

(19)



(11)

EP 3 650 300 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.01.2022 Bulletin 2022/01

(51) Int Cl.:
B61B 7/02 (2006.01) B61B 12/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18205797.6**

(22) Date de dépôt: **12.11.2018**

(54) INSTALLATION TELEPHERIQUE COMPRENANT UNE STRUCTURE DE VIRAGE

SEILBAHNANLAGE DIE EINE STRUKTUR ZUM KURVENFAHRT UMFASST

CABLEWAY INSTALLATION COMPRISING A TURNING STRUCTURE

(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**

(43) Date de publication de la demande:
13.05.2020 Bulletin 2020/20

(73) Titulaires:
• **Eiffage Metal**
78140 Velizy-Villacoublay (FR)
• **POMA**
38340 Voreppe (FR)

(72) Inventeurs:
• **GAVOTY, Simon**
75009 Paris (FR)
• **COUDURIER, Stéphane**
38960 Saint-Étienne-de-Crossey (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Netter**
36, avenue Hoche
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 072 367 EP-A1- 2 853 460
EP-A2- 0 281 205 FR-A1- 3 050 425
FR-A1- 3 052 131 JP-A- H06 171 501
JP-A- H09 240 466 JP-B2- 3 021 197

• **Ulysse Lamalle: "Cours d'exploitation des
Chemins de Fer - Pose de la voie en courbe", , 1
janvier 1949 (1949-01-01), XP055586849, Extrait
de l'Internet:
URL:[http://www.tassignon.be/trains/cecf/to
mellII/C_E_C_F_III_II.htm#p027](http://www.tassignon.be/trains/cecf/to_mellII/C_E_C_F_III_II.htm#p027) [extrait le
2019-05-08]**

EP 3 650 300 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention a trait à une installation de transport aérien par câble comprenant au moins un câble tracteur, au moins un câble porteur, un ou plusieurs véhicules et une structure aérienne, la structure aérienne comprenant une entrée et une sortie qui se raccordent respectivement à un tronçon amont et un tronçon aval d'une ligne de transport aérien par câble qui s'étendent chacun de manière généralement rectiligne, au moins en projection dans un plan horizontal, ces tronçons amont et aval étant reliés entre eux par un tronçon intermédiaire courbe dans ce plan horizontal, la structure comprenant en outre au moins un guidage latéral qui agit sur une première portion au moins du tronçon intermédiaire.

[0002] Des structures de ce type sont utilisées en particulier pour raccorder mutuellement un tronçon de ligne amont et un tronçon de ligne aval qui s'étendent chacun selon un gabarit rectiligne, en projection dans un plan horizontal, lorsque ces gabarits respectifs forment un angle l'un par rapport à l'autre dans ce plan horizontal, ou angle horizontal. Autrement dit, de telles structures sont utilisées pour guider une portion intermédiaire de la ligne selon un gabarit de virage.

[0003] Dans le document FR2882321 est décrite une station d'embarquement à haut débit pour une installation de transport par câble aérien à défilement continu et à sièges débrayables, qui comporte un chemin de transfert pour le guidage et le transport des sièges désaccouplés du câble porteur tracteur, le chemin de transfert étant subdivisé en un tronçon d'amenée, un tronçon de départ parallèle au tronçon d'amenée, et un tronçon intermédiaire incurvé à 180°, reliant le tronçon d'amenée au tronçon de départ. Le tronçon intermédiaire comprend un premier contour et un deuxième contour de courbures différentes, le deuxième contour associé au tronçon de départ étant constitué par une portion de clothoïde ayant un rayon de courbure supérieur à celui du premier contour associé au tronçon d'amenée. Le chemin de transfert se trouve entre deux voies de transport de l'installation, qui sont parallèles entre elles. Le tronçon d'amenée est relié à l'une de ces voies tandis que le tronçon de départ est relié à l'autre. Les sièges parcourent le chemin de transfert à allure réduite, typiquement à une vitesse voisine de 0,5 mètre par seconde, permettant aux skieurs d'embarquer en marche. Cet embarquement est prévu au voisinage du raccordement avec une ligne droite du tronçon de départ. Il en résulte une amélioration du comportement du siège avant l'embarquement, et une souplesse d'embarquement avec une capacité élevée.

[0004] On connaît ainsi par DE 197 04 825 une installation téléphérique de type monocâble dans laquelle une portion intermédiaire du câble porteur/tracteur est guidée sur des mats répartis le long d'une trajectoire courbe par l'intermédiaire de galets rotatifs. Ces galets sont prévus pour s'escamoter les uns après les autres au passage des véhicules. Lorsqu'il s'escamote, un galet libère le câble porteur/tracteur de son emprise. Ce dernier se trou-

ve alors guidé par le galet du mât suivant, qui n'est pas encore escamoté, et par le galet du mât précédent, qui lui a déjà repris sa position antérieure à son escamotage.

[0005] En principe, l'installation décrite dans DE 197 04 825 est satisfaisante. En pratique cependant, cette installation est limitée aux téléphériques monocâbles d'une part, et à des prises d'angle assez faibles, d'autre part. Dans le cas d'un angle horizontal important entre la portion de ligne amont et la portion de ligne aval, l'installation en question devient contraignante en ce qu'elle oblige à prévoir un tronçon intermédiaire courbe très long.

[0006] L'installation en question n'est dès lors pas utilisable en environnement urbain ou périurbain, où les contraintes d'encombrement sont importantes et les téléphériques bi-câbles privilégiés. En outre, dans un tel environnement, les installations téléphériques se doivent d'être performantes, ce qui implique que les véhicules puissent être déplacés rapidement le long de la ligne, sans nuire au confort de leurs passagers.

[0007] FR 3 052 131 A1 divulgue une installation de téléphérique urbain dont la voie de circulation comporte des segments de contournement configurés de manière à faire prendre des virages aux véhicules. Sur ces segments, des galets de déviation guident le câble tracteur, tandis que deux rails guident les véhicules. Le passage des câbles porteurs se fait grâce à des moyens de roulement respectifs, agencés selon des voies ou des hauteurs différentes. Ces câbles porteurs sont ancrés au sol à chaque transition entre segment de franchissement et segment de contournement. De tels ancrages impliquent de dévier verticalement les câbles porteurs vers le sol.

[0008] EP 2 853 460 A1 divulgue des câbles porteurs d'une installation téléphérique qui s'étendent, au voisinage d'un pylône, de manière courbe, tandis que le câble tracteur est guidé au moyen de galets. Ces câbles porteurs sont déviés, assez simplement, au moyen d'un sabot support de câble en arc de cercle, disposé dans un plan faiblement incliné par rapport à la verticale. En plus de dévier latéralement les câbles porteurs, ce sabot les supporte verticalement. Pour obtenir une déviation latérale, même assez faible, des câbles porteurs, le sabot doit les dévier verticalement de manière importante. De ce fait, l'installation est limitée à de faibles, voire très faibles, déviations.

[0009] L'invention vise à améliorer cette situation.

[0010] On propose une installation de transport aérien par câble selon la revendication 1.

[0011] L'agencement d'une ou plusieurs portions en forme de radioïde, en particulier de clothoïde, le long du virage permet d'optimiser le tracé de la ligne. Sous l'hypothèse d'une vitesse de passage des véhicules constante, on peut tracer un virage optimal en ce qui concerne son encombrement, tout en s'assurant du respect de valeurs limites relatives à l'accélération latérale ou au jerk par exemple. Surtout, on peut se placer au plus juste par rapport à ces valeurs, ce qui permet, en comparaison des installations classiques, soit de réduire l'encombre-

ment de la structure de virage pour une même vitesse de passage des véhicules, soit d'augmenter cette vitesse pour un même encombrement.

[0012] On propose également une installation de transport aérien par câble comprenant au moins une structure telle que proposée plus haut.

[0013] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée ci-après, faite en relation avec les dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une structure de virage selon l'invention ;
- la figure 2 représente la structure de la figure 1 en vue de dessus ;
- la figure 3 représente partiellement la structure de virage de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue de dessus correspondant à la figure 3 ;
- les figures 5 et 6 représentent une portion de la figure 3 ;
- la figure 7 représente un détail VII de la figure 5, sans véhicule ;
- la figure 8 représente le détail VII de la figure 5 avec un véhicule ;
- la figure 9 représente une partie de la figure 3 sans rail de guidage ;
- la figure 10 représente un détail X de la figure 9 ;
- la figure 11 représente un chariot de véhicule engagé sur la structure de virage de la figure 1, en vue de face ;
- la figure 12 représente une partie de la figure 3, sans véhicule ni rail de guidage ;
- la figure 13 représente un détail XIII de la figure 12, sans véhicule et avec des galets escamotés ;
- la figure 14 est analogue à la figure 13 avec véhicule ;
- la figure 15 est un graphique représentant la trajectoire d'un véhicule le long de la structure de virage de la figure 1 ;
- la figure 16 est un graphique représentant l'évolution temporelle de l'angle de déviation du véhicule le long de la structure de virage de la figure 1 ;
- la figure 17 est un graphique représentant l'évolution du rayon de courbure de la trajectoire du véhicule le long de la structure de virage de la figure 1 ;
- la figure 18 est un graphique représentant l'évolution temporelle de l'accélération latérale subie par le centre de gravité du véhicule le long de la structure de virage de la figure 1 ;
- la figure 19 est un graphique représentant l'évolution temporelle du jerk subi par le centre de gravité du véhicule le long de la structure de virage, en fonction du temps ;
- les figures 20 à 28 sont des représentations géométriques illustrant la construction d'un plan moyen.

[0014] Les dessins contiennent des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à décrire l'invention mais aussi contribuer à sa définition,

le cas échéant.

[0015] On fait référence aux figures 1 et 2.

[0016] Une installation de transport de véhicules par câbles, ici de type téléphérique, comprend une ligne de transport avec une première voie de circulation, ou voie aller, le long de laquelle s'étendent au moins un câble porteur 3A et un premier brin d'un câble tracteur, ou brin aller 5A. L'installation comprend une structure aérienne 7 qui participe au maintien d'une portion au moins du câble porteur 3A et du brin aller 5A en l'air, suivant un gabarit de ligne. Cette structure aérienne est ici soutenue par une pluralité de mâts 8. L'installation comprend ici en outre un câble porteur supplémentaire, ou second câble porteur 9A, qui s'étend le long de la voie aller et se trouve également maintenu en l'air, en partie au moins, par la structure 7.

[0017] Ici, la ligne de transport de l'installation téléphérique comprend en outre une seconde voie de circulation, ou voie retour, analogue à la voie aller. Le long de cette voie retour s'étendent des câbles homologues des câbles de la voie aller, à savoir un premier câble porteur 3B, un second brin du câble tracteur, ou brin retour 5B, et un second câble porteur 9B. Le premier câble porteur 3B, le brin retour 5B et le second câble porteur 9B de la voie retour sont maintenus en l'air, suivant le gabarit de ligne, en partie au moins par la structure 7.

[0018] La structure 7 assure en outre une déviation directionnelle, au moins latérale, des câbles de la voie aller entre une portion amont et une portion aval qui s'étendent de manière généralement rectiligne, au moins au voisinage de la structure 7, en projection dans un plan horizontal au moins. Le gabarit de ligne comprend ainsi une portion en virage qui raccorde deux portions de ce gabarit qui s'étendent de manière généralement rectiligne, au moins en projection dans un plan horizontal. Et la structure 7 guide les câbles de la voie aller dans la portion en virage du gabarit de ligne.

[0019] De manière analogue, la structure 7 assure en outre une déviation directionnelle des câbles de la voie retour entre une portion amont qui s'étend généralement de manière parallèle à la portion aval de la voie aller et une portion aval qui s'étend généralement de manière parallèle à la portion amont de la voie aller. La structure 7 guide en outre les câbles de la voie retour dans une portion en virage du gabarit de ligne, cette portion en virage étant homologue de la portion en virage de la voie aller.

[0020] Dans le mode de réalisation décrit ici, la structure 7 dévie les câbles de la voie aller et de la voie retour dans un plan généralement horizontal. La structure 7 réalise une déviation horizontale de la ligne, sans déviation verticale.

[0021] Le câble porteur 3A comprend une portion amont 3A-1 qui s'étend selon une première portion du gabarit de ligne et une portion aval 3A-2 qui s'étend selon une seconde portion du gabarit de ligne. La première portion du gabarit de ligne et la seconde portion de celui-ci s'étendent de manière généralement rectiligne, au

moins au voisinage de la structure 7 et en projection sur un plan horizontal. La première portion du gabarit de ligne et la seconde portion de celui-ci s'étendent dans un plan sensiblement horizontal et y sont mutuellement inclinées, d'un angle Alpha 11. Dans ce plan horizontal, la portion aval 3A-2 du premier câble porteur 3A est inclinée d'un angle Alpha 11 par rapport à la portion amont 3A-1 de ce câble. Dans l'exemple illustré ici, l'angle Alpha 11 est d'environ 30 degrés.

[0022] Au moins en amont de la structure 7 et en aval de celle-ci, le brin aller 5A du câble tracteur s'étend de manière généralement parallèle au premier câble porteur 3A et au second câble porteur 9A. Le brin aller 5A comprend une portion amont 5A-1 et une portion aval 5A-2 qui est inclinée horizontalement de l'angle Alpha 11 par rapport à sa portion amont 5A-1, tandis que le second câble porteur 9A comprend une portion amont 9A-1 et une portion aval 9A-2 qui est inclinée horizontalement de l'angle Alpha 11 par rapport à sa portion amont 9A-1.

[0023] De manière analogue, la structure 7 assure la déviation d'une portion amont de la voie retour vers une portion aval de cette voie, en particulier une portion amont 5B-1 du brin retour 5B vers une portion aval 5B-2, une portion amont 3B-1 vers une portion aval 3B-2 du troisième câble porteur 3B et une portion amont 9B-1 vers une portion aval 9B-2 du quatrième câble porteur 9B.

[0024] On fait référence aux figures 3 et 4.

[0025] Une structure de virage, par exemple la structure 7 des figures 1 et 2, comprend un guidage véhicule intercalé entre une portion amont d'une voie de circulation, par exemple la voie aller, généralement rectiligne et une portion aval de celle-ci généralement rectiligne et inclinée horizontalement par rapport à la portion amont, par exemple de l'angle Alpha 11 représenté sur les figures 1 et 2.

[0026] Le guidage véhicule comprend un rail courbe 100 qui s'étend le long de la portion en virage du gabarit de ligne. En entrée de virage, chaque véhicule 200 qui circule sur la voie aller s'engage sur le rail courbe 100, à une première extrémité de celui-ci. En sortie de virage, le véhicule 200 se désengage du rail courbe 100, à une seconde extrémité de celui-ci, opposée à la première. Le rail courbe 100 guide le véhicule latéralement.

[0027] La structure de virage comprend en outre un chemin de roulement pour le véhicule 200, qui raccorde la portion amont de la voie de circulation à la portion aval. Le chemin de roulement comprend une première poutre courbe, ou poutre extérieure 300, qui raccorde une portion amont d'un câble porteur, par exemple la portion amont 3A-1 du premier câble porteur 3A des figures 1 et 2, à sa portion aval, par exemple la portion aval 3A-2. Le chemin de roulement comprend ici en outre une seconde poutre courbe, ou poutre intérieure 400, homologue de la poutre extérieure 300 pour un câble porteur supplémentaire de la voie de circulation, par exemple le second câble porteur 9A de la voie aller sur les figures 1 et 2.

[0028] En entrée de virage, du moins à proximité de celle-ci, le véhicule 200 se désengage du ou des câbles

porteurs, par exemple le premier câble porteur 3A et le second câble porteur 9A de la voie aller, pour rouler sur le chemin de roulement, ici sur une face supérieure de la poutre extérieure 300 et une face supérieure de la poutre intérieure 400. Tandis qu'il roule le long de ce chemin, le véhicule 200 est guidé latéralement, selon une trajectoire courbe, par l'intermédiaire du rail courbe 100. Le chemin de roulement, et en particulier la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400, ne contribue pas, du moins dans cet exemple de réalisation, au guidage latéral du véhicule 200 dans le virage.

[0029] La poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 maintiennent en outre leur câble porteur respectif dans le gabarit de ligne, non seulement sur les portions en amont et en aval de celui-ci, mais aussi sur la portion intermédiaire courbe. La poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 contribuent au maintien en l'air de leur câble respectif. Ces poutres 300 et 400 guident en outre latéralement leur câble respectif, selon la trajectoire du virage.

