



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2000/04/17
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2000/12/21
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2007/08/14
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2001/02/08
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2000/000994
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2000/076827
(30) Priorité/Priority: 1999/06/11 (FR99/07435)

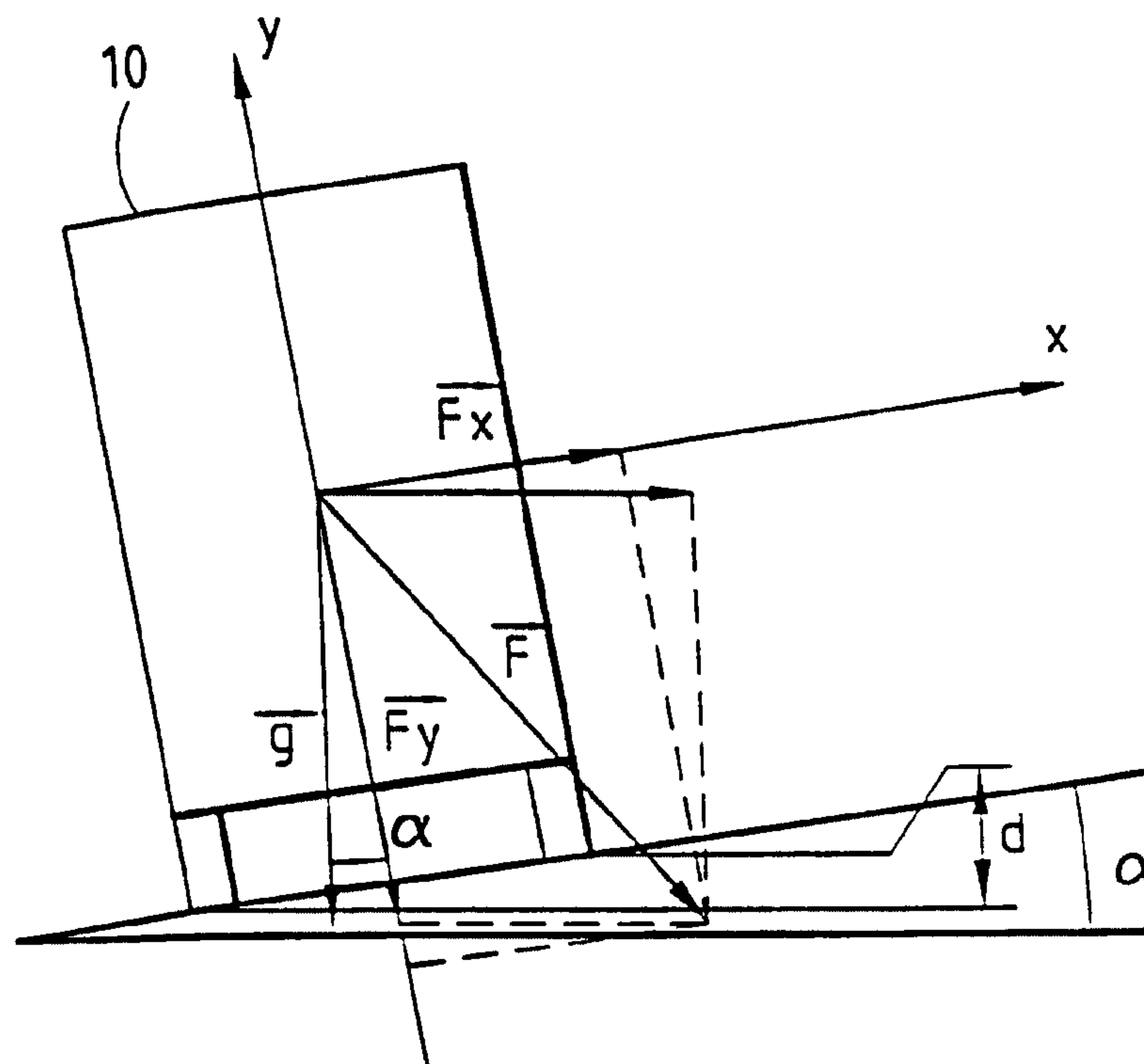
(51) Cl.Int./Int.Cl. *B61F 5/22* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
HAZARD, LAURENT, FR;
VANTALON, FREDERIC, FR

(73) Propriétaire/Owner:
ALSTOM, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'ELEMENTS PILOTES D'UN VEHICULE FERROVIAIRE
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A RAILWAY VEHICLE STEERED ELEMENTS



(57) Abrégé/Abstract:

Procédé de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire, dans lequel on calcule, par mesure de grandeurs inertielles effectuées à bord du véhicule, des caractéristiques géométriques descriptives de la voie ferrée et on élabore à partir de ces dernières des consignes de pilotage desdits éléments pilotés, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de: localisation du véhicule sur la voie ferrée sur laquelle il circule au moyen d'une comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec des caractéristiques géométriques stockées dans une base de données (16) obtenue par apprentissage préalable; extraction de la base de données (16), des caractéristiques géométriques correspondant à la prochaine courbe; et élaboration par anticipation des consignes de pilotages des éléments pilotés à partir des caractéristiques extraites.



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
21 décembre 2000 (21.12.2000)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 00/76827 A1(51) Classification internationale des brevets⁷: B61F 5/22(21) Numéro de la demande internationale:
PCT/FR00/00994

(22) Date de dépôt international: 17 avril 2000 (17.04.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:
99/07435 11 juin 1999 (11.06.1999) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): AL-
STOM [FR/FR]; 25, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR).

