

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/120496 A1

(43) Date de la publication internationale
18 juin 2020 (18.06.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

B60L 13/08 (2006.01) *B60G 17/016* (2006.01)
B60L 13/06 (2006.01) *B60G 17/018* (2006.01)
B60F 5/00 (2006.01) *B62D 61/12* (2006.01)

(71) **Déposant** : SAFRAN LANDING SYSTEMS [FR/FR] ; 7 rue Général Valérie André, Inovel Parc Sud, 78140 VELLIZY-VILLACOUBLAY (FR).

(72) **Inventeurs** : **KLIM, Graeme** ; C/o SAFRAN LANDING SYSTEMS, CEPI, Site de Villaroche - Rond-point René Ravaud, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **ELLIS, Andrew** ; C/o SAFRAN LANDING SYSTEMS, CEPI, Site de Villaroche - Rond-point René Ravaud, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/084476

(22) Date de dépôt international :

10 décembre 2019 (10.12.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(74) **Mandataire** : **LAVAUD, Thomas** et al. ; CABINET BOETTCHE, 16 rue Médéric, 75017 PARIS (FR).

(30) Données relatives à la priorité :

1872625 10 décembre 2018 (10.12.2018) FR

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title**: SYSTEM FOR TRAVEL ALONG THE GROUND OF A TERRESTRIAL TRANSPORT VEHICLE CAPABLE OF LEVITATING

(54) **Titre** : SYSTEME DE DEPLACEMENT AU SOL D'UN VEHICULE DE TRANSPORT TERRESTRE SUSCEPTIBLE DE LEVITER

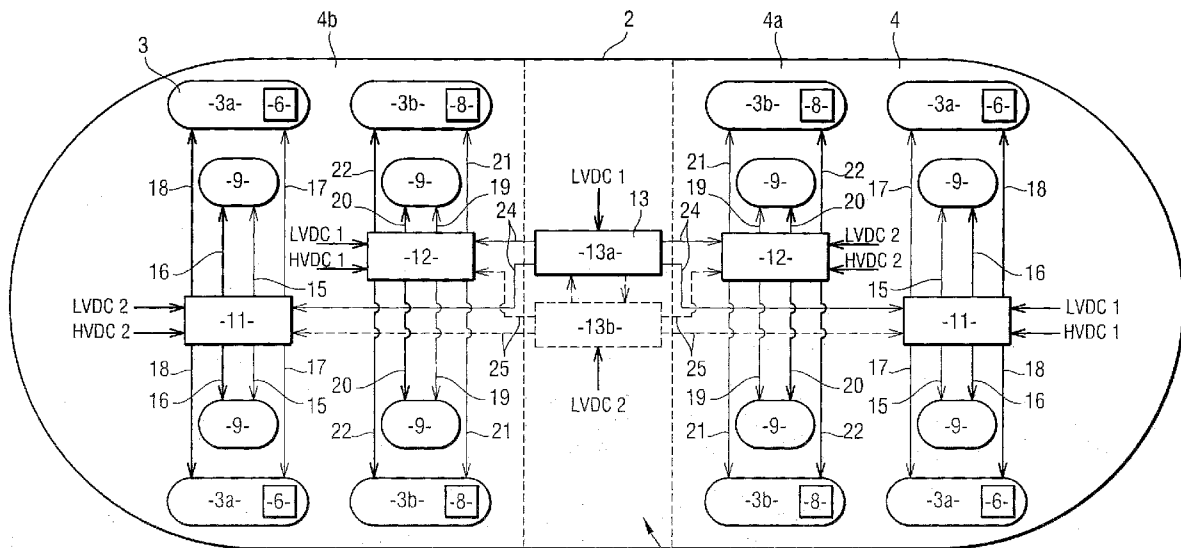


Fig. 1

(57) **Abstract**: System for travel along the ground of a terrestrial transport vehicle capable of levitating (2), having a plurality of wheels comprising at least one motorised wheel (3), a drive device (6) of the motorised wheel and/or a brake (8) of the motorised wheel (3), a vertical positioning actuator (9) designed to move the motorised wheel (3) vertically with respect to a body of the vehicle (2), and control means designed, during an acceleration phase and/or during a braking phase of the vehicle, to control the vertical positioning actuator (9) so as to adjust a vertical position of the motorised wheel in order to increase a load resting on the motorised wheel and therefore to increase a maximum force that can be transmitted to the ground by the motorised wheel, so as to increase a maximum driving and/or braking torque that can be produced by the drive device (6) and/or by the brake (8) without the motorised wheel (3) slipping or sliding.

[Suite sur la page suivante]



WO 2020/120496 A1

HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(57) Abrégé : Système de déplacement au sol d'un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter (2), comportant une pluralité de roues comprenant au moins une roue actionnée (3), un dispositif d'entraînement (6) de la roue actionnée et/ou un frein (8) de la roue actionnée (3), un actionneur de positionnement vertical (9) agencé pour déplacer verticalement la roue actionnée (3) par rapport à un fuselage du véhicule (2), et des moyens de commande agencés pour, au cours d'une phase d'accélération et/ou au cours d'une phase de freinage du véhicule, piloter l'actionneur de positionnement vertical (9) de manière à ajuster une position verticale de la roue actionnée pour augmenter une charge reposant sur la roue actionnée et donc pour augmenter un effort maximal transmissible au sol par la roue actionnée, de manière à augmenter un couple maximal d'entraînement et/ou de freinage pouvant être produit par le dispositif d'entraînement (6) et/ou par le frein (8) sans que la roue actionnée (3) ne patine ou ne glisse.

**SYSTEME DE DEPLACEMENT AU SOL D'UN VEHICULE DE TRANSPORT
TERRESTRE SUSCEPTIBLE DE LEVITER**

L'invention concerne le domaine des systèmes de déplacement au sol d'un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

Certaines entreprises particulièrement innovantes travaillent aujourd'hui, dans le monde entier, sur des projets visant à tester en conditions réelles puis à mettre en service un système de transport révolutionnaire appelé « *Hyperloop* ® ». Ce système de transport consiste à faire circuler à haute vitesse des capsules pressurisées, contenant des voyageurs ou des marchandises, dans un réseau de tubes sous vide (ou à très basse pression).

Le déplacement d'une capsule à haute vitesse utilise généralement, dans ces projets, le principe de la propulsion par induction magnétique. La capsule est propulsée par des moteurs à induction linéaire qui sont positionnés à intervalles réguliers dans le tube.

On met aussi en œuvre une lévitation de la capsule, qui permet à la capsule de glisser dans le tube sans friction (ou presque). Cette lévitation nécessite la création d'une force sustentatrice. La sustentation peut être magnétique, et est alors obtenue en équipant la capsule d'aimants. La sustentation peut aussi être une sustentation par coussin d'air.

Le « décollage » de la capsule à l'intérieur du tube, et le maintien en lévitation, nécessitent que la capsule dépasse une certaine vitesse.

A basse vitesse, c'est-à-dire aux alentours et en dessous de 100km/h environ, on envisage d'utiliser un

système de déplacement au sol plus traditionnel. Par « au sol », on entend ici que la capsule se trouve au sol, en l'occurrence à l'intérieur du tube, sans être en lévitation. Le « sol » peut ainsi être par exemple un sol plat
5 ou une piste de géométrie quelconque.