[0030] La structure de virage comprend encore un mécanisme de déviation pour le câble tracteur, par exemple le brin aller 5A des figures 1 et 2 entre une portion amont 5A-1, et une portion aval 5A-2, mutuellement inclinées dans un plan horizontal. Ce mécanisme de déviation comprend un jeu d'éléments de guidage 500 répartis le long de la trajectoire du virage et qui agissent sur une portion intermédiaire 5A-3 du brin aller 5A du câble tracteur. Ces éléments 500 contribuent au maintien et au guidage du brin aller 5A dans son gabarit de ligne, au moins sur sa portion intermédiaire 5A-3.

[0031] Ici, le mécanisme de déviation agit dans un plan horizontal uniquement. En entrée et en sortie de virage, se trouve à chaque fois un support 600, comprenant typiquement un ou plusieurs galets montés à rotation, qui contribue à maintenir le câble tracteur en l'air, ici le soutenir, sur une structure de maintien du type de la structure 7 des figures 1 et 2.

[0032] La poutre intérieure 400, la poutre extérieure 300, le rail courbe 100 et la portion intermédiaire 5A-3 du brin aller 5A du câble tracteur s'étendent de manière généralement parallèle les uns aux autres dans le virage.

[0033] On fait référence à la figure 5.

[0034] À l'entrée du virage (repère A5), une portion du brin aller 5A du câble tracteur adjacente à la portion amont 5A-1 généralement rectiligne de ce brin, ou portion d'entrée 5A-31, est guidée selon un profil qui suit une portion de clothoïde. La portion d'entrée 5A-31 se termine au repère B5 sur la figure 5.

[0035] En sortie de virage (repère D5), une portion du brin aller 5A du câble tracteur adjacente à la portion aval 5A-2 généralement rectiligne de ce brin, ou portion de sortie 5A-32, est guidée selon un profil qui suit une portion de clothoïde. La portion de sortie 5A-32 commence au repère C5 sur la figure 5. Ici, la portion de sortie 5A-32 est symétrique de la portion d'entrée 5A-31.

[0036] Entre la portion d'entrée 5A-31 et la portion de sortie 5A-32, une portion de jonction 5A-33 du brin aller

5A du câble tracteur (du repère B5 au repère C5) est guidée selon un profil qui suit un arc de cercle. Le rayon RO de ce cercle correspond au rayon du profil en clothoïde à une extrémité adjacente de la portion d'entrée 5A-31. Ce rayon RO correspond également au rayon du profil en clothoïde à une extrémité adjacente de la portion de sortie 5A-32. Chaque portion qui suit un profil en clothoïde assure une transition continue entre un rayon de courbure infini, correspondant à une portion rectiligne amont ou aval, et le rayon de courbure RO de la portion de jonction 5A-33.

[0037] Sur la portion d'entrée 5A-31, la portion de sortie 5A-32 et la portion de jonction 5A-33, le guidage du brin aller 5A du câble tracteur est par exemple réalisé par des éléments du type des éléments de guidage 500 des figures 3 et 4, répartis sur le profil en question.

[0038] Ici, le véhicule 200 est en prise sur le brin aller 5A du câble tracteur par l'intermédiaire d'une attache 202 qui se trouve sensiblement au droit du centre d'inertie du véhicule 200. Ce centre d'inertie suit ainsi une trajectoire homologue au profil du câble tracteur 5, en particulier sur le virage.

[0039] Le rail courbe 100 assure le guidage latéral du véhicule 200. Le rail courbe 100 est décalé orthogonalement par rapport au profil du brin aller 5A du câble tracteur. Le rail courbe 100 guide le véhicule 200 dans le virage selon une trajectoire telle que le centre d'inertie du véhicule 200 suive le profil du brin aller 5A du câble tracteur sur sa portion courbe 5A-3.

[0040] Au voisinage de l'une de ses extrémités, le rail courbe 100 comprend un premier tronçon, ou tronçon d'entrée 102, homologue de la portion d'entrée 5A-31 du câble tracteur 5. Le tronçon d'entrée 102 est généralement conformé suivant une portion de pseudo-clothoïde, c'est-à-dire selon une courbe résultant d'un décalage orthogonal d'une portion de clothoïde. Ici, la portion de clothoïde en question correspond au profil en clothoïde de la portion d'entrée 5A-31 du brin aller 5A du câble tracteur. Ce décalage orthogonal correspond sensiblement au décalage orthogonal entre le brin aller 5A du câble tracteur et le rail courbe 100.

[0041] Au voisinage de l'autre de ses extrémités, le rail courbe 100 comprend un second tronçon, ou tronçon de sortie 104, homologue de la portion de sortie 5A-32 du brin aller 5A du câble tracteur. Le tronçon de sortie 104 est généralement conformé suivant une portion de pseudo-clothoïde, résultant du décalage orthogonal du tronçon de sortie 5A-32 du brin aller 5A du câble tracteur. Le tronçon d'entrée 102 et le tronçon de sortie 104 sont mutuellement symétriques.

[0042] Entre le tronçon d'entrée 102 et le tronçon de sortie 104, le rail courbe 100 comprend un tronçon intermédiaire 106, dont une extrémité se raccorde au tronçon d'entrée 102 et une extrémité opposée au tronçon de sortie 104. Le tronçon intermédiaire 106 est homologue de la portion de jonction 5A-33 du brin aller 5A du câble tracteur. Le tronçon intermédiaire 106 est conformé selon un arc de cercle qui résulte du décalage orthogonal du

tronçon de jonction 5A-33 du brin aller 5A du câble tracteur.

[0043] Ici, le rail courbe 100 se prolonge du côté de son tronçon d'entrée 102 (en amont du repère A5) et du côté de son tronçon de sortie 104 (en aval du repère D5) en un premier tronçon droit 108 et un second tronçon droit 110 respectivement.

[0044] Le rail présente une allure de profilé. Il peut être réalisé en partie au moins par cintrage de rayon variable ou par forgeage, de manière à courber le profilé selon les portions décrites. Il peut également être réalisé par assemblage d'éléments profilés aboutés de manière à suivre au plus près les portions en question. Le cas échéant, certains au moins de ces éléments peuvent être cintrés. Le rayon du cintrage peut être déterminé de manière à suivre au mieux ces portions. Certains au moins de ces éléments peuvent eux-mêmes être des profilés reconstitués soudés.

[0045] On fait référence à la figure 6.

[0046] La poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 comprennent chacune un tronçon d'entrée 302 ou 402 (du repère A300 au repère B300 pour l'une, du repère A400 au repère B400 pour l'autre), homologue du tronçon d'entrée 5A-31 du brin aller 5A du câble tracteur. Chaque tronçon d'entrée 302, 402 s'étend généralement selon une portion de pseudo-clothoïde, c'est-à-dire selon une courbe résultant d'un décalage orthogonal d'une portion de clothoïde. Ici, la portion de clothoïde en question correspond à la clothoïde du tronçon d'entrée 5A-31 du brin aller 5A du câble tracteur. Ce décalage orthogonal correspond sensiblement au décalage orthogonal entre le brin aller 5A du câble tracteur et le premier câble porteur 3A de la voie aller d'une part, et, d'autre part, le brin aller 5A du câble tracteur et le second câble porteur 9A de la voie aller, en amont et en aval du virage.

[0047] De manière analogue, la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 comprennent chacune un tronçon de sortie 304 ou 404 (du repère C300 au repère D300 pour l'une, du repère C400 au repère D400 pour l'autre), homologue du tronçon de sortie 5A-32 du brin aller 5A du câble tracteur. Chaque tronçon de sortie 304, 404 s'étend généralement selon une portion de pseudo-clothoïde résultant du décalage orthogonal du tronçon de sortie 5A-32 du brin aller 5A du câble tracteur.

[0048] Ici, la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 comprennent en outre chacune un tronçon intermédiaire 306 ou 406 (du repère B300 au repère C300 pour l'une, du repère B400 au repère C400 pour l'autre) qui se raccorde, à une extrémité, au tronçon d'entrée 302 ou 402 de la poutre, et, à une extrémité opposée, à son tronçon de sortie 304 ou 404. Chaque tronçon intermédiaire 306 ou 406 s'étend selon un arc de cercle qui résulte du décalage orthogonal du tronçon de jonction 5A-33 du brin aller 5A du câble tracteur.

[0049] Ici, la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 se prolongent chacune du côté de leur tronçon d'entrée 302 ou 402 (en amont du repère A300 pour l'une, et du repère A400 pour l'autre) et du côté de leur tronçon

de sortie 304 ou 404 (en aval du repère D300 pour l'une et du repère D400 pour l'autre) en un premier tronçon droit 308 ou 408 et un second tronçon droit 310 ou 410 respectivement.

[0050] La poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 peuvent être fabriquées comme le rail courbe 100, en particulier par cintrage, forgeage ou assemblage d'éléments cintrés.

[0051] On fait référence aux figures 7 à 10.

[0052] Le premier tronçon droit 308 de la poutre extérieure 300 et le premier tronçon droit 408 de la poutre intérieure 400 présentent chacun une face supérieure sur laquelle se distinguent deux segments longitudinaux.

[0053] Sur un premier segment 412, proche de la portion amont de la voie de transport, la face supérieure de la poutre intérieure 400 est agencée en un support de câble, ici la portion amont 9A-1 du second câble porteur 9A de la voie aller. Le premier segment 412 est agencé à la manière d'une portion de ce que l'on appelle un sabot porteur dans la technique. La face supérieure du premier segment 412 est conformée en un demi cintre, qui s'élève en direction de la portion aval de la voie.

[0054] Sur un second segment 414, adjacent au premier segment 412 et éloigné de la portion amont de la voie, la poutre intérieure 400 est agencée de manière à dévier progressivement vers le bas le second câble porteur 9A sur la face supérieure de ce second segment 414. Cette face supérieure du second segment est en outre agencée en tant que surface de roulement pour le véhicule 200.

[0055] Le premier tronçon droit 408 de la poutre intérieure 400 est réalisé ici à partir d'un élément de poutre 416 allongé. La portion de cet élément qui correspond au second segment 414 présente une face supérieure conformée en un plan incliné qui décroît depuis la face supérieure correspondant au premier segment 412.

[0056] Sur les portions correspondant au premier segment 412 et au second segment 414, l'élément de poutre 416 porte, en face supérieure, une garniture de câble 418 qui reçoit le second câble porteur 9A. Ce second câble porteur 9A suit sensiblement la face supérieure de l'élément de poutre 416.

[0057] En une zone médiane du plan incliné, cet élément de poutre 416 se raccorde à une extrémité du reste de la poutre intérieure 400 en ménageant un passage pour le second câble porteur 9A. Pour ce faire, l'extrémité du reste de la poutre intérieure 400 est ici conformée en biseau. Le second câble porteur 9A suit l'élément de poutre 416, qui l'amène en face inférieure de la poutre intérieure 400. Là, des éléments de guidage 419, sous la forme de segments de garniture de câble, maintiennent la portion intermédiaire 9A-3 du second câble porteur 9A dans la portion en virage de son gabarit de ligne.

[0058] La face supérieure de la poutre intérieure 400 comprend un plat de roulement 420, qui recouvre ici en partie au moins la face supérieure d'un ou plusieurs éléments profilés assemblés pour former en partie au moins la poutre intérieure 400. À l'une de ses extrémités, ce

plat 420 s'arrête à proximité du sommet du premier segment 412. Là, la face supérieure du plat 420 s'étend suivant un plan très légèrement incliné et montant à mesure que l'on se déplace vers l'extrémité aval du second segment 414. À proximité de cette extrémité, la face supérieure du plat de roulement atteint son sommet, c'est-à-dire son altimétrie constante le long du virage. De ce sommet à l'extrémité du reste de la poutre intérieure, le plat 420 s'étend à une même hauteur. Dans l'exemple de réalisation montré ici, le plat 420 est réalisé en plusieurs tronçons, à savoir un premier tronçon 420-1 qui correspond sensiblement au premier élément de poutre 416, un second tronçon 420-2 qui correspond sensiblement à un second élément de poutre homologue du premier élément de poutre 416 pour le second tronçon droit 410 et un troisième tronçon 420-3 qui s'étend sur la plus grande partie de la poutre intérieure 400 et se raccorde au premier tronçon 420-1 du plat 420 et au second tronçon 420-2 de celui-ci.

[0059] Le long du premier tronçon 420-1 du plat 420, deux cornières de transition 421, agencées symétriquement de part et d'autre de la garniture de câble 418, présentent en leur sommet respectif une surface de roulement étroite sensiblement horizontale.

[0060] La poutre extérieure 300 est agencée de manière homologue de la poutre intérieure 400. Les éléments de la poutre extérieure portent la référence de leur homologue de la poutre intérieure 400 diminuée d'une centaine.

[0061] Lorsqu'il s'engage sur la structure de virage 7, le véhicule 200 roule d'abord sur les portions amont 3A-1 et 9A-2 du premier câble porteur 3A et du second câble porteur 9A de la voie aller par l'intermédiaire de galets principaux (non visibles sur ces figures). Ces portions amont sont supportées par les premiers tronçons droits 308 et 408 de la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400, respectivement, jusqu'à ce qu'à proximité de l'extrémité amont des seconds segments 314 et 414, la jante de ces galets principaux affleure les surfaces de roulement des cornières de transition 321 et 421. À mesure que le véhicule 200 avance le long des seconds segments 314 et 414, les galets principaux se désengagent du premier câble porteur 3A et du second câble porteur 9A de la voie aller, du fait que ces derniers sont progressivement déviés vers le bas. Le véhicule 200 roule alors sur les cornières de transition 321 et 421, jusqu'à ce que, à proximité de l'extrémité aval des seconds segments 314 et 414, des galets auxiliaires du véhicule 200 (non visibles sur ces figures) affleurent le plan légèrement incliné des premiers tronçons 320-1 et 420-1 des plats de roulement 320 et 420. À partir de là, et tout au long des tronçons intermédiaires 306 et 406 de la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400, le véhicule 200 roule sur les plats de roulement 320 et 420 par l'intermédiaire de ces galets auxiliaires. Le second segment 314 du premier segment rectiligne 308 de la poutre extérieure 300, et son homologue 414 de la poutre intérieure 400, forment une zone de transition entre un roulage du vé-

hicule 200 sur les câbles porteurs et un roulage sur le chemin formé par le reste de la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400. À la différence du roulage sur les câbles porteurs, où la gorge des galets principaux guide le véhicule 200 le long de ces câbles, le roulage sur le chemin de la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 est libre latéralement. Le guidage latéral du véhicule 200 est assuré par le rail courbe 100. Il importe que le véhicule 200 engage le rail courbe 100 sensiblement au moment où il se désengage des câbles porteurs. C'est pourquoi le rail courbe 100 commence au voisinage de là où les câbles porteurs sont déviés vers le bas sur les premiers tronçons rectilignes 308 et 408.

[0062] Les seconds tronçons rectilignes 310 et 410 de la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400 sont agencés de manière homologue et symétrique des premiers tronçons rectilignes 308 et 408 de ces poutres. Ainsi, en fin de virage, le véhicule 200 engage à nouveau les câbles porteurs.

[0063] On fait référence à la figure 11.

[0064] Elle montre la partie supérieure, ou chariot 205, du véhicule 200 par l'intermédiaire de laquelle est assurée la liaison de ce véhicule 200 avec les câbles porteurs, ici le premier câble porteur 3A et le second câble porteur 9A de la voie aller, et le câble tracteur, ici le brin aller 5A de celui-ci.

[0065] Le chariot 205 comprend une paire de galets auxiliaires 204 roulant ici chacune sur un plat de roulement 320 ou 420 respectif de la poutre extérieure 300 et la poutre intérieure 400. Le chariot 205 comprend en outre une paire de galets principaux 206 engagés chacun dans l'un du premier câble porteur 3A et du second câble porteur 9A de la voie aller. Le chariot 205 comprend encore la pince 202 en prise avec le brin aller 9A du câble tracteur.

[0066] À proximité de la pince 202, le chariot 205 comporte un galet de guidage 208 monté à rotation. Ce galet de guidage 208 s'engage dans une gouttière longitudinale 120 du rail courbe 100. Cette gouttière 120 s'étend selon l'allure générale du rail courbe 100, ici selon deux tronçons en portions de pseudo-clothoïde mutuellement reliés par un tronçon en arc de cercle. C'est l'engagement du galet de guidage 208 dans la gouttière 120 qui permet le guidage latéral du véhicule 200 dans le virage.

[0067] On fait référence à la figure 12.