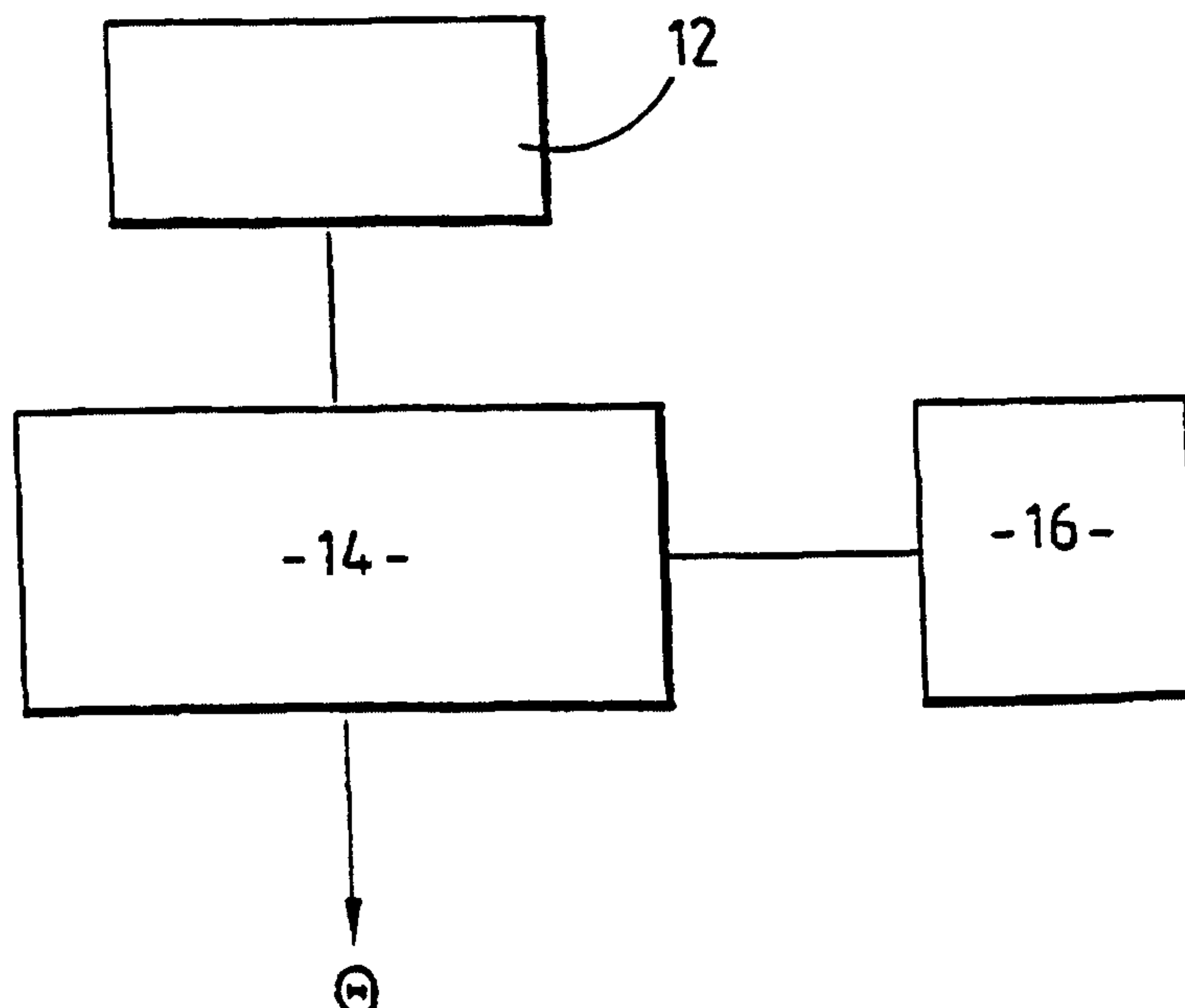
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): HAZARD,
Laurent [FR/FR]; 69bis, Grande Rue, F-78770 Marcq
(FR). VANTALON, Frédéric [FR/FR]; 96, rue des Bour-
guignons, F-92600 Asnières (FR).(74) Mandataire: GOSSE, Michel; Alstom Technology,
CIPD, 5, avenue Newton, F-92140 Clamart (FR).(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A RAILWAY VEHICLE STEERED ELEMENTS

(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'ELEMENTS PILOTES D'UN VEHICULE FERROVIAIRE



(57) Abstract: The invention concerns a method for controlling a railway vehicle steered elements which consists in: calculating, by measuring inertia values performed on board the vehicle, geometric characteristics describing the railway track and working out therefrom piloting rules for said piloted elements. The invention is characterised in that it comprises steps which consist in: locating the vehicle on the railway track whereon it is running by comparing the computed geometric characteristics stored in a database (16) resulting from previous training; retrieving from the database (16) the geometric characteristics corresponding to the next bend; and working out in advance piloting instructions for the piloted elements from the retrieved characteristics.

(57) Abrégé: Procédé de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire, dans lequel on calcule, par mesure de grandeurs inertielles

effectuées à bord du véhicule, des caractéristiques géométriques descriptives de la voie ferrée et on élabore à partir de ces dernières des consignes de pilotage desdits éléments pilotés, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de: localisation du véhicule sur la voie ferrée sur laquelle il circule au moyen d'une comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec des caractéristiques géométriques stockées dans une base de données (16) obtenue par apprentissage préalable; extraction de la base de données (16), des caractéristiques géométriques correspondant à la prochaine courbe; et élaboration par anticipation des consignes de pilotages des éléments pilotés à partir des caractéristiques extraites.

WO 00/76827 A1

**PROCEDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'ELEMENTS
PILOTES D'UN VEHICULE FERROVIAIRE**

La présente invention est relative à un procédé de commande d'éléments
5 pilotés d'un véhicule ferroviaire, notamment pour la commande d'éléments destinés à
améliorer le confort des passagers, et se rapporte également à un dispositif de
commande d'éléments pilotés mettant en œuvre un tel procédé.

Il existe à ce jour deux principales techniques de commande d'éléments
pilotés d'un véhicule ferroviaire qui sont essentiellement utilisées pour la commande
10 des éléments pilotés commandant l'inclinaison d'un véhicule pendulaire.

Une première technique consiste à mesurer des grandeurs inertielles, en
particulier l'accélération transversale, la vitesse de roulis du véhicule et, éventuellement
à vitesse de lacet du bogie, à calculer, à partir de ces grandeurs, des caractéristiques
géométriques descriptives de la voie sur laquelle circule le véhicule et à élaborer les
15 consignes de pilotage à partir de ces caractéristiques, tel que l'angle d'inclinaison dans
le cas d'un train pendulaire.

Cette technique permet une élaboration relativement précise des
consignes d'angle. Elle présente toutefois un certain nombre d'inconvénients,
notamment en raison du fait que l'inclinaison du véhicule s'effectue de façon déphasée
20 par rapport aux courbes abordées par le véhicule, dans la mesure où elle ne tient pas
compte du retard inhérent au traitement des grandeurs inertielles et du temps de retard
engendré lors du fonctionnement des systèmes moteurs de pendulation équipant chaque
caisse du véhicule et auquel sont transmises les consignes d'angle.

Un tel retard peut être nettement perceptible à partir d'une vitesse de
25 160Km/h pour une rame munie d'une motrice en tête.

Une autre technique connue, élaborée pour pallier cet inconvénient,
consiste à équiper les voies ferrées de balises permettant de localiser précisément le
véhicule ferroviaire sur la voie sur laquelle il circule, et à transmettre les consignes de
pilotage, et notamment les consignes d'angle d'inclinaison dans le cas d'un système de
30 pendulation, de façon anticipée de manière à compenser les retards inhérents au
fonctionnement de ces systèmes.

