(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 306 282 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
05.12.2007 Bulletin 2007/49

(51) Int Cl.:
B61F 5/22 *(2006.01)* ***B61L 3/00*** *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **02292465.8**

(22) Date de dépôt: **07.10.2002**

(54) **Procédé de controle sécuritaire de la pendulation d'un véhicule ferroviaire**

Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung eines Schienenfahrzeuges

Security control method for the inclination of a railway vehicle

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

(30) Priorité: **23.10.2001 FR 0113661**

(43) Date de publication de la demande:
02.05.2003 Bulletin 2003/18

(73) Titulaire: **Alstom**
92300 Levallois-Perret (FR)

(72) Inventeurs:
- **Auge de Fleury, Bernard**
  93160 Noisy Le Grand (FR)
- **Feray-Beaumont, Stéphane**
  91170 Viry Chatillon (FR)

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile et al**
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 935 740
DE-A- 4 436 137
DE-A- 19 520 824
US-A- 4 355 582
US-A- 5 285 729

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 306 282 B1

Description

[0001] L'invention se rapporte à un procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation d'un véhicule ferroviaire et plus particulièrement à un procédé de contrôle assurant un haut niveau de sécurité contre les collisions aux véhicules pendulaires.

[0002] Les besoins grandissant pour réduire les temps de parcours des trains sur les voies ferrées existantes ont conduit au développement récent des trains pendulaires, ces derniers permettant une plus grande vitesse de passage dans les courbes. Ces trains possèdent habituellement un dispositif de pilotage automatique de la pendulation, par exemple tel que celui décrit dans la demande de brevet FR 2 794 707 déposée par la demanderesse, permettant d'ajuster précisément l'inclinaison du véhicule en fonction de la géométrie de la courbe et de la cinématique du véhicule de manière à assurer le meilleur confort dans les courbes.

[0003] Le brevet US-A-4 355 582 enseigne également un tel dispositif avec une limitation de la pendulation au-delà d'une valeur d'angle prédéterminé.

[0004] Le brevet DE-A-44 36 137 enseigne un dispositif analogue au brevet US-A-4 355 582 dans lequel la limitation du mouvement du véhicule est fonction du rayon de courbure et de l'accélération du véhicule.

[0005] Toutefois, ces véhicules pendulaires posent de nouveaux problèmes de sécurité liés à l'inclinaison de la caisse du véhicule, cette dernière faisant apparaître des risques de collision avec les infrastructures disposés en bordure de la voie ferrée (poteaux, parois d'un tunnel etc...) ou avec un train situé sur une voie contiguë notamment lors d'une défaillance du dispositif de pilotage automatique de la pendulation.

[0006] Aussi, un but de la présente invention est de proposer un procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation d'un véhicule ferroviaire qui procure une sécurité accrue en assurant que le contour du véhicule ferroviaire reste toujours à l'intérieur d'un gabarit sécuritaire, appelé Gabarit Libre d'Obstacle (GLO), définit en tout point de la voie ferrée.

[0007] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation d'un véhicule ferroviaire circulant sur une voie ferrée, caractérisé en ce qu'on affecte à différents cantons de la voie ferrée des valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) représentatives d'un gabarit sécuritaire à l'intérieur duquel le train peut penduler sans risque de collision avec les infrastructures disposées à proximité de la voie ou avec un véhicule venant en sens inverse, et en ce qu'on interdit toute pendulation du véhicule au-delà de valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) affectées au canton de voie sur lequel se trouve le véhicule.

[0008] Selon des modes particuliers de réalisation, le procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le véhicule comporte N voitures dont la pendulation est commandée par un dispositif un pilotage automatique déclenchant le basculement des voitures en fonction de la cinématique du véhicule et de la géométrie de la voie, et, indépendamment des ordres de commandes envoyés par le dispositif de pilotage automatique de la pendulation, on interdit pour chaque voiture i du véhicule, $i \in [1,N]$, toute pendulation au-delà de valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}), affectées au canton de voie sur lequel se trouve la voiture i du véhicule ;
- on réalise l'interdiction de la pendulation des différentes voitures i du véhicule, $i \in [1,N]$, au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) au moyen de butées mécaniques mobiles prenant appui sur le châssis de bogie des voitures et commandées par des actionneurs, les butées assurant le blocage mécanique la pendulation de la voiture au-delà d'une certaine inclinaison, le véhicule comportant un système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué pilotant, de façon préventive, le déplacement des butées mécaniques sur chaque bogie des voitures i en fonction notamment de la connaissance des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) ;
- le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué procède au contrôle du positionnement des butées au moyen de capteurs suite à l'envoi des ordres de pilotage des butées ;
- on réalise l'interdiction de la pendulation des voitures i au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) au moyen d'un système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué à bord du véhicule qui mesure à chaque instant, au moyen de capteurs, la pendulation effective des voitures du véhicule, le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué inhibant tout ordre de pilotage envoyé par le dispositif de pilotage automatique de pendulation tendant à faire penduler les voitures du véhicule au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) ;
- on procède à une mise à zéro du degré d'inclinaison de la voiture accompagnée le cas échéant d'un arrêt d'urgence du véhicule lorsque les valeurs de pendulation mesurées pour une voiture i dépassent les valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) pour le canton de voie sur lequel se trouve la voiture i considérée ;
- les valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) du véhicule relatives au canton de voie sur lequel circule le véhicule sont élaborées à partir de valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) acquises par le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué sur le véhicule à partir d'une balise disposée en amont du canton de voie ;
- les valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) acquises au passage des balises pour chacun des cantons de voie sur lequel va circuler le véhicule sont

stockées dans une mémoire embarquée à bord du véhicule et traitées par le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation en fonction de la connaissance de la position du véhicule sur la voie ferrée.

