



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 135 877 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
02.12.87

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **B 61 F 5/38, B 61 F 5/44**

(21) Anmeldenummer : **84110722.0**

(22) Anmeldetag : **08.09.84**

(54) **Fahrwerk für Schienenfahrzeuge.**

(30) Priorität : **19.09.83 DE 3333751**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
03.04.85 Patentblatt 85/14

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **02.12.87 Patentblatt 87/49**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 060 000**  
**CH-A- 255 289**  
**DE-A- 920 309**  
**DE-C- 887 665**  
**DE-C- 917 676**  
**DE-C- 918 390**  
**FR-A- 554 078**  
**FR-A- 809 635**  
**GB-A- 777 520**  
**GB-A- 1 453 542**

(73) Patentinhaber : **DUEWAG Aktiengesellschaft**  
**Duisburger Strasse 145**  
**D-4150 Krefeld 11 (DE)**

(72) Erfinder : **Frederich, Fritz, Prof. Dr.-Ing.**  
**Brandenburger Strasse 18**  
**D-4150 Krefeld (DE)**

**EP 0 135 877 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Fahrwerk für Schienenfahrzeuge, insbesondere für leichte Schienenfahrzeuge, mit zwei unabhängig voneinander mit oder auf getrennten Radachsen rotierenden und mit diesen um separate Schwenkachsen horizontal schwenkbaren Rädern, wobei die Schwenkbewegung beider Räder über eine Spurstange miteinander gekoppelt ist.

Fahrwerke herkömmlicher Bauart werden als Drehgestelle mit Radsätzen ausgeführt. Zur Erzielung hoher Fahrgeschwindigkeiten müssen die mit konventionellen Radsätzen ausgestatteten Drehgestelle mit steifer Radsatzanlenkung ausgeführt sein, um den unerwünschten Wellenlauf der Radsätze zu unterdrücken oder zu erschweren. Die steife Radsatzanlenkung behindert den Lauf in engen Gleisbögen. Die Räder können keine radiale Stellung im Gleisbogen einnehmen. Selbst die Einstellung des Drehgestells unter dem Fahrzeug kann nur eine teilweise Radialeinstellung der Räder bewirken. Der durch diese Unvollkommenheit entstehende Schräglauf der Räder relativ zur Schiene hat unerwünschten Verschleiß an Rädern und Schienen zur Folge. An dieser Erscheinung ändern auch auf einer Radsatzwelle angeordnete, unabhängig voneinander auf der Welle gelagerte und ohne gegenseitige Drehmomentbeeinflussung drehbare Losräder nichts.

In langen leichten Fahrzeugen werden Drehgestell-Fahrwerke nur eingesetzt, um die teilweise und unvollkommene Einstellung der Räder in Gleisbögen zu ermöglichen. Die im zweiachsigen Drehgestell vorhandenen zwei Radsätze sind durch das Fahrzeugsgesamtgewicht bei weitem nicht ausgelastet. Der voranlaufende Radsatz eines Drehgestells dient in diesem Falle nur zur Steuerung der Radialeinstellung des Drehgestells im Gleisbogen. Drehgestelle sind deshalb nicht nur für den verschleißarmen Bogenlauf nur bedingt geeignet, sondern auch wegen des nicht notwendigen zweiten Radsatzes schwer und aufwendig.

Durch die DE-C-887 665 ist ein Fahrwerk der gattungsgemäßen Art bekannt, bei dem zwei unabhängig voneinander auf getrennten Radachsen rotierende Räder um separate, zwischen den beiden Rädern angeordnete Schwenkachsen horizontal schwenkbar sind. Für jedes aus gegenüberliegenden Rädern gebildete Radpaar ist eine mechanische Steuerungseinrichtung vorgesehen, die im wesentlichen aus einer Kupplungshälfte und einem damit verbundenen fahrzeugseitig gelagerten Gestänge besteht. Horizontale Schwenkbewegungen der Radpaare werden bei Kurvenfahrt durch den Einschlag der Kupplungshälften miteinander gekuppelter Fahrzeuge erzwungen. Radpaare an nicht gekuppelten Fahrzeugenden eines Zuges oder von Einzelfahrzeugen können wegen der dann nicht arbeitenden Steuerungseinrichtung keine Schwenkbewegungen ausführen.