[0068] Chaque élément de guidage 500 du câble tracteur, ici son brin aller 5A, porte un galet rotatif 502 respectif dans lequel s'engage le câble tracteur. Les éléments de guidage 500 sont montés sur une structure de maintien non représentée, de manière répartie sur le virage. Ces éléments 500 sont positionnés sur la structure de maintien de telle sorte que leur point de contact 504 respectif avec le brin aller 5A du câble porteur soit disposé le long d'un profil déterminé. Ce profil correspond à celui décrit pour le brin aller 5A du câble tracteur en relation avec la figure 7 notamment.

[0069] On trouve ainsi un premier sous-ensemble 500-1 d'éléments 500 répartis de manière à guider le brin

aller 5A du câble tracteur sur la portion d'entrée 5A-31, un second sous-ensemble 500-2 d'éléments 500 répartis de manière à guider le brin aller 5A sur la portion de sortie 5A-32 et un troisième sous-ensemble 500-3 d'éléments 500 répartis de manière à guider horizontalement le brin aller 5A sur la portion de jonction 5A-33. On trouve ici en outre une paire d'éléments de guidage 500-4 disposés en amont et en aval du virage. Le guidage vertical est assuré, en partie au moins, par un galet amont 602 et un galet aval 604.

[0070] Du fait de cette répartition des éléments de guidage 500, le brin aller 5A du câble tracteur est guidé dans le virage selon un profil qui suit généralement une portion de clothoïde en entrée et une portion de clothoïde en sortie, ces portions étant mutuellement reliées par une portion en arc de cercle. Entre deux éléments de guidage 500 adjacents, le brin aller 5A du câble suit un profil rectiligne. Le brin aller 5A du câble tracteur suit généralement la trajectoire du centre d'inertie du véhicule, par segments dont les extrémités sont disposées le long de cette trajectoire.

[0071] On fait référence aux figures 13 et 14.

[0072] À mesure que le véhicule 200 avance dans le virage, les galets 502 des éléments de guidage 500 s'escamotent les uns après les autres pour permettre le passage du chariot 205 du véhicule 200. De la même manière, ces galets 502 reviennent en position les uns après les autres après le passage du chariot 205.

[0073] L'escamotage de chaque galet 502 est assuré par un mécanisme respectif, interne à l'élément de guidage 500 correspondant. Ici, ce mécanisme agit pour escamoter les galets 502 selon un mouvement essentiellement rotatif. En variante, ce mécanisme escamote les galets 502 selon un mouvement de translation. Un tel mécanisme est par exemple décrit dans FR 3 050 425, cité à titre purement illustratif et non limitatif.

[0074] La description des figures 3 à 14 faite ci-dessus en relation avec la voie aller d'une ligne de transport aérien par câble est valable, de manière homologue, pour la voie retour de cette ligne. À chaque fois que cela était possible, on a désigné, sur ces figures, des éléments de la voie retour avec les références de leur élément homologue de la voie aller, en remplaçant, le cas échéant la lettre "A" par la lettre "B" dans ces références.

[0075] On fait référence à la figure 15.

[0076] Une première courbe 180 représente la trajectoire du centre d'inertie d'un véhicule, par exemple le véhicule 200 décrit en relation avec les figures précédentes, le long du virage. L'axe x correspond à la direction générale de la voie en amont du virage, au moins à proximité du virage. L'axe y est perpendiculaire à l'axe x dans un plan horizontal.

[0077] Sur cette première courbe 180, on distingue une première portion 181, du repère A au repère B, en forme de portion de clothoïde correspondant à la trajectoire du véhicule sur un tronçon d'entrée de virage, et une seconde portion 182, du repère C au repère D, symétrique de la première portion 181. Cette seconde portion corres-

pond à la trajectoire du véhicule sur un tronçon de sortie de virage. Entre les repères B et C, une troisième portion 183, en arc de cercle, correspond à la trajectoire du véhicule sur un tronçon de jonction du virage, entre les tronçons d'entrée et de sortie. Le repère E correspond au point de corde du virage.

[0078] Afin de comparaison, on a fait apparaître une seconde courbe 185 en trait tireté qui représente une trajectoire virtuelle en arc de cercle pour un virage analogue (même lieu d'entrée, même lieu de sortie).

[0079] On fait référence à la figure 16.

[0080] Une troisième courbe 190 y représente l'évolution de l'angle de déviation Agl, exprimé en degrés, du centre de gravité du véhicule en fonction du temps t, exprimé en seconde. Le véhicule se déplace ici à vitesse constante. Cette vitesse peut être la vitesse nominale du câble tracteur ou une vitesse réduite. A titre d'exemple, sa valeur est de l'ordre de quelques mètres par seconde, typiquement comprise entre 2 mètres par seconde et 8 mètres par seconde.

[0081] Cette troisième courbe 190 comprend une première portion 191, du repère A au repère B, et une seconde portion 192, du repère C au repère D, qui correspondent respectivement au tronçon d'entrée de virage et au tronçon de sortie de virage. Une troisième portion 193, du repère B au repère C, correspond au tronçon de jonction.

[0082] L'angle de déviation Agl évolue de manière symétrique sur la première portion 191 et la seconde portion 192. Sur la troisième portion 193, l'angle de déviation Agl évolue linéairement. Une telle évolution est caractéristique d'une trajectoire en arc de cercle décrite à vitesse constante.

[0083] Au repère B, l'angle de déviation atteint la valeur Alpha, laquelle correspond à l'inclinaison mutuelle des voies en amont et en aval du virage.

[0084] On fait référence à la figure 17.

[0085] Une quatrième courbe 200 y représente l'évolution du rayon de courbure R, exprimé en mètre, de la trajectoire courbe du centre de gravité du véhicule, en fonction de la distance d parcourue depuis l'entrée du virage, exprimée en mètre.

[0086] Cette quatrième courbe 200 comprend une première portion 201, jusqu'au repère B, et une seconde portion 202, depuis le repère C, qui correspondent respectivement au tronçon d'entrée de virage et au tronçon de sortie de virage. Une troisième portion 203, du repère B au repère C, correspond au tronçon de jonction.

[0087] On remarque l'absence du repère A et du repère B, renvoyés tous les deux à l'infini, du fait qu'en amont et en aval du virage, le véhicule suit une trajectoire rectiligne. La première portion 201 et la seconde portion 202 montrent une propriété d'une trajectoire en clothoïde, qui est de permettre une transition continue entre un rayon de courbure infini et une valeur finie de rayon, ici une valeur R0.

[0088] La troisième portion 203 montre une constance du rayon de courbure sur le tronçon de jonction, caracté-

ristique d'une trajectoire en arc de cercle. Sur cette troisième portion 203, le rayon de courbure est égal à la valeur R0, laquelle correspond au rayon de courbure en fin de portion en clothoïde (première portion 201) et en début de portion en clothoïde (seconde portion 202).

[0089] On fait référence à la figure 18.

[0090] Une cinquième courbe 210 y représente l'évolution, depuis l'entrée du virage (repère A), de l'accélération latérale Acc du véhicule, exprimée en g (9,8 mètres par seconde au carré), au centre de gravité du véhicule en fonction du temps t, exprimé en seconde. Le véhicule se déplace à vitesse constante.

[0091] Cette cinquième courbe 210 comprend une première portion 211, du repère A au repère B, et une seconde portion 212, du repère C au repère D, qui correspondent respectivement au tronçon d'entrée de virage et au tronçon de sortie de virage. Une troisième portion 213, du repère B au repère C, correspond au tronçon de jonction.

[0092] La première portion 211 et la seconde portion 212 montrent que sur les portions en clothoïde, le véhicule subit une accélération qui croît, respectivement décroît. La troisième portion 213 montre une constance de l'accélération Acc lorsque le véhicule parcourt la portion en arc de cercle.

[0093] L'accélération latérale du véhicule reste inférieure à une valeur maximale d'accélération Amax le long du virage. Cette valeur Amax résulte par exemple d'exigences normatives.

[0094] On fait référence à la figure 19.

[0095] Une sixième courbe 220 y représente l'évolution temporelle du jerk Jrk, c'est-à-dire de la dérivée temporelle de l'accélération latérale Acc, exprimé en g par seconde (9,8 mètres par seconde au cube), au centre de gravité du véhicule, depuis l'entrée du virage (repère A) jusqu'à la sortie de celui-ci (repère D). Le véhicule se déplace à vitesse constante.

[0096] Cette sixième courbe 220 comprend une première portion 221, du repère A au repère B, et une seconde portion 222, du repère C au repère D, qui correspondent respectivement au tronçon d'entrée de virage et au tronçon de sortie de virage. Une troisième portion 223, du repère B au repère C, correspond au tronçon de jonction.

[0097] La première portion 221 et la seconde portion 222 montrent que sur les portions en clothoïde, le véhicule subit un jerk constant. La troisième portion 223 montre que le jerk est nul lorsque le véhicule parcourt la portion en arc de cercle.

[0098] Cette constance du jerk sur les portions en clothoïde est particulièrement utile au dimensionnement d'une structure de virage. Elle permet de respecter les normes relatives à des valeurs limites de jerk ou d'accélération latérale, tout en se plaçant au plus près de ces valeurs. Cela permet de concevoir une trajectoire de virage qui se parcourt rapidement, tout en respectant les normes en vigueur. On peut aussi voir cela comme un moyen d'optimiser la distance à parcourir pour passer

d'un tronçon rectiligne à un autre tronçon rectiligne, incliné horizontalement par rapport au premier, pour un angle d'inclinaison donné et une vitesse de passage des véhicules donnée.

[0099] Théoriquement du moins, le tronçon de trajectoire en arc de cercle, qui relie les tronçons en portions de clothoïde, est facultative. Cette portion présente néanmoins un intérêt en ce qui concerne le confort des passagers du véhicule. Elle peut être avantageusement conçue de manière que la valeur constante d'accélération latérale, atteinte sur la portion intermédiaire 213 de la courbe 210, corresponde à une valeur limite d'accélération admissible par les passagers, par exemple la valeur Amax.

[0100] Les figures 15 à 17 montrent en outre qu'une trajectoire intermédiaire en arc de cercle est utile pour la mise en œuvre des éléments de guidage et de roulement dans la structure. Sans cette portion en arc de cercle, le virage serait plus court mais l'on manquerait de place pour l'escamotage des galets 502 des éléments de guidage 500 par exemple, ces derniers devant généralement respecter une valeur limite d'angle de déviation élémentaire du câble tracteur sur chaque galet 502.

[0101] La description ci-dessus concerne le cas d'une déviation de voie survenant dans un plan généralement horizontal, notamment lorsque la portion de voie en amont du virage et la portion de voie en aval du virage se trouvent sensiblement à une même altitude. Le guidage du véhicule survient alors de préférence dans un plan, en particulier un plan horizontal.

[0102] Dans certains cas, il peut être souhaitable d'élever ou d'abaisser l'altitude du véhicule sur le virage, par exemple lorsque la voie de transport s'étend à flanc de montagne. L'invention prévoit alors que l'on guide le véhicule selon une trajectoire, plane ou non, qui, en projection dans un plan, par exemple un plan horizontal ou un plan moyen, suit une portion de clothoïde, en partie au moins.

[0103] On décrit maintenant une méthode de construction de ce plan moyen.

[0104] On fait référence à la figure 20.

[0105] Soit une courbe 230 représentant un virage quelconque dans l'espace.

[0106] On fait référence à la figure 21.

[0107] La courbe 240 représente le virage correspondant à la courbe 230 vu en élévation dans un premier plan vertical 242. On y distingue une portion 244 qui représente un tronçon de déviation verticale, ou tronçon d'extrémité aval, situé dans ce premier plan vertical 242. Ce premier plan vertical 242 correspond au plan de la portée aval de câbles.

[0108] On fait référence à la figure 22.

[0109] La courbe 250 représente le virage correspondant à la courbe 230 vu en élévation dans un second plan vertical 252. On y distingue une portion 254 qui représente un tronçon de déviation verticale amont, ou tronçon d'extrémité amont, situé dans ce second plan vertical 252. Ce second plan vertical 252 correspond au

plan de la portée amont de câbles.

[0110] On fait référence à la figure 23.

[0111] La courbe 260 représente le virage en projection dans un plan perpendiculaire à l'axe z, donc un plan horizontal.

[0112] On y distingue, entre le repère I et le repère II, une portion 262 qui représente un tronçon de déviation latérale, ou tronçon central. Ce tronçon est situé hors du plan de projection. Ce tronçon peut être non plan, ou situé dans un plan quelconque.

[0113] Le repère I marque un point à l'interface entre le tronçon d'extrémité aval et le tronçon central. Le repère II marque un point à l'interface entre le tronçon central et le tronçon d'extrémité amont.

[0114] On fait référence à la figure 24.

[0115] Pour chaque tronçon d'extrémité amont et aval, à partir du point du repère I, respectivement du point du repère II, on peut tracer une première droite horizontale 270 dans le premier plan vertical 242, respectivement une seconde droite horizontale 272 dans le second plan vertical 252.

[0116] La première droite horizontale 270 et la seconde droite horizontale 272 ne se coupent pas.

[0117] On fait référence à la figure 25.

[0118] On peut tracer un segment vertical 280 qui relie mutuellement la première droite horizontale 270 et la seconde droite horizontale 272. La longueur du segment vertical 280 représente la distance géométrique minimale entre la première droite horizontale 270 et la seconde droite horizontale 272. Cette distance représente le dénivelé entre le point du repère I et le point du repère II. C'est le dénivelé du tronçon central, d'une certaine manière le dénivelé du virage.

[0119] On fait référence à la figure 26.

[0120] On peut relier le point du repère I et le point du repère II l'un à l'autre par une première droite oblique 290 dans le premier plan vertical 242 et une seconde droite oblique 292 dans le second plan vertical 252 de telle sorte qu'un premier angle 294 entre la première droite oblique 290 et la première droite horizontale 270 soit égal à un second angle 296 entre la seconde droite oblique 292 et la seconde droite horizontale 272.

[0121] La première droite oblique 290 et la seconde droite oblique 292 se coupent mutuellement en un point (repère III) du segment vertical 280.

[0122] On fait référence aux figures 27 et 28.

[0123] Le plan moyen 300 est défini comme le plan passant par les points des repères I, II et III.

[0124] C'est dans ce plan moyen 300, ou dans un plan horizontal, que l'on doit projeter le tronçon de déviation latérale pour vérifier que cette projection plane est au moins partiellement conformée en une portion de clothoïde.

[0125] On a décrit une structure aérienne qui se raccorde respectivement à un tronçon amont et à un tronçon aval d'une ligne de transport aérien par câble et comprenant au moins un guidage latéral actif sur une portion au moins de la ligne, entre l'entrée et la sortie, cette portion

s'étendant généralement selon une portion de clothoïde ou de pseudo-clothoïde, au moins en projection dans un plan moyen.

[0126] Dans l'exemple de réalisation décrit, c'est le câble tracteur qui se trouve guidé selon un profil en forme de portion de clothoïde. Les câbles porteurs sont guidés selon un profil quelconque, puisqu'entre l'entrée et la sortie du virage les véhicules roulent sur un chemin de roulement composé des poutres extérieure et intérieure. Ce qui importe, c'est que, le long du virage, le centre de gravité du véhicule parcourt des portions en forme de clothoïde judicieusement conçues, lesquelles permettent de passer d'un rayon de courbure infini à un rayon de courbure déterminé tout en respectant des valeurs limites de jerk et/ou d'accélération latérale. Lorsque la pince qui lie le véhicule au câble tracteur se trouve sensiblement au droit du centre d'inertie de ce véhicule, cela revient à guider ce câble selon des portions de clothoïde. En cas de décalage latéral, il convient cependant de guider ce câble selon une portion de pseudo-clothoïde, qui se déduit d'une courbe théorique d'un décalage orthogonal correspondant au décalage latéral entre la pince et le centre de gravité.

[0127] On a décrit un guidage qui agit sur le chariot du véhicule. On peut envisager, en remplacement ou en complément, un guidage du véhicule qui agisse uniquement par l'intermédiaire d'un guidage du câble tracteur. Le guidage en question peut également agir vis-à-vis du véhicule dans le prolongement des portions amont du ou des câbles porteurs, par exemple en prévoyant un guidage latéral sur le chemin de roulement.

[0128] On a décrit une installation à deux câbles porteurs, mais l'invention se transpose immédiatement au cas d'une installation à un seul câble porteur, voire à une installation monocâble.

[0129] On a décrit une structure de virage aérienne portée par des mâts. En variante, celle-ci pourrait être intégrée à une station, ou encore suspendue, sans nécessairement utiliser de mâts.

