

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 852 199 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.12.2002 Bulletin 2002/50

(51) Int Cl.7: **B61F 5/22, B61F 5/38**

(21) Numéro de dépôt: **97403182.5**

(22) Date de dépôt: **30.12.1997**

(54) **Dispositif et procédé de commande des dispositif actionneurs pour la suspension active de véhicules ferroviaires constitués d'une rame articulée**

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung von Stelleinrichtungen für die aktive Aufhängung von als Gelenkfahrzeugen gebildeten Schienenfahrzeugen

Device and method for the control of actuators for the active suspension of railway vehicles made as an articulated set

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FI GB GR IT LI LU NL PT SE
Etats d'extension désignés:
RO

(30) Priorité: **02.01.1997 FR 9700011**

(43) Date de publication de la demande:
08.07.1998 Bulletin 1998/28

(73) Titulaires:
• **GEC ALSTHOM TRANSPORT SA**
75116 Paris (FR)
• **INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE**
SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SECURITE
(INRETS)
94114 Arceuil Cédex (FR)

(72) Inventeurs:
• **Kirat, Régis**
71200 Le Creusot (FR)
• **Pascal, Jean-Pierre**
75012 Paris (FR)
• **Maupu, Jean-Louis**
94800 Villejuif (FR)
• **Aknin, Patrice**
94110 Arcueil (FR)

(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al**
ALSTOM
Intellectual Property Department
25,avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 466 449 **EP-A- 0 692 421**
US-A- 3 911 830

EP 0 852 199 B1

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).

Description

[0001] La présente invention concerne les lois de commande des dispositifs de suspension active des véhicules, ferroviaires, constitués d'une rame articulée, et porte, plus particulièrement, sur un dispositif et un procédé de commande des dispositifs actionneurs pour la suspension active de ces véhicules.

[0002] La description qui suit porte sur les dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules ferroviaires de l'art antérieur.

[0003] De tel dispositifs actionneurs, par exemple des vérins hydrauliques, pneumatiques ou électriques, sont associés aux suspensions secondaires transversales ou verticales des véhicules ferroviaires et ont pour but l'obtention d'un meilleur confort.

[0004] Une première solution de l'art antérieur, mise en oeuvre par la société FIAT dans les rames pendulaires ETR450, ETR460 et ETR470 en service commercial, se caractérise par l'utilisation de vérins pneumatiques agissant en parallèle avec la suspension secondaire pour opérer un recentrage caisse-bogie dans les courbes parcourues à grande vitesse.

[0005] La nécessité de ce recentrage est liée à l'architecture du bogie pendulaire FIAT dans lequel la traverse inclinable est située au-dessus de la suspension secondaire.

[0006] Une autre solution de l'art antérieur est mise en oeuvre par la société SGP du groupe SIEMENS et a été présentée au 28^{ème} congrès ferroviaire "Moderne Schienenfahrzeuge" de Graz, Autriche, en octobre 1993.

[0007] Cette solution comporte un dispositif à vérins, pneumatiques selon l'un des modes de réalisation, disposés en parallèle avec la suspension secondaire.

[0008] Dans une telle solution, le signal de commande du vérin est essentiellement fonction de l'écart transversal caisse-bogie mesuré par un capteur.

[0009] Une autre solution de l'art antérieur est mise en oeuvre par la société HITACHI dans le SHIHKANSEN 400, comme décrit dans l'article publié dans la revue "Japanese Railway Engineering" d'octobre 1992.

[0010] De plus le document JP 8 048 243 de HITACHI, lequel trouve application dans la rame prototype WIN350 décrit la mise en oeuvre d'actionneurs pneumatiques ou hydrauliques en parallèle avec la suspension secondaire.

[0011] Cette solution de l'art antérieur utilise des capteurs inertiels, du type accéléromètre, en caisse.

[0012] Le but posé dans ce document est la réduction du niveau vibratoire dans une bande de fréquence étroite.

[0013] Cette vibration caractérise un mouvement entre-tenu de lacet des voitures.

[0014] Une autre solution de l'art antérieur est mise en oeuvre par la société FAIVELEY.