Ferner ist der FR-A-809 635 ein über einen zentralen Drehpunkt an einem Fahrzeugaufbau

angeschlossenes Drehgestell mit Einzelrädern entnehmbar. Die separaten Achsen dieser Räder sind um Schwenkachsen horizontal schwenkbar, deren Querabstand größer ist als der Querabstand der Berührungspunkte der Räder mit den Schienen. Eine auf die Radachsen einwirkende, am Fahrzeugaufbau angelenkte Steuerungseinrichtung erbringt auch hier Schwenkbewegungen der Räder.

Das durch die Erfindung zu schaffende Fahrwerk soll einerseits eine gute Führung des Fahrzeugs im geraden Gleis auch bei sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten ermöglichen und andererseits in engsten Gleisbögen mit kleinen Gleisbogenhalbmessern einen verschleißarmen, zwangungsfreien Lauf garantieren, wobei die Sicherheit der Spurführung in jedem Falle gewährleistet sein muß.

Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, den Bau leichter Fahrwerke für Schienenfahrzeuge zu ermöglichen, die mit hohen Fahrgeschwindigkeiten auf geraden Gleisen und in engen Gleisbögen mit geringem Verschleiß an Rädern und Schienen entgleisungssicher betrieben werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung kann jedes Rad eines vierrädrigen Fahrzeugs oder Fahrwerks im Gleisbogen die ideale Radialeinstellung einnehmen. Die Einstellung der Räder des Radpaares im Gleisbogen erfolgt einerseits durch die im Gleisbogen infolge geänderter Berührungsgeometrie zwischen Rad und Schiene entstehenden sogenannten Profilkräfte und andererseits aufgrund der durch die Kinematik der Radbewegung entstehenden Kraftschlußkräfte zwischen Rad und Schiene. Wenn die Schwenkachsen der Räder eines Radpaares nicht durch die Rad/Schiene-Berührungspunkte gehen, erzeugen die Profilkräfte und die Kraftschlußkräfte um die Schwenkachse Momente, welche eine Schwenkbewegung der Räder einleiten. Die Schwenkbewegung kommt zum Stillstand, wenn die Momente aus Profilkräften und Kraftschlußkräften im Gleichgewicht sind. Durch entsprechende Lage der Schwenkachse können über den Hebelarm die Momente je für sich beeinflußt werden, ohne daß sich die Größe der auftretenden Kräfte ändert.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß sowohl im geraden Gleis ein stabiler, verschleißarmer Fahrwerkslauf als auch eine ideale Radialeinstellung der Räder im Gleisbogen und damit ein verschleißarmer Bogenlauf mit einer sehr einfachen, leichten Fahrwerkskonstruktion erreicht werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen jeweils in der Draufsicht ein Fahrzeug 1 oder Fahrwerk mit zwei Radpaaren. Die Figuren 4 und 5 zeigen mit gleichfalls zwei Rad-

paaren versehene drehgestellähnliche Fahrwerke und Fig. 6 deren fahrzeugseitige Anordnung in Seitenansicht. Aus den Fig. 7 und 11 ist eine Lenkungsfederung 11 bzw. eine Lenkungs-dämpfung 12 zum Beeinflussen von horizontalen Schwenkbewegungen eines Radpaares ersichtlich, wobei in den Fig. 8 bis 10 jeweils ein Kraft-F-Weg s-Diagramm mit unterschiedlichen Kennlinien für die Lenkungsfederung 11 nach Fig. 7 dargestellt ist.

Gemäß Fig. 1 bis 3 weist das umrißlich dargestellte Fahrzeug 1 oder Fahrwerk jeweils vorn und hinten ein Radpaar auf. Ein Radpaar besteht aus zwei jeweils im gleichen Abstand zur Fahrzeuglängsachse 1a angeordneten Rädern 2. Die Lagerung 3 dieser Räder 2 erfolgt auf Radachsen 5, die mit je einem Lenkhebel 4 fest verbunden sind. Die Lenkhebel 4 zweier gegenüberliegender Räder 2 eines Radpaares sind um fahrzeug- oder fahrgestellseitig gebildete Schwenkachsen 6 horizontal drehbar und durch eine Spurstange 7 gelenkig miteinander verbunden.