- les valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) acquises au passage des balises correspondent à des valeurs limites de pendulation autorisée (β_1, β_2) spécifiques à un véhicule de type donné et, lorsque le véhicule circulant sur la voie est d'un type différent, le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué à bord de ce véhicule possède des coefficients correcteurs de personnalisation du véhicule lui permettant de calculer les valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) adaptées au type de véhicule circulant effectivement sur la voie.

[0009] On comprendra mieux les buts, aspects et avantages de la présente invention, d'après la description donnée ci-après de plusieurs modes particuliers de réalisation de l'invention, présentés à titre d'exemples non limitatifs, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente l'architecture générale d'un premier mode de réalisation du procédé de contrôle sécuritaire selon l'invention ;
- la figure 2 représente l'architecture générale d'un second mode de réalisation du procédé de contrôle selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe schématique d'un véhicule ferroviaire pendulaire suivant différentes inclinaisons à l'intérieur d'un gabarit libre d'obstacle GLO définit pour un canton de voie donné dans le procédé de contrôle sécuritaire selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue illustrant deux véhicules ferroviaires pendulaires circulant sur des voies ferrées découpées en cantons, auxquels sont affectés différentes valeurs limites de pendulation autorisées conformément au procédé de contrôle sécuritaire selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue de face en coupe partielle d'un bogie à pendulation équipée de butées mécaniques pour la mise en oeuvre du procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation illustré à la figure 1;
- la figure 6 est une vue similaire à la figure 5 sur laquelle les butées mécaniques sont représentées dans des positions limitant la pendulation ;
- la figure 7 représente une architecture possible du système sécuritaire de protection automatique embarqué.

[0010] Pour faciliter la lecture du dessin, seuls les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés. Les mêmes éléments portent les mêmes références d'une figure à l'autre.

[0011] Dans la suite de la description on considérera un véhicule ferroviaire pendulaire 5 constitué de trois voitures V_1,V_2,V_3 comportant un dispositif de pilotage automatique de la pendulation de type connu, par exemple tel que décrit dans la demande FR 2 794 707, déclenchant le basculement des différentes voitures du véhicule en fonction de la géométrie de la voie ferrée et de la cinématique du véhicule.

[0012] La figure 1 représente l'architecture générale d'un premier mode de réalisation du procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon l'invention. Ce procédé qui est mis en oeuvre par un système sécuritaire de protection automatique embarqué à bord du véhicule 5 fonctionne parallèlement et indépendamment du dispositif de pilotage automatique de la pendulation équipant le véhicule 5.

[0013] Conformément à la figure 1, le procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation comporte une première étape 1 correspondant à l'acquisition, par le système sécuritaire de protection automatique embarqué à bord du véhicule ferroviaire 5, de valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) affectées au canton de voie sur lequel le véhicule ferroviaire va parvenir.

[0014] L'acquisition des valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) est préférentiellement réalisée au moyen de balises 6 disposées le long de la voie ferrée, telles que représentées sur la figure 4, chaque balise 6 permettant l'acquisition par un véhicule ferroviaire des valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) définies pour le canton de voie disposé en aval de la balise 6.

[0015] Les valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) lues à partir des balises 6 correspondent aux valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) pour un véhicule ferroviaire d'un type donné correspondant préférentiellement au modèle de véhicule pendulaire circulant le plus couramment sur la voie concernée. Lorsque le véhicule circulant effectivement sur la voie ferrée diffère du véhicule type pour lesquels les valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) sont validées, ces valeurs sont alors corrigées au moyen de coefficients correcteurs, mémorisés dans le système sécuritaire de protection automatique embarqué à bord du véhicule pendulaire concerné, pour obtenir les valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) du véhicule circulant effectivement sur la voie. Une telle correction permet ainsi de tenir compte des différents encombrements des véhicules pendulaires pouvant circuler sur une même voie.

[0016] Dans une seconde étape 2 du procédé, le système sécuritaire de protection automatique embarqué à bord du véhicule calcule, pour chacune des voitures V_i, $i \in [1,3]$, composant le véhicule ferroviaire 5, les différentes valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) correspondantes. Pour ce faire, le système sécuritaire de protection calcule à chaque instant la position des différentes voitures par rapport aux balises 6 disposées le long de la voie, par exemple à l'aide de la vitesse du véhicule et des longueurs connues des voitures V_i.

[0017] En se référant à la figure 3, ces valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) correspondent res-

pectivement à l'inclinaison que peut prendre une caisse du véhicule de part et d'autre du plan OZ orthogonal au plan des rails pour un canton de voie donné. Ces valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) sont représentatives d'un gabarit sécuritaire appelé également Gabarit Libre d'Obstacle (GLO) à l'intérieur duquel le véhicule peut pendule sans risque de collision avec une infrastructure de la voie ou éventuellement avec un véhicule circulant sur une voie parallèle.