[0015] Les documents FR 2 689 475 et FR 2 689 476

portent sur cette solution.

[0016] Un véhicule prototype réalisé sur la base d'une voiture grandes lignes utilise des coussins pneumatiques disposés horizontalement entre caisse et bogies et agissant transversalement.

[0017] Le pilotage de ces coussins s'effectue de façon à réaliser une régulation autour de zéro de la position transversale de la caisse par rapport au bogie.

[0018] Une telle régulation s'apparente toutefois à un asservissement de position.

[0019] Dans une telle solution, les signaux de commande sont générés à partir d'un unique capteur de déplacement transversal caisse-bogie.

[0020] Il ressort des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules ferroviaires de l'art antérieur qu'il est connu de disposer des dispositifs actionneurs en parallèle avec la suspension secondaire des véhicules ferroviaires.

[0021] De plus, deux modes de pilotage sont envisagés: un premier mode consiste à utiliser l'actionneur en asservissement de position, un second mode consiste à utiliser l'actionneur en asservissement d'effort.

[0022] Il ressort des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules ferroviaires de l'art antérieur que les capteurs les plus utilisés sont de type inertiel (accéléromètres) et de type inductif (mesures de déplacement relatif et de vitesse relative entre deux corps mobiles).

[0023] Aussi un but de l'invention est-il l'amélioration du confort vibratoire perçu par les passagers dans les rames articulées, notamment du type train à grande vitesse, afin de permettre une exploitation à des vitesses supérieures à 350 km/h tout en conservant le niveau de confort actuellement constaté sur les rames circulant à 300 km/h.

[0024] Cette amélioration doit être obtenue sans adjonction de dispositifs supplémentaires relatifs à la voie, comme par exemple: un dispositif de pré-enregistrement du tracé, des balises intelligentes.

[0025] C'est le mérite de la demanderesse que d'enseigner une utilisation d'une architecture particulière de rame articulée en vue de construire une information - non atteignable par des capteurs connus - susceptible d'être utilisée pour la commande des dispositifs actionneurs.

[0026] En d'autres termes, la présente invention consiste à mettre à profit l'architecture de la rame articulée, matérialisée aujourd'hui par les rames des trains à grande vitesse de la demanderesse, qui permet une utilisation de cette rame articulée comme une voiture d'auscultation pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

[0027] Conformément à l'invention, le dispositif de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules, notamment ferroviaires, se caractérise en ce qu'il utilise l'architecture de la rame articulée pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

[0028] Le dispositif de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules de l'invention satisfait également à l'une au moins des caractéristiques suivantes:

- ledit signal de commande émis par ledit dispositif de commande et destiné auxdits dispositifs actionneurs du bogie d'ordre n dans ladite rame articulée est fonction de la mesure d'au moins un angle de cassure α_i au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie,
- ledit dispositif actionneur est asservi en effort, ledit dispositif actionneur fixant l'effort appliqué sur une caisse de véhicule d'une rame articulée à partir d'un bogie n associé à ladite caisse, ledit dispositif de commande fournissant un signal de commande général pour le bogie n signal_n fonction d'un paramètre intermédiaire δ_n fonction d'au moins un angle de cassure α_i et d'au moins un écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie,
- ledit paramètre intermédiaire δ_n pour ($n > 2$) est donné par la formule:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3.h_{n+1} - 2.h_{n+2} - h_{n-1})/(2.d),$$

formule dans laquelle:

d est la distance entre deux rotules dans le sens de la longueur,
 α_n est l'angle de cassure au niveau du bogie n et
 h_n est l'écart de position de la rotule du bogie n par rapport à la voie;

pour le deuxième ($n = 2$) bogie de la rame, δ_2 est donné par la formule:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2.h_2 - h_3 - h_1)/(2.d),$$

et pour le premier ($n = 1$) bogie de la rame $\delta_1 = 0$,

- ledit signal de commande générale pour le bogie n signal_n est donné par la formule:

$$\begin{aligned} \text{signal}_n &= \text{Gain1} \cdot (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \cdot \delta_n) \\ &= \text{Gain1} \cdot (d/dt(h_n) + V_x \cdot \delta_n), \end{aligned}$$

formule dans laquelle:

V_{TMn} représente la vitesse transversale d'un point M appartenant à la caisse et localisé à l'emplacement de la rotule,

V_{TVn} représente la vitesse transversale du point appartenant à la voie qui coïncide à l'arrêt dans le plan horizontal avec le point M,
 V_x représente la vitesse d'avancée du train.