On munit donc la capsule de roues, de dispositifs d'entraînement pour entraîner les roues en rotation, et de freins des roues pour freiner la capsule. Il est fondamental d'assurer que le système de déplacement au sol
10 soit capable de conférer une accélération importante à la capsule au moment de son départ, mais aussi que ce système soit capable de freiner efficacement la capsule lorsque celle-ci atteint sa destination.

OBJET DE L'INVENTION

15 L'invention a pour objet un système de déplacement au sol d'un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter, ayant des performances d'accélération et de freinage élevées.

RESUME DE L'INVENTION

20 En vue de la réalisation de ce but, on propose un système de déplacement au sol d'un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter, comportant une pluralité de roues comprenant au moins une roue actionnée, un dispositif d'entraînement de la roue actionnée et/ou un
25 frein de la roue actionnée, un actionneur de positionnement vertical agencé pour déplacer verticalement la roue actionnée par rapport à un fuselage du véhicule, et des moyens de commande agencés pour, au cours d'une phase d'accélération et/ou au cours d'une phase de freinage du
30 véhicule, piloter l'actionneur de positionnement vertical de manière à ajuster une position verticale de la roue

actionnée pour augmenter une charge reposant sur la roue actionnée et donc pour augmenter un effort maximal transmissible au sol par la roue actionnée, de manière à augmenter un couple maximal d'entraînement et/ou de freinage pouvant être produit par le dispositif d'entraînement et/ou par le frein sans que la roue actionnée ne patine ou ne glisse.

On sait que, pendant une phase d'accélération au sol d'un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter de l'art antérieur, les roues entraînées (c'est-à-dire équipées d'un dispositif d'entraînement en rotation) peuvent produire un couple d'entraînement maximal au-delà duquel un patinage se produit. Le couple d'entraînement maximal dépend notamment de la charge appliquée sur la roue entraînée, du coefficient de frottement entre la roue entraînée et le sol, et de l'état de la surface de contact entre le véhicule et le sol. De même, pendant une phase de freinage, les roues freinées peuvent produire un couple de freinage maximal au-delà duquel un glissement se produit.

Ces phénomènes de patinage et de glissement réduisent les performances en accélération et en freinage du véhicule, en particulier au cours de situations d'urgence où une accélération très élevée ou un freinage très fort peuvent être nécessaires. Lorsque des pneumatiques sont utilisés, la réduction des performances est plus importante lorsque que le poids du véhicule ou la pression des pneumatiques sont susceptible de varier selon une plage importante, et lorsque les pneumatiques sont usés.

Si la roue actionnée est une roue entraînée, c'est-à-dire équipée d'un dispositif d'entraînement, le système

de déplacement au sol selon l'invention permet, en ajustant la position verticale de la roue actionnée, d'augmenter le couple d'entraînement maximal pouvant être produit sans patinage.

5 De même, si la roue actionnée est une roue freinée, c'est-à-dire équipée d'un frein, le système de déplacement au sol selon l'invention permet, en ajustant la position verticale de la roue freinée, d'augmenter le couple de freinage maximal pouvant être produit sans
10 glissement.

On augmente ainsi les performances en accélération et en freinage du véhicule.

On propose en outre un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter, comprenant le système de
15 déplacement au sol qui vient d'être décrit.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit d'un mode de mise en œuvre particulier non limitatif de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

20 Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 représente un schéma d'un système de déplacement au sol selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue de côté schématique d'une
25 capsule *Hyperloop*®, sur laquelle figurent des roues actionnées et des actionneurs de positionnement vertical des roues actionnées ;
- la figure 3 représente un schéma fonctionnel mis en œuvre dans des moyens de commande du système de déplacement au sol selon l'invention.
30

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, un système de déplacement au sol selon l'invention 1 d'une capsule *Hyperloop* 2 comporte ici huit roues 3 dites « actionnées », positionnées sur deux bogies 4a, 4b indépendants. Par « actionnées », on entend que des mouvements de ces roues 3 sont commandés directement par des actionneurs associés auxdites roues 3. On n'évoque pas ici les roues « non actionnées », roulant librement, que peut comporter éventuellement (mais pas nécessairement) la capsule 2.

10 Chaque roue actionnée 3 est ici munie d'un pneumatique.

Chaque bogie 4 comporte donc quatre roues actionnées 3, c'est-à-dire deux roues actionnées 3 positionnées sur un côté droit et deux roues actionnées 3 positionnées sur
15 un côté gauche dudit bogie 4.

Sur chaque bogie 4, on trouve deux roues actionnées 3 internes, positionnées vers l'intérieur de la capsule 2, et deux roues actionnées 3 externes, positionnées vers l'extérieur de la capsule 2.

20 On distingue, parmi les roues actionnées 3, des roues dites « entraînées » 3a et des roues dites « freinées » 3b. Les roues entraînées 3a sont les roues actionnées 3 externes. Les roues freinées 3b sont les roues actionnées 3 internes.

25 Le système de déplacement au sol 1 comporte, pour chaque bogie 4, deux dispositifs d'entraînement 6.

Chaque dispositif d'entraînement 6 est destiné à entraîner en rotation une roue entraînée 3a. Un dispositif d'entraînement 6 est bien sûr utilisé au moment de
30 l'accélération de la capsule 2, mais peut aussi être utilisé pour freiner la capsule 2 en conférant aux roues en-

traînées 3a un couple agissant dans un sens opposé au sens de l'accélération conférée par le déplacement de la capsule 2.

Ici, les dispositifs d'entraînement 6 sont indépendants. Chaque dispositif d'entraînement 6 comporte un moteur électrique. Le moteur électrique comprend un arbre de sortie qui coopère avec la roue entraînée 3a associée, via une interface mécanique comprenant éventuellement un système de réduction et/ou un système d'embrayage, pour entraîner la roue entraînée 3a en rotation.

Le système de déplacement au sol 1 comporte, pour chaque bogie 4, deux freins 8, c'est à dire un frein 8 associé à chaque roue freinée 3b et destiné à freiner la dite roue freinée 3b.

Les freins 8 sont indépendants. Chaque frein 8 comporte des organes de friction, par exemple un empilage de disques rotor/stators réalisés dans des matériaux compatibles avec les conditions environnementales et les performances de freinage et d'usure attendues, et des actionneurs de freinage.

Ici, les actionneurs de freinage sont des actionneurs électromécaniques. Chaque actionneur de freinage comporte un moteur électrique et un poussoir. Le moteur électrique d'un actionneur de freinage entraîne le poussoir qui se déplace linéairement en regard des organes de friction du frein 8 d'une roue freinée 3b et qui exerce un effort de freinage sur les organes de friction pour freiner la roue freinée 3b.

Le système de déplacement au sol comporte aussi, pour chaque bogie 4, quatre actionneurs de positionnement vertical 9. Chaque actionneur de positionnement vertical

9 permet de déplacer verticalement une roue actionnée 3 (c'est-à-dire une roue entraînée 3a ou une roue freinée 3b) par rapport à un fuselage (ou à un bogie) de la capsule 2, et d'ajuster la position verticale de la roue actionnée 3.