[0018] Une fois les valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) déterminées pour chacune des voitures V_i du véhicule 5, le système sécuritaire de protection automatique commande, dans une troisième étape 3 du procédé, des moyens mécaniques de blocage 7 permettant d'interdire mécaniquement l'inclinaison de chacune des voitures V_i au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées ($\beta_{1i,}$ β_{2i}) précédemment déterminées.

[0019] Ces moyens mécaniques de blocage 7, représentés plus en détails sur les figures 5 et 6, sont par exemple constitués de deux butées 7 à déplacement vertical fixées au châssis 10 de bogie du véhicule, ce dernier supportant la caisse 11 du véhicule par l'intermédiaire d'une traverse d'inclinaison 8 articulée au moyen de bielles 9 conformément au bogie décrit dans la demande de brevet FR 2 756 241 déposée par la demanderesse. Les butées 7 sont formées par des vérins hydrauliques disposés de chaque côté du châssis 10 de bogie et possèdent une extrémité pouvant se déplacer verticalement sous la traverse d'inclinaison 8.

[0020] Sur la figure 5, ces butées 7 sont représentées dans une position repliée autorisant une inclinaison maximum de la caisse 11 par rapport au bogie. La figure 6 illustre le positionnement des butées 7 lorsque ces dernières interdisent l'inclinaison de la caisse 11 au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) conformément à l'étape 3 du procédé.

[0021] Successivement au déplacement des butées 7 par le système sécuritaire de protection, un contrôle sécuritaire du positionnement de chacune des butées 7 est réalisé à l'aide de capteurs sécuritaires disposés sur les vérins et une procédure d'arrêt d'urgence du véhicule ou de fonctionnement réduit de la pendulation est déclenché lorsqu'un défaut est détecté dans le positionnement des butées 7.

[0022] Bien entendu, dans ce mode de réalisation de l'invention, l'emplacement des balises le long de la voie ferrée sera adapté pour tenir compte du temps nécessaire aux butées pour se déplacer. Ainsi, les balises annonçant un prochain secteur de voie dans lequel les valeurs limites de pendulation sont plus restrictives seront placées en amont de la jonction réelle avec le prochain secteur de voie, de telle sorte que les butées soient déjà dans leur position plus restrictive lorsque le véhicule parvient effectivement à la jonction avec le prochain secteur. Au contraire, les balises annonçant un prochain secteur de voie dans lequel les valeurs limites de pendulation autorisées sont moins restrictives seront placées au droit ou légèrement en aval de la jonction réel avec le prochain secteur.

[0023] Un tel procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation présente l'avantage d'empêcher que les différentes voitures du véhicule ne sortent du Gabarit Libre d'Obstacle (GLO) et donc d'assurer une sécurité accrue en limitant les risques de collision du véhicule avec des infrastructures connues disposées en bordure de la voie, par exemple en cas de panne du dispositif de pilotage automatique de la pendulation. De plus, ce procédé de contrôle sécuritaire intervient parallèlement et indépendamment du dispositif de pilotage automatique de la pendulation et assure donc la totalité de la sécurité demandée à un tel système. Le dispositif de pilotage automatique de la pendulation peut alors être un asservissement qui n'a plus besoin d'être traité en sécurité. Ainsi, le procédé de contrôle sécuritaire selon l'invention pourra avantageusement être intégré comme une fonction supplémentaire au système de protection automatique du train, habituellement appelé système ATP, qui équipe généralement les trains.

[0024] Par ailleurs, l'utilisation d'un tel procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation d'un véhicule ferroviaire tenant compte du gabarit libre d'obstacle sur différents cantons de la voie permet de limiter l'angle de pendulation du véhicule uniquement pour les cantons de voie à risques et donc de conserver des performances optimales de la pendulation sur les autres cantons.

[0025] La figure 2 représente un second mode de réalisation du procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon l'invention mis en oeuvre par un système sécuritaire de protection embarqué 20.

[0026] Dans ce second mode de réalisation, le procédé de contrôle sécuritaire comporte des étapes 1 et 2 qui restent inchangées par rapport à celles décrites dans le premier mode de réalisation mais comporte une étape 31, en remplacement de l'étape 3 précédemment décrite, au cours de laquelle le système sécuritaire de protection automatique embarqué 20 reçoit une mesure de l'inclinaison φ_i de chacune des voitures V_i du véhicule, ainsi que cela est représenté schématiquement sur la figure 7. Ces mesures φ_i sont fournies par des capteurs sécuritaires d'inclinaison 21 présent sur les bogies et utilisés également par le dispositif de pilotage automatique de la pendulation équipant le véhicule 5.

[0027] A partir de ces mesures φ_i, le système sécuritaire de protection automatique embarqué 20 compare les valeurs φ_i transmises par les capteurs avec les valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) obtenues au cours de l'étape 2 du procédé afin de vérifier que l'inclinaison φ_i de chacune des voitures reste dans les valeurs autorisées par le gabarit GLO, à savoir $\beta_{1i} \leq \varphi_i \leq \beta_{2i}$.

[0028] Lorsque qu'un défaut est détecté, c'est à dire qu'une des inclinaisons φ_i mesurées est en dehors des limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}), une procédure de mise en sécurité est déclenchée. Cette procédure de mise en sécurité peut se traduire, pour la voiture V_i concernée par le défaut, par une inhibition sécuritaire des

ordres émis par le dispositif de pilotage automatique de la pendulation, accompagnée d'une mise à zéro du degré d'inclinaison de la caisse 11, et/ou de manière plus sécuritaire par une procédure d'arrêt d'urgence du véhicule 5.