[0029] Conformément à l'invention, le procédé de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules, notamment ferroviaires, se caractérise en ce qu'il comporte une étape consistant à utiliser l'architecture de la rame articulée pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

[0030] Le procédé de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules de l'invention satisfait également à l'une au moins des caractéristiques suivantes:

- ledit signal de commande émis par ledit dispositif de commande et destiné auxdits dispositifs actionneurs du bogie d'ordre n dans ladite rame articulée est fonction de la mesure d'au moins un angle de cassure α_i au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie,
- ledit dispositif actionneur est asservi en effort, ledit dispositif actionneur fixant l'effort appliqué sur une caisse de véhicule d'une rame articulée à partir d'un bogie n associé à ladite caisse, lequel procédé comporte une étape consistant à fournir un signal de commande général pour le bogie n signal_n fonction d'un paramètre intermédiaire δ_n fonction d'au moins un angle de cassure α_i et d'au moins un écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie,
- ledit paramètre intermédiaire δ_n est donné par la formule :

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3.h_{n+1} - 2.h_{n+2} - h_{n-1})/(2.d),$$

formule dans laquelle:

d est la distance entre deux rotules dans le sens de la longueur,
 α_n est l'angle de cassure au niveau du bogie n et
 h_n est l'écart de position de la rotule du bogie n par rapport à la voie;

pour le deuxième ($n = 2$) bogie de la rame, δ_2 est donné par la formule:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2.h_2 - h_3 - h_1)/(2.d),$$

et pour le premier ($n = 1$) bogie de la rame $\delta_1 = 0$,
 - ledit signal de commande générale pour le bogie n signal_n est donné par la formule:

$$\begin{aligned} \text{signal}_n &= \text{Gain1} \cdot (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \cdot \delta_n) \\ &= \text{Gain1} \cdot (d/dt(h_n) + V_x \cdot \delta_n), \end{aligned}$$

formule dans laquelle:

V_{TMn} représente la vitesse transversale d'un point M appartenant à la caisse et localisé à l'emplacement de la rotule,
 V_{TVn} représente la vitesse transversale du point appartenant à la voie qui coïncide à l'arrêt dans le plan horizontal avec le point M,
 V_x représente la vitesse d'avancée du train.

[0031] Un avantage du dispositif et du procédé de commande d'un vérin asservi en effort de l'invention est une augmentation des performances sans toutefois nécessiter une augmentation des capteurs, des dispositifs de traitement ou des dispositifs actionneurs.

[0032] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description du mode de réalisation préféré du dispositif et du procédé de commande d'un vérin asservi en effort, description faite en liaison avec les dessins dans lesquels:

- la figure 1 illustre une méthode préférée de reconstitution de la courbure de voie conforme à l'invention,
- la figure 2 illustre les performances relatives en confort d'un dispositif de suspension transversale active du fait de la mise en oeuvre de la méthode de reconstitution de la courbure de voie conforme à l'invention (courbe F) par rapport aux performances obtenues par des méthodes relatives à l'art antérieur (courbes C et D).

[0033] Conformément à une caractéristique essentielle de l'invention, le dispositif de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules, notamment ferroviaire, utilise l'architecture de la rame articulée pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

[0034] Pour ce faire, le signal de commande émis par le dispositif de commande et destiné aux dispositifs actionneurs du bogie d'ordre n dans la rame articulée est fonction de la mesure d'un certain nombre d'angles de cassure au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position de ces rotules par rapport à la voie.

[0035] L'utilisation combinée de mesures, d'au moins un angle de cassure α_i au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position h_j des rotules par rapport à la voie, en amont et en aval du bogie n permet de reconstruire la courbure locale de la voie au droit de ce bogie n.