Ici, les actionneurs de positionnement vertical 9 sont des actionneurs électromécaniques indépendants.

Chaque actionneur de positionnement vertical 9 comporte une jambe comprenant un cylindre solidaire du fuselage de la capsule 2 et une tige qui coulisse dans le cylindre. Une roue actionnée 3 est montée au bas de la tige.

Chaque actionneur de positionnement vertical 9 comporte de plus un moteur électrique. Le moteur électrique entraîne la tige qui se déplace linéairement et qui déplace ainsi verticalement la roue actionnée 3.

Chaque actionneur de positionnement vertical 9 comprend par ailleurs un dispositif d'amortissement et de ressort.

On note que chaque actionneur de positionnement vertical 9 joue aussi le rôle d'un actionneur d'extension / rétraction. L'actionneur de positionnement vertical 9 étend la tige au bas de laquelle se trouve une roue actionnée 3 pour poser la roue actionnée 3 au sol au cours des phases d'accélération et de freinage au sol de la capsule 2, et rétracte la tige lorsque la capsule 2 rentre en lévitation.

On note qu'un mode de réalisation possible du basculement de la tige porteuse de la roue peut être le suivant. Le caisson pourrait être fileté sur sa face externe. Une vis mise en rotation par le moteur peut ainsi

se déplacer sur le caisson. Un bras de levier va permettre la descente ou la remontée de la roue.

Pour piloter et alimenter les moteurs électriques des dispositifs d'entraînement 6, des actionneurs de freinage des freins 8 et des actionneurs de positionnement vertical 9, le système de déplacement au sol 1 comprend des moyens de commande. Les moyens de commande comprennent deux premiers modules électriques de puissance 11 (un par bogie 4), deux deuxièmes modules électriques de puissance 12 (un par bogie 4), et deux modules électriques de contrôle 13.

Dans chaque bogie 4, le premier module électrique de puissance 11 est relié à chacun des actionneurs de positionnement vertical 9 des roues entraînées 3a par une ligne de signal 15 (distincte pour chaque actionneur) et par une ligne de puissance 16 (distincte pour chaque actionneur).

Dans chaque bogie 4, le premier module électrique de puissance 11 est relié à chacun des dispositifs d'entraînement 6 des roues entraînées 3a par une ligne de signal 17 (distincte pour chaque dispositif) et par une ligne de puissance 18 (distincte pour chaque dispositif).

Dans chaque bogie 4, le deuxième module électrique de puissance 12 est relié à chacun des actionneurs de positionnement vertical 9 des roues freinées 3b par une ligne de signal 19 (distincte pour chaque actionneur) et par une ligne de puissance 20 (distincte pour chaque actionneur).

Dans chaque bogie 4, le deuxième module électrique de puissance 12 est relié à chacun des freins 8 (et donc de leurs actionneurs de freinage) des roues freinées 3b

par une ligne de signal 21 (distincte pour chaque frein) et par une ligne de puissance 22 (distincte pour chaque frein).

Chaque module électrique de puissance 11, 12 comprend des composants électriques (*hardware*) et logiciels (*software*) qui lui permettent d'alimenter et de contrôler les moteurs électriques auxquels il est connecté. Le contrôle en question inclut le contrôle des moteurs électriques, des actionneurs eux-mêmes (dispositifs d'entraînement, actionneurs de freinage, actionneurs de positionnement vertical), la distribution de puissance, la gestion thermique et la gestion de l'usure des pneumatiques des roues actionnées 3.

Des courants électriques de pilotage, permettant de piloter les moteurs électriques, circulent sur les lignes de puissance 16, 18, 20, 22.

Des données échangées entre les actionneurs et les modules électrique de puissance 11, 12 circulent sur les lignes de signal 15, 17, 19, 21. Ces données circulent possiblement dans les deux sens et comprennent notamment des données de mesure produites par des capteurs positionnés dans ou à proximité des moteurs, des actionneurs, des organes de friction des freins 8, etc.

Le premier module électrique de puissance 11 du bogie 4a est alimenté par un premier bus de puissance haute tension HVDC 1 et par un premier bus de puissance basse tension LVDC 1.

Le deuxième module électrique de puissance 12 du bogie 4a est alimenté par un deuxième bus de puissance haute tension HVDC 2 et par un deuxième bus de puissance basse tension LVDC 2.

Le premier module électrique de puissance 11 du bogie 4b est alimenté par le deuxième bus de puissance haute tension HVDC 2 et par le deuxième bus de puissance basse tension LVDC 2.

5 Le deuxième module électrique de puissance 12 du bogie 4b est alimenté par le premier bus de puissance haute tension HVDC 1 et par le premier bus de puissance basse tension LVDC 1.

10 Les deux modules électriques de contrôle 13 comprennent un module électrique de contrôle principal 13a et un module électrique de contrôle alternatif 13b.

Le module électrique de contrôle principal 13a est relié à chacun des deux premiers modules électriques de puissance 11 et des deux deuxièmes modules électriques de puissance 12 par une ligne de signal 24 distincte (soit quatre lignes de signal 24 distinctes).

Le module électrique de contrôle principal 13a est alimenté par le premier bus de puissance basse tension LVDC 1.

20 De même, le module électrique de contrôle alternatif 13b est relié à chacun des deux premiers modules électriques de puissance 11 et des deux deuxièmes modules électriques de puissance 12 par une ligne de signal 25 distincte (soit quatre lignes de signal 25 distinctes).

25 Le module électrique de contrôle alternatif 13b est alimenté par le deuxième bus de puissance basse tension LVDC 2.

Les modules électriques de contrôle 13 transmettent des signaux de commande aux modules électriques de puissance 11, 12. Les modules électriques de puissance 11, 12 génèrent les courants électriques de commande, à destina-

tion des moteurs électriques, à partir des signaux de commande et de l'énergie électrique provenant des bus de puissance HVDC, LVDC.

Ici, les modules électriques de contrôle 13 sont redondés. Les modules électriques de contrôle 13 fonctionnent selon un mode actif - passif. En fonctionnement normal, seul le module électrique de contrôle principal 13a est activé pour produire les signaux de commande. En cas de panne impactant le module électrique de contrôle principal 13a, ce dernier est désactivé et c'est le module électrique de contrôle alternatif 13b qui produit les signaux de commande. On note qu'il serait possible de mettre en œuvre un mode actif - actif dans lequel, par exemple, les modules électriques de contrôle 13 produisent les signaux de commande à tour de rôle.

L'architecture présentée ici est donc redondante au niveau des modules électriques de contrôle 13, mais aussi au niveau des bus de puissance haute et basse tension. Une perte de l'un des deux bus de puissance haute tension HVDC, ou de l'un des deux bus de puissance basse tension LVDC, ne peut pas conduire à la perte de plus d'un module électrique de contrôle 13, de plus de 50% des dispositifs d'entraînement 6, de plus de 50% des freins 8, de plus de 50% des actionneurs de positionnement vertical 9.

Les moyens de commande qui viennent d'être décrits, et qui comprennent les modules électriques de puissance 11, 12 et les modules électriques de contrôle 13, permettent, au cours d'une phase d'accélération, d'ajuster de manière indépendante les position verticales des roues entraînées 3a pour augmenter les charges reposant sur les roues entraînées 3a et donc pour augmenter les efforts

maximaux transmissibles au sol par les roues entraînées 3a, de manière à augmenter les couples maximaux d'entraînement pouvant être produits par les dispositifs d'entraînement 6 sans que les roues entraînées 3a ne patinent.