[0130] Dans une variante de réalisation de la structure de virage décrite plus haut, chaque véhicule sort de l'emprise du câble tracteur en entrée de virage, ou en amont de cette entrée, et retourne dans l'emprise de ce câble en sortie de virage, ou en aval de cette sortie. Par exemple, la pince ou l'attache du véhicule est désaccouplée du câble tracteur puis réaccouplée à ce câble tracteur. Dans le virage, le véhicule peut être guidé latéralement de manière analogue à ce qui a été décrit plus haut, en particulier à l'aide d'un rail courbe et/ou de poutres extérieure et intérieure. Le long du virage, le câble tracteur peut être dévié, au moins latéralement, de manière indépendante de la trajectoire du véhicule, selon un profil quelconque.

[0131] On a décrit des portions en forme de clothoïde ou de pseudo-clothoïde. Une clothoïde se caractérise par une courbure qui évolue linéairement avec l'abscisse curviligne, en particulier entre une ligne droite et une valeur de courbure donnée. Elle se caractérise aussi par

un rayon de courbure qui évolue linéairement avec l'inverse de cette abscisse curviligne. Les portions en question peuvent, de manière plus générale, être conformées en des portions de toute courbe de la famille des radioïdes, ou portion de radioïde en bref, ou de pseudo-radioïde. Dans les radioïdes, la courbure, c'est-à-dire l'inverse du rayon de courbure, varie continûment avec l'abscisse curviligne, en particulier entre une ligne droite et une courbure donnée.

[0132] On a décrit une structure aérienne pour une installation téléphérique de type bi-câble comprenant au moins un guidage véhicule actif, au moins latéralement, sur une première portion au moins d'un tronçon intermédiaire courbe, cette première portion s'étendant généralement selon une portion de radioïde, ou de pseudo-radioïde, au moins en projection dans le plan horizontal, ou un plan moyen qui contient cette entrée et cette sortie, en combinaison d'au moins un guidage du câble tracteur, actif entre l'entrée et la sortie, capable de dévier ce câble, au moins latéralement, sur la première portion du tronçon intermédiaire courbe, et d'un guidage du ou des câbles porteurs, actif lui aussi entre l'entrée et la sortie, et capable de dévier ce câble, au moins latéralement sur la première portion intermédiaire courbe.

[0133] On comprendra qu'une invention existe dès lors que ces guidages du câble tracteur et du ou des câbles porteurs se trouvent combinés à un tronçon de voie de circulation courbe, quelle que soit la forme de ce tronçon. La structure aérienne se distingue alors des structures dans lesquelles on prévoit un ou plusieurs premiers câbles porteurs en amont du tronçon intermédiaire courbe et un ou plusieurs seconds câbles porteurs en aval de ce tronçon, ces câbles étant respectivement ancrés au sol en entrée et en sorte de structure. Les structures aériennes de ce type présentent l'inconvénient de nécessiter le recours à des massifs d'ancrage, volumineux et coûteux, ainsi que des fondations dimensionnées en conséquence. Au contraire, les efforts que les câbles appliquent sur la structure restent localisés au sommet de la structure, évitant le recours à de tels ancrages. La résultante des efforts exercés par les câbles, dirigée selon l'axe radial de la courbe décrite, est équilibrée par un schéma structurel optimisé. L'emprise au sol qui en résulte est très faible. En outre, un coulisement du ou des câbles porteurs selon l'axe longitudinal de la ligne est autorisé, ledit coulisement étant rendu nécessaire par les variations de température et pour augmenter la durée de vie du câble.

[0134] Autrement dit, un autre aspect de l'invention concerne une structure aérienne pour une installation téléphérique du type comprenant un câble tracteur et au moins un câble porteur, la structure comprenant une entrée et une sortie qui se raccordent respectivement à un tronçon amont et un tronçon aval généralement rectilignes d'une voie de transport de l'installation téléphérique, la structure supportant un tronçon intermédiaire courbe, au moins en projection dans un plan horizontal de la voie de transport, entre l'entrée et la sortie, et com-

prenant en outre au moins un guidage véhicule actif, au moins latéralement, sur une partie au moins du tronçon intermédiaire courbe, au moins un guidage du câble tracteur, actif entre l'entrée et la sortie, capable de dévier ce câble, au moins latéralement, sur la partie du tronçon intermédiaire courbe et au moins un guidage du câble porteur, actif entre l'entrée et la sortie, capable de dévier ce câble, au moins latéralement, sur cette partie du tronçon intermédiaire courbe.

[0135] Des caractéristiques optionnelles, supplémentaires ou de substitution, de cette structure aérienne sont énoncées ci-après :

- le guidage véhicule comprend un rail courbe qui s'étend au moins partiellement sur la partie en question du tronçon intermédiaire courbe ;
- les véhicules de la ligne sont engagés dans le rail courbe entre l'entrée et la sortie ;
- une portion au moins du chemin de roulement s'étend généralement selon une partie au moins du tronçon intermédiaire courbe ;
- le chemin de roulement comprend au moins une poutre qui s'étend au moins partiellement selon le tronçon intermédiaire courbe ;
- le chemin de roulement comprend au moins une zone de transition avec un tronçon amont du câble porteur et/ou un tronçon aval de ce câble ;
- le guidage du câble tracteur comprend une pluralité d'éléments, répartis le long d'une partie au moins du tronçon intermédiaire courbe ;
- certains au moins des éléments du guidage du câble tracteur s'escamotent au passage des véhicules de la ligne.

[0136] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits plus haut à titre d'exemples uniquement mais englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art, sans sortir du cadre de la présente invention tel que décrit par les revendications annexées.

Revendications

1. Installation de transport aérien par câble comprenant au moins un câble tracteur (3A, 9A), au moins un câble porteur (5A, 5B), un ou plusieurs véhicules (200) et une structure aérienne (7), la structure comprenant une entrée (A) et une sortie (D) qui se raccordent respectivement à un tronçon amont (3A-1;5A-1;9A-1) et un tronçon aval (3A-2;5A-2;9A-2) généralement rectilignes d'une ligne de transport de l'installation, ainsi qu'un tronçon intermédiaire relié à l'entrée (A) et à la sortie (D), le tronçon intermédiaire étant courbe (3A-3;5A-3;9A-3), au moins en projection dans un plan horizontal, entre l'entrée (A) et la sortie (D), la structure comprenant en outre :

- au moins un guidage véhicule actif, au moins

latéralement, sur une première portion (A;B) au moins du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3), et

- au moins un guidage du câble tracteur, actif entre l'entrée (A) et la sortie (D), capable de dévier ce câble, au moins latéralement, entre cette entrée (A) et cette sortie (D) **caractérisé en ce que** la première portion (A;B) s'étend généralement selon une portion de radioïde, ou de pseudo-radioïde, au moins en projection dans le plan horizontal, ou un plan moyen qui contient ladite entrée et ladite sortie, et que la structure (7) comprend encore au moins un guidage du câble porteur, actif entre l'entrée (A) et la sortie (D), capable de dévier ce câble, au moins latéralement, entre cette entrée (A) et cette sortie (D) et un chemin de roulement pour les véhicules (200) de la ligne (3A;5A;9A), entre l'entrée (A) et la sortie (D), les véhicules étant désengagés du câble porteur, au moins à proximité de l'entrée (A), pour rouler sur le chemin de roulement et réengagés sur ce câble porteur, à proximité de la sortie (D).

2. Installation selon la revendication 1, dans laquelle le guidage du câble tracteur est capable de guider ce câble suivant la première portion (A;B) du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3).

3. Installation selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle le guidage véhicule agit en outre sur une seconde portion (C;D) au moins du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3), et chacune de la première portion (A;B) et la seconde portion (C;D) s'étend généralement selon une portion de radioïde, ou de pseudo-radioïde, au moins en projection dans le plan moyen ou le plan horizontal.

4. Installation selon la revendication 3, dans laquelle le guidage du câble tracteur est capable de guider ce câble suivant la seconde portion (C;D) du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3).

5. Installation selon l'une des revendications 3 et 4, dans laquelle la première portion (A;B) et la seconde portion (C;D) du tronçon intermédiaire (3A-3;5A-3;9A-3) sont séparées l'une de l'autre par une portion intermédiaire (B;C), et cette portion intermédiaire (B;C) s'étend selon une portion de cercle, au moins en projection dans le plan moyen ou le plan horizontal, et ledit guidage agit sur cette portion intermédiaire.

6. Installation selon l'une des revendications 3 à 5, dans laquelle la première portion (A;B) et la seconde portion (C;D) du tronçon intermédiaire (3A-3;5A-3;9A-3) s'étendent généralement de manière symétrique l'une de l'autre.

7. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ladite première portion (A;B) se trouve au voisinage de ladite entrée (A).
8. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le guidage du câble tracteur est capable de dévier ce câble, au moins latéralement, suivant la première portion (A;B) du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3).
9. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le guidage véhicule comprend un rail courbe (100) qui s'étend au moins partiellement selon une portion de radioïde ou de pseudo-radioïde, au moins en projection dans le plan moyen ou le plan horizontal, sur la première portion (A;B) au moins du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3), et des véhicules (200) de la ligne (3A;5A;9A) sont engagés dans le rail courbe (100) entre l'entrée (A) et la sortie (D).
10. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle une portion (320-1;420-1) au moins du chemin de roulement (320;420) s'étend généralement selon une portion de radioïde ou de pseudo-radioïde, au moins en projection dans le plan moyen ou le plan horizontal, sur la première portion (A;B) au moins du tronçon intermédiaire courbe (3A-3;5A-3;9A-3).
11. Installation selon la revendication 10, dans laquelle le chemin de roulement (320;420) comprend au moins une poutre (300;400) qui s'étend au moins partiellement selon une portion de radioïde ou de pseudo-radioïde, au moins en projection dans le plan moyen ou le plan horizontal.
12. Installation selon l'une des revendications 10 et 11, dans laquelle le chemin de roulement (320;420) comprend au moins une zone de transition (314;414) avec un tronçon amont (3A-1, 9A-1) d'au moins un câble porteur (3A, 9A) et/ou un tronçon aval (3A-2, 9A-2) d'un tel câble.
13. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le guidage du câble tracteur comprend une pluralité d'éléments (500), répartis le long de première portion (A;B) au moins.
14. Installation selon la revendication 12, dans laquelle certains au moins des éléments (500) du guidage du câble tracteur s'escamotent au passage des véhicules (200) de la ligne (3A;5A;9A).
15. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle ladite portion de radioïde ou de pseudo-radioïde est une portion de clothoïde ou de pseudo-clothoïde, respectivement.

Patentansprüche

1. Luftseilbahnanlage, umfassend mindestens ein Zugseil (3A, 9A), mindestens ein Tragseil (5A, 5B), ein oder mehrere Fahrzeuge (200) und eine oberirdische Struktur (7), wobei die Struktur einen Eingang (A) und einen Ausgang (D) umfasst, die jeweils an einem bergseitigen Abschnitt (3A-1;5A-1;9A-1) und einem talseitigen Abschnitt (3A-2;5A-2;9A-2) angeschlossen sind, im Allgemeinen geradlinig, einer Beförderungslinie der Anlage, sowie einen Zwischenabschnitt, der mit dem Eingang (A) und dem Ausgang (D) verbunden ist, wobei der Zwischenabschnitt mindestens in der Projektion in einer horizontalen Ebene gekrümmt ist (3A-3;5A-3;9A-3) zwischen dem Eingang (A) und dem Ausgang (D), wobei die Struktur ferner umfasst:

- mindestens eine aktive Fahrzeugführung, mindestens seitlich, an mindestens einem ersten Bereich (A;B) des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3), und
- mindestens eine Führung des Zugseils, die aktiv ist zwischen dem Eingang (A) und dem Ausgang (D) und in der Lage ist, dieses Seil mindestens seitlich umzulenken, zwischen diesem Eingang (A) und diesem Ausgang (D),

dadurch gekennzeichnet, dass sich der erste Bereich (A;B) im Allgemeinen entlang eines Radioid-Bereichs oder Pseudo-Radioid-Bereichs erstreckt, mindestens in der Projektion in der horizontalen Ebene oder einer mittleren Ebene, die den Eingang und den Ausgang enthält, und dass die Struktur (7) noch mindestens eine Führung des Tragseils umfasst, die aktiv ist zwischen dem Eingang (A) und dem Ausgang (D) und in der Lage ist, dieses Seil mindestens seitlich umzulenken, zwischen diesem Eingang (A) und diesem Ausgang (D), und eine Laufbahn für die Fahrzeuge (200) der Linie (3A;5A;9A), zwischen dem Eingang (A) und dem Ausgang (D), wobei die Fahrzeuge mindestens in der Nähe des Eingangs (A) mit dem Tragseil außer Eingriff gebracht werden, um auf der Laufbahn zu rollen, und in der Nähe des Ausgangs (D) mit diesem Tragseil wieder in Eingriff gebracht werden.

2. Anlage nach Anspruch 1, wobei die Führung des Zugseils in der Lage ist, dieses Seil entlang des ersten Bereichs (A;B) des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3) zu führen.
3. Anlage nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Fahrzeugführung ferner mindestens auf einen zweiten Bereich (C;D) einwirkt, des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3), und jeweils der erste Bereich (A;B) und der zweite Bereich (C;D) erstrecken sich im Allgemeinen entlang eines Radi-

oid-Bereichs oder Pseudo-Radioid-Bereichs, mindestens in der Projektion in der mittleren Ebene oder der horizontalen Ebene.

4. Anlage nach Anspruch 3, wobei die Führung des Zugseils in der Lage ist, dieses Seil entlang des zweiten Bereichs (C;D) des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3) zu führen. 5
5. Anlage nach einem der Ansprüche 3 und 4, wobei der erste Bereich (A;B) und der zweite Bereich (C;D) des Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3) voneinander getrennt sind durch einen Zwischenbereich (B;C) und dieser Zwischenbereich (B;C) erstreckt sich entlang eines Kreisbereichs, mindestens in der Projektion in der mittleren Ebene oder der horizontalen Ebene, und die Führung wirkt auf diesen Zwischenbereich. 10
6. Anlage nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei sich der erste Bereich (A;B) und der zweite Bereich (C;D) des Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3) im Allgemeinen symmetrisch zueinander erstrecken. 20
7. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der erste Bereich (A;B) in der Nähe des Eingangs (A) befindet. 25
8. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Führung des Zugseils in der Lage ist, dieses Seil mindestens seitlich umzulenken entlang des ersten Bereichs (A;B) des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3; 5A-3; 9A-3). 30
9. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fahrzeugführung eine gekrümmte Schiene (100) umfasst, die sich mindestens teilweise entlang eines Radioid-Bereichs oder Pseudo-Radioid-Bereichs erstreckt, mindestens in der Projektion in der mittleren Ebene oder der horizontalen Ebene, mindestens auf dem ersten Bereich (A;B) des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3;5A-3;9A-3), und Fahrzeuge (200) der Linie (3A;5A;9A) werden zwischen dem Eingang (A) und dem Ausgang (D) mit der gekrümmten Schiene (100) in Eingriff gebracht. 35 40 45
10. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich mindestens ein Bereich (320-1;420-1) der Laufbahn (320;420) im Allgemeinen entlang eines Radioid-Bereichs oder Pseudo-Radioid-Bereichs erstreckt, mindestens in der Projektion in der mittleren Ebene oder der horizontalen Ebene, mindestens auf dem ersten Bereich (A;B) des gekrümmten Zwischenabschnitts (3A-3; 5A-3; 9A-3). 50
11. Anlage nach Anspruch 10, wobei die Laufbahn (320;420) mindestens einen Träger (300;400) um-

fasst, der sich mindestens teilweise entlang eines Radioid-Bereichs oder Pseudo-Radioid-Bereichs erstreckt, mindestens in der Projektion in der mittleren Ebene oder der horizontalen Ebene.

12. Anlage nach einem der Ansprüche 10 und 11, wobei die Laufbahn (320;420) mindestens eine Übergangszone (314;414) mit einem bergseitigen Abschnitt (3A-1, 9A-1) mindestens eines Tragseils (3A, 9A) umfasst und/oder einen talseitigen Abschnitt (3A-2, 9A-2) eines solchen Seils.
13. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Führung des Zugseils eine Vielzahl von Elementen (500) umfasst, die mindestens entlang des ersten Bereichs (A;B) verteilt sind.
14. Anlage nach Anspruch 12, wobei sich mindestens einige der Elemente (500) der Führung des Zugseils beim Vorbeifahren der Fahrzeuge (200) der Linie (3A;5A;9A) zurückziehen.
15. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Radioid-Bereich oder Pseudo-Radioid-Bereich jeweils ein Klothoide-Bereich oder Pseudo-Klothoide-Bereich ist.