[0036] Le dispositif et le procédé de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les disposi-

tifs de suspension active des véhicules, notamment ferroviaires, conformément à l'invention utilise l'architecture de la rame articulée pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

[0037] Le signal de commande émis par le dispositif de commande et destiné aux dispositifs actionneurs du bogie d'ordre n dans la rame articulée est fonction de la mesure d'au moins un angle de cassure α_i au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position h_j des rotules par rapport à la voie.

[0038] Le dispositif actionneur est asservi en effort.

[0039] Le dispositif actionneur fixe l'effort appliqué sur une caisse de véhicule d'une rame articulée à partir d'un bogie n associé à la caisse, le dispositif de commande fournissant un signal de commande générale, signal_n pour le bogie n, fonction d'un paramètre intermédiaire δ_n fonction d'au moins un angle de cassure α_i et d'au moins un écart de position h_j des rotules par rapport à la voie.

[0040] Le paramètre intermédiaire δ_n pour $n > 2$ est donné de préférence par la formule:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3 \cdot h_{n+1} - 2 \cdot h_{n+2} - h_{n-1})/(2 \cdot d),$$

formule dans laquelle:

d est la distance entre deux rotules dans le sens de la longueur,
 α_n est l'angle de cassure de la rotule au niveau du bogie n et
 h_n est l'écart de position de la rotule du bogie n par rapport à la voie;

pour le deuxième ($n = 2$) bogie de la rame, δ_2 est donné par la formule:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2 \cdot h_2 - h_3 - h_1)/(2 \cdot d),$$

et pour le premier ($n = 1$) bogie de la rame $\delta_1 = 0$.

[0041] Des études de simulation ont permis de déterminer un signal de commande général sous la forme :

$$\text{signal}_n = \text{Gain1} \cdot (V_{TMn} - V_{TVn+\Delta S})$$

où :

V_{TMn} représente la vitesse transversale d'un point M appartenant à la caisse et localisé à l'emplacement de la rotule. V_{TMn} est généralement obtenue par intégration temporelle de l'accélération transversale au même point.

$V_{TVn+\Delta S}$ représente la vitesse transversale de la voie à une distance ΔS en avance par rapport au bogie d'ordre n.

Gain1 est un paramètre de réglage.

[0042] Un moyen proposé pour estimer la vitesse $V_{TVn+\Delta S}$ est donné par la formule :

$$V_{TVn+\Delta S} = V_{TVn} + \delta_n \cdot V_x,$$

formule dans laquelle :

V_{TVn} représente la vitesse transversale du point appartenant à la voie qui coïncide à l'arrêt dans le plan horizontal avec le point M ci-dessus.

V_x représente la vitesse d'avancée du train.

[0043] On obtient alors le signal de commande général pour le bogie n $signal_n$ qui est donné par la formule :

$$\begin{aligned} signal_n &= Gain1. (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \cdot \delta_n) \\ &= Gain1. (d/dt(h_n) + V_x \cdot \delta_n). \end{aligned}$$

[0044] La figure 1 illustre la méthode préférée de reconstitution de la courbure de voie conforme à l'invention.

[0045] Conformément à cette figure 1 où sont représentées les quatre rotules correspondant aux bogies B de rang n-1 à n+2 dans la rame articulée, ainsi que les quatre points V_n de la voie V de mêmes abscisses, la grandeur à mesurer est l'angle δ_n que font entre elles les cordes joignant les points de la voie ($V_{n-1} - V_{n+1}$) et ($V_{n+1} - V_{n+2}$) dont on assimile respectivement les directions respectivement à celles des tangentes à la courbe en V_n et au milieu du segment ($V_{n+1} - V_{n+2}$).

[0046] Les distances transversales entre les rotules et les points correspondants de la voie sont supposées connues par des capteurs, ainsi que les angles de lacet relatifs des caisses α_n et α_{n+1} . On calcule alors facilement l'angle δ_n au 1^{er} ordre, comme défini précédemment.

[0047] La figure 2 illustre les performances relatives en confort d'un dispositif de suspension transversale active du fait de la mise en oeuvre de la méthode de reconstitution de la courbure de voie conforme à l'invention (courbe F) par rapport aux performances obtenues par les méthodes de l'art antérieur (courbes C et D).