Cette technique utilisée pour la pendulation permet de compenser efficacement la force centrifuge soumise aux passagers du véhicule dans la mesure où l'inclinaison peut être réalisée en phase avec les courbes abordées. Elle présente cependant l'inconvénient relatif au fait qu'elle nécessite d'équiper de balises toutes les voies ferrées d'un réseau ferroviaire autorisant un fonctionnement en mode pendulaire et est donc d'un coût prohibitif.

En outre, elle ne peut être mise en œuvre sur des tronçons de réseau non équipés de telles balises.

- 10 Le but de l'invention est de pallier ces inconvénients en proposant un procédé de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire qui permette un pilotage par anticipation des éléments pilotés, de manière à ce que la réaction de ces derniers soit en phase avec la géométrie de la voie ferrée, et ce sans nécessiter d'équipement complémentaire de la voie ferrée, afin d'être simple et économique à mettre en œuvre.

- 20 L'invention a donc pour objet un procédé de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire, dans lequel on calcule, par mesure de grandeurs inertielles effectuées à bord du véhicule, des caractéristiques géométriques descriptives d'une voie ferrée, on localise le véhicule sur la voie ferrée sur laquelle il circule au moyen d'une comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec des caractéristiques géométriques stockées dans une base de données obtenue par apprentissage préalable, et on élabore des consignes de pilotage desdits éléments pilotés,

caractérisé en ce que préalablement à l'élaboration des consignes de pilotage des éléments pilotés, on compare au moins une des caractéristiques géométriques calculées avec une fenêtre de validation de la localisation du véhicule ferroviaire élaborée à partir de la ou des données respectives extraites de la base de données et correspondant à l'emplacement présumé du véhicule ferroviaire et en cas de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation :

- 30 - on extrait de la base de données , des caractéristiques géométriques correspondant à une prochaine courbe ; et

- on élabore par anticipation des consignes de pilotage des éléments pilotés à partir des caractéristiques extraites ; et

en cas de défaut de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation, les consignes de pilotage des éléments pilotés sont élaborées à partir des caractéristiques géométriques calculées.

De préférence, le procédé conforme à l'invention peut en outre comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possible:

- 10 - préalablement à l'élaboration de la ou des consignes de pilotage des éléments pilotés, on compare au moins une des caractéristiques géométriques calculées avec une fenêtre de validation de la localisation du véhicule ferroviaire élaborée à partir de la ou des données respectives extraites de la base de données et correspondant à l'emplacement présumé du véhicule ferroviaire et en cas de défaut de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation, on élabore la ou les consignes de pilotage des éléments de liaison à partir des caractéristiques géométriques calculées ;
- 20 - la localisation du véhicule comporte les étapes d'identification de la voie ferrée sur laquelle le véhicule circule, par comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec les caractéristiques mémorisées dans la base de données et de calcul de la distance par rapport à la prochaine courbe à partir d'une mesure de la vitesse du véhicule ferroviaire et de la longueur d'un alignement précédent ladite courbe, extraite de la base de données ;
- au moins en sortie de chaque courbe, on procède à une correction de la localisation du véhicule sur la voie ferrée par comparaison des caractéristiques géométriques calculées lors du franchissement de la courbe avec les caractéristiques stockées dans la base de données ;
- 30 - il comporte en outre une étape consistant à transmettre la ou les consignes de pilotage aux éléments pilotés équipant chaque voiture du véhicule ferroviaire à des instants permettant de compenser les retards engendrés lors du fonctionnement des éléments pilotés et en fonction de la localisation de chaque voiture dans le véhicule.

4

- les éléments pilotés sont des éléments d'une suspension active ;
- les éléments pilotés sont des éléments commandant la position d'essieux orientables d'un bogie ;
- les éléments pilotés sont des éléments commandant l'inclinaison d'un véhicule ferroviaire pendulaire et les consignes de pilotage sont des consignes d'angle d'inclinaison ;
- on applique à la ou les consignes d'angle un coefficient de modération de l'inclinaison du véhicule ferroviaire extrait de la base de données pour chaque courbe;

10 L'invention a également pour objet un dispositif de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire, du type comportant des moyens de mesure de grandeurs inertielles et un calculateur adapté pour calculer, à partir des grandeurs inertielles mesurées, des caractéristiques géométriques descriptives d'une voie ferrée sur laquelle circule le véhicule, le calculateur comportant des moyens de localisation du véhicule ferroviaire à partir d'une comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec des caractéristiques géométriques stockées dans une base de données mémorisée dans le calculateur obtenue par apprentissage préalable, et des moyens pour élaborer des consignes de pilotage des éléments pilotés, caractérisé en ce qu'il

20 comporte:

- des moyens pour, préalablement à l'élaboration des consignes de pilotage des éléments pilotés, comparer au moins une des caractéristiques géométriques calculées avec une fenêtre de validation de la localisation du véhicule ferroviaire élaborée à partir de la ou des données respectives extraites de la base de données et correspondant à l'emplacement présumé du véhicule ferroviaire,
- des moyens pour, en cas de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation, extraire de la base de données, des caractéristiques géométriques correspondant à une prochaine courbe et élaborer par anticipation des consignes de pilotage des éléments pilotés à partir des caractéristiques extraites ; et

30 - des moyens pour, en cas de défaut de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation, élaborer de façon anticipée, les consignes de pilotage à partir des caractéristiques extraites de la base de données.

4a

De préférence, le dispositif conforme à l'invention peut en outre comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possible :