De même, les moyens de commande permettent, au cours d'une phase de freinage, d'ajuster de manière indépendante les positions verticales des roues entraînées 3a et des roues freinées 3b pour augmenter les charges reposant sur les roues entraînées 3a et sur les roues freinées 3b, et donc pour augmenter les efforts maximaux transmissibles au sol par les roues entraînées 3a et par les roues freinées 3b, de manière à augmenter les couples maximaux de freinage pouvant être produits par les dispositifs d'entraînement 6 et par les freins 8 sans que les roues entraînées 3a et les roues freinées 3b ne glissent.

Le fonctionnement du système de déplacement au sol selon l'invention est le suivant.

Au cours des phases d'accélération de la capsule 2, chaque dispositif d'entraînement 6 produit un couple d'entraînement pour entraîner la roue entraînée 3a associée en rotation. Le couple d'entraînement peut être augmenté jusqu'à un couple d'entraînement maximal au-delà duquel la roue entraînée 3a pourrait patiner.

Lorsque le couple d'entraînement s'approche du couple d'entraînement maximal, l'actionneur de positionnement vertical 9 associée à ladite roue entraînée 3a transfère une partie de la charge de la capsule 2 en éloignant légèrement la roue entraînée 3a du fuselage de la capsule 2a. La roue entraînée 3a appuie donc sur le sol de manière plus importante. On augmente ainsi la

charge (ou le poids) reposant sur la roue entraînée 3a. L'effort maximal transmissible au sol par la roue entraînée 3a augmente. A coefficient de friction constant entre la surface du sol du tube et la surface d'usure (c'est-à-dire la surface du pneumatique en contact avec le sol) de la roue entraînée 3a, on peut ainsi augmenter le couple d'entraînement maximal et donc l'accélération conférée à la roue entraînée 3a. La modification de charge peut être surveillée par des capteurs, et notamment par des capteurs de charge, de couple, de pression, de déplacement, etc.

Au cours des phases de freinage de la capsule 2, chaque frein 8 produit un couple de freinage pour freiner la roue freinée 3b associée. De même, chaque dispositif d'entraînement 6 produit un couple arrière formant un couple de freinage permettant de freiner la roue entraînée 3a associée. Chacun de ces couples de freinage peut être augmenté jusqu'à un couple de freinage maximal au-delà duquel la roue freinée 3b ou bien la roue entraînée 3a pourrait glisser.

Lorsque le couple de freinage s'approche du couple de freinage maximal, l'actionneur de positionnement vertical 9 associée à ladite roue actionnée 3 (c'est-à-dire entraînée 3a ou freinée 3b) transfère une partie de la charge de la capsule 2 en éloignant légèrement la roue actionnée 3 du fuselage de la capsule 2.

On augmente ainsi la charge (ou le poids) reposant sur la roue actionnée 3. L'effort maximal transmissible au sol par la roue actionnée 3 augmente. A coefficient de friction constant entre la surface du sol du tube et la surface du pneumatique de la roue actionnée 3, on peut

ainsi augmenter le couple de freinage maximal et donc le freinage produit par la roue actionnée 3. Ici, l'augmentation de la charge augmente la surface de contact entre le pneumatique et le sol, et donc augmente la prise au sol du pneumatique.

Ainsi, en référence à la figure 2, on voit que, au cours d'une phase de freinage, la position verticale des roues freinées 3b est telle que celles-ci sont légèrement éloignées du fuselage de la capsule 2. La distance entre le centre de chaque roue freinée 3b et le fuselage est légèrement supérieure à la distance entre le centre de chaque roue entraînée 3a et le fuselage. Les tiges 26 des actionneurs de positionnement vertical 9, qui coulissent dans les cylindres 27, sont positionnées à des hauteurs différentes, tout en maintenant constants la hauteur, le tangage, le roulis et le lacet de la capsule 2. On voit que chaque actionneur de positionnement vertical 9 est muni d'un système de ressort 28.

En référence à la figure 3, les moyens de commande mettent en œuvre un schéma fonctionnel comprenant un contrôleur central 30, un contrôleur de positionnement vertical 31, un contrôleur de limitation de couple 32, et un distributeur de couple 33.

Le contrôleur central 30 reçoit une consigne de déplacement Cd de la capsule 2, qui a pour but d'accélérer ou de freiner la capsule 2. La consigne de déplacement Cd de la capsule 2 est produite par un pilote de la capsule 2, par exemple via une pédale, par un système de pilotage automatique de la capsule 2, ou bien par un régulateur de vitesse de la capsule 2, par un système de freinage automatique de la capsule 2, etc.

Le contrôleur central 30 acquiert aussi des premières données D1 représentatives notamment de la dynamique de la capsule 2.

5 Ces premières données D1 comprennent des mesures de premiers paramètres, qui sont produites directement par des premiers capteurs 34, ou bien des estimations de ces premiers paramètres, qui sont produites par des premiers algorithmes d'estimation 35.

10 Les premiers paramètres comprennent par exemple des paramètres propres à la capsule 2 dans son ensemble : vitesse et accélération de la capsule 2, température de la capsule 2, données inertielles, etc.

15 Les premiers paramètres comprennent aussi par exemple des paramètres propres à chaque roue de la capsule 2 : vitesse de rotation de la roue, accélération, glissement du pneumatique de la roue, pression du pneumatique, température des organes de friction du frein, etc.

20 Les premiers paramètres comprennent de plus par exemple des paramètres externes à la capsule 2 : conditions du sol du tube dans lequel circule la capsule 2, conditions environnementales, etc.

25 Le contrôleur central 30 génère ainsi, à partir des premières données D1 et de la consigne de déplacement Cd, des commandes de couple Cc à destination des roues actionnées 3 (c'est-à-dire, ici, à destination des roues entraînées 3a et des roues freinées 3b).

30 Le contrôleur de positionnement vertical 31 acquiert lui aussi les premières données D1 (ou bien certaines de ces premières données D1), et notamment des données représentatives de niveaux de glissement des roues actionnées 3.

Le contrôleur de positionnement vertical 31 surveille les niveaux de glissement des roues actionnées 3.

Le contrôleur de positionnement vertical 31 établit ou acquiert une répartition de charge en fonction notamment des niveaux de glissement des roues actionnées 3 et en fonction d'une phase de freinage ou d'une phase d'accélération dans laquelle se trouve la capsule 2.

Puis, le contrôleur de positionnement vertical 31 pilote l'actionneur de positionnement vertical 9 de chaque roue actionnée 3 de manière à ajuster la position verticale de ladite roue actionnée 3 pour que la charge appliquée sur ladite roue actionnée 3 corresponde à la répartition de charge.

Pour établir la répartition de charges, le contrôleur de positionnement vertical 31 ajoute de la charge aux roues entraînées 3a au cours d'une phase d'accélération, et aux roues freinées 3b au cours d'une phase de freinage (ainsi qu'aux roues entraînées 3a si elles sont utilisées lors de la phase de freinage).