[0029] Un tel mode de réalisation du procédé de contrôle sécuritaire présente l'avantage de ne pas nécessiter de butées mécaniques supplémentaires sur les bogies du véhicule. Toutefois, aucune anticipation n'étant possible, le système de protection automatique de la pendulation embarqué intègre un temps de réaction limitant les performances du procédé.

[0030] Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et illustré qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

[0031] Ainsi, dans une variante de réalisation du procédé selon l'invention, l'acquisition des valeurs limites de pendulation autorisées effectuée au cours de la première étape pourra également être réalisée au travers d'une base de données embarquées à bord du véhicule ferroviaire, cette base comportant l'ensemble des valeurs limites de pendulation autorisées pour les différents cantons de la voie ferrée sur laquelle circule le véhicule ferroviaire. Dans un tel cas, les valeurs limites de pendulation autorisées du canton de voie sur lequel le véhicule s'apprête à circuler sont extraites de la base de donnée grâce à la connaissance de la position du véhicule ferroviaire sur la voie ferrée.

Revendications

1. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation d'un véhicule ferroviaire (5) circulant sur une voie ferrée, ledit véhicule (5) comportant N voitures dont la pendulation est commandée par un dispositif un pilotage automatique déclenchant le basculement desdites voitures en fonction de la cinématique du véhicule et de la géométrie de la voie, **caractérisé en ce qu'**on affecte à différents cantons de la voie ferrée des valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) représentatives d'un gabarit sécuritaire à l'intérieur duquel le train peut pendule sans risque de collision avec les infrastructures disposées à proximité de la voie ou avec un véhicule venant en sens inverse et **en ce que**, indépendamment des ordres de commandes envoyés par le dispositif de pilotage automatique de la pendulation, on interdit pour chaque voiture i du véhicule (5), $i \in [1,N]$, toute pendulation au-delà de valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) affectées au canton de voie sur lequel se trouve ladite voiture i du véhicule.

2. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on réalise l'interdiction de la pendulation des différentes voitures i du véhicule, $i \in [1,N]$, au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) au moyen de butées mécaniques (7) mobiles prenant appui sur le châssis de bogies des voitures et commandées par des actionneurs, lesdites butées assurant le blocage mécanique la pendulation de la voiture au-delà d'une certaine inclinaison, ledit véhicule comportant un système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué pilotant, de façon préventive, le déplacement desdites butées mécaniques (7) sur chaque bogie en fonction notamment de la connaissance des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}).

3. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, suite à l'envoi des ordres de pilotage des butées (7), le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué procède au contrôle du positionnement des butées (7) au moyen de capteurs.

4. Procédé de contrôle selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** qu'on réalise l'interdiction de la pendulation des voitures i au-delà des valeurs des limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) au moyen d'un système sécuritaire de protection automatique de la pendulation (20) embarqué à bord du véhicule qui mesure à chaque instant, au moyen de capteurs, la pendulation effective des voitures du véhicule, ledit système sécuritaire de protection automatique de la pendulation (20) inhibant tout ordre de pilotage envoyé le dispositif de pilotage automatique de pendulation tendant à faire pendule les voitures du véhicule au-delà des valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}).

5. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**on procède à une mise à zéro du degré d'inclinaison de la voiture accompagnée d'un arrêt d'urgence du véhicule (5) lorsque les valeurs de pendulation mesurées pour une voiture i dépassent les valeurs limites de pendulation autorisées (β_{1i}, β_{2i}) pour le canton de voie sur lequel se trouve la voiture i.

6. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les valeurs limites de pendulation (β_1, β_2) relative au canton de voie sur lequel circule le véhicule (5) sont élaborées à partir de valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) acquises par le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué sur le véhicule (5) à partir d'une balise (6) disposée en amont du canton de voie.

7. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) acquises au passage des balises (6) pour chacun des cantons de voie sur lequel va circuler le véhicule (5) sont stockées dans une mémoire embarquée à bord du véhicule (5) et traitées par le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation en fonction de la connaissance de la position du véhicule (5) sur la voie ferrée.

8. Procédé de contrôle sécuritaire de la pendulation selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdites valeurs indicatives de pendulation limite (α_1, α_2) transmises par les balises (6) correspondent à des valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) spécifiques à un véhicule de type donné et **en ce que**, lorsque le véhicule (5) circulant sur la voie est d'un type différent, le système sécuritaire de protection automatique de la pendulation embarqué à bord de ce véhicule possède des coefficients correcteurs de personnalisation du véhicule lui permettant de calculer les valeurs limites de pendulation autorisées (β_1, β_2) adaptées au type de véhicule (5) circulant effectivement sur la voie.

Claims

1. Method for ensuring the safe tilting of a railway train (5) travelling on a railway track, the said train (5) comprising N carriages whose tilting is controlled by an automatic control device which brings about tilting of the said carriages in relation to the kinetics of the train and the track geometry, **characterised in that** various lengths of the railway track are allocated limiting permitted tilt values (β_1, β_2) representing a safe gauge within which the train may tilt without risk of collision with infrastructure located close to the track or a train coming in the opposite direction and **in that** independently of the commands sent by the automatic tilt control device any tilting beyond permitted limiting tilt values (β_{1i}, β_{2i}) allocated to the length of track on which the said carriage i, $i \in [1,N]$, of the train is located for each carriage i of the train (5).