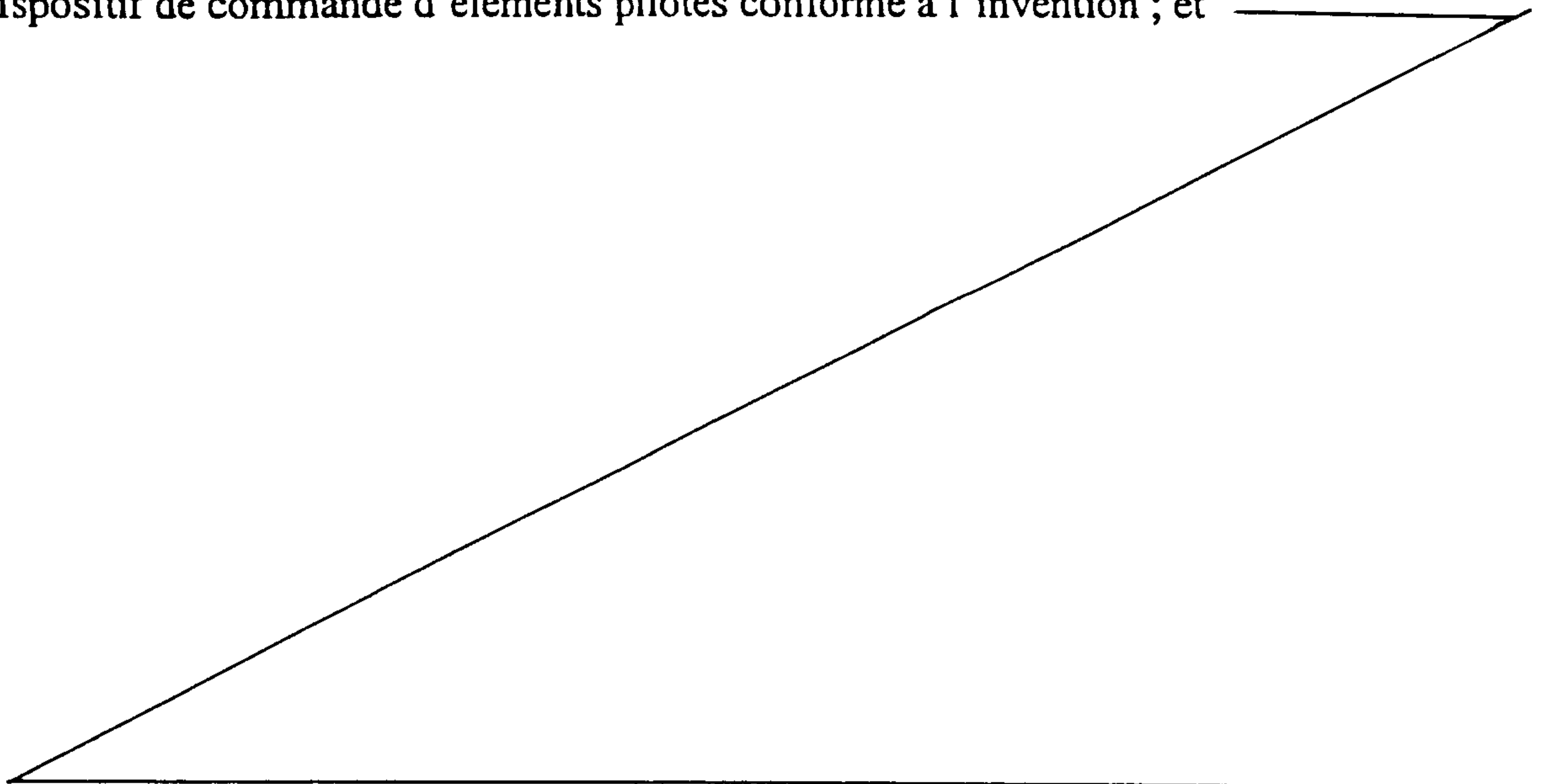
- les éléments pilotés sont des éléments commandant l'inclinaison d'un véhicule ferroviaire pendulaire, les consignes de pilotage étant des consignes d'angle d'inclinaison pour le véhicule ferroviaire.
- les éléments pilotés sont des éléments d'une suspension transversale active.
- les éléments pilotés sont des éléments commandant la position d'essieux orientables d'un bogie.

10

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description suivante de plusieurs applications d'un exemple de réalisation du procédé de commande selon l'invention, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en référence aux dessins annexes sur lesquels:

- La figure 1 est un schéma illustrant le principe de compensation de la force centrifuge appliquée aux passagers d'un véhicule ferroviaire lorsque le procédé de commande selon l'invention est appliqué à la commande de la pendulation d'un véhicule pendulaire ;

20 - la figure 2 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un dispositif de commande d'éléments pilotés conforme à l'invention ; et



- la figure 3 est un organigramme représentant les principales phases de fonctionnement du procédé de commande selon l'invention.

La figure 1 illustre une mode réalisation particulier du procédé selon invention appliqué à la commande de la pendulation d'un véhicule pendulaire. Sur la figure 1, on a représenté une vue schématique de face d'un véhicule ferroviaire 10 circulant en courbe sur une voie ferrée en dévers d d'angle α .

Le véhicule 10, et en particulier les passagers qu'il transporte est soumis, d'une part à l'accélération de la pesanteur g et, d'autre part, à la force centrifuge V^2/R , V et R désignant respectivement la vitesse du véhicule et le rayon de courbure de la courbe en franchissement.

La force totale F perçue par les voyageurs est constituée par la somme de l'accélération de la pesanteur et de la force centrifuge.

En considérant un repère (x, y) lié au véhicule 10, on conçoit que cette force F comporte une première composante transversale F_x néfaste pour le confort des voyageurs et susceptible d'engendrer une cinétose, et une deuxième composante F_y s'exerçant dans une direction perpendiculaire au plan des voies et peu perceptible par les voyageurs.

A faible vitesse, le dévers de la voie ferrée peut être suffisant pour limiter la composante transversale de la force totale F appliquée aux voyageurs, sous l'action de l'accélération de la pesanteur.

A vitesse élevée, les véhicules ferroviaires pendulaires réalisent une compensation complémentaire en s'inclinant vers l'intérieur de la courbe de manière à réduire, voire annuler, par la seule action de la pesanteur, la composante transversale de la force totale appliquée aux passagers, et ce en fonction de la vitesse du véhicule.

On a représenté sur la figure 2 un schéma synoptique d'un dispositif de commande selon l'invention.

Comme on le voit sur cette figure, le dispositif de commande comporte des moyens 12 de mesure de grandeurs inertielles, en particulier l'accélération transversale, la vitesse de roulis et, le cas échéant, la vitesse de lacet du bogie du véhicule.

Ces moyens de mesure 12 sont raccordés à un calculateur 14 dans lequel est stocké un algorithme de calcul de caractéristiques géométriques descriptives de la voie ferrée sur laquelle circule le véhicule ferroviaire. Cet algorithme est un algorithme de type classique. Il ne sera donc pas décrit en détail par la suite. On notera toutefois
5 qu'il est adapté pour calculer à partir des grandeurs inertielles, les caractéristiques géométriques de la voie, notamment le dévers des courbes franchies, leur rayon de courbure, et le gauche, en particulier à partir de la vitesse du véhicule.

Le calculateur 14 est associé à une base de données 16 dans laquelle sont stockées des caractéristiques géométriques descriptives correspondantes obtenues par
10 apprentissage préalable en faisant circuler un véhicule ferroviaire sur les voies ferrées d'un réseau ferroviaire autorisant un fonctionnement en mode pendulaire et auxquelles appartient la voie sur laquelle circule le véhicule ferroviaire, en mesurant les grandeurs inertielles servant au calcul de ces caractéristiques, et en calculant ces dernières.

Ainsi, dans le cas particulier de l'application du dispositif de commande
15 au pilotage de la pendulation, la base de données 16 contient une description géométrique précise de l'ensemble des voies praticables en fonctionnement pendulaire.