Im Beispiel nach Fig. 1 haben die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen 6 durch eine auf die Schienen 9 eines Gleises gelegte gedachte Ebene (hier die Zeichnungsebene) den gleichen horizontalen Abstand A von der Fahrwerks- bzw. Fahrzeuglängsmittelpunkt 1a wie die Berührungspunkte 8 der Räder 2 mit den Schienen 9 (Abstand B). In Längsrichtung liegen die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen 6 des in Fahrtrichtung (Pfeil X) vorderen Radpaares hinter den Berührungspunkten 8 der Räder 2 mit den Schienen 9; die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen 6 des hinteren Radpaares liegen vor den Berührungspunkten 8 der Räder 2 mit den Schienen 9 (siehe die Längsabstände C).

Unterschiedlich zu Fig. 1 haben gemäß Fig. 2 die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen 6 einen größeren horizontalen Abstand A von der Fahrzeuglängsmittelpunkt 1a als die Berührungspunkte 8 der Räder 2 mit den Schienen 9 (Abstand B), wobei die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen 6 im gleichen Längsabstand C' von der Fahrzeugquermittelpunkt 1b liegen wie die Berührungspunkte 8 der Räder 2 mit den Schienen 9.

Nach Fig. 3 können wiederum unterschiedlich die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen 6 in bezug auf die Berührungspunkte 8 der Räder 2 mit den Schienen 9 sowohl quer zur Fahrzeuglängsmittelpunkt 1a als längs zur Fahrzeugquermittelpunkt 1b versetzt angeordnet sein. Hierbei ergeben sich die Querabstände A und B sowie die Längsabstände C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub>, wie dargestellt.

Zwei oder mehrere Räder 2 der in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Anordnung können zu einem drehgestellähnlichen Fahrwerk zusammengefaßt werden. Dazu ist gemäß Fig. 4 ein einteiliger Rahmen 10 in bekannter H-förmiger Gestaltung (zwei Längsträger und ein Querträger) vorgesehen. Alternativ ist nach Fig. 5 ein aus Hälften 10a und 10b gebildeter Rahmen möglich, wobei die Hälften 10a und 10b über Gelenke 10c miteinander verbunden sind. Auf diese Weise sind die Rahmenhälften 10a und 10b um die Diagonale 10d im Hinblick auf einen Ausgleich von Schienenune-

benheiten beweglich. Sowohl der einteilige Rahmen 10 als auch die Rahmenhälften 10a und 10b weisen die Schwenkachsen 6 für die Räder 2 auf. Die Position der Schwenkachsen 6 entspricht in Fig. 4 und 5 beispielsweise der nach Fig. 2, das heißt Abstand A größer als B; C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub>. Fig. 6 zeigt die Anordnung einteiliger Rahmen 10 oder zweiteiliger Rahmen 10a und 10b unter dem Aufbau eines Fahrzeuges 1.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich, kann die horizontale Schwenkbewegung der Räder 2 um die Schwenkachsen 6 durch eine symmetrische Lenkungsfederung 11 unterstützt werden, die einerseits an der Spurstange 7 und andererseits in fahrzeugseitigen Festpunkten 11a gehalten ist. Die Lenkungsfederung 11 ist in ihrer Charakteristik gemäß Fig. 8 linear oder nach den Fig. 9 und 10 progressiv bzw. degressiv auslegbar.

Zur Stabilisierung der horizontalen Schwenkbewegungen der Räder 2 um die Schwenkachsen 6 empfiehlt sich eine Lenkungs-dämpfung nach Fig. 12, die ebenso mit der Spurstange 7 und fahrzeugseitigen Festpunkten 12a verbunden ist. Eine Kombination der Lenkungsfederung 11 und der Lenkungs-dämpfung 12 ist ohne weiteres möglich.