2. Method for ensuring safe tilting according to claim 1, **characterised in that** tilting of the various carriages i of the train, $i \in [1,N]$, beyond permitted tilt limits (β_{1i}, β_{2i}) is prevented by means of movable mechanical stops (7) bearing on the chassis of the carriage bogies and controlled by actuators, the said stops mechanically blocking tilting of the carriage beyond a certain inclination, the said train comprising an on-board automatic tilt protection safety system which controls movement of the said mechanical stops (7) on each bogie in a preventive manner in relation in particular to knowledge of the permitted tilt limit values (β_{1i}, β_{2i}).

3. Method for the safe control of tilting according to claim 2, **characterised in that** after the commands controlling the stops (7) have been dispatched, the on-board automatic tilt protection safety system controls the positions of the stops (7) using sensors.

4. Method for control according to claim 1, **characterised in that** carriages i are prevented from tilting beyond permitted tilt limit values (β_{1i}, β_{2i}) by means of an automatic tilt protection safety system (20) located on board the train which measures the actual tilt of the carriages of the train at every instant by means of sensors, the said automatic tilt protection safety system (20) disabling any control command sent by the automatic tilt control device which would tend to tilt the carriages of the train beyond the permitted tilt limit values (β_{1i}, β_{2i}).

5. Method for the safe control of tilting according to claim 4, **characterised in that** the amount of the tilt of the carriage is reset to zero accompanied by emergency stopping of the train (5) when the tilt values measured for a carriage i exceed the permitted tilt limit values (β_{1i}, β_{2i}) for the section of track on which carriage i is located.

6. Method for the safe control of tilting according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the tilt limit values (β_1, β_2) relating to the section of track on which the train (5) is travelling are determined on the basis of indicative limit tilt values (α_1, α_2) received by the automatic tilt protection safety system on board the train (5) from a reference marker (6) located ahead of the section of track.

7. Method for the safe control of tilting according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the indicative limit tilt values (α_1, α_2) acquired when passing reference markers (6) on each of the sections of track on which the train (5) travels are stored in a memory on board the train (5) and processed by the automatic tilt protection safety system on the basis of knowledge of the position of the train (5) on the track.

8. Method for the safe control of tilting according to claim 7, **characterised in that** the said indicative limit tilt values (α_1, α_2) transmitted by the reference markers (6) correspond to permitted limit tilt values (β_1, β_2) specific to a train of a particular type and **in that** when the train (5) travelling on the track is of a different type the automatic tilt protection safety system on board that train has correction coefficients personalising the train which enables it to calculate the permitted limit tilt values (β_1, β_2) appropriate to

the type of train (5) actually travelling on the track.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung eines auf einem Schienenweg fahrenden Schienenfahrzeugs (5), wobei das Fahrzeug (5) N Wagen aufweist, deren Neigung von einer automatischen Fernsteuervorrichtung gesteuert wird, welche das Kippen der Wagen in Abhängigkeit von der Kinematik des Fahrzeugs und der Geometrie des Weges auslöst, **dadurch gekennzeichnet, dass** verschiedenen Abschnitten des Schienenweges zulässige Neigungsgrenzwerte (β_1, β_2) zugeordnet werden, welche repräsentativ sind für eine Sicherheitsbegrenzung, innerhalb derer der Zug sich neigen kann ohne die Gefahr mit den in der Nähe des Schienenweges angeordneten Infrastrukturen oder mit einem entgegen kommenden Fahrzeug zusammenzustoßen, und dass unabhängig von den Steuerbefehlen, die von der automatischen Fernsteuervorrichtung für die Neigung ausgesandt werden, für jeden Wagen i des Fahrzeugs (5), wobei i $\in$ [1,N], jede Neigung jenseits der zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_{1i}, β_{2i}), die dem Strekkenabschnitt zugeordnet sind, auf welchem sich der Wagen i des Fahrzeugs befindet, verhindert wird.

2. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verhinderung der Neigung der verschiedenen Wagen i des Fahrzeugs, wobei i $\in$ [1,N], über die zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_{1i}, β_{2i}) hinaus mit Hilfe von beweglichen mechanischen Anschlägen (7) erreicht wird, welche auf dem Fahrgestellrahmen der Wagen aufliegen und von Stellgliedern gesteuert werden, wobei diese Anschläge die mechanische Blockierung der Neigung des Wagens über eine bestimmte Neigung hinaus sicherstellen, wobei das Fahrzeug ein eingebautes Sicherheitssystem zum automatischen Schutz der Neigung aufweist, das präventiv die Verschiebung dieser mechanischen Anschläge (7) auf jedem Fahrgestell insbesondere in Abhängigkeit von der Kenntnis der zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_{1i}, β_{2i}) fernsteuert.

3. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aussenden der Befehle für die Fernsteuerung der Anschläge (7) das eingebaute Sicherheitssystem zum automatischen Schutz der Neigung eine Kontrolle der Positionierung der Anschläge (7) mit Hilfe von Messfühlern vornimmt.