Comme cela va maintenant être décrit en référence à la figure 3, qui représente un organigramme décrivant le fonctionnement général du dispositif de commande selon l'invention, le calculateur 14 procède à une comparaison des
20 caractéristiques géométriques calculées avec les caractéristiques mémorisées dans la base de données, pour identifier la voie ferrée sur laquelle il circule ainsi que localiser précisément le véhicule ferroviaire sur la voie.

A partir de cette localisation, le calculateur 14 extrait de la base de données les caractéristiques géométriques correspondant à la prochaine courbe abordée
25 par le véhicule et utilise ces grandeurs pour calculer les consignes de pilotage des éléments pilotés. Ainsi, dans le cas particulier de l'application du dispositif de commande au pilotage de la pendulation, le calculateur 14 calcule l'angle optimum θ d'inclinaison du véhicule permettant d'améliorer le confort des passagers.

On voit sur la figure 3 que lors d'une première étape 18, le calculateur 14
30 réceptionne les grandeurs inertielles délivrées par les moyens de mesure 12 et calcule les caractéristiques géométriques de la portion de voie sur laquelle il circule à partir de

ces grandeurs, au moyen d'un algorithme de type classique.

Lors de l'étape 20 suivante, il procède à une comparaison des caractéristiques calculées avec les caractéristiques stockées dans la base de données pour procéder à une identification de la voie sur laquelle le véhicule circule.

5 Plus particulièrement, au cours de cette étape 20, le calculateur 14 effectue une comparaison entre les caractéristiques obtenues lors du franchissement de trois courbes précédentes avec les données mémorisées dans la base de données 16.

10 Après identification de la voie, au cours de l'étape 22 suivante, le calculateur 14 procède à un calcul de la distance séparant le véhicule de la prochaine courbe par intégration de la vitesse du véhicule et à partir de la longueur de l'alignement précédent cette courbe sur lequel il chemine.

On extrait ensuite de la base de données 16 les caractéristiques géométriques correspondant à la prochaine courbe (étape 24).

15 Lors de l'étape 26 suivante, l'on effectue une vérification de la localisation par comparaison d'une ou de plusieurs caractéristiques géométriques calculées de la courbe avec une fenêtre de validation.

Cette fenêtre est élaborée à partir de la ou des caractéristiques géométriques respectives extraites de la base de données et correspondant à l'emplacement du véhicule.

20 Dans le cas où les caractéristiques calculées se situent à l'intérieur de la fenêtre de validation, c'est-à-dire si le véhicule est correctement localisé, lors de l'étape 28 suivante, on utilise les caractéristiques géométriques extraites de la base de données lors de l'étape 24 pour procéder au calcul des consignes de pilotage.

25 Dans le cas particulier d'utilisation du procédé de commande selon l'invention pour le pilotage de la pendulation d'un véhicule pendulaire, les consignes de pilotage calculées par l'étape 28 sont des consignes d'angle d'inclinaison.

Ces consignes d'angle θ sont proportionnelles à la somme algébrique des composantes transversales de l'accélération de la pesanteur g et de la force centrifuge et sont élaborées à partir de la relation (1) suivante:

$$\theta = K [V^2/R \cos \alpha - g \sin \alpha] (1)$$

dans laquelle, comme mentionné précédemment

V désigne la vitesse du véhicule,

R est le rayon de courbure du virage abordé, extrait de la base de
5 données,

α désigne l'angle formé par le dévers, et

K représente le coefficient de proportionnalité.

L'angle de dévers α étant nécessairement faible, cette relation peut
s'écrire également

10
$$\theta = K [V^2/R - g.d/1500] (2)$$

d, désignant le dévers en mm et 1500 correspondant à la distance entre
rails, en mm.

On notera que, de préférence, lors de ce calcul des consignes d'angle
effectué à l'étape 28 précédente, on affecte un coefficient de modération de l'inclinaison
15 du véhicule, extrait de la base de données 16 pour chaque courbe en adaptant le
coefficient K de proportionnalité de manière à améliorer le confort des passagers, en
particulier dans le cas de courbes de faible rayon de courbure.

Ces consignes sont ensuite transmises vers les systèmes moteurs équipant
chaque voiture du véhicule ferroviaire pour leur inclinaison, à des instants permettant de
20 compenser les retard engendrés lors du fonctionnement de ces systèmes, c'est à dire
juste avant que le véhicule n'aborde la courbe, et ce en fonction de la localisation de
chaque voiture dans le véhicule (étape 30).

Au contraire, dans le cas où les caractéristiques calculées se situent en
dehors de la fenêtre de validation, indiquant que la localisation déterminée lors des
25 étapes 20 et 22 précédentes n'est pas correcte, ces caractéristiques calculées de la courbe
sont utilisées pour calculer, lors de l'étape 32, les consignes d'angle en utilisant la
relation (2) ci-dessus. Elles sont alors immédiatement transmises vers les systèmes
moteurs pour commander l'inclinaison du véhicule.

Lors de l'étape 34 suivante, en sortie de chaque courbe au moins, le
30 calculateur 14 procède à une correction de la localisation du véhicule sur la voie ferrée

en comparant les caractéristiques géométriques calculées avec les caractéristiques stockées dans la base de données pour déterminer précisément la date à laquelle le train aborde la sortie de la courbe.

Le procédé retourne ensuite à l'étape 22 pour calculer la distance
5 séparant le véhicule de la prochaine courbe.

On conçoit que le dispositif de commande qui vient d'être décrit dispose de deux modes de fonctionnement distincts, à savoir un premier mode de fonctionnement selon lequel les consignes d'angle d'inclinaison sont élaborées, par anticipation, à partir des caractéristiques extraites de la base de données 16, puis
10 transmises au système moteur équipant le véhicule de manière à provoquer l'inclinaison de ce dernier en phase avec les courbes sur lesquelles il circule, et un deuxième mode de fonctionnement, utilisé dans le cas où la localisation effectuée par le calculateur à partir de la base de données est incorrecte, selon lequel les caractéristiques géométriques calculées à partir des grandeurs mesurées sont utilisées pour le calcul des consignes
15 d'angle.

Par conséquent, même dans le cas où la localisation du véhicule ferroviaire n'est pas réalisable, par exemple en raison d'une indisponibilité des caractéristiques dans la base de données, il est possible de procéder à une pendulation en utilisant les grandeurs inertielles mesurées en courbe.

20 Bien entendu le procédé de commande selon l'invention n'est limité ni au mode réalisation, ni à l'application décrits précédemment. Au contraire, le procédé de commande selon l'invention peut être utilisé pour commander tous les éléments pilotés de véhicule ferroviaire nécessitant un pilotage en phase avec la géométrie de la voie ferrée.

25 Ainsi, dans une variante d'application, le procédé de commande selon l'invention peut être utilisé pour commander les éléments pilotés d'une suspension transversale active afin d'améliorer le confort des passagers du véhicule ferroviaire.