Claims

1. Aerial cableway system comprising at least one traction cable (3A, 9A), at least one carrying cable (5A, 5B), one or more vehicles (200) and an aerial system (7), the system comprising an entry (A) and an exit (D) which connect respectively to an upstream section (3A-1; 5A-1; 9A-1) and to a downstream section (3A-2; 5A-2; 9A-2), generally rectilinear, of a transport pathway of the system, as well as an intermediate section that is connected to the entry (A) and to the exit (D), the intermediate section being curved (3A-3; 5A-3; 9A-3), at least projecting in a horizontal plane, between the entry (A) and the exit (D), the system further comprising:
 - at least one active vehicle guidance system, at least laterally, on at least a first portion (A; B) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3),
 - at least one traction cable guidance system that is active between the entry (A) and the exit (D) and capable of deflecting this cable, at least laterally, between this entry (A) and this exit (D),
- characterised in that** the first portion (A; B) generally extends along a portion of a radioid, or of a pseudo-radioid, at least projecting in the horizontal plane, or a mean plane which contains said entry and said exit, and that the system (7) further comprises a car-

- rying cable guidance system that is active between the entry (A) and the exit (D) and is capable of deflecting this cable, at least laterally, between this entry (A) and this exit (D), and a track for the vehicles (200) of the line (3a; 5A; 9A) between the entry (A) and the exit (D), the vehicles being disengaged from the carrying cable, at least in the proximity of entry (A), to run on the track and reengaged on this carrying cable, in the proximity of exit (D).
2. System according to claim 1, wherein the guidance system of the carrying cable is capable of guiding this cable along the first portion (A; B) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3).
 3. System according to one of claims 1 and 2, wherein the vehicle guidance system further acts on at least a second portion (C; D) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3), and each of the first portion (A; B) and the second portion (C; D) generally extends according to a portion of a radioid, or of a pseudo-radioid, at least projecting in the mean plane or the horizontal plane.
 4. System according to claim 3, wherein the guidance system guiding the carrying cable is capable of guiding this cable along the second portion (C; D) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3).
 5. System according to one of claims 3 and 4, wherein the first portion (A; B) and the second portion (C; D) of the intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3) are separated from one another by an intermediate portion (B; C), and this intermediate portion (B; C) extends along a portion of a circle, at least projecting in the mean plane or the horizontal plane, and said guidance system acts on this intermediate portion.
 6. System according to one of claims 3 to 5, wherein the first portion (A; B) and the second portion (C; D) of the intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3) generally extend symmetrically to one another.
 7. System according to one of the preceding claims, wherein said first portion (A; B) is located in the vicinity of said entry (A).
 8. System according to one of the preceding claims, wherein the guidance system of the traction cable is capable of deflecting this cable, at least laterally, along the first portion (A, B) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3).
 9. System according to one of the preceding claims, wherein the vehicle guidance system comprises a curved rail (100) which extends at least partially along a portion of a radioid or of a pseudo-radioid, at least projecting in the mean plane or the horizontal plane, on at least the first portion (A; B) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3), and vehicles (200) on the line (3A; 5A; 9A) are engaged in the curved rail (100) between the entry (A) and the exit (D).
 10. System according to one of the preceding claims, wherein at least a portion (320-1; 420-1) of the track (320; 420) generally extends along a portion of a radioid or of a pseudo-radioid, at least projecting in the mean plane or the horizontal plane, on at least the first portion (A; B) of the curved intermediate section (3A-3; 5A-3; 9A-3).
 11. System according to claim 10, wherein the track (320; 420) comprises at least one beam (300; 400) which extends at least partially along a portion of a radioid or of a pseudo-radioid, at least projecting in the mean plane or the horizontal plane.
 12. System according to one of claims 10 and 11, wherein the track (320; 420) comprises at least one transition area (314; 414) with an upstream section (3A-1, 9A-1) of at least one track cable (3A, 9A) and/or a downstream section (3A-2, 9A-2) of such a cable.
 13. System according to one of the preceding claims, wherein the guidance system for the carrying cable comprises a plurality of elements (500), distributed along at least the first portion (A; B).
 14. System according to claim 12, wherein at least some of the elements (500) of the guidance system for the carrying cable retract on the passage of the vehicles (200) on the line (3A; 5A; 9A).
 15. System according to one of the preceding claims, wherein said portion of a radioid or of a pseudo-radioid is a portion of a clothoid or of a pseudo-clothoid, respectively.

Fig.1

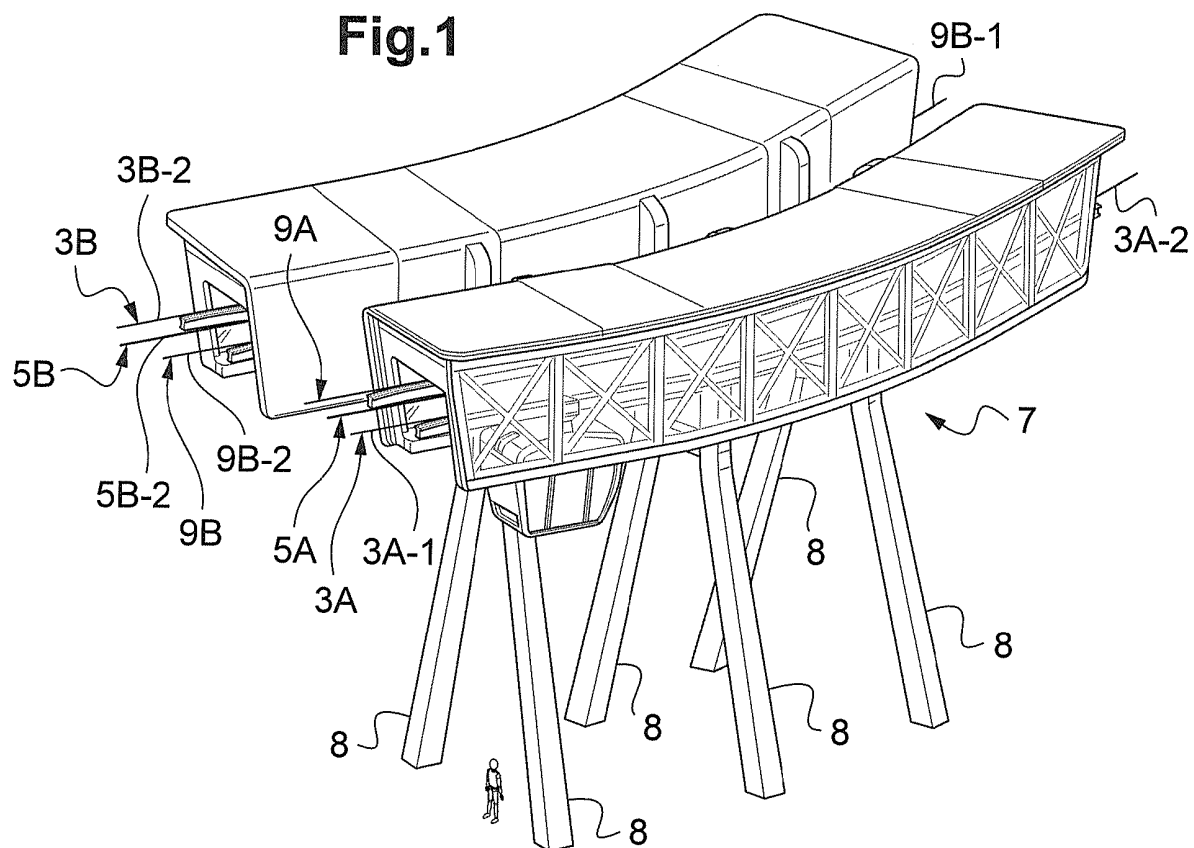
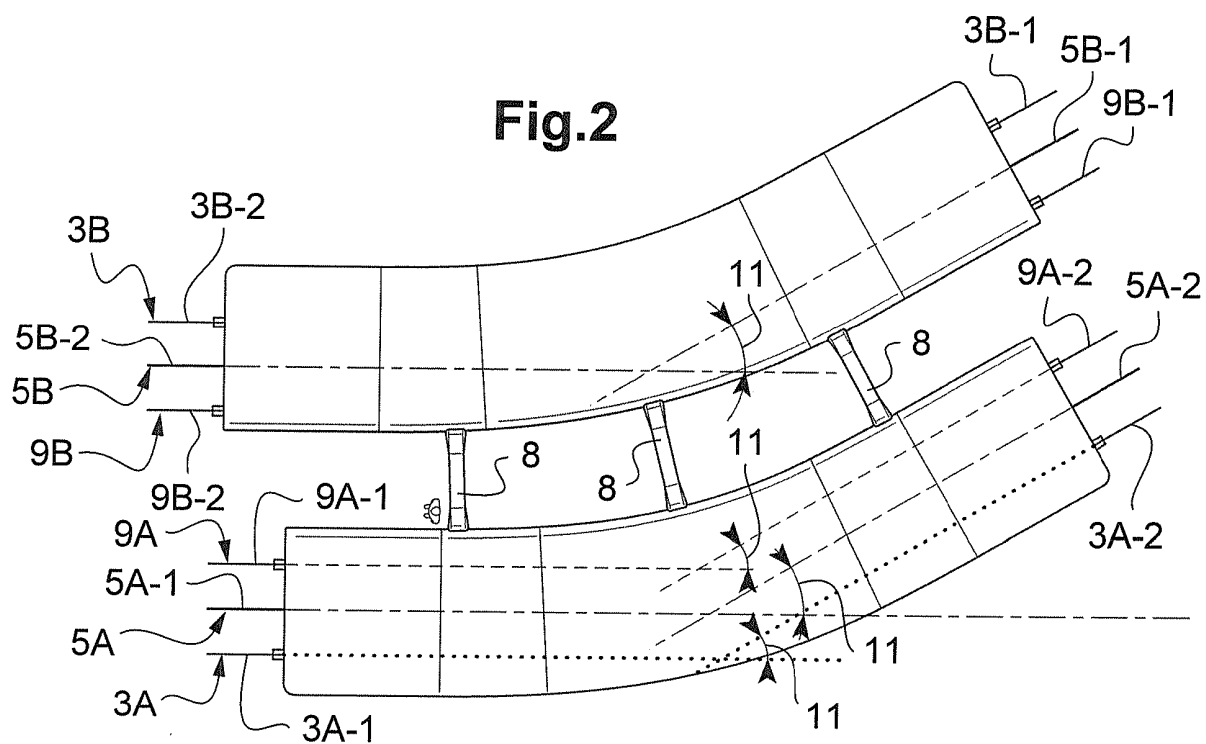
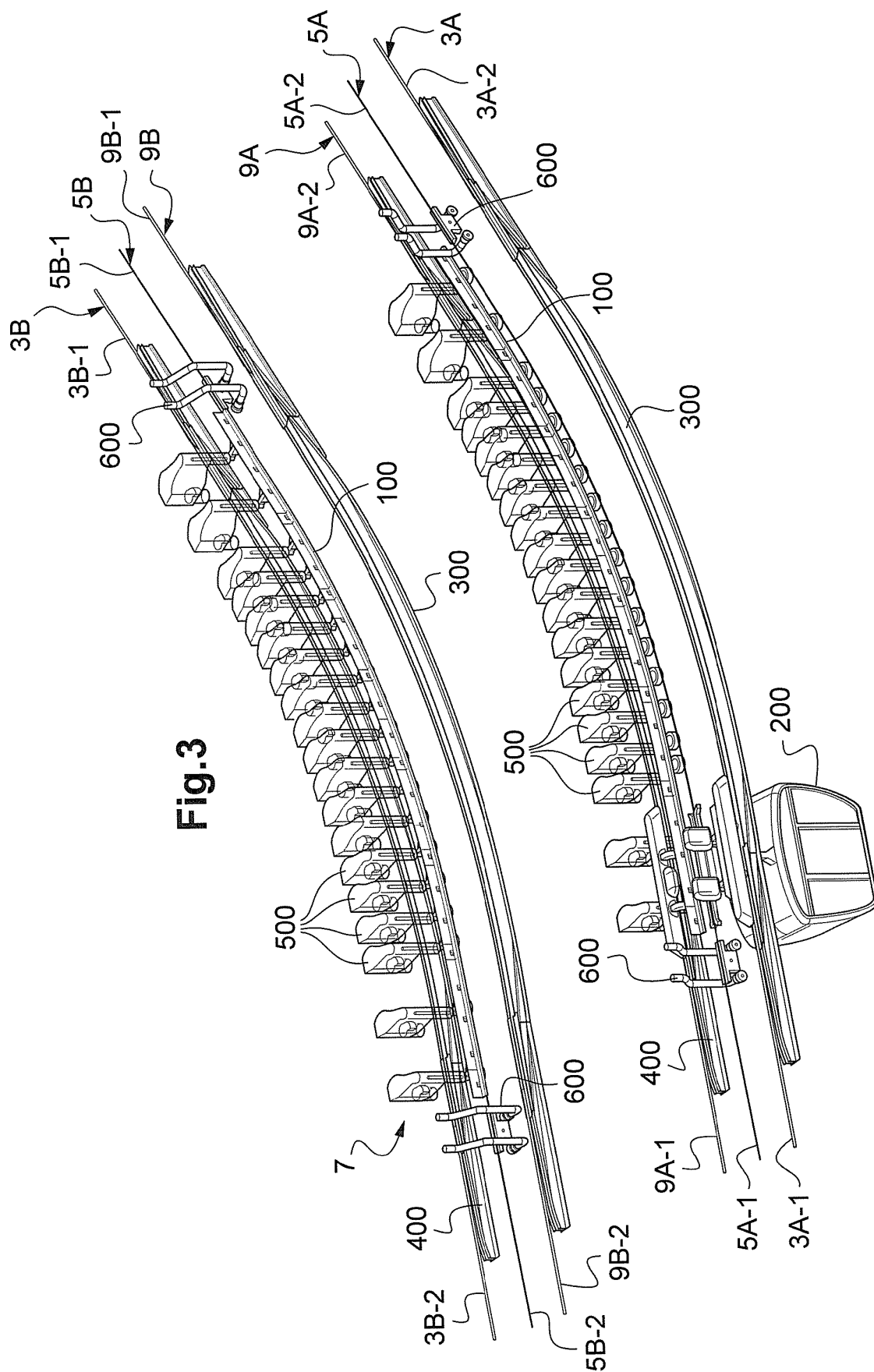
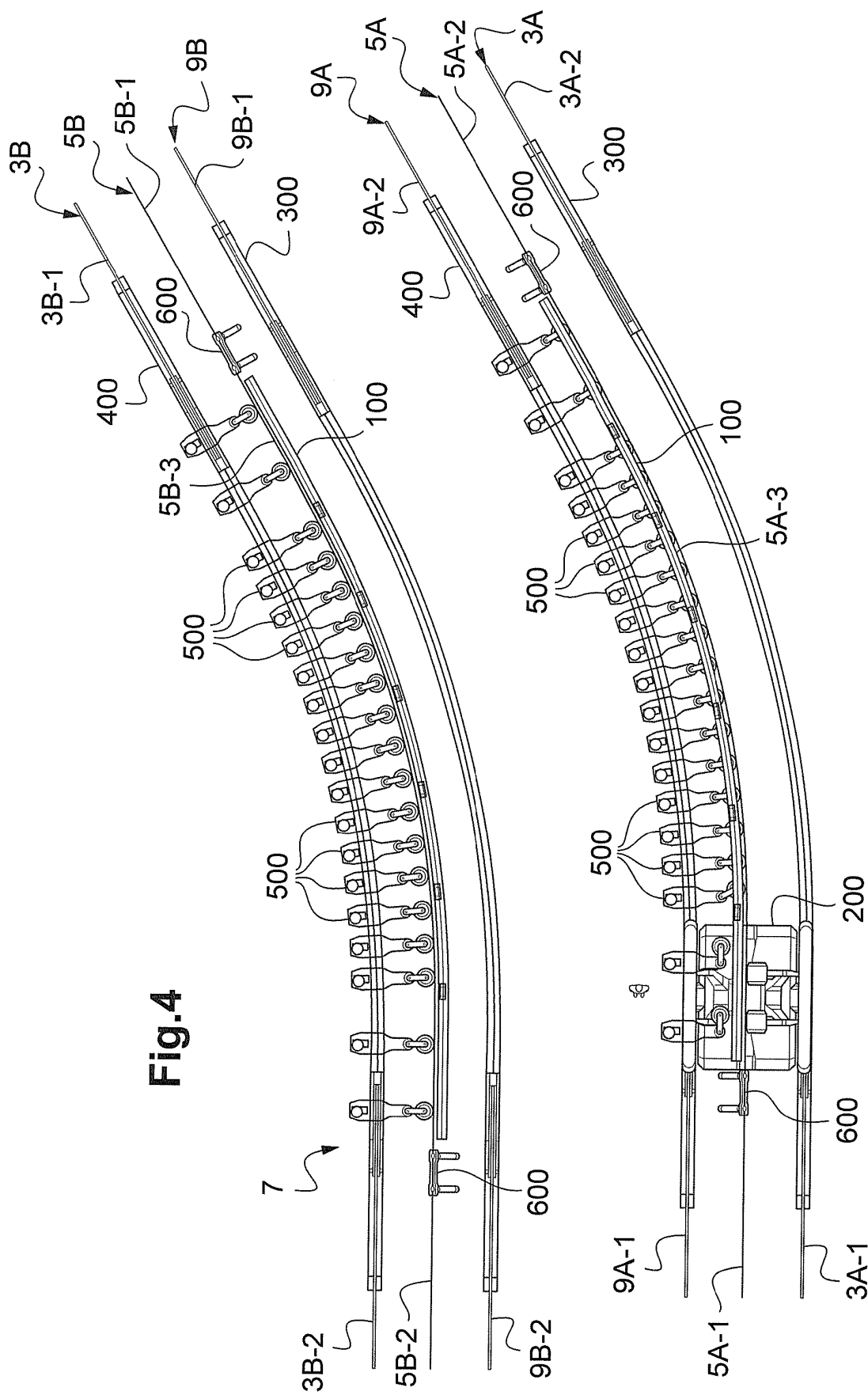
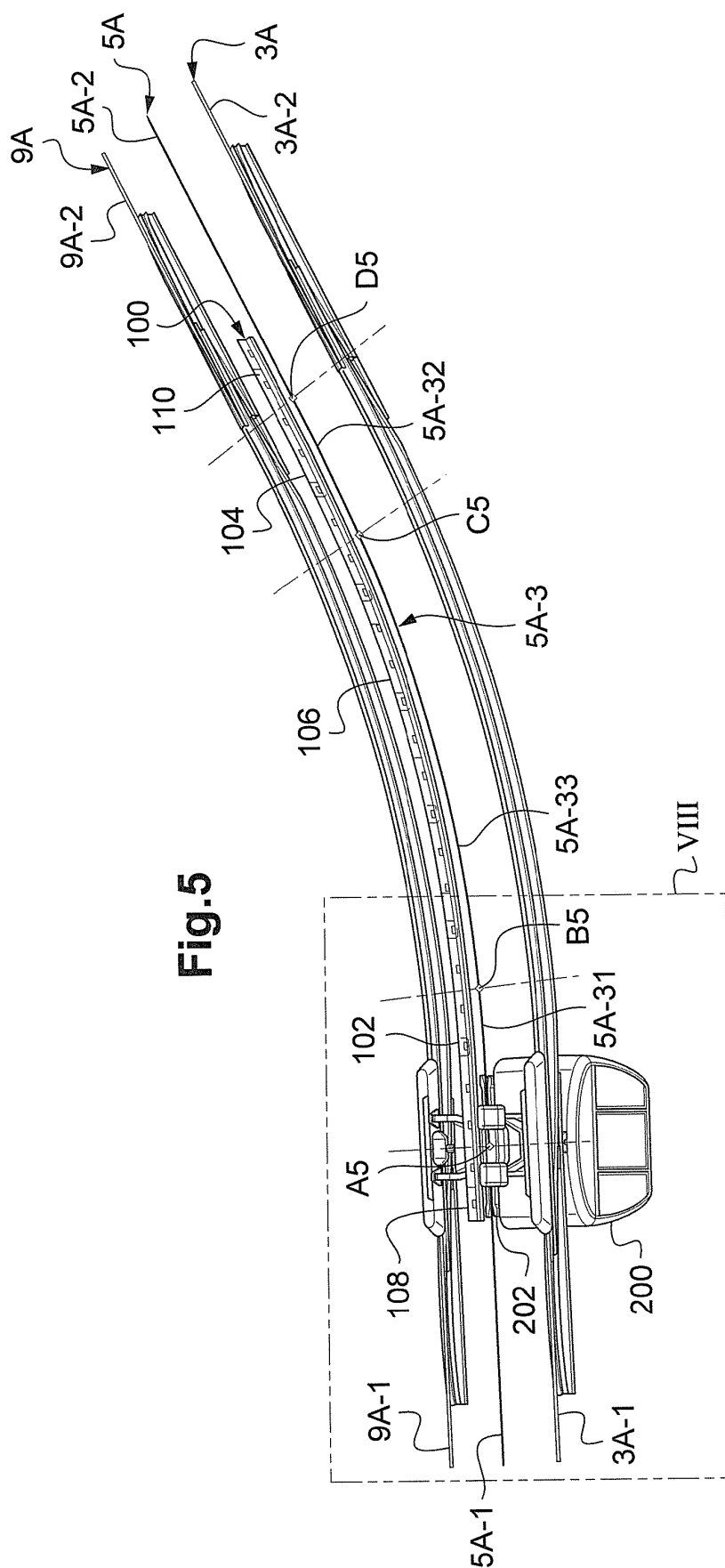


