur de circulation lorsque le véhicule ferroviaire (20) circule sur la portion (15A, 15B) considérée, la tension électrique étant mesurée entre la caténaire (30) et une masse électrique de la portion (15A, 15B) considérée, le véhicule ferroviaire (20) comportant un dispositif de commande (60, 70) et un module de freinage (45) configuré pour freiner le véhicule ferroviaire, le procédé comportant successivement des étapes de :

- génération (100) d'une tension électrique présentant la valeur de circulation entre chaque caténaire (30) de la portion de circulation (15A) et la masse électrique de la portion de circulation (15A), une tension électrique entre chaque caténaire (30) de la portion tampon (15B) et la mas-

- se électrique de la portion tampon (15B) présentant une valeur tampon strictement inférieure à la valeur de circulation lors de l'étape de génération (100),
- circulation (110) du véhicule ferroviaire (20) dans la portion de circulation (15A), le véhicule ferroviaire (20) étant alimenté électriquement avec une tension présentant la valeur de circulation et se déplaçant en direction de la portion tampon (15B),
 - sortie (120) du véhicule ferroviaire (20) de la portion de circulation (15A) et entrée du véhicule ferroviaire (20) sur la portion tampon (15B),
 - comparaison (130) à un seuil de tension prédéterminé, par le dispositif de commande (60, 70), de la valeur de la tension électrique entre au moins une caténaire (30) de la portion tampon (15B) et la masse électrique de la portion tampon (15B), le seuil de tension étant strictement inférieur à la valeur de circulation,
 - lorsque la valeur mesurée est inférieure ou égale au seuil de tension, transmission (140) au module de freinage (45), par le dispositif de commande (60, 70), d'une première commande de freinage (F3) du véhicule ferroviaire (20), la première commande (F3) étant notamment une commande de freinage d'urgence, et
 - arrêt (150) du véhicule ferroviaire (20).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de transmission (140) comprend une étape de temporisation (160) présentant une durée temporelle prédéterminée, la commande de freinage étant transmise par le dispositif de commande (60, 70) seulement si la valeur mesurée est inférieure ou égale au seuil de tension pendant l'intégralité de l'étape de temporisation (160).
 3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la durée temporelle prédéterminée est comprise entre 5 secondes et 20 secondes.
 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la valeur tampon est égale à zéro volt.
 5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de génération (100) comprend la génération d'une tension électrique présentant la valeur de circulation entre chaque caténaire (30) de chaque portion (15A, 15B) et la masse électrique de la portion (15A, 15B) considérée et une étape d'interruption de la tension électrique générée entre chaque caténaire (30) de la portion tampon (15B) et la masse électrique de la portion tampon (15B).
 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le véhicule ferroviaire (20) com-
- porte des moyens de commande (55) actionnables par un opérateur pour transmettre au module de freinage (45) une deuxième commande de freinage (F1) du véhicule ferroviaire (20), le module de freinage (45) étant configuré pour mettre en œuvre une étape de freinage du véhicule ferroviaire (20) suite à la réception de la deuxième commande de freinage (F1), la transmission (140) de la première commande de freinage (F3) étant inhibée pendant l'étape de freinage.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'étape de comparaison (130) comprend la mesure d'une vitesse du véhicule ferroviaire (20) par rapport à la voie ferrée (15), l'étape de transmission (140) étant inhibée si la vitesse est inférieure ou égale à un seuil de vitesse prédéterminé.
 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le véhicule (20) comporte au moins un premier module de commande (60) propre à générer une tension électrique de commande et un deuxième module de commande (70) propre à transmettre la tension électrique de commande au module de freinage (45), le deuxième module de commande (70) comportant au moins un interrupteur configuré pour transmettre la tension électrique de commande au module de freinage (45), le module de freinage (45) étant configuré pour freiner le véhicule (20) lorsque la tension électrique de commande est interrompue, l'étape de transmission (140) comportant l'ouverture de l'interrupteur du deuxième module de commande (70).
 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel, au cours de l'étape d'arrêt (150), le véhicule ferroviaire (20) est arrêté avant de pénétrer sur la portion interdite (15C).
 10. Procédé d'exploitation d'une voie ferrée comportant une phase d'essais et une phase d'exploitation, la phase d'essais comportant la mise en œuvre d'un procédé de circulation selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, la phase d'exploitation comportant des étapes de :
 - alimentation des caténaires (30) de chaque portion (15A, 15B, 15C) de la voie ferrée (15) avec une tension électrique présentant la valeur de circulation, et
 - circulation du véhicule ferroviaire (20) sur la portion de circulation (15A), sur la portion tampon (15B) et sur la portion interdite (15C).