Un tel procédé de commande de suspension active comporte alors les mêmes phases de fonctionnement que celles représentées à la figure 3 et le dispositif de
30 commande pour la mise en œuvre du procédé reprend le même schéma synoptique que

celui de la figure 2. Seul le calcul interne des étapes 28 et 32 du calculateur 14 est modifié de manière à calculer les grandeurs nécessaires au pilotage de la suspension transversale active. Toutefois, de manière similaire à ce qui a été décrit précédemment, l'étape 28 utilise les caractéristiques géométriques extraites de la base de données lors
5 de l'étape 24 pour procéder au calcul des consignes de pilotage de la suspension active et l'étape 32 utilise quand à elle les caractéristiques géométriques calculées par la première étape 18 pour procéder au calcul des consignes de pilotage de la suspension active. Les équations de calcul des consignes de pilotage de la suspension active sont de type classique et ne seront donc pas décrites en détail par la suite. Ainsi, si la suspension
10 active du véhicule ferroviaire comporte un amortisseur transversal piloté, le calcul effectué par les étapes 28 et 32 fournira par exemple le coefficient d'amortissement permettant d'obtenir le passage du véhicule ferroviaire dans la courbe avec le meilleur confort.

Une tel procédé de commande appliqué au pilotage d'une suspension
15 transversale active améliore notablement le confort du véhicule en permettant une réaction de la suspension active en phase avec la courbe, évitant ainsi les phénomènes de lacet ou de roulis pouvant être générés par un décalage de phase entre la réaction de la suspension active et la position du véhicule dans la courbe.

Ainsi, dans une autre variante d'application, le procédé de commande
20 selon l'invention pourra servir à commander le positionnement d'essieux orientables d'un bogie. Dans un tel cas, le procédé de commande et le dispositif de commande pour la mise en œuvre du procédé sont identiques à ceux décrits précédemment et seules les équations de calcul interne des étapes 28 et 32 sont différentes de manière à fournir les consignes de pilotage des essieux orientables permettant que ces derniers accompagnent
25 les rayons de courbures des courbes. Un tel procédé de commande d'essieux orientables permet alors un mouvement des essieux en phase avec la courbe abordée ce qui permet de réduire considérablement les efforts et les frottements entre les essieux et la voie ferrée et donc l'usure de ces derniers.

On conçoit que indépendamment de l'application qui est faite du procédé
30 de commande selon l'invention, ce dernier assure deux modes de fonctionnement distincts au dispositif de commande, à savoir un premier mode de fonctionnement selon

lequel les consignes de pilotage sont élaborées, par anticipation, à partir des caractéristiques extraites de la base de données 16, puis transmises au système moteur équipant le véhicule de manière à provoquer la réaction des éléments pilotés en phase avec les courbes sur lesquelles il circule, et un deuxième mode de fonctionnement, 5 utilisé dans le cas où la localisation effectuée par le calculateur à partir de la base de données est incorrecte, selon lequel les caractéristiques géométriques calculées à partir des grandeurs mesurées sont utilisées pour le calcul des consignes de pilotage.

Par conséquent, même dans le cas où la localisation du véhicule ferroviaire n'est pas réalisable, par exemple en raison d'une indisponibilité des 10 caractéristiques dans la base de données, il est possible de procéder à un pilotage des éléments pilotés en utilisant les grandeurs inertielles mesurées en courbe. Ainsi, lors des phases de démarrage du véhicule ferroviaire, le procédé de commande peut assurer le fonctionnement du véhicule ferroviaire selon le deuxième mode de fonctionnement jusqu'à ce que le véhicule soit localisé en dynamique par comparaison des valeurs 15 mesurées avec la base de données.

On conçoit également que l'invention qui vient d'être décrite présente l'avantage d'être économique à mettre en œuvre, en ne nécessitant pas les moyens de localisation sophistiqués et coûteux habituellement utilisés pour connaître à chaque instant de la position du véhicule ferroviaire, tels que la mise en place de balises le long 20 des voies, la localisation du véhicule s'effectuant en roulant par comparaison des caractéristiques calculées à partir des grandeurs inertielles mesurées avec les caractéristiques de la base de données.

Enfin, elle ne nécessite aucune manipulation ou entrée de données de la part du conducteur pour la localisation du véhicule ferroviaire et est donc insensible aux 25 erreurs de manipulation.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire, dans lequel on calcule, par mesure de grandeurs inertielles effectuées à bord du véhicule, des caractéristiques géométriques descriptives d'une voie ferrée, on localise le véhicule sur la voie ferrée sur laquelle il circule au moyen d'une comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec des caractéristiques géométriques stockées dans une base de données (16) obtenue par apprentissage préalable, et on élabore des consignes de pilotage desdits éléments pilotés,
- 10 caractérisé en ce que préalablement à l'élaboration des consignes de pilotage des éléments pilotés, on compare au moins une des caractéristiques géométriques calculées avec une fenêtre de validation de la localisation du véhicule ferroviaire élaborée à partir de la ou des données respectives extraites de la base de données et correspondant à l'emplacement présumé du véhicule ferroviaire et en cas de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation :
 - on extrait de la base de données (16), des caractéristiques géométriques correspondant à une prochaine courbe ; et
 - on élabore par anticipation des consignes de pilotage des éléments pilotés à partir des caractéristiques extraites ; et
- 20 en cas de défaut de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques calculées et la fenêtre de validation, les consignes de pilotage des éléments pilotés sont élaborées à partir des caractéristiques géométriques calculées.
2. Procédé de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que la localisation du véhicule comporte les étapes d'identification de la voie ferrée sur laquelle le véhicule circule, par comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec les caractéristiques mémorisées dans la base de données et de calcul de la distance par rapport à la prochaine courbe à partir d'une mesure de la vitesse du véhicule ferroviaire et de la longueur d'un alignement précédent ladite courbe, extraite de la base de données.
- 30 3. Procédé de commande selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins en sortie de chaque courbe, on procède à une correction de la localisation du véhicule sur la