Au contraire, le contrôleur de positionnement vertical 31 retire de la charge aux roues actionnées 3 dont le glissement est faible, ou bien aux roues non actionnées, ou bien aux roues actionnées 3 dont l'actionnement n'est pas mis en œuvre au cours de la phase d'accélération ou de la phase freinage.

Le contrôleur de positionnement vertical 31 pilote alors les actionneurs de positionnement vertical 9 en fonction notamment de cette répartition de charge. Pour cela, le contrôleur de positionnement vertical 31 produit des commandes de positionnement Cp à destination des actionneurs de positionnement vertical 9, et acquiert des

deuxièmes données D2.

Les deuxièmes données D2 comprennent des mesures de deuxièmes paramètres, qui sont produites directement par des deuxièmes capteurs 36, ou bien des estimations de ces
5 deuxièmes paramètres, qui sont produites par des deuxièmes algorithmes d'estimation 37.

Les deuxièmes paramètres sont relatifs aux actionneurs de positionnement vertical 9 et comprennent par exemple, pour chaque actionneur de positionnement vertical 9, une charge supportée par ledit actionneur de positionnement vertical 9, une position linéaire de la tige,
10 un courant électrique consommé par le moteur électrique, une position angulaire du rotor du moteur électrique, etc.

15 Le contrôleur de limitation de couple 32 acquiert les premières données D1, les deuxièmes données D2, ainsi que les commandes de positionnement Cp produites par le contrôleur de positionnement 31.

Le contrôleur de limitation de couple 32 a pour but
20 de limiter la commande de couple Cc produite par le contrôleur central 30 lorsqu'un glissement important ou un patinage survient sur une roue actionnée 3 de la capsule 2.

La limitation de couple mise en œuvre est plus perfectionnée qu'une fonction d'anti-blocage classique. La
25 limitation de couple tient compte, en temps réel, du positionnement vertical des roues actionnées 3 et des commandes de positionnement Cp transmises aux actionneurs de positionnement vertical 9.

30 En effet, en cas de glissement d'une roue actionnée 3, il convient de réduire le couple d'entraînement ou de

freinage de la roue actionnée 3 sauf si le contrôleur de positionnement vertical 31 a pris en compte ce glissement et a commandé un report de charge sur ladite roue actionnée 3 visant à adapter le positionnement vertical pour
5 limiter les effets du glissement.

Le contrôleur de limitation de couple 32 génère donc une commande de limitation C1 qui vise à limiter la commande de couple Cc à destination des roues actionnées 3, et qui dépend des commandes de positionnement Cp produites par le contrôleur de positionnement vertical 31.
10

Le distributeur de couple 33 acquiert les commandes de couple Cc produites par le contrôleur central 30, les commandes de limitation C1 produites par le contrôleur de limitation de couple 32, et les deuxièmes données D2 provenant des deuxièmes capteurs 36 ou des deuxièmes algorithmes d'estimation 37.
15

Le distributeur de couple 33 génère des commandes de couples individuelles Cci et indépendantes à destination des dispositifs d'entraînement 6 des roues entraînées 3a et à destination des freins 8 des roues freinées 3b.
20

Le distributeur de couple 33 contrôle ces commandes de couples individuelles Cci en acquérant des troisièmes données D3.

Les troisièmes données D3 comprennent des mesures de troisièmes paramètres, qui sont produites directement par des troisièmes capteurs 40, ou bien des estimations de ces troisièmes paramètres, qui sont produites par des troisièmes algorithmes d'estimation 41.
25

Les troisièmes paramètres comprennent les températures des dispositifs d'entraînement 6, des actionneurs de freinage ou des organes de friction des freins 8, les
30

couples d'entraînement, de freinage, etc.

La distribution de couple peut mettre en œuvre une gestion thermique des actionneurs, des fréquences d'activation différentes des actionnements d'anti-blocage
5 entre les dispositifs d'entraînement 6 et les actionneurs de freinage, une gestion selon que la phase en cours est une phase de freinage ou une phase d'accélération, une gestion de l'usure (des organes de friction notamment), un freinage régénératif, une gestion de la consommation
10 d'énergie électrique des moteurs électriques, etc.

On a vu que la répartition de charge, produite par les moyens de commande, est établie en fonction notamment de niveaux de glissement des roues actionnées 3 et en fonction d'une phase de freinage ou d'une phase
15 d'accélération dans laquelle se trouve la capsule 2.

On peut envisager que la répartition de charge soit aussi établie en fonction de températures mesurées ou évaluées de certains ou de tous les équipements qui ont été évoqués. Ces équipements comprennent les roues ac-
20 tionnées 3, les actionneurs de positionnement vertical 9, les dispositifs d'entraînement 6, les freins 8, les organes de friction des freins, les actionneurs de freinage, les moteurs électriques, etc.

On limite la charge appliquée sur certaines roues
25 actionnées 3 lorsque les actionneurs desdites roues actionnées 3 ont été beaucoup activés (en fréquence et en durée), ou bien ont été activés de manière très contraignante. On évite ainsi que les équipements ne subissent un échauffement excessif qui pourrait faire monter leur
30 température au-delà d'une gamme admissible.

On peut aussi envisager que la répartition de charge

soit aussi établie en fonction en fonction de niveaux d'usure de pneumatiques des roues entraînées 3. Par exemple, lorsqu'une roue freinée 3b a beaucoup freiné ou bien a subi des freinages contraignants, par exemple des freinages d'urgence, on limite la charge appliquée sur ladite roue freinée pour limiter l'usure de son pneumatique.

On limite de la sorte l'usure des pneumatiques des roues actionnées 3.

On note ici qu'il aurait pu être envisagé, pour modifier la répartition des charges, de faire varier la rigidité des actionneurs de positionnement vertical 9 plutôt que de commander la position de la partie mobile (tige). L'actionneur de positionnement vertical 9 fonctionnerait ainsi comme un ressort dont on modifierait la raideur.

En utilisant une équation d'un ressort idéal :

$$F = k (x + \Delta x),$$

on comprend que cette méthode modifie le coefficient de raideur k et a un effet sur la position d'équilibre x . La position de la tige mobile doit être modifiée pour rééquilibrer le ressort.

Au contraire, dans l'invention, on ne change pas la raideur du ressort mais on ajoute plutôt un décalage Δx_{off} pour augmenter la charge du ressort.

L'ajout du décalage peut être exprimé sous la forme :

$$F = k (x + \Delta x + \Delta x_{off}),$$

c'est à dire :

$$F = k (x + \Delta x) + k (\Delta x_{off}).$$

Le terme $k (x + \Delta x)$ représente la force d'équilibre

du ressort et le terme $k (\Delta x_{off})$ représente la charge supplémentaire appliquée au ressort du fait de la modification de la position de la tige (en lien avec Δx_{off} sans être exactement égale à Δx_{off}).

5 On sait que la capsule *Hyperloop* @ 2 circule dans un tube sous vide. Dans un tube sous vide, toute fuite de fluide est très problématique du fait des phénomènes de dégazage. L'étanchéité de l'actionneur de positionnement vertical 9 est donc un paramètre critique. Or, dans le
10 cas où l'actionneur de positionnement vertical est un actionneur hydraulique, la modification de la raideur consiste à réaliser des transferts de fluide hydrauliques entre des chambres de l'actionneur.