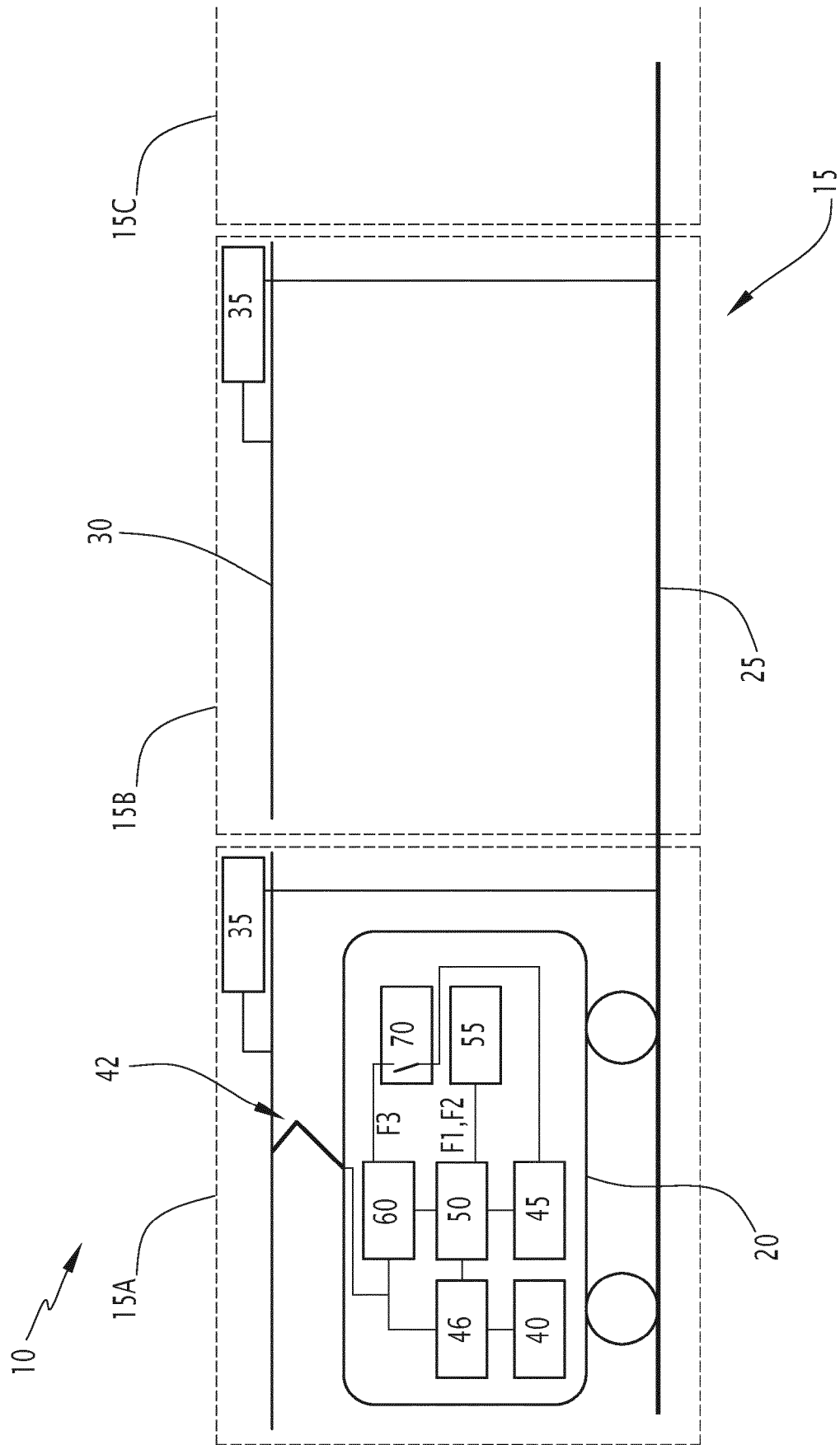


FIG.1

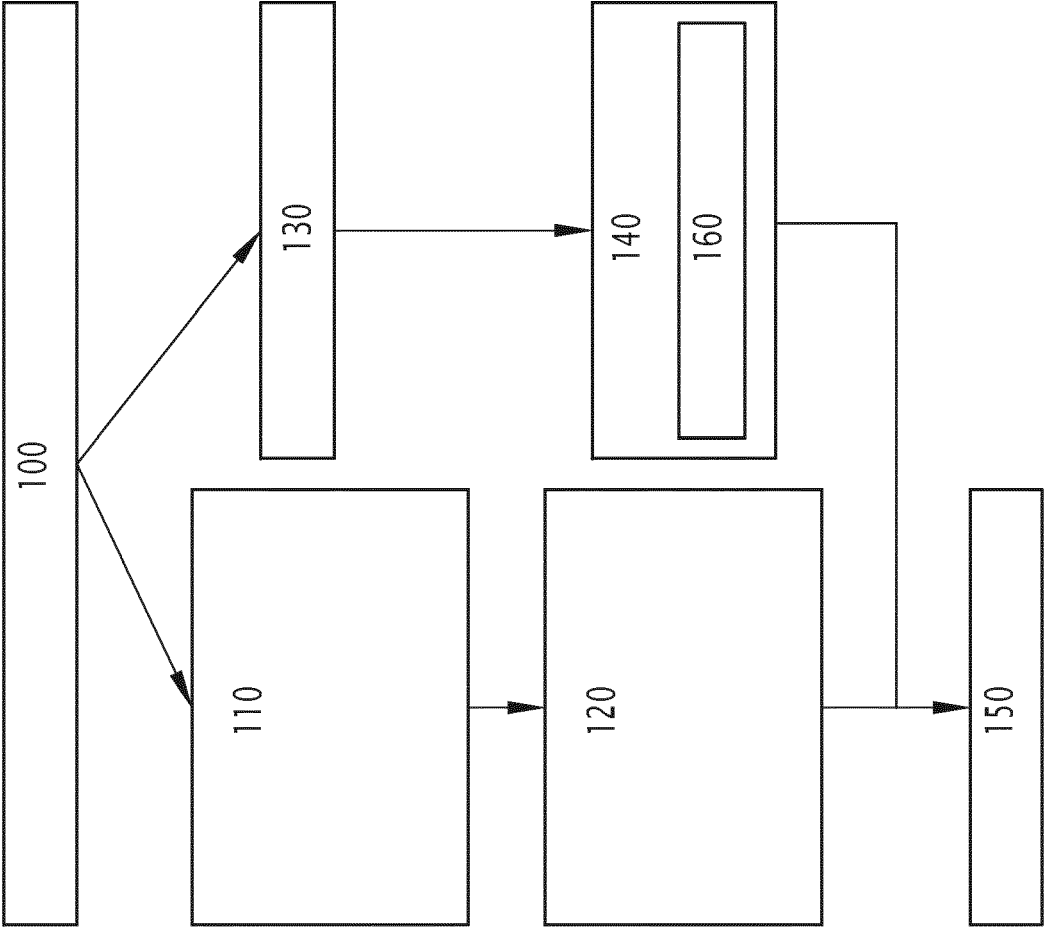


FIG. 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 16 2861

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)
X	JP 2006 315573 A (RAILWAY TECHNICAL RES INST) 24 novembre 2006 (2006-11-24)	1-6,8,9	INV. B61L23/14
Y	* alinéa [0018] - alinéa [0070]; figures 1-11 *	7,10	B61L1/12
Y	US 4 495 578 A (SIBLEY HENRY C [US] ET AL) 22 janvier 1985 (1985-01-22) * colonne 7, lignes 43-47 * * colonne 8, lignes 13-15 *	7	ADD. B61L3/14 B61L15/00
Y	RU 2 167 403 C1 (TEPLOTEKHNIKI; GP MO I) 20 mai 2001 (2001-05-20) * alinéas [0157], [0158] *	10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B60M B61L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 6 juillet 2020	Examineur Mäki-Mantila, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 20 16 2861

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.

06-07-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2006315573 A	24-11-2006	JP 4769486 B2 JP 2006315573 A	07-09-2011 24-11-2006
US 4495578 A	22-01-1985	CA 1189943 A GB 2107910 A IT 1152940 B NL 8204041 A US 4495578 A ZA 8207236 B	02-07-1985 05-05-1983 14-01-1987 16-05-1983 22-01-1985 28-12-1983
RU 2167403 C1	20-05-2001	AUCUN	

EPO FORM P0460

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