voie ferrée par comparaison des caractéristiques géométriques calculées lors du franchissement de la courbe avec les caractéristiques stockées dans la base de données.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il
5 comporte en outre une étape consistant à transmettre la ou les consignes de pilotage aux éléments pilotés équipant chaque voiture du véhicule ferroviaire à des instants permettant de compenser des retards engendrés lors du fonctionnement desdits éléments pilotés et en fonction de la localisation de chaque voiture dans le véhicule.
- 10 5. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les éléments pilotés sont des éléments d'une suspension active.
6. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les éléments pilotés sont des éléments commandant la position d'essieux
15 orientables d'un bogie.
7. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les éléments pilotés sont des éléments commandant l'inclinaison d'un véhicule ferroviaire pendulaire et en ce que les consignes de pilotage sont des consignes d'angle
20 d'inclinaison.
8. Procédé de commande de l'inclinaison d'un véhicule pendulaire selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'on applique à la ou les consignes d'angle un coefficient de modération de l'inclinaison du véhicule ferroviaire extrait de la base de données (16) pour
25 chaque courbe.
9. Dispositif de commande d'éléments pilotés d'un véhicule ferroviaire, du type comportant des moyens (12) de mesure de grandeurs inertielles et un calculateur (14) adapté pour calculer, à partir des grandeurs inertielles mesurées, des caractéristiques
30 géométriques descriptives d'une voie ferrée sur laquelle circule le véhicule, le calculateur (14) comportant des moyens de localisation du véhicule ferroviaire à partir d'une comparaison des caractéristiques géométriques calculées avec des caractéristiques

géométriques stockées dans une base de données (16) mémorisée dans le calculateur (14) obtenue par apprentissage préalable, et des moyens pour élaborer des consignes de pilotage des éléments pilotés, caractérisé en ce qu'il comporte :

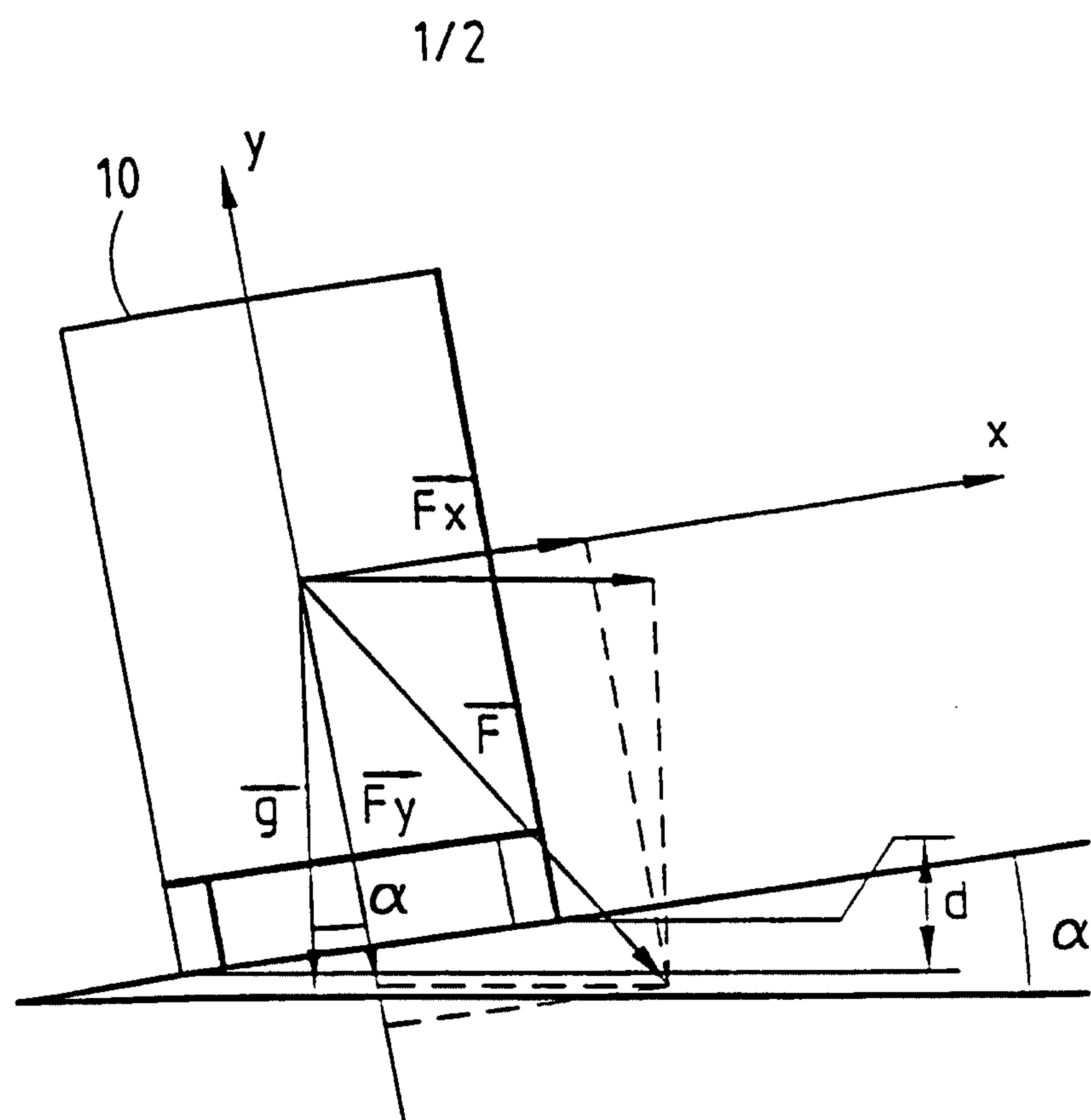
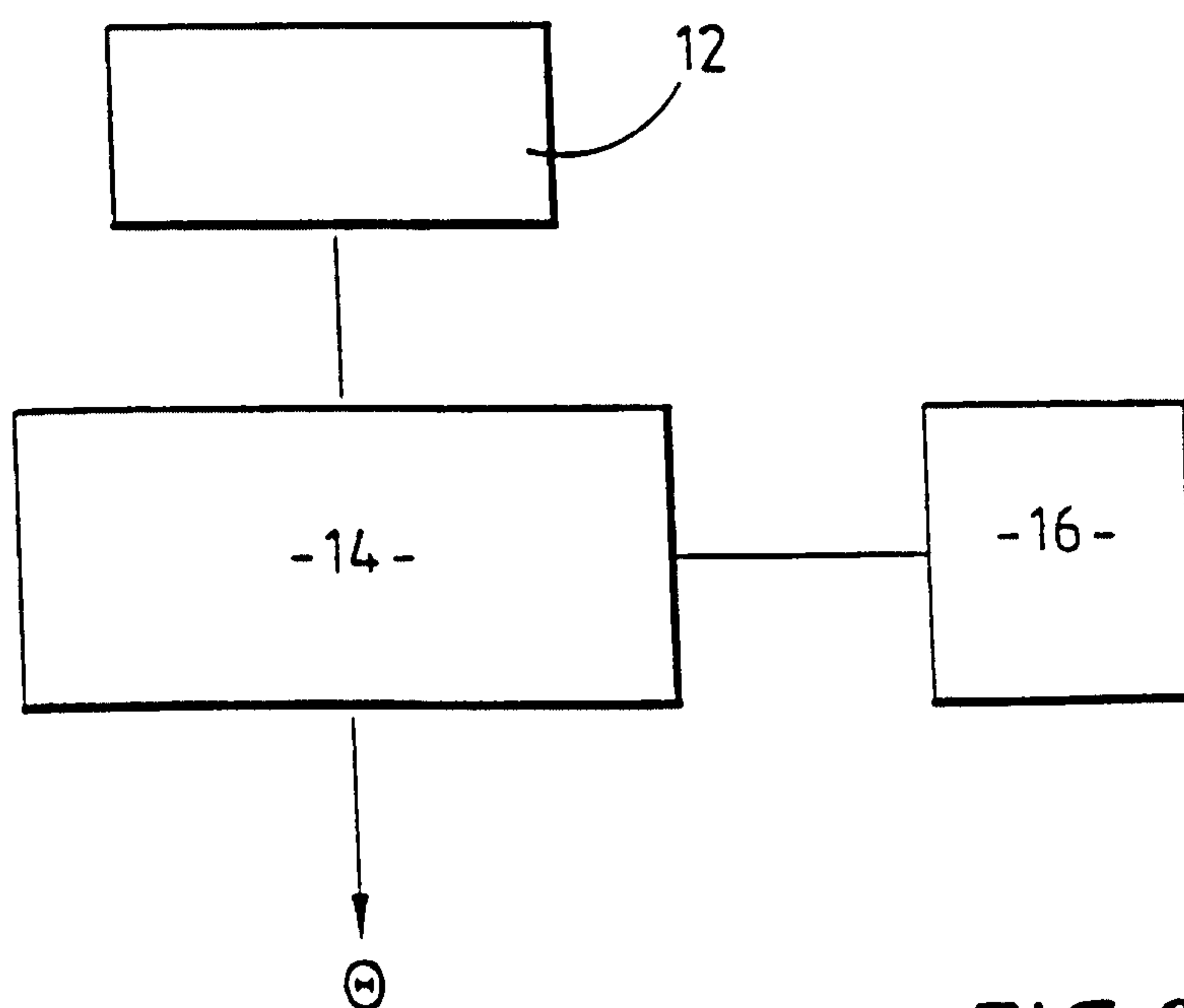
- des moyens pour, préalablement à l'élaboration des consignes de pilotage des éléments pilotés, comparer au moins une des caractéristiques géométriques calculées avec une
5 fenêtre de validation de la localisation du véhicule ferroviaire élaborée à partir de la ou des données respectives extraites de la base de données et correspondant à l'emplacement présumé du véhicule ferroviaire,
- des moyens pour, en cas de correspondance entre la ou les caractéristiques géométriques
10 calculées et la fenêtre de validation, extraire de la base de données (16), des caractéristiques géométriques correspondant à une prochaine courbe et élaborer par anticipation des consignes de pilotage des éléments pilotés à partir des caractéristiques extraites ; et
- des moyens pour, en cas de défaut de correspondance entre la ou les caractéristiques
15 géométriques calculées et la fenêtre de validation, élaborer de façon anticipée, les consignes de pilotage à partir des caractéristiques extraites de la base de données.