Il est donc très avantageux, dans une application de
15 capsule *Hyperloop* @, de ne pas modifier la raideur du « ressort » pour éviter tout risque potentiel de fuite de fluide.

Dans le cas où l'actionneur de positionnement vertical 9 est un actionneur hydraulique, il aurait aussi pu
20 être envisagé de modifier la géométrie interne des chambres. Cette solution est plus complexe à réaliser et moins efficace, puisque le positionnement de la roue est moins précis.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode
25 de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

L'invention est ici mise en œuvre dans une capsule
30 *Hyperloop* @. Cependant, l'invention n'est pas limitée à cette application et peut être mise en œuvre dans tout type de capsule destinée à cheminer dans un tube sous

vide et, plus généralement, dans tout type de véhicule de transport terrestre, cheminant ou non dans un tube, susceptible de léviter selon tout type de lévitation : capsule, train à sustentation magnétique (électrodynamique ou électromagnétique), etc.

On a décrit ici des actionneurs électromécaniques équipés de moteurs électriques : dispositifs d'entraînement en rotation, actionneurs de freinage, actionneurs de positionnement vertical. On pourrait bien sûr utiliser des actionneurs différents, par exemple hydrauliques ou pneumatiques.

L'architecture des moyens de commande, aussi bien en matière d'équipements (modules électriques de puissance et modules électriques de contrôle) qu'en matière de schéma fonctionnel, pourrait bien sûr être différente de celle décrite.

Le nombre de roues et de bogies de la capsule pourrait être différent. On pourrait par exemple avoir six ou huit roues par bogie, trois ou quatre bogies par capsule, etc.

On pourrait aussi avoir une répartition différente entre les roues freinées et les roues entraînées. On peut imaginer aussi que certaines roues soient freinées et entraînées à la fois (c'est-à-dire équipées d'un frein et d'un dispositif d'entraînement), ou bien que seules les roues freinées ou seules les roues entraînées soient munies d'un actionneur de positionnement vertical, etc.

REVENDICATIONS

1. Système de déplacement au sol d'un véhicule de transport terrestre susceptible de léviter, comportant une pluralité de roues comprenant au moins une roue actionnée (3), un dispositif d'entraînement (6) de la roue actionnée et/ou un frein (8) de la roue actionnée (3), un actionneur de positionnement vertical (9) agencé pour déplacer verticalement la roue actionnée (3) par rapport à un fuselage du véhicule (2), et des moyens de commande agencés pour, au cours d'une phase d'accélération et/ou au cours d'une phase de freinage du véhicule, piloter l'actionneur de positionnement vertical (9) de manière à ajuster une position verticale de la roue actionnée pour augmenter une charge reposant sur la roue actionnée et donc pour augmenter un effort maximal transmissible au sol par la roue actionnée, de manière à augmenter un couple maximal d'entraînement et/ou de freinage pouvant être produit par le dispositif d'entraînement (6) et/ou par le frein (8) sans que la roue actionnée (3) ne patine ou ne glisse.

2. Système de déplacement au sol selon la revendication 1, comportant une pluralité de roues actionnées comprenant au moins une roue entraînée (3a) et au moins une roue freinée (3b), le système de déplacement au sol comportant de plus un dispositif d'entraînement (6) pour chaque roue entraînée (3a), un frein (8) pour chaque roue freinée (3b), et un actionneur de positionnement vertical (9) pour chaque roue entraînée (3a) et pour chaque roue freinée (3b).

3. Système de déplacement au sol selon la revendication 2, dans lequel les moyens de commande sont agen-

cés pour établir une répartition de charge du véhicule (2) entre les roues actionnées (3), et pour piloter l'actionneur de positionnement vertical (9) de chaque roue actionnée de manière à ajuster la position verticale de ladite roue actionnée pour que la charge appliquée sur ladite roue actionnée corresponde à la répartition de charge.

4. Système de déplacement au sol selon la revendication 3, dans lequel les moyens de commande sont agencés pour établir la répartition de charge en fonction de niveaux de glissement des roues actionnées (3) et en fonction d'une phase de freinage ou d'une phase d'accélération dans laquelle se trouve le véhicule (2).

5. Système de déplacement au sol selon la revendication 4, dans lequel les moyens de commande sont agencés pour établir la répartition de charge en fonction de températures mesurées ou évaluées des roues actionnées (3) et/ou des actionneurs de positionnement vertical (9) et/ou des dispositifs d'entraînement (6) et/ou des freins (8), de manière à éviter qu'un échauffement excessif ne se produise.

6. Système de déplacement au sol selon la revendication 4, dans lequel les moyens de commande sont agencés pour établir la répartition de charge en fonction de niveaux d'usure de pneumatiques des roues actionnées (3).

7. Système de déplacement au sol selon la revendication 2, comportant au moins un bogie (4) indépendant comprenant deux roues entraînées (3a) et deux roues freinées (3b).

8. Système de déplacement au sol selon la revendication 7, dans lequel l'une des deux roues entraînées

est située sur un côté droit et l'autre des deux roues entraînés est située sur un côté gauche du bogie, et dans lequel l'une des deux roues freinées est située sur un côté droit et l'autre des deux roues freinées est si-
5 tuée sur un côté gauche du bogie.

9. Système de déplacement au sol selon la revendication 8, dans lequel les deux roues entraînés sont des roues externes et les deux roues freinées des roues internes.

10 10. Système de déplacement au sol selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'actionneur de positionnement vertical (9) comprend une jambe comportant un cylindre solidaire du fuselage et une tige agencée pour coulisser dans le cylindre, la roue actionnée (3)
15 étant montée au bas de la tige.

11. Système de déplacement au sol selon la revendication 10, dans lequel l'actionneur de positionnement vertical (9) est aussi agencé pour étendre la tige et poser la roue actionnée (3) au sol lors de phases
20 d'accélération et de freinage au sol du véhicule (2), et pour rétracter la tige lorsque le véhicule entre en lévitation.

12. Véhicule de transport terrestre susceptible de léviter, comprenant un système de déplacement au sol
25 selon l'une des revendications précédentes.