4. Verfahren zur Sicherheitskontrolle gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verhinderung der Neigung der Wagen i über die zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_{1i}, β_{2i}) hinaus mit Hilfe eines an Bord des Fahrzeugs eingebauten Sicherheitssystems zum automatischen Schutz der Neigung (20) durchgeführt wird, welches in jedem Augenblick mit Hilfe von Messfühlern die tatsächliche Neigung der Wagen des Fahrzeugs misst, wobei das Sicherheitssystem zum automatischen Schutz der Neigung (20) jeden von der automatischen Fernsteuervorrichtung für die Neigung ausgesandten Fernsteuerbefehl verhindert, der dazu tendiert, die Wagen des Fahrzeugs über die zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_{1i}, β_{2i}) hinaus sich neigen zu lassen.

5. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Nullstellung des Neigungsgrades des Wagens zusammen mit einem Nothalt des Fahrzeugs (5) vorgenommen wird, wenn die für ein Fahrzeug i gemessenen Neigungswerte die zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_{1i}, β_{2i}) für den Streckenabschnitt, auf dem sich der Wagen i befindet, überschreiten.

6. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Neigungsgrenzwerte ($\beta_{1i,}$ β_{2i}) bezüglich des Streckenabschnitts, auf welchem das Fahrzeug (5) fährt, anhand von Richtwerten für die Grenzneigung (α_1, α_2) entwickelt werden, welche von dem in dem Fahrzeug (5) eingebauten Sicherheitssystem für den automatischen Schutz der Neigung anhand einer stromaufwärts von dem Streckenabschnitt angeordneten Markierung (6) gewonnen werden.

7. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Richtwerte für die Grenzneigung (α_1, α_2), die beim Passieren der Markierungen (6) für jeden der Streckenabschnitte gewonnen werden, auf welchem das Fahrzeug (5) fahren wird, in einem an Bord des Fahrzeugs (5) eingebauten Speicher gespeichert und von dem Sicherheitssystem zum automatischen Schutz der Neigung in Abhängigkeit von der Kenntnis der Position des Fahrzeugs (5) auf dem Schienenweg verarbeitet werden.

8. Verfahren zur Sicherheitskontrolle der Neigung gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese von den Markierungen (6) übermittelten Richtwerte für die Grenzneigung (α_1, α_2) den zulässigen Neigungsgrenzwerten (β_{1i}, β_{2i}), die für ein Fahrzeug der gegebenen Art spezifisch sind, entsprechen, und dass wenn das auf der Strecke fahrende Fahrzeug (5) von einer anderen Art ist, das an Bord dieses Fahrzeugs eingebaute Sicherheitssystem zum automatischen Schutz der Neigung Koeffizienten für die Korrektur der Spezifizierung des Fahrzeugs be-

sitzt, die ihm ermöglichen, die zulässigen Neigungsgrenzwerte (β_1, β_2) zu berechnen, die für die Art Fahrzeug (5) eingerichtet sind, welches tatsächlich auf dem Schienenweg fährt.