Revendications

1. Dispositif de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules ferroviaires constitués d'une rame articulée, **caractérisé en ce qu'il** utilise l'architecture de la rame articulée pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit signal de commande émis par ledit dispositif de commande et destiné auxdits dispositifs actionneurs du bogie d'ordre n dans ladite rame articulée est fonction de la mesure d'au moins un angle de cassure α_1 au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel ledit dispositif actionneur est asservi en effort, ledit dispositif actionneur fixant l'effort appliqué sur une caisse de véhicule d'une rame articulée à partir d'un bogie n associé à ladite caisse, ledit dispositif de commande fournissant un signal de commande général pour le bogie n $signal_n$ fonction d'un paramètre intermédiaire δ_n fonction d'au moins un angle de cassure α_i et d'au moins un écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie.

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel ledit paramètre intermédiaire δ_n pour ($n > 2$) est donné par la formule:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3 \cdot h_{n+1} - 2 \cdot h_{n+2} - h_{n-1})/(2 \cdot d),$$

formule dans laquelle:

d est la distance entre deux rotules dans le sens de la longueur,

α_n est l'angle de cassure au niveau du bogie n et

h_n est l'écart de position de la rotule du bogie n par rapport à la voie; pour le deuxième ($n = 2$) bogie de la rame, δ_2 est donné par la formule:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2 \cdot h_2 - h_3 - h_1)/(2 \cdot d),$$

et pour le premier ($n = 1$) bogie de la rame $\delta_1 = 0$.

5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel ledit signal de commande générale pour le bogie n $signal_n$ est donné par la formule:

$$\begin{aligned} signal_n &= Gain1. (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \cdot \delta_n) \\ &= Gain1. (d/dt(h_n) + V_x \cdot \delta_n), \end{aligned}$$

formule dans laquelle:

V_{TMn} représente la vitesse transversale d'un point M appartenant à la caisse et localisé à

l'emplacement de la rotule,
 V_{TVn} représente la vitesse transversale du point appartenant à la voie qui coïncide à l'arrêt dans le plan horizontal avec le point M,
 V_x représente la vitesse d'avancée du train.

6. Procédé de commande des dispositifs actionneurs mis en oeuvre dans les dispositifs de suspension active des véhicules ferroviaires constitués d'une rame articulée, **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape consistant à utiliser l'architecture de la rame articulée pour reconstituer la courbure locale de la voie en temps réel.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel ledit signal de commande émis par ledit dispositif de commande et destiné auxdits dispositifs actionneurs du bogie d'ordre n dans ladite rame articulée est fonction de la mesure d'au moins un angle de cassure α_i au niveau des rotules d'articulation situées entre deux voitures adjacentes, ainsi que de l'écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, dans lequel ledit dispositif actionneur est asservi en effort, ledit dispositif actionneur fixant l'effort appliqué sur une caisse de véhicule d'une rame articulée à partir d'un bogie n associé à ladite caisse, lequel procédé comporte une étape consistant à fournir un signal de commande général pour le bogie n signal_n fonction d'un paramètre intermédiaire δ_n fonction d'au moins un angle de cassure α_i et d'au moins un écart de position h_j desdites rotules par rapport à la voie.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit paramètre intermédiaire δ_n est donné par la formule:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3.h_{n+1} - 2.h_{n+2} - h_{n-1})/(2.d),$$

formule dans laquelle:

d est la distance entre deux rotules dans le sens de la longueur,
 α_n est l'angle de cassure au niveau du bogie n et
 h_n est l'écart de position de la rotule du bogie n par rapport à la voie;

pour le deuxième ($n = 2$) bogie de la rame, δ_2 est donné par la formule:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2.h_2 - h_3 - h_1)/(2.d),$$

et pour le premier ($n = 1$) bogie de la rame $\delta_1 = 0$.