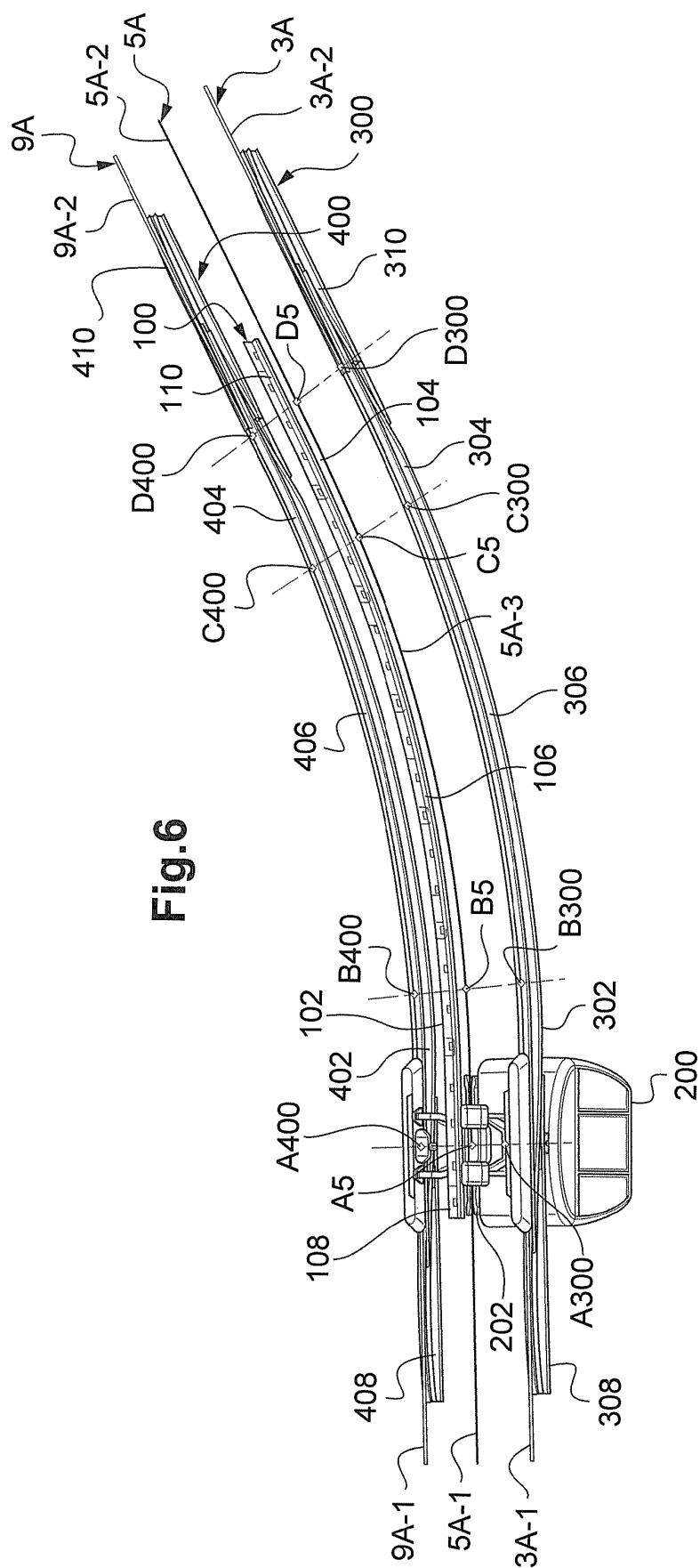
Fig.2











၆၆၆

Fig.7

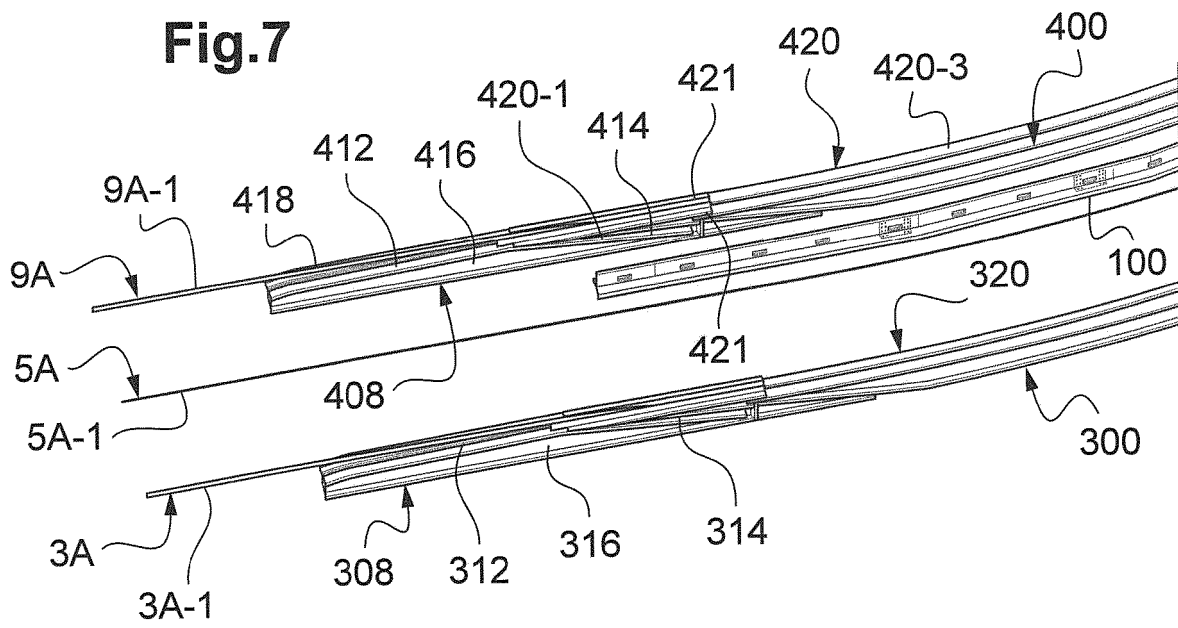
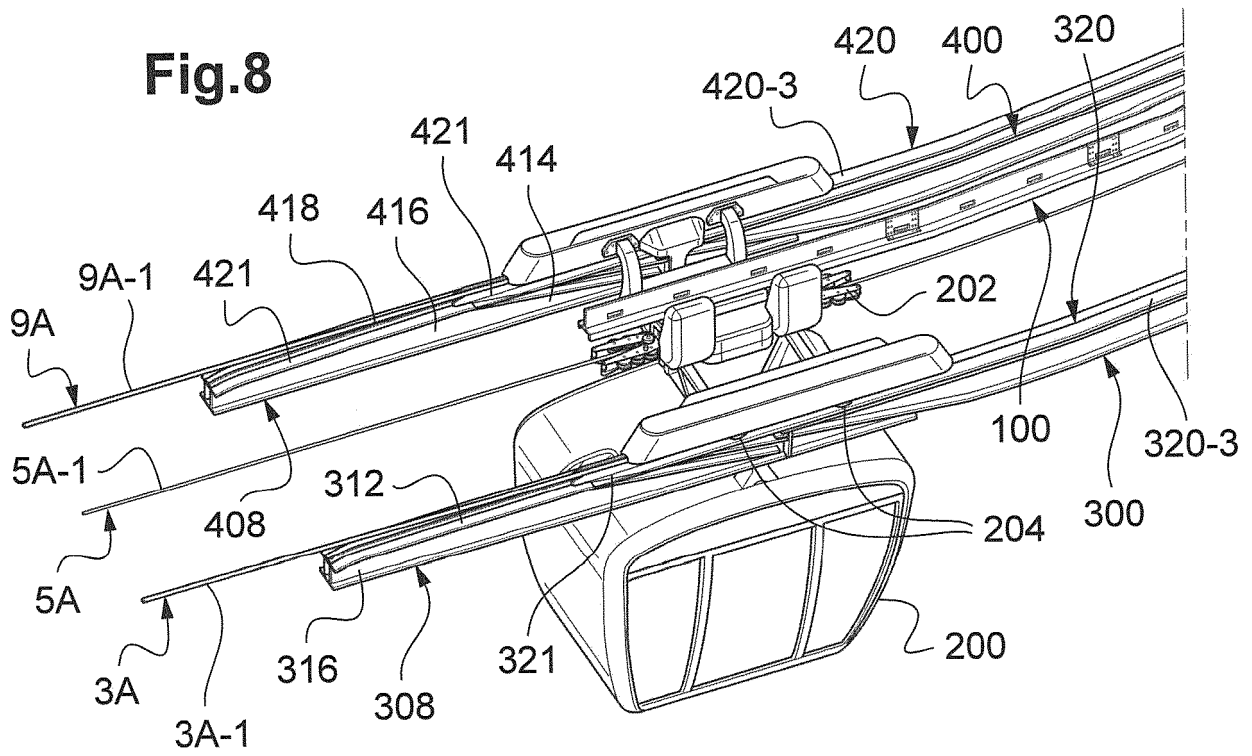
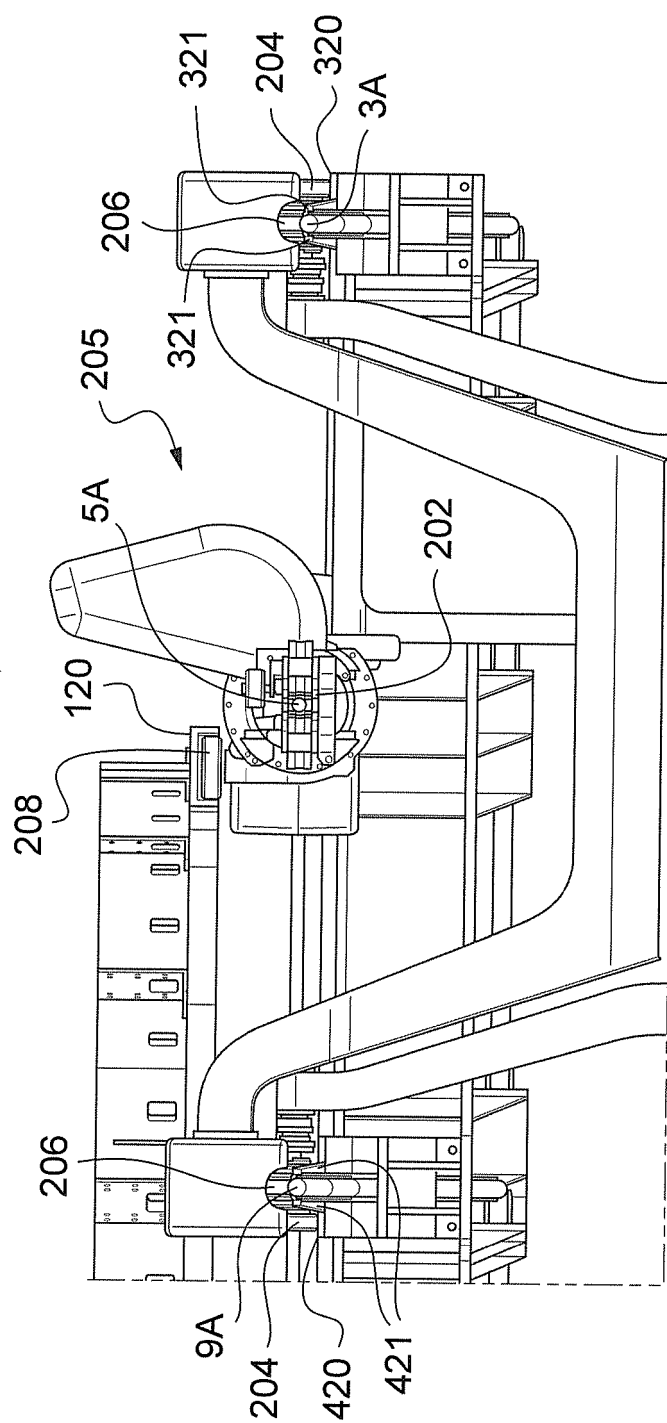
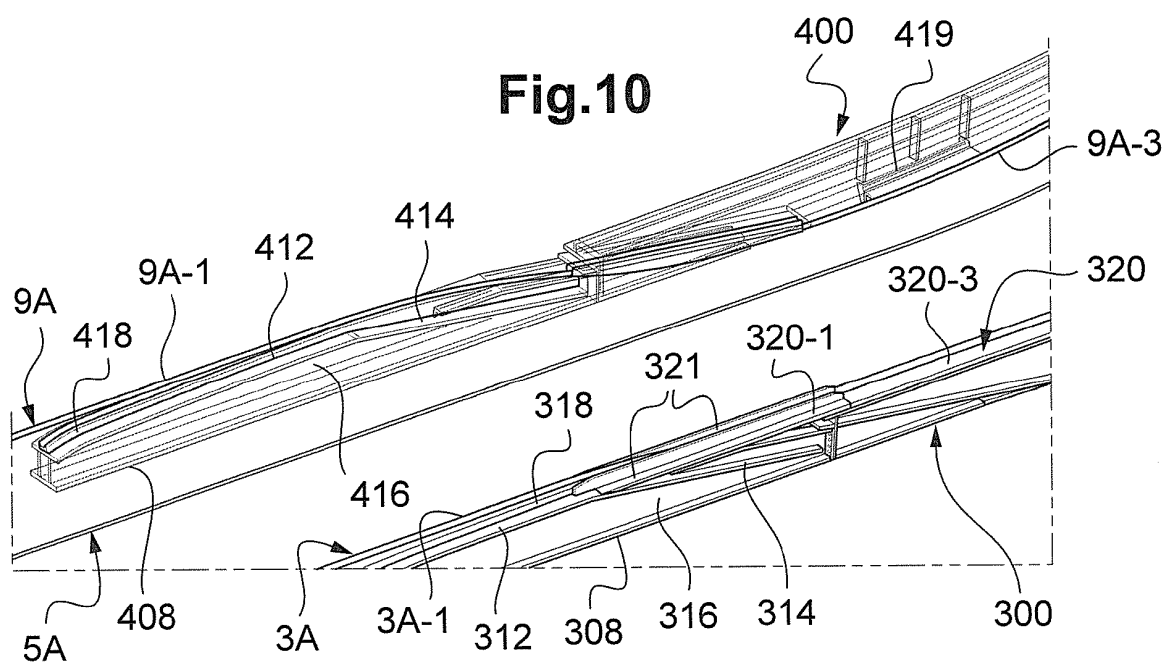
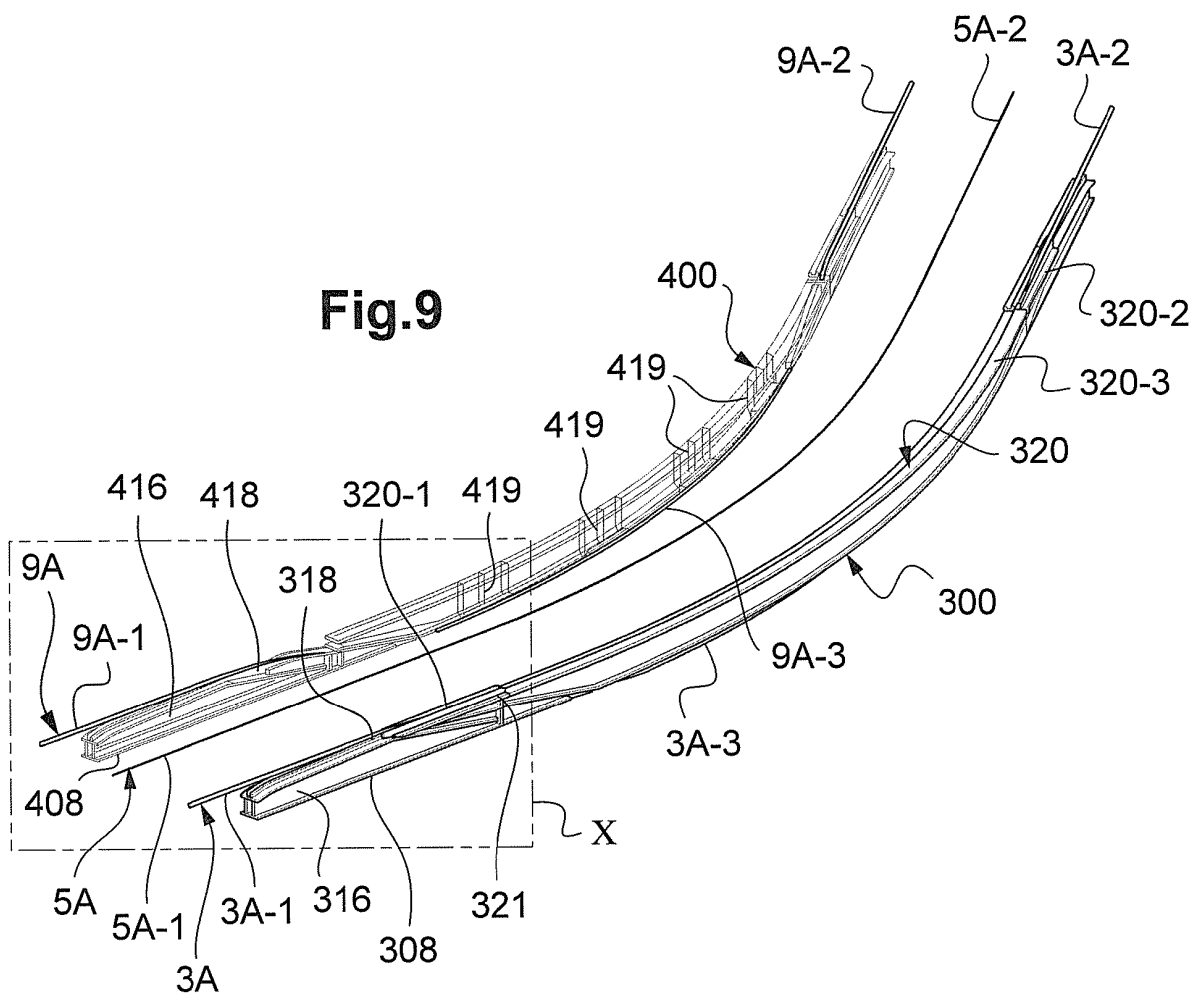