#### Patentansprüche

1. Fahrwerk für Schienenfahrzeuge, insbesondere für leichte Schienenfahrzeuge, mit zwei unabhängig voneinander mit oder auf getrennten Radachsen (5) rotierenden und mit diesen um separate Schwenkachsen (6) horizontal schwenkbaren Rädern (2), wobei die Schwenkbewegung beider Räder (2) über eine Spurstange (7) miteinander gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen (6) durch eine auf die Schienen (9) eines Gleises gelegte gedachte Ebene den gleichen oder in an sich bekannter Weise einen größeren Abstand (A) von der Fahrzeuglängsmittelpunkt (1a) haben als die Berührungspunkte (8) der Räder (2) mit den Schienen (Abstand B), daß bei den erstgenannten Abstandsverhältnissen (A = B) die Schwenkachsen (6) eines in Fahrtrichtung eines Fahrzeuges (1) vorderen Fahrwerks in einem Längsabstand (C<sub>2</sub>-C<sub>1</sub> = C > 0) hinter den Berührungspunkten (8) der Räder (2) mit den Schienen (9) und eines in Fahrtrichtung hinteren Fahrwerks in einem Längsabstand (C) vor den Berührungspunkten (8) der Räder (2) mit den Schienen (9) angeordnet sind, und daß bei den oben zweitgenannten Abstandsverhältnissen (A > B) die Schwenkachsen (6) entweder im gleichen Längsabstand (C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub>) von der Fahrzeugquermittelpunkt (1b) liegen wie die Berührungspunkte (8) der Räder (2) mit den Schienen (9) oder einen kleineren Längsabstand (C<sub>1</sub> < C<sub>2</sub>) von der Fahrzeugquermittelpunkt (1b) haben als die Berührungspunkte (8) der Räder (2) mit den Schienen (9).

2. Fahrwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem mit mindestens zwei Fahrwerken ausgerüsteten Fahrzeug (1) die Durchstoßpunkte der Schwenkachsen (6) aller Fahrwerke des Fahrzeuges (1) in gleicher Weise

zu den Berührungspunkten (8) der Räder (2) mit den Schienen (9) angeordnet sind.

3. Fahrwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehrere der um separate Schwenkachsen (6) schwenkbaren Räder (2) zu einem drehgestellähnlichen Fahrwerk in einem ein- oder mehrteiligen Rahmen (10 bzw. 10a und 10b) zusammengefaßt sind.

4. Fahrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontale Schwenkbewegung der Räder (2) um die Schwenkachsen (6) durch eine symmetrische Lenkungs-federung (11) unterstützt wird, die eine lineare oder eine nichtlineare progressive/degressive Kennlinie aufweist.

5. Fahrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die horizontale Schwenkbewegung der Räder (2) um die Schwenkachsen (6) durch eine Lenkungs-dämpfung (12) stabilisiert wird.

6. Fahrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkbewegung der Räder (2) um die Schwenkachsen (6) sowohl gefedert als auch gedämpft ist.

7. Fahrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spurstange (7) kürzer ist als der horizontale Querabstand ( $A + A$ ) der Durchstoßpunkte der Schwenkachsen (6) voneinander.

## Claims

1. An undercarriage for rail vehicles, in particular for light rail vehicles, with two wheels which rotate independently of one another or on separate wheel axles (5) and are horizontally rotatable with the latter about separate axes of rotation (6), the rotation of both wheels (2) being coupled to one another [sic] via a tie bar (7), characterised in that the points of intersection of the axes of rotation (6) by a hypothetical plane drawn on the rails (9) of a track have the same distance, or in a manner known per se, a greater distance (A) from the longitudinal centre of the vehicle (1a) than the points of contact (8) of the wheels (2) with the rails (distance B), in that in the case of the first distance ratios ( $A = B$ ) the axes of rotation (6) of an undercarriage, which is at the front in the direction of travel of a vehicle (1), are disposed at a longitudinal distance ( $C_2 - C_1 = C > 0$ ) behind the points of contact (8) of the wheels (2) with the rails (9), and in that in the case of the second distance ratios ( $A > B$ ) the axes of rotation (6) are either at the same longitudinal distance ( $C_1 = C_2$ ) from the transverse centre (1b) of the vehicle as the points of contact (8) of the wheels (2) with the rails (9) or at a smaller longitudinal distance ( $C_1 < C_2$ ) from the transverse centre (1b) of the vehicle than the points of contact (8) or the wheels (2) with the rails (9).