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel ledit signal de commande générale pour le bogie n signal_n est donné par la formule:

$$\begin{aligned} \text{signal}_n &= \text{Gain1} \cdot (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \cdot \delta_n) \\ &= \text{Gain1} \cdot (d/dt(h_n) + V_x \cdot \delta_n), \end{aligned}$$

formule dans laquelle:

V_{TMn} représente la vitesse transversale d'un point M appartenant à la caisse et localisé à l'emplacement de la rotule,
 V_{TVn} représente la vitesse transversale du point appartenant à la voie qui coïncide à l'arrêt dans le plan horizontal avec le point M,
 V_x représente la vitesse d'avancée du train.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung von Stelleinrichtungen, welche in den aktiven Aufhängungen von Fahrzeugen, insbesondere von als Gelenkfahrzeugen gebildeten Schienenfahrzeugen, eingesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie die Architektur des Gelenkfahrzeugs verwendet um die lokale Wegkrümmung in Realzeit wiederzugeben.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher das Steuersignal, welches von der Steuervorrichtung abgegeben wird und für die Stelleinrichtungen des Fahrgestells der Ordnung n in dem Gelenkfahrzeug bestimmt ist, eine Funktion des Messwerts wenigstens eines Bruchwinkels α_i auf Höhe der zwischen zwei angrenzenden Wägen befindlichen Gelenkkupplungen, sowie der Lageabweichung h_j der Kupplungen bezüglich des Wegs ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, bei welcher die Stelleinrichtung lastgeregelt ist, wobei die Stelleinrichtung die auf ein Fahrzeuggehäuse durch ein mit dem Gehäuse verbundenes Fahrgestell n ausgeübte Last bestimmt, wobei die Steuervorrichtung ein allgemeines Steuersignal für das Fahrgestell n signal_n abgibt, welches eine Funktion eines Zwischenparameters δ_n als Funktion wenigstens eines Bruchwinkels α_i und wenigstens einer Lageabweichung h_j der Gelenkkupplungen in Bezug auf den Weg ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher der Zwischenparameter δ_n für ($n > 2$) durch die Formel gegeben ist:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} (3 h_{n+1} - 2 h_{n+2} - h_{n-1})/(2d),$$

in welcher Formel:

d der Abstand zwischen zwei Gelenkkupplungen in Längsrichtung ist,
 α_n der Bruchwinkel auf Höhe des Fahrgestells n ist und
 h_n die Lageabweichung der Gelenkkupplung des Fahrgestells n in Bezug auf den Weg ist;

für das zweite ($n = 2$) Fahrgestell des Gelenkfahrzeugs δ_2 durch die Formel gegeben ist:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2 h_2 - h_3 - h_1)/(2d),$$

und für das erste ($n = 1$) Fahrgestell des Gelenkfahrzeugs ist $\delta_1 = 0$.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei welcher das allgemeine Steuersignal für das Fahrgestell n signal_n durch die Formel gegeben ist:

$$\begin{aligned} \text{signal}_n &= \text{Gain1} (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \delta_n) \\ &= \text{Gain1} (d/dt(h_n) + V_x \delta_n), \end{aligned}$$

in welcher Formel:

V_{TMn} die Transversalgeschwindigkeit eines Punktes M darstellt, welcher zum Gehäuse gehört und sich an der Stelle der Gelenkkupplung befindet,
 V_{TVn} die Transversalgeschwindigkeit des Punktes darstellt, welcher zu dem Weg gehört, welcher beim Stillstand in der Horizontalebene mit dem Punkt M zusammenfällt,
 V_x die Vortriebsgeschwindigkeit des Zugs darstellt.

6. Verfahren zur Steuerung von Stelleinrichtungen, welche in den aktiven Aufhängungen von Fahrzeugen, insbesondere von als Gelenkfahrzeugen gebildeten Schienenfahrzeugen, eingesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Schritt umfasst, der darin besteht, die Architektur des Gelenkfahrzeugs zu verwenden um die lokale Wegkrümmung in Realzeit wiederzugeben.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei welchem das Steuersignal, welches von der Steuervorrichtung abgegeben wird und für die Stelleinrichtungen des Fahrgestells der Ordnung n in dem Gelenkfahrzeug bestimmt ist, eine Funktion des Messwerts wenigstens eines Bruchwinkels α_i auf Höhe der zwischen