Fig.8



7





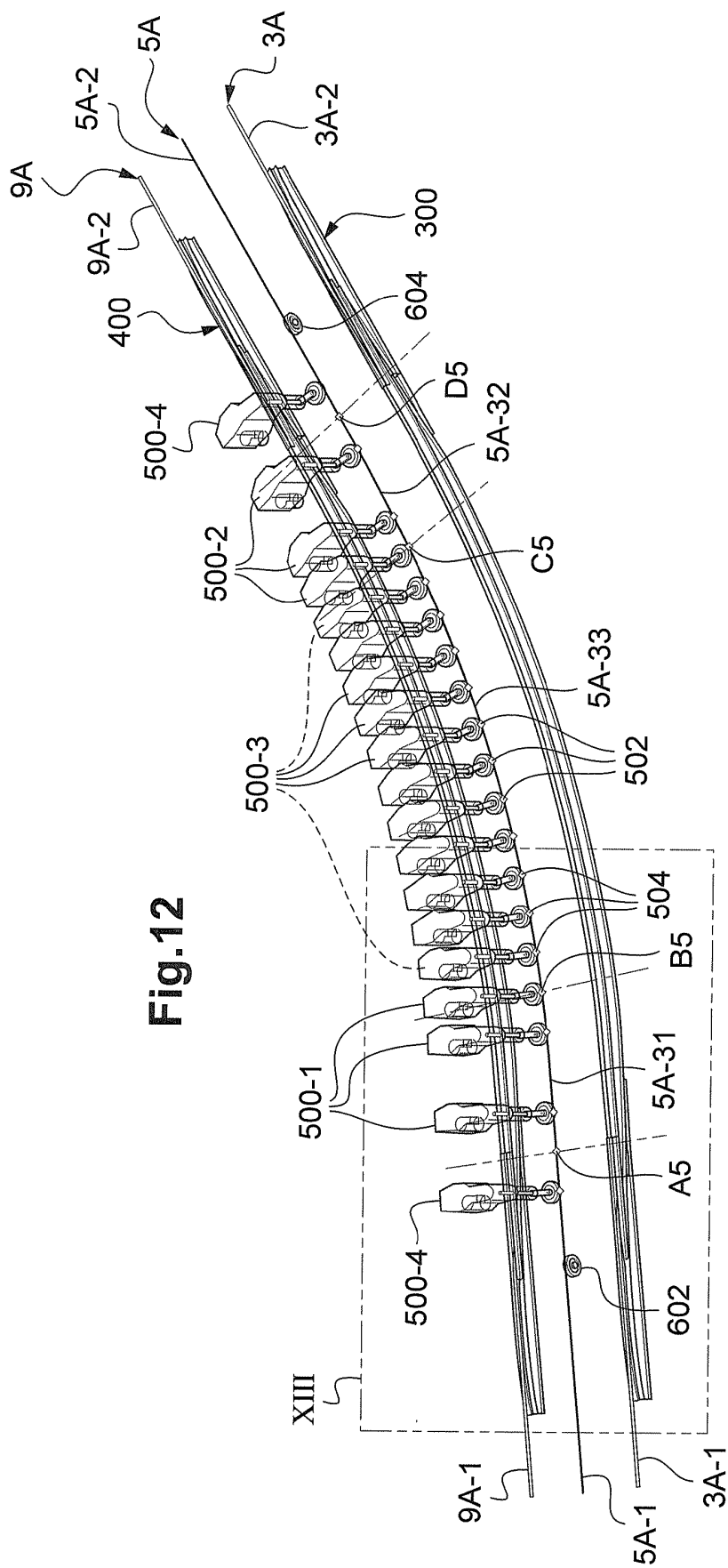


Fig. 12

Fig.13

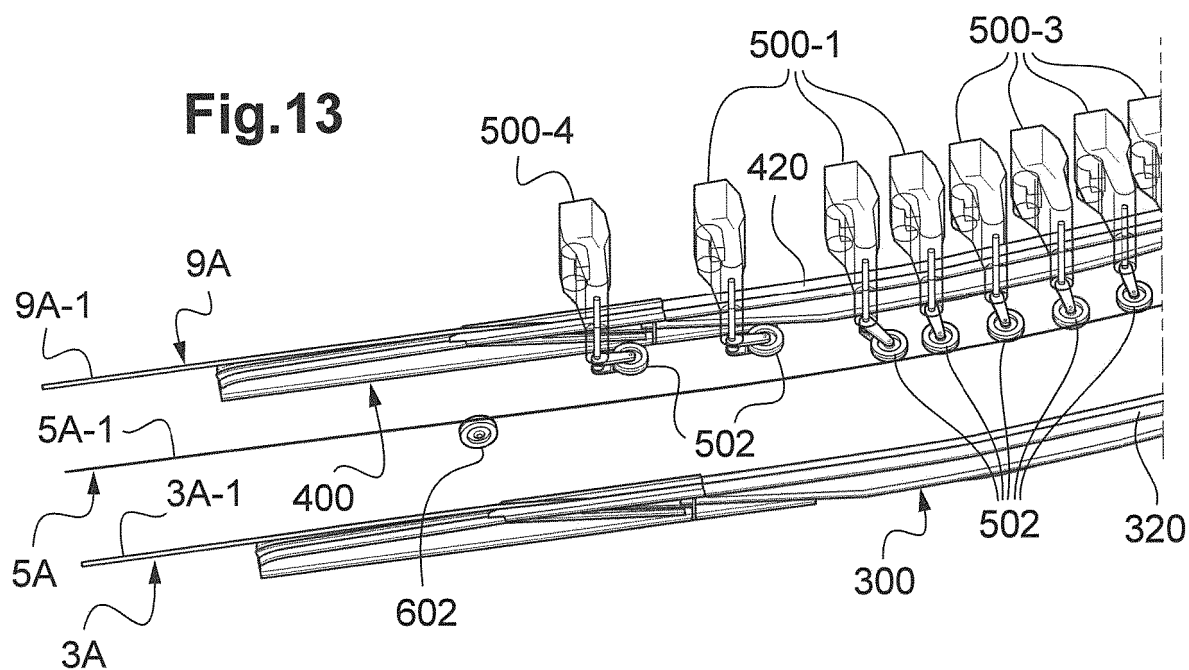


Fig.14

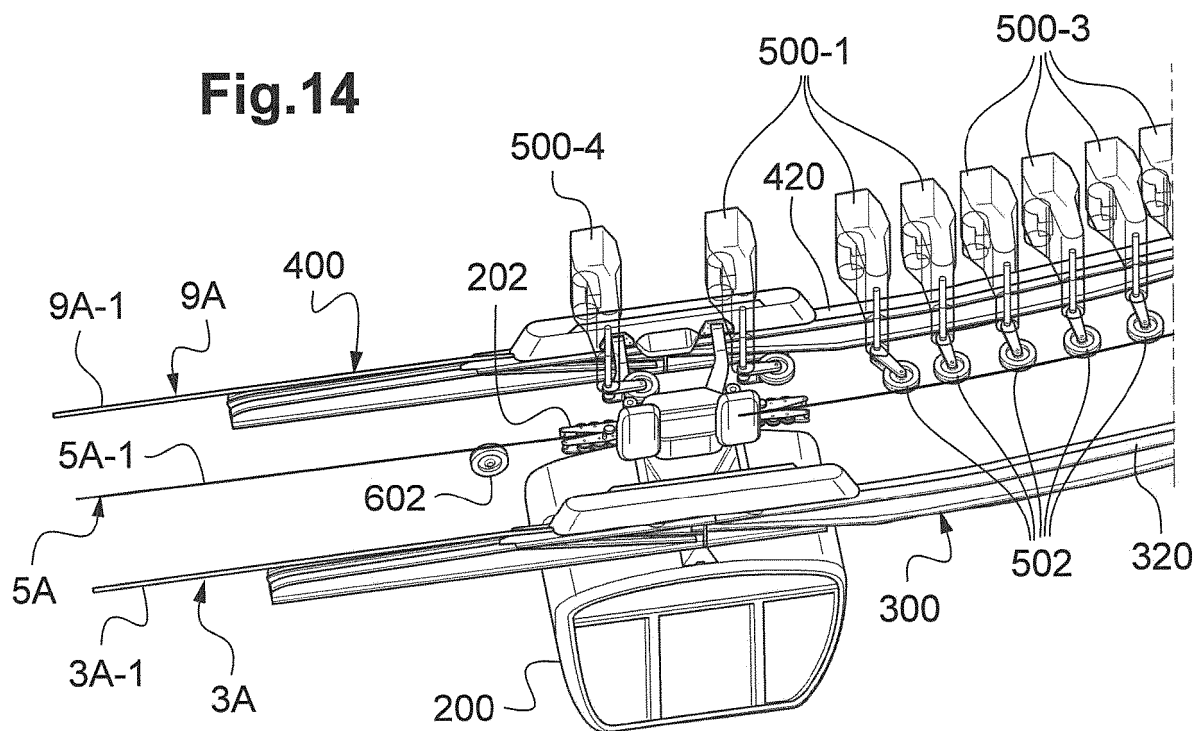


Fig.15

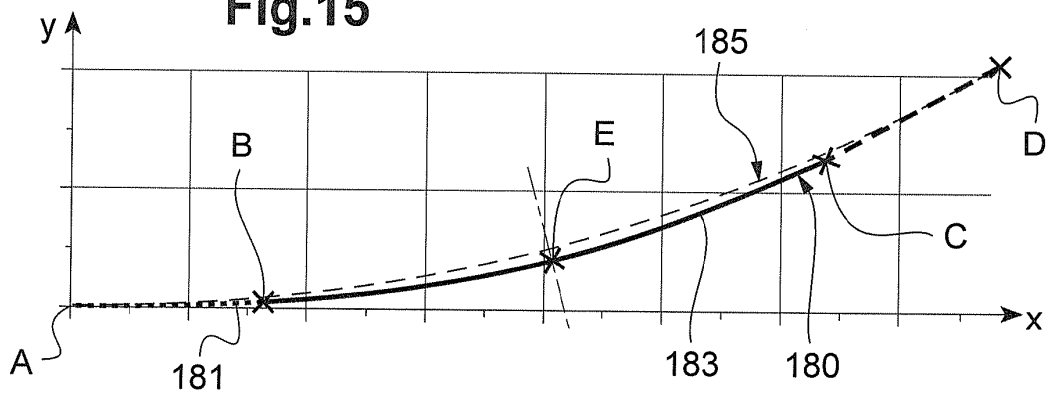


Fig.16

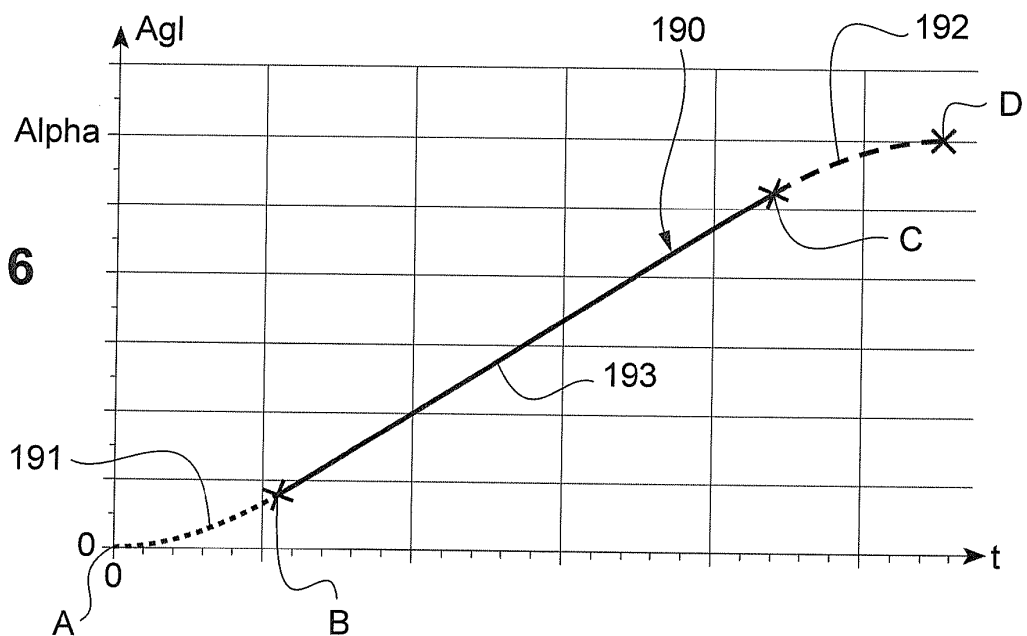


Fig.17

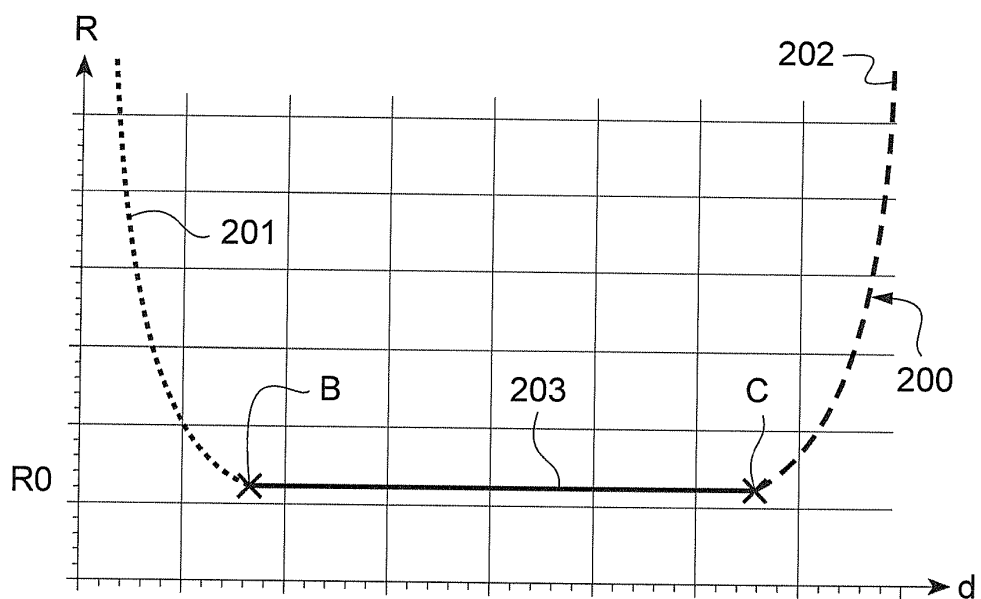


Fig.18

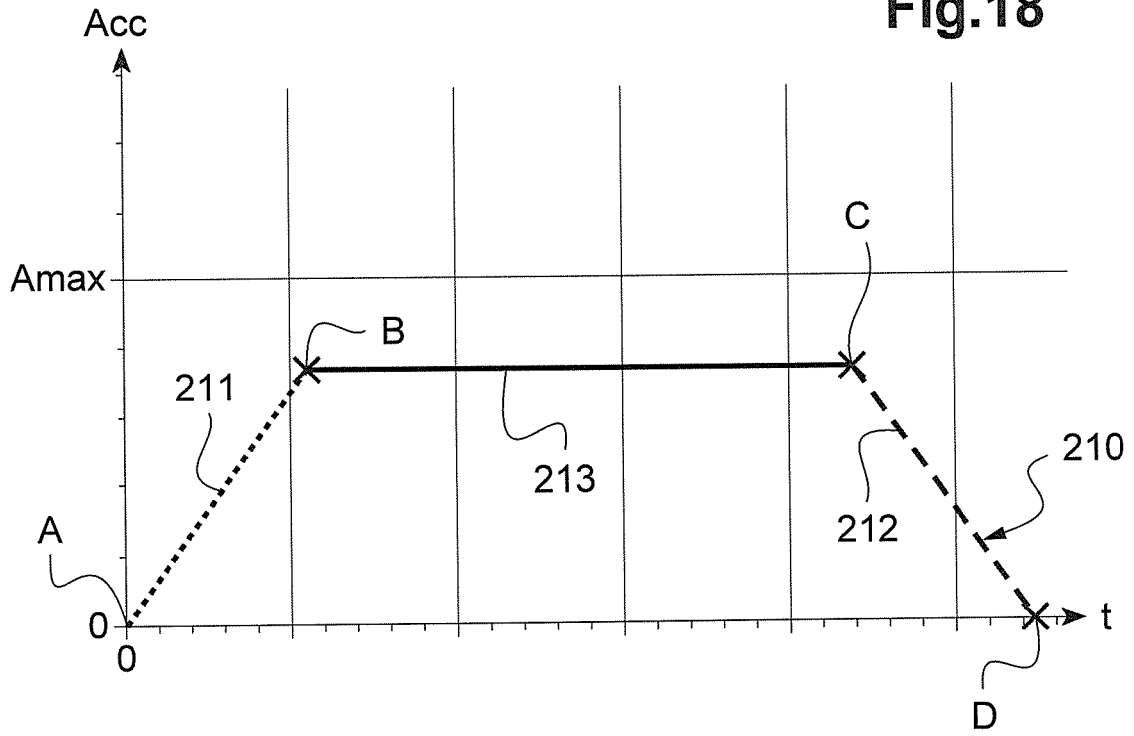
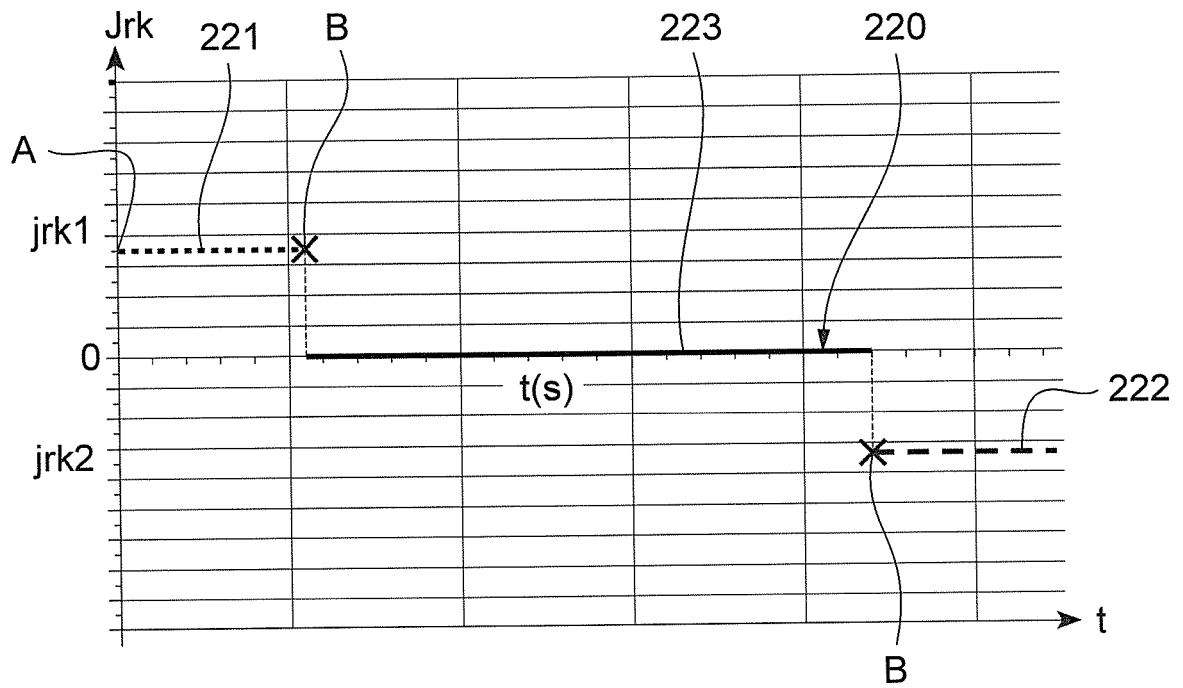


Fig.19



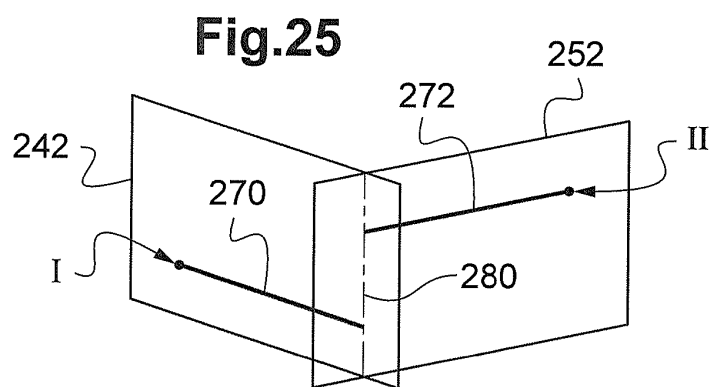