2. An undercarriage according to claim 1, characterised in that in the case of a vehicle (1) equipped with at least two undercarriages the points of intersection of the axes of rotation (6) of

all undercarriages of the vehicle (1) are arranged in the same manner with respect to the points of contact (8) of the wheels (2) with the rails (9).

3. An undercarriage according to claim 1 or 2, characterised in that two or more of the wheels (2) rotating about separate axes of rotation (6) are combined into an undercarriage like three supports in a one- or two-part frame (10 or 10a and 10b).

4. An undercarriage according to one of claims 1 to 3, characterised in that the horizontal rotation of the wheels (2) about the axes of rotation (6) is supported by a symmetrical steering suspension (11) having a linear or non-linear progressive/degressive characteristic curve.

5. An undercarriage according to one of claims 1 to 4, characterised in that the horizontal rotation of the wheels (2) about the axes of rotation (6) is stabilised by a steering absorption (12).

6. An undercarriage according to one of claims 1 to 5, characterised in that the horizontal rotation of the wheels (2) about the axes of rotation (6) is both suspended and absorbed.

7. An undercarriage according to one of claims 1 to 6, characterised in that the tie bar (7) is shorter than the horizontal transverse distance ( $A + A$ ) of the points of intersection of the axes of rotation (6) from one another.

## Revendications

1. Train de roulement pour véhicules ferroviaires, particulier pour véhicules ferroviaires légers, muni de deux roues (2) tournant indépendamment l'une de l'autre avec ou sur des axes de roue séparés (5) et pouvant pivoter horizontalement avec ceux-ci autour d'axes de pivotement séparés, le mouvement de pivotement des deux roues (2) étant couplé par l'intermédiaire d'une barre d'accouplement (7), caractérisé en ce que les points de percée des axes de pivotement (6) à travers un plan imaginaire posé sur les rails d'une voie présentent la même distance ou de manière en elle-même connue une plus grande distance (A) au milieu (1a) du véhicule que les points de contact (8) des roues (2) avec les rails (distance B), en ce que dans les conditions de distance mentionnées en premier lieu ( $A = B$ ) les axes de pivotement (6) d'un train de roulement situé en avant dans le sens de marche d'un véhicule (1) sont disposés à une distance longitudinale ( $C_2 - C_1 = C > 0$ ) derrière les points de contact (8) des roues (2) avec les rails (9) et ceux d'un train de roulement situé en arrière dans le sens de la marche, à une distance longitudinale (C) devant les points de contact (8) des roues (2) avec les rails (9), et en ce que dans les conditions de distance mentionnées en deuxième lieu ci-dessus ( $A > B$ ), les axes de pivotement (6) sont situés soit à la même distance longitudinale ( $C_1 = C_2$ ) du milieu (1b) du véhicule que les points de contact (8) des roues (2) avec les rails (9) ou ont une plus petite distance longitudinale ( $C_1 < C_2$ ) au milieu (1b) du véhicule que les points de contact (8) des

roues (2) avec les rails (9).

2. Train de roulement selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans le cas d'un véhicule (1) équipé d'au moins deux trains de roulement, les points de percée des axes de pivotement (6) de tous les trains de roulement du véhicule (1) sont disposés de la même manière relativement aux points de contact (8) des roues (2) avec les rails (9).

3. Train de roulement selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que deux ou plusieurs des roues (2) pouvant pivoter autour d'axes de pivotement séparés (6) sont rassemblés en un train de roulement analogue à un bogie, dans un cadre en une ou plusieurs parties (10 ; 10a et 10b).

4. Train de roulement selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le mouvement horizontal de pivotement des roues (2) autour des axes de pivotement (6) est soutenu par une

suspension symétrique de direction (11) qui présente une caractéristique linéaire ou une caractéristique non linéaire progressive/dégressive.

5. Train de roulement selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le mouvement horizontal de pivotement des roues (2) autour des axes de pivotement (6) est stabilisé par un amortissement de direction (12).

6. Train de roulement selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le mouvement de pivotement des roues (2) autour des axes de pivotement (6) est aussi bien suspendu sur ressorts qu'amorti.