zwei angrenzenden Wagen befindlichen Gelenkkupplungen, sowie der Lageabweichung h_j der Kupplungen bezüglich des Wegs ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 und 7, bei welchem die Stelleinrichtung lastgeregelt ist, wobei die Stelleinrichtung die auf ein Fahrzeuggehäuse durch ein mit dem Gehäuse verbundenes Fahrgestell n ausgeübte Last bestimmt, wobei die Steuervorrichtung ein allgemeines Steuersignal für das Fahrgestell n signal_n abgibt, welches eine Funktion eines Zwischenparameters δ_n als Funktion wenigstens eines Bruchwinkels α_i und wenigstens einer Lageabweichung h_j der Gelenkkupplungen in Bezug auf den Weg ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei welchem der Zwischenparameter δ_n durch die Formel gegeben ist:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} (3 h_{n+1} - 2 h_{n+2} - h_{n-1})/(2d),$$

in welcher Formel:

d der Abstand zwischen zwei Gelenkkupplungen in Längsrichtung ist,
 α_n der Bruchwinkel auf Höhe des Fahrgestells n ist und
 h_n die Lageabweichung der Gelenkkupplung des Fahrgestells n in Bezug auf den Weg ist;

für das zweite ($n = 2$) Fahrgestell des Gelenkfahrzeugs δ_2 durch die Formel gegeben ist:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2 h_2 - h_3 - h_1)/(2d),$$

und für das erste ($n = 1$) Fahrgestell des Gelenkfahrzeugs ist $\delta_1 = 0$.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei welchem das allgemeine Steuersignal für das Fahrgestell n signal_n durch die Formel gegeben ist:

$$\begin{aligned} \text{signal}_n &= \text{Gain1} (V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \delta_n) \\ &= \text{Gain1} (d/dt(h_n) + V_x \delta_n), \end{aligned}$$

in welcher Formel:

V_{TMn} die Transversalgeschwindigkeit eines Punktes M darstellt, welcher zum Gehäuse gehört und sich an der Stelle der Gelenkkupplung befindet,
 V_{TVn} die Transversalgeschwindigkeit des Punktes darstellt, welcher zu dem Weg gehört, welcher beim Stillstand in der Horizontalebene

mit dem Punkt M zusammenfällt,
 V_x die Vortriebsgeschwindigkeit des Zugs dar-
 stellt.

Claims

1. Control apparatus for controlling actuator apparatus implemented in active suspension apparatus for rail vehicles constituted by an articulated train, said control apparatus being **characterized in that** it uses the articulated architecture of the train to derive the local curvature of the track in real time.
2. Apparatus according to claim 1, in which the control signal transmitted by said control apparatus to the actuator apparatus of the bogie of order $\underline{n}$ in the articulated train is a function of measurements of at least one deflection angle α_i at an articulation center situated between adjacent carriages and of the position offset h_j of said articulation center relative to the track.
3. Apparatus according to claim 1 or 2, in which said actuator apparatus is force servo-controlled, said actuator apparatus setting the force applied to a vehicle body of an articulated train of vehicles from a bogie $\underline{n}$ associated with said body, said control apparatus delivering a general control signal, signal_n , for bogie $\underline{n}$, that is a function of an intermediate parameter δ_n that is a function of at least one deflection angle α_i and of at least one position offset h_j of said articulation centers relative to the track.
4. Apparatus according to claim 3, in which said intermediate parameter δ_n for $n > 2$ is given by the following formula:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3.h_{n+1} - 2.h_{n+2} - h_{n-1})/(2.d)$$

where:

$\underline{d}$ is the distance between two articulation centers in the length direction;
 α_n is the deflection angle of the articulation center at the bogie $\underline{n}$; and
 h_n is the position offset of the articulation center of the bogie $\underline{n}$ relative to the track;

for the second ($n = 2$) bogie of the train, δ_2 is given by the following formula:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2.h_2 - h_3 - h_1)/(2.d)$$

and for the first ($n = 1$) bogie of the train, $\delta_1 = 0$.