13. Véhicule selon la revendication 12, le véhicule étant une capsule *Hyperloop* ®.

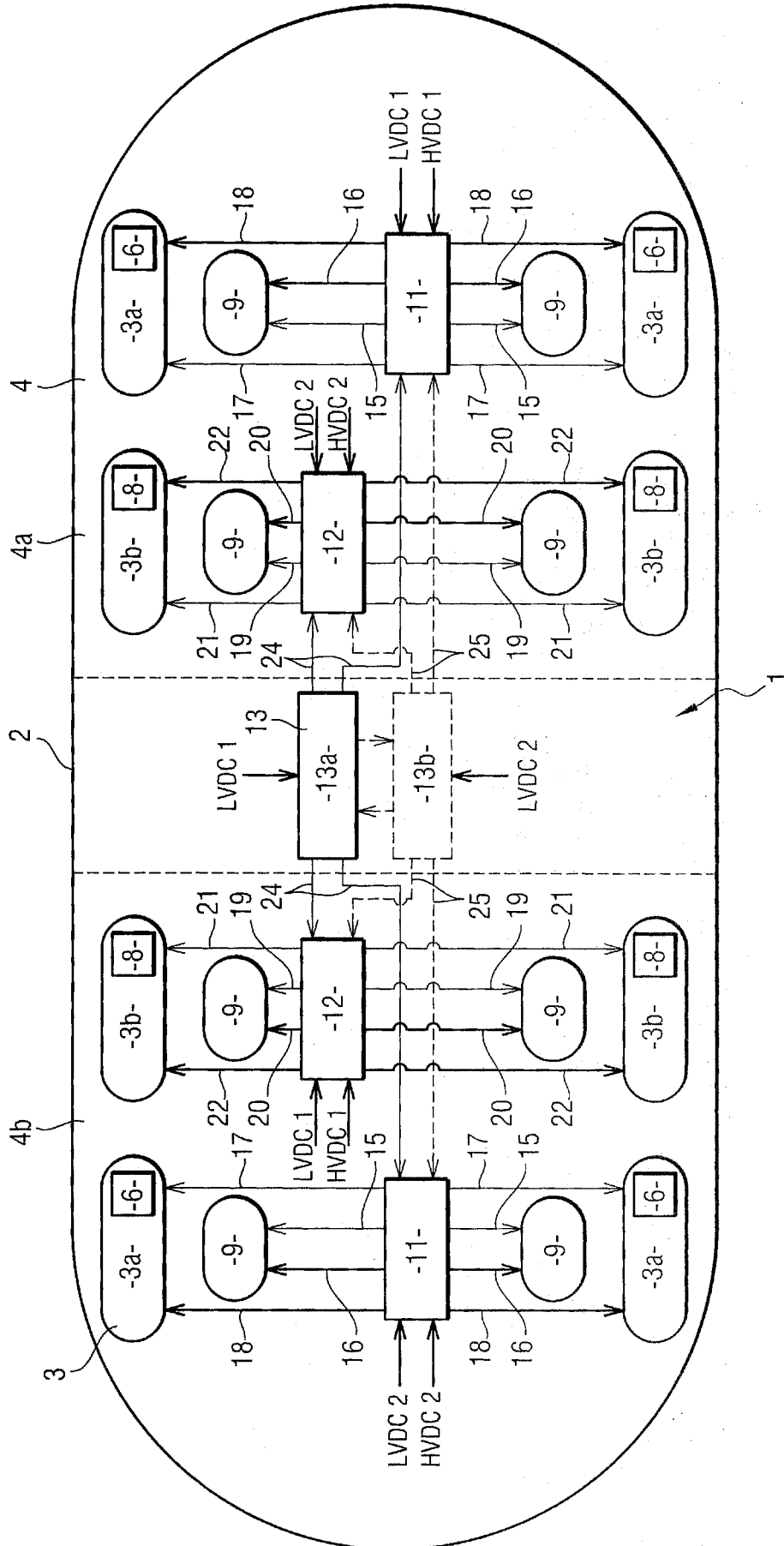


Fig. 1

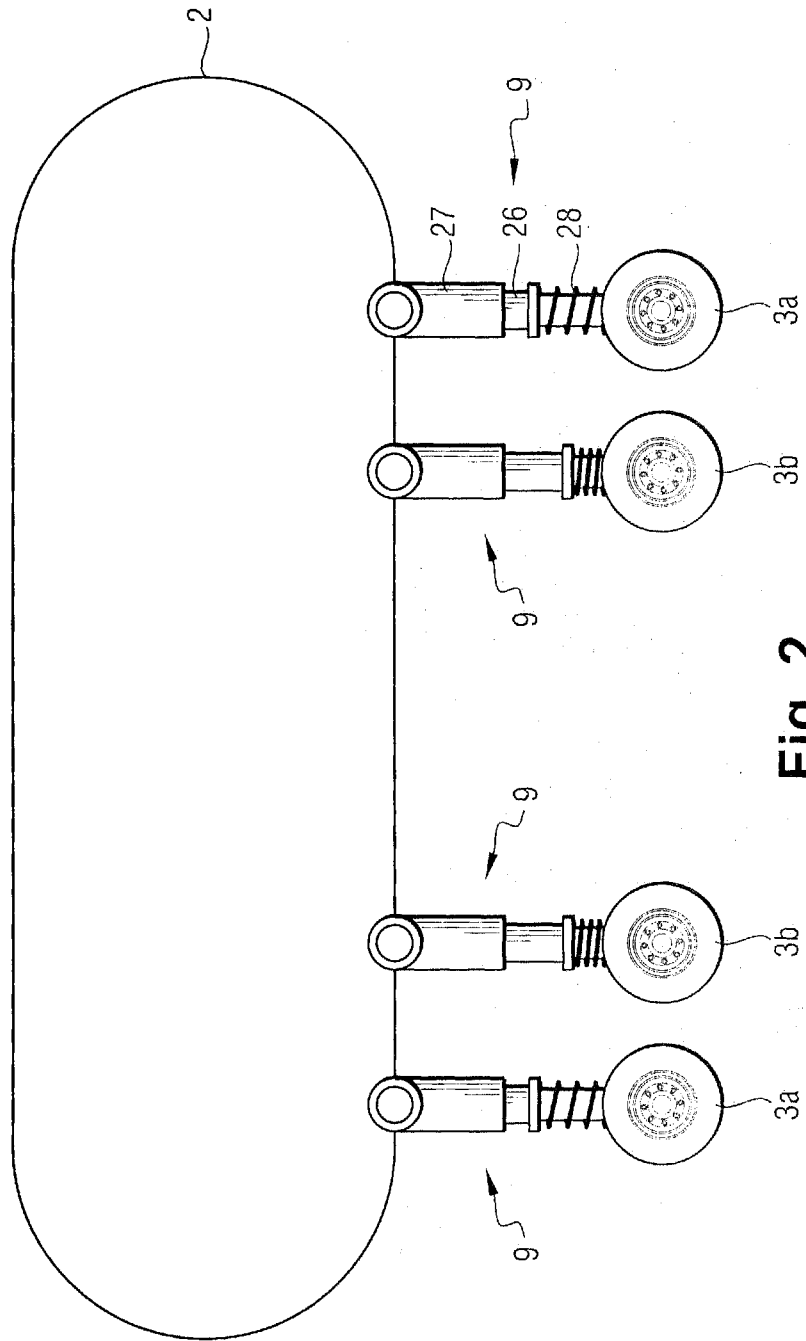


Fig. 2

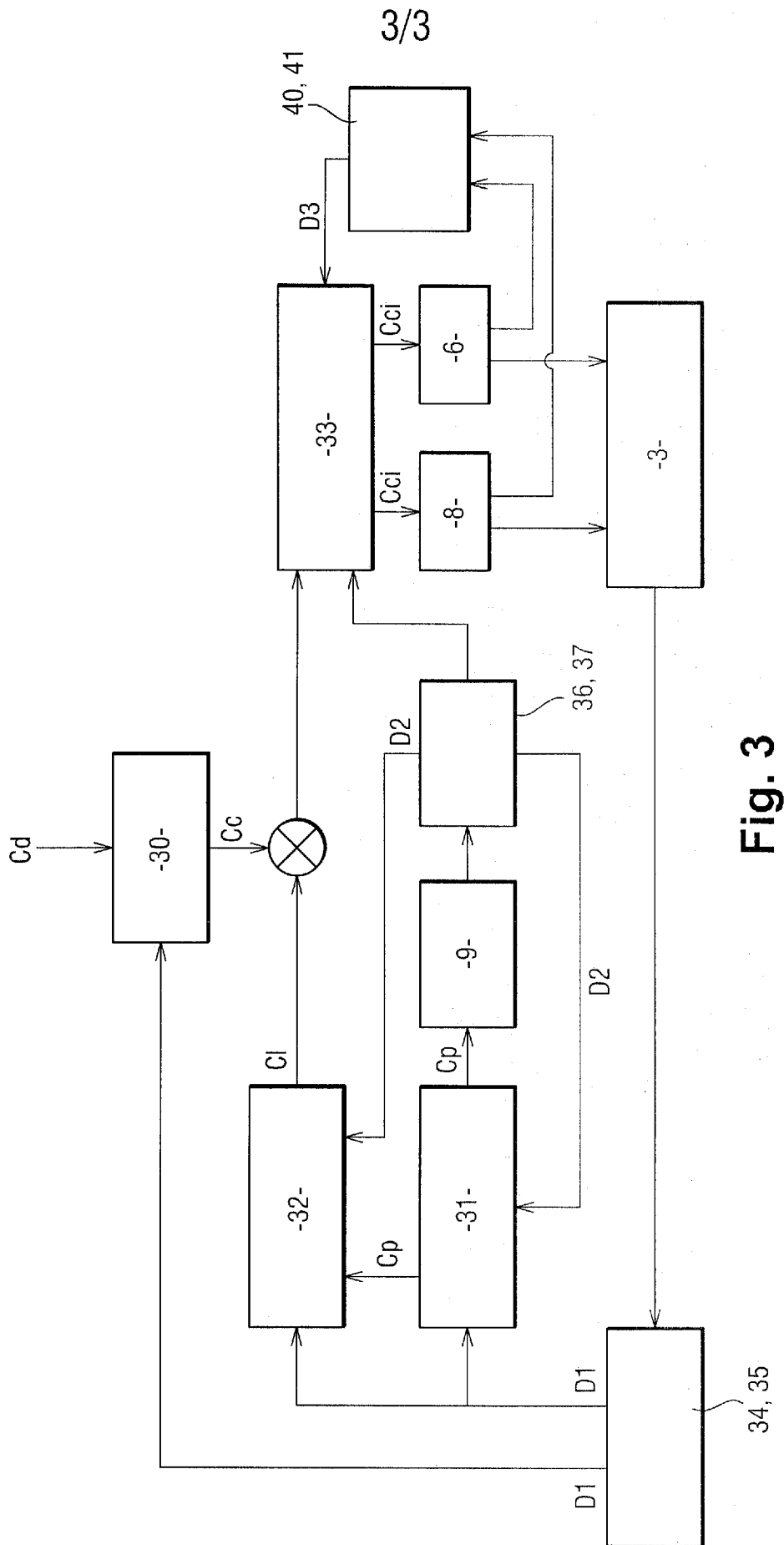


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B60L 13/08</i> (2006.01)i; <i>B60L 13/06</i> (2006.01)i; <i>B60F 5/00</i> (2006.01)i; <i>B60G 17/016</i> (2006.01)i; <i>B60G 17/018</i> (2006.01)i; <i>B62D 61/12</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60F; B63J; B60G; B60L; B62D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012046827 A1 (LARKINS WILLIAM T [US] ET AL) 23 February 2012 (2012-02-23) paragraph [0021] - paragraph [0079]; figures 1-10	1-13
A	US 9272599 B1 (COOK JR HARRISON L [US] ET AL) 01 March 2016 (2016-03-01) column 4, line 24 - column 7, line 10; figures 1, 2	1-13
A	FR 3013665 A1 (RENAULT SA [FR]) 29 May 2015 (2015-05-29) page 4, line 14 - page 8, line 19; figures 1-5	1-13
A	GB 2366269 A (GORTOWSKI EDMUND PETER [GB]) 06 March 2002 (2002-03-06) page 2, line 3 - page 4, line 37; figures 1-5	1,10,11
A	US 5359490 A (OGURO RYUICHI [JP]) 25 October 1994 (1994-10-25) column 1, line 17 - column 8, line 37; figures 1-7	1,12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 January 2020		Date of mailing of the international search report 13 February 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Davis, Alan Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/084476

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2012046827	A1	23 February 2012	US	2012046827	A1	23 February 2012
				WO	2012024137	A2	23 February 2012
US	9272599	B1	01 March 2016	BR	112017014045	A2	02 January 2018
				US	9272599	B1	01 March 2016
				WO	2016109762	A2	07 July 2016
FR	3013665	A1	29 May 2015	NONE			
GB	2366269	A	06 March 2002	NONE			
US	5359490	A	25 October 1994	DE	69015348	D1	02 February 1995
				DE	69015348	T2	13 July 1995