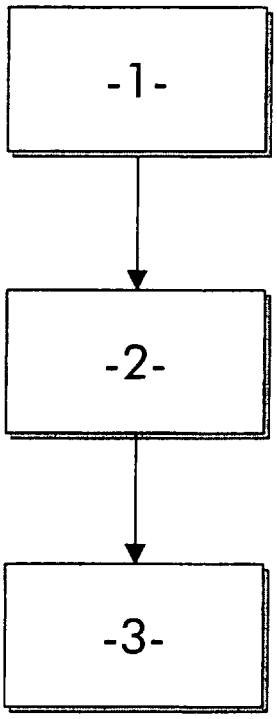


FIG 1

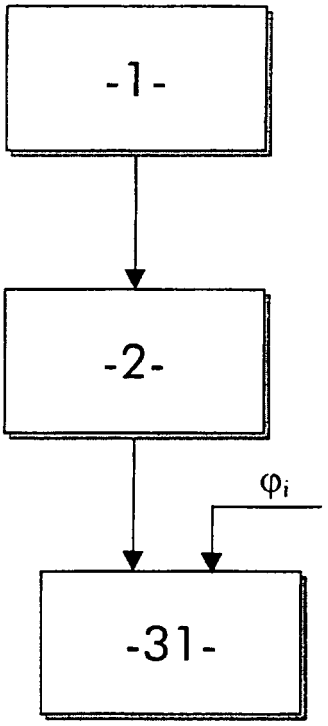


FIG 2

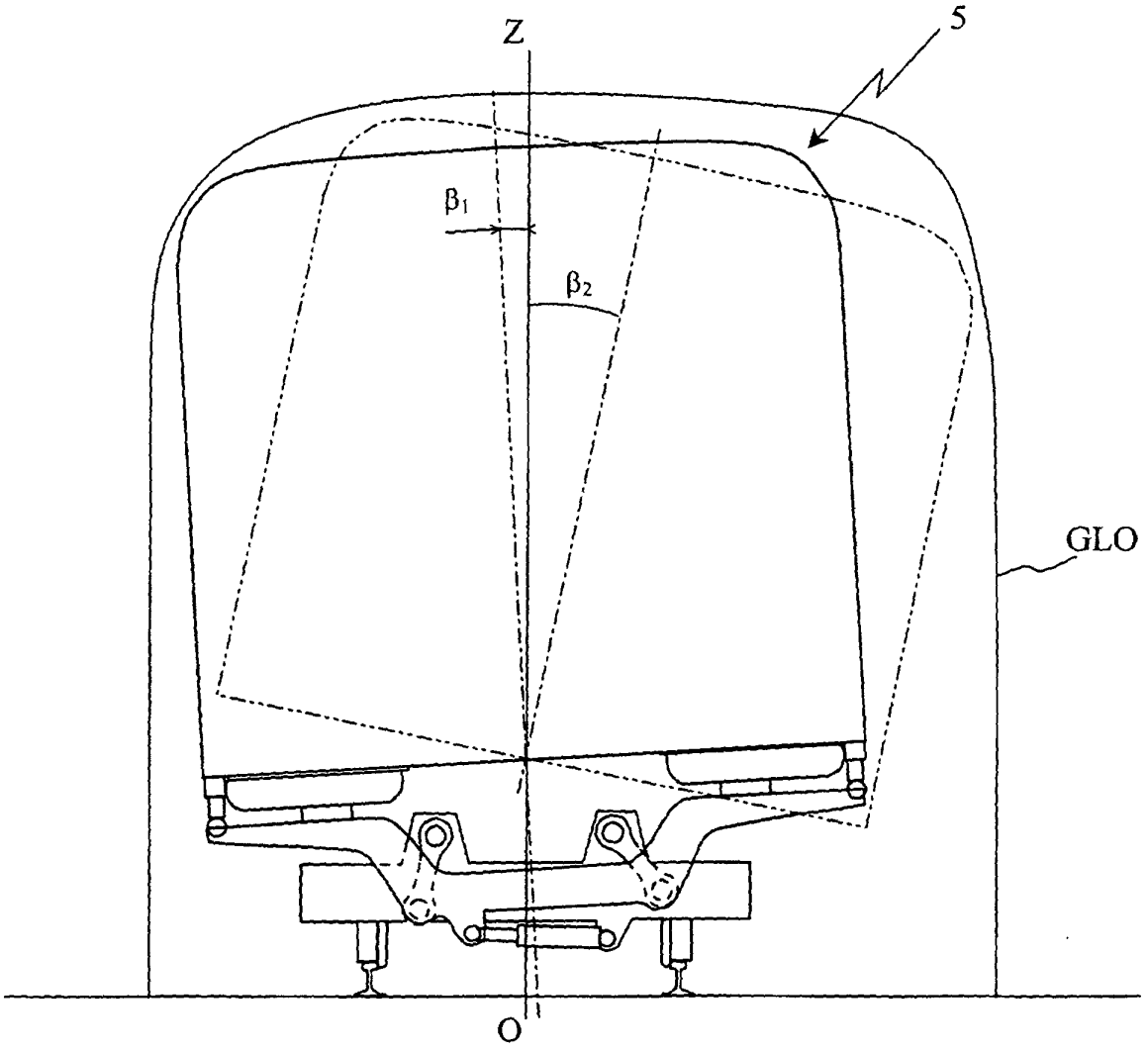


FIG 3

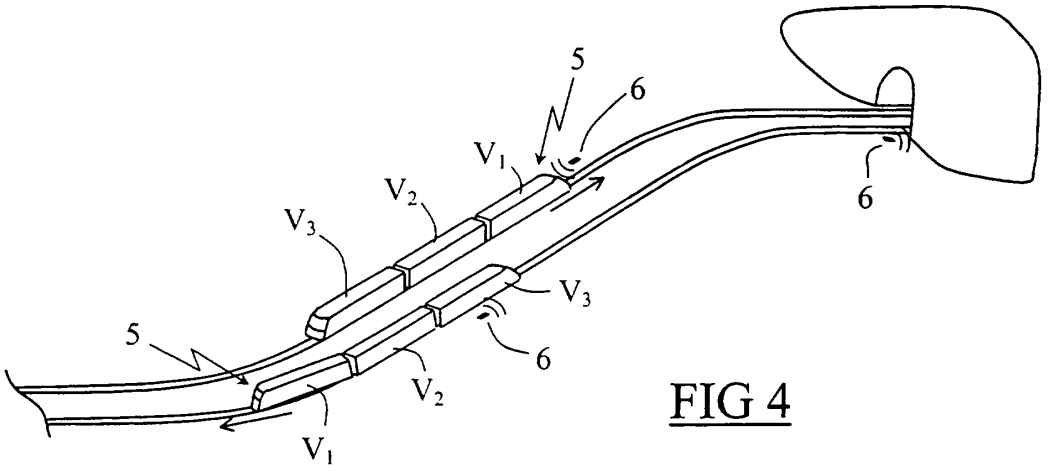


FIG 4

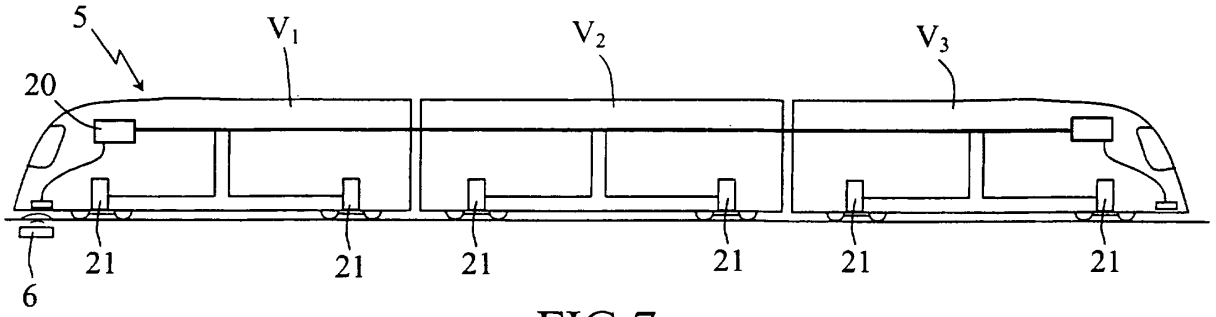


FIG 7