10. Dispositif de commande selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits éléments pilotés sont des éléments commandant l'inclinaison d'un véhicule ferroviaire
20 pendulaire, les consignes de pilotage étant des consignes d'angle d'inclinaison pour le véhicule ferroviaire.

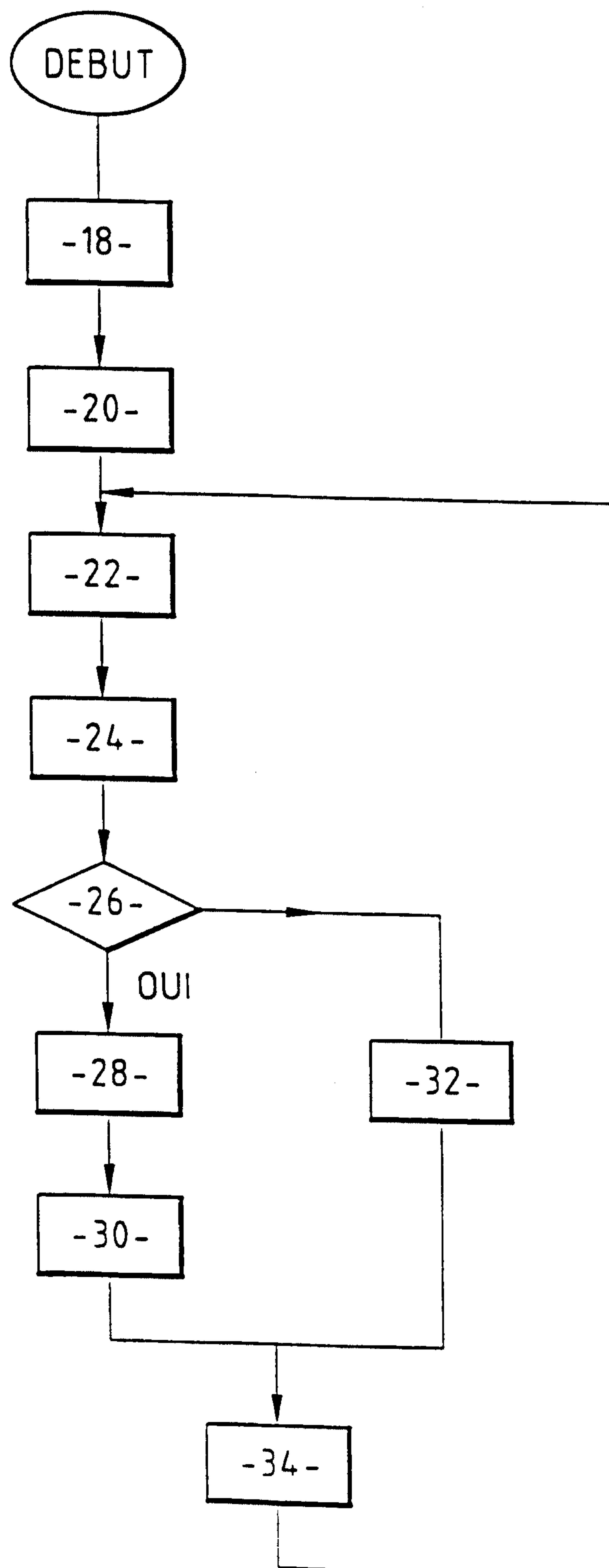
11. Dispositif de commande selon la revendication 9, caractérisé en ce que les éléments pilotés sont des éléments d'une suspension transversale active.

25

12. Dispositif de commande selon la revendication 9, caractérisé en ce que les éléments pilotés sont des éléments commandant la position d'essieux orientables d'un bogie.

FIG.1FIG.2

2/2

FIG. 3