				EP	0445294	A1	11 September 1991
				JP	2949726	B2	20 September 1999
				JP	H0382302	A	08 April 1991
				US	5359490	A	25 October 1994
				WO	9102663	A1	07 March 1991

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/084476

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60L13/08 B60L13/06 B60F5/00 B60G17/016 B60G17/018 B62D61/12 ADD. Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60F B63J B60G B60L B62D Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2012/046827 A1 (LARKINS WILLIAM T [US] ET AL) 23 février 2012 (2012-02-23) alinéa [0021] - alinéa [0079]; figures 1-10 -----	1-13
A	US 9 272 599 B1 (COOK JR HARRISON L [US] ET AL) 1 mars 2016 (2016-03-01) colonne 4, ligne 24 - colonne 7, ligne 10; figures 1, 2 -----	1-13
A	FR 3 013 665 A1 (RENAULT SA [FR]) 29 mai 2015 (2015-05-29) page 4, ligne 14 - page 8, ligne 19; figures 1-5 ----- -/--	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 31 janvier 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/02/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Davis, Alan

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 366 269 A (GORTOWSKI EDMUND PETER [GB]) 6 mars 2002 (2002-03-06) page 2, ligne 3 - page 4, ligne 37; figures 1-5 -----	1,10,11
A	US 5 359 490 A (OGURO RYUICHI [JP]) 25 octobre 1994 (1994-10-25) colonne 1, ligne 17 - colonne 8, ligne 37; figures 1-7 -----	1,12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/084476

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012046827 A1	23-02-2012	US 2012046827 A1 WO 2012024137 A2	23-02-2012 23-02-2012
US 9272599 B1	01-03-2016	BR 112017014045 A2 US 9272599 B1 WO 2016109762 A2	02-01-2018 01-03-2016 07-07-2016
FR 3013665 A1	29-05-2015	AUCUN	
GB 2366269 A	06-03-2002	AUCUN	
US 5359490 A	25-10-1994	DE 69015348 D1 DE 69015348 T2 EP 0445294 A1 JP 2949726 B2 JP H0382302 A US 5359490 A WO 9102663 A1	02-02-1995 13-07-1995 11-09-1991 20-09-1999 08-04-1991 25-10-1994 07-03-1991