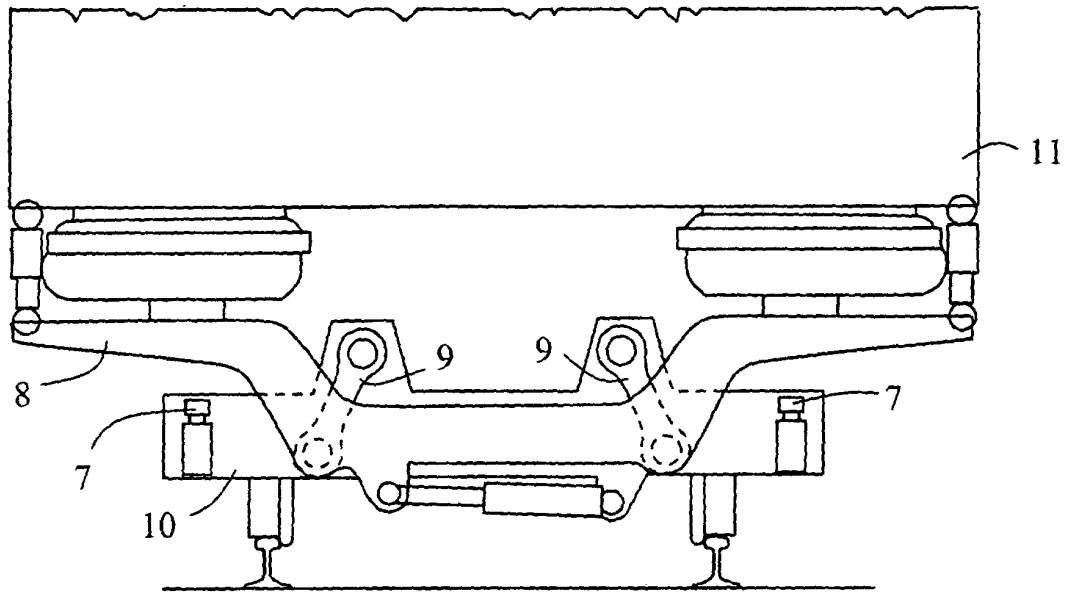


FIG 5

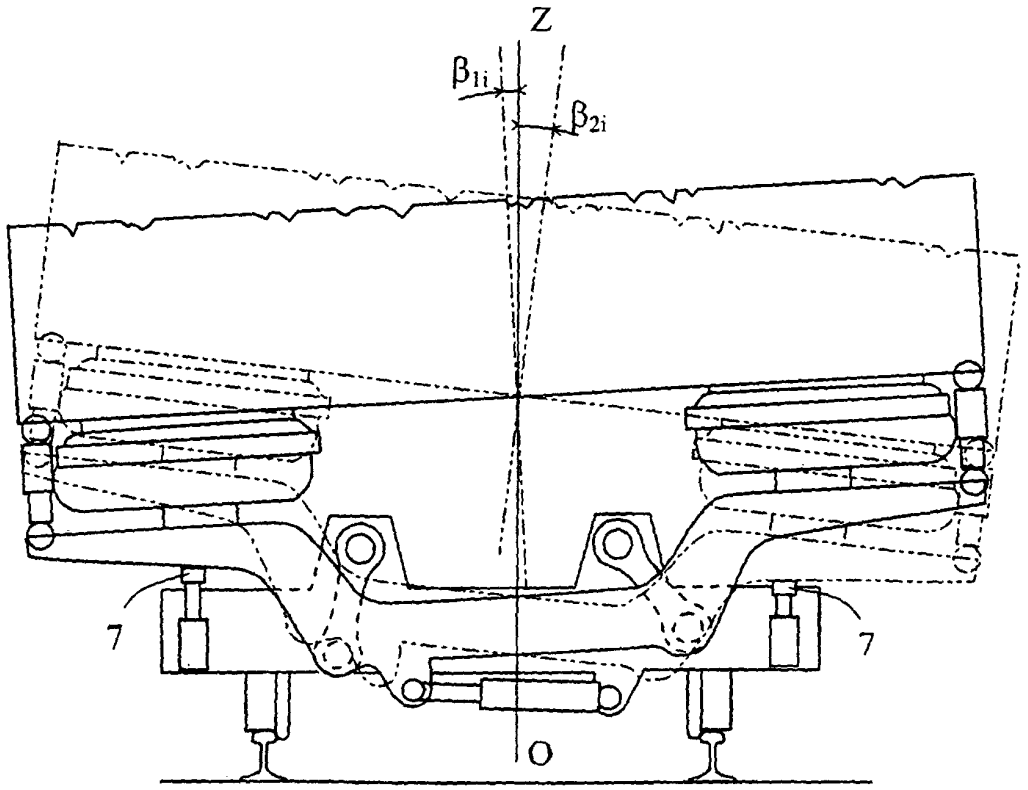


FIG 6

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 2794707 **[0002] [0011]**
- US 4355582 A **[0003] [0004]**
- DE 4436137 A **[0004]**
- FR 2756241 **[0019]**