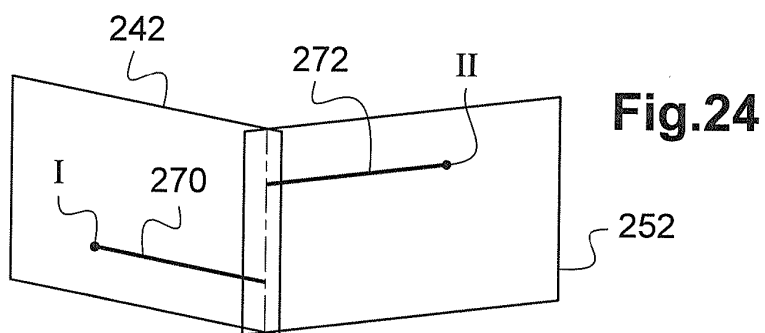
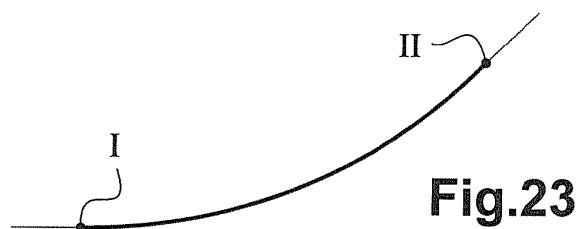
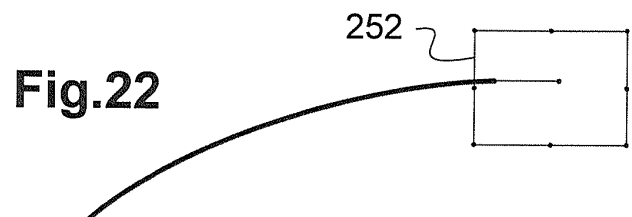
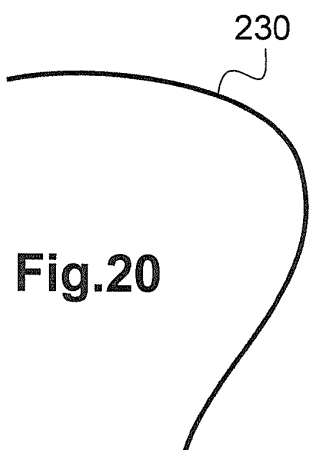


Fig.26

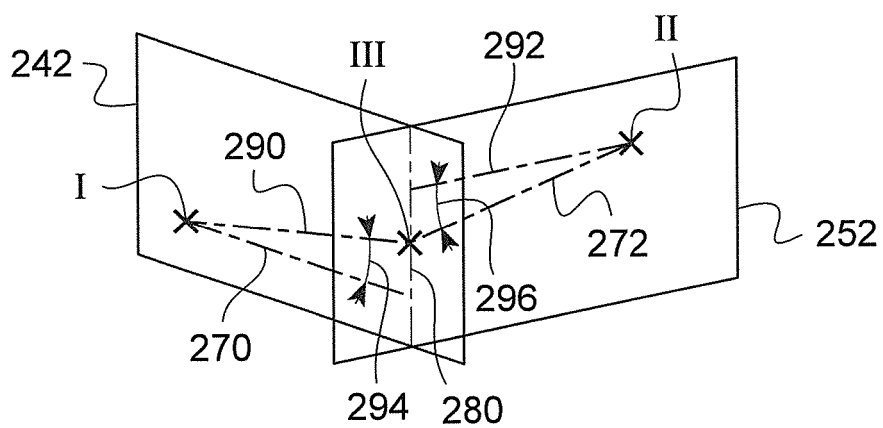


Fig.27

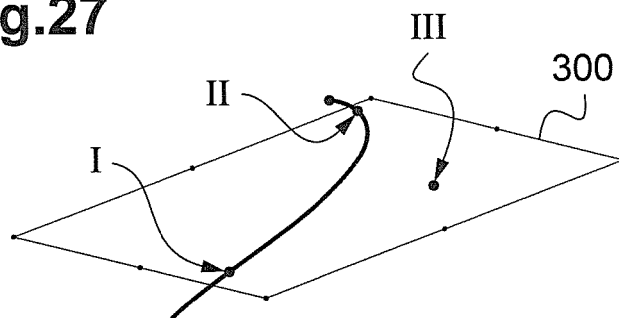
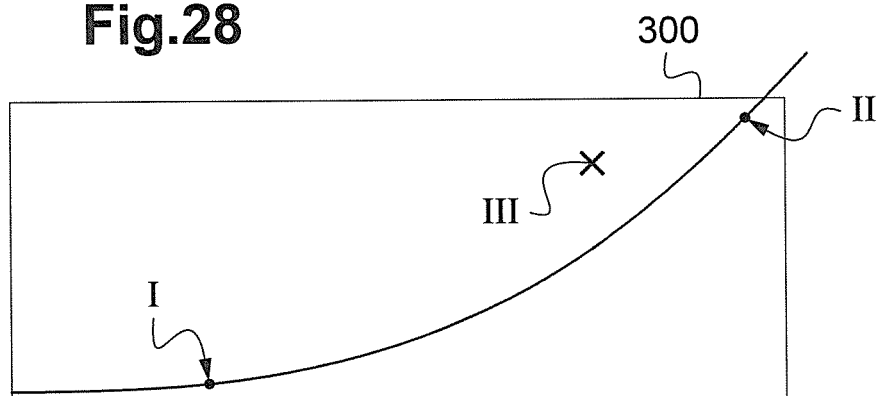


Fig.28



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- FR 2882321 [0003]
- DE 19704825 [0004] [0005]
- FR 3052131 A1 [0007]
- EP 2853460 A1 [0008]
- FR 3050425 [0073]