7. Train de roulement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la barre d'accouplement (7) est plus courte que la distance transversale horizontale ( $A + A$ ) entre les points de percée des axes de pivotement (6).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

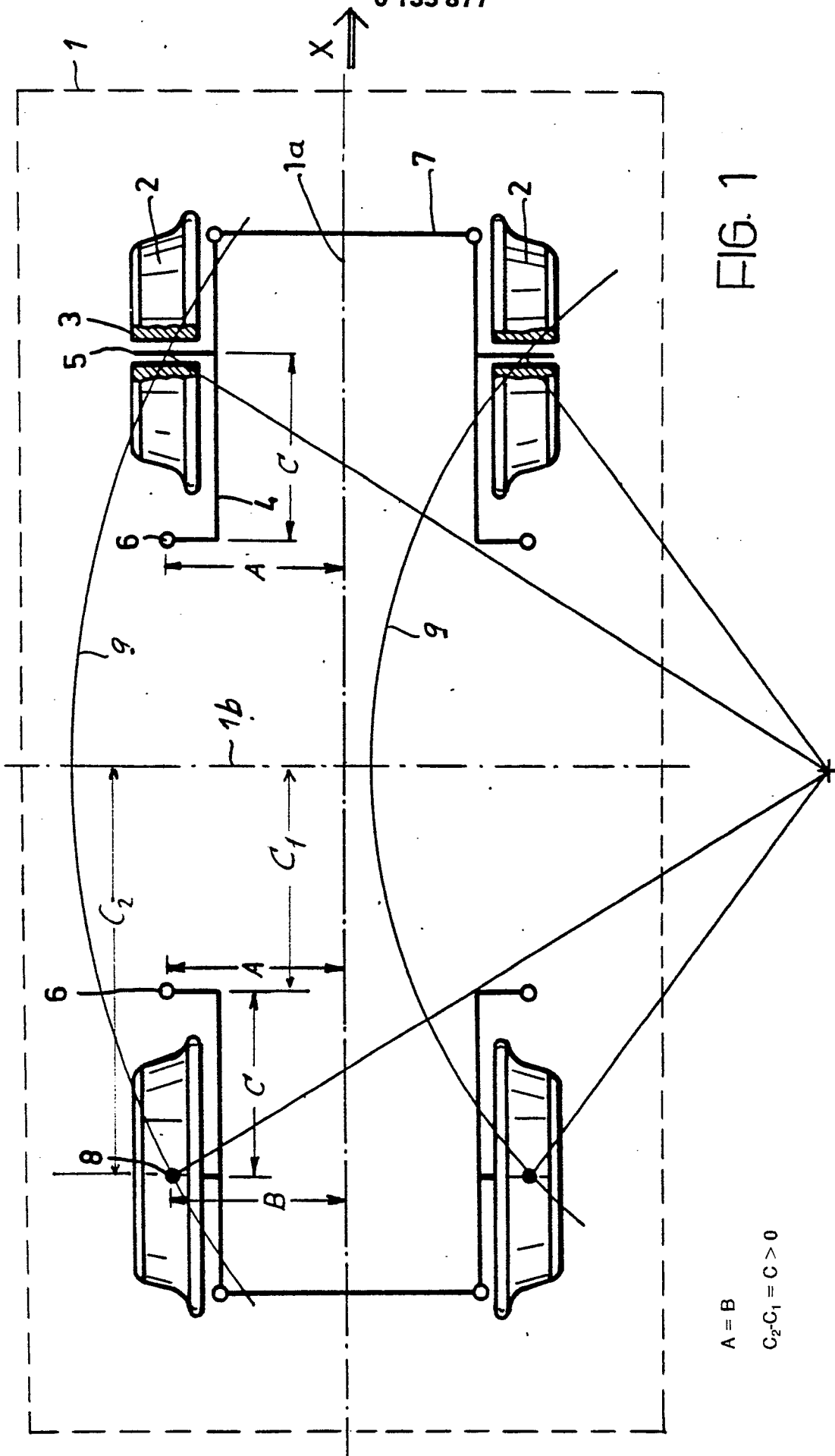