5. Apparatus according to claim 4, in which said general control signal signal_n for bogie $\underline{n}$ is given by the following formula:

$$\begin{aligned} \text{signal}_n &= \text{Gain } 1.(V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x \cdot \delta_n) \\ &= \text{Gain } 1.(d/dt(h_n) + V_x \cdot \delta_n) \end{aligned}$$

where:

V_{TMn} represents the transverse velocity of a point M belonging to the vehicle body and located at the articulation center;

V_{TVn} represents the transverse velocity of the point belonging to the track that, in the horizontal plane and when the train is stationary, coincides with the point M; and

V_x represents the velocity at which the train is advancing.

6. A method of controlling actuator apparatus implemented in active suspension apparatus for rail vehicles constituted by an articulated train, said method being **characterized in that** it includes a step consisting in using the articulated architecture of the train to derive the local curvature of the track in real time.
7. A method according to claim 6, in which said control signal transmitted by said control apparatus to the actuator apparatus of the bogie of order $\underline{n}$ in the articulated train is a function of measurements of at least one deflection angle α_i at an articulation center situated between adjacent carriages and of the position offset h_j of said articulation center relative to the track.
8. A method according to claim 6 or 7, in which said actuator apparatus is force servo-controlled, said actuator apparatus setting the force applied to a vehicle body of an articulated train of vehicles from a bogie $\underline{n}$ associated with said body, said method including a step consisting in delivering a general control signal, signal_n , for bogie $\underline{n}$, that is a function of an intermediate parameter δ_n that is a function of at least one deflection angle α_i and of at least one position offset h_j of said articulation centers relative to the track.
9. A method according to claim 8, in which said intermediate parameter δ_n for $n > 2$ is given by the following formula:

$$\delta_n = \alpha_n/2 + \alpha_{n+1} + (3.h_{n+1} - 2.h_{n+2} - h_{n-1})/(2.d)$$

where:

$\underline{d}$ is the distance between two articulation centers in the length direction;
 α_n is the deflection angle of the articulation center at the bogie $\underline{n}$; and
 h_n is the position offset of the articulation center of the bogie $\underline{n}$ relative to the track;

for the second ($n = 2$) bogie of the train, δ_2 is given by the following formula:

$$\delta_2 = \alpha_2/2 + (2.h_2 - h_3 - h_1)/(2.d)$$

and for the first ($n = 1$) bogie of the train, $\delta_1 = 0$.

10. A method according to claim 9, in which said general control signal $signal_n$ for bogie $\underline{n}$ is given by the following formula:

$$\begin{aligned} signal_n &= Gain1.(V_{TMn} - V_{TVn}) + (V_x.\delta_n) \\ &= Gain1.(d/dt(h_n) + V_x.\delta_n) \end{aligned}$$

where:

V_{TMn} represents the transverse velocity of a point M belonging to the vehicle body and located at the articulation center;

V_{TVn} represents the transverse velocity of the point belonging to the track that, in the horizontal plane and when the train is stationary, coincides with the point M; and

V_x represents the velocity at which the train is advancing.

FIG. 1

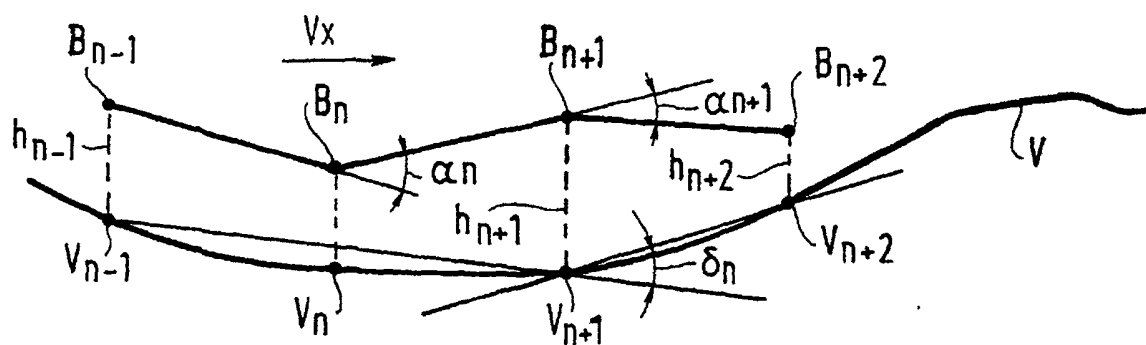


FIG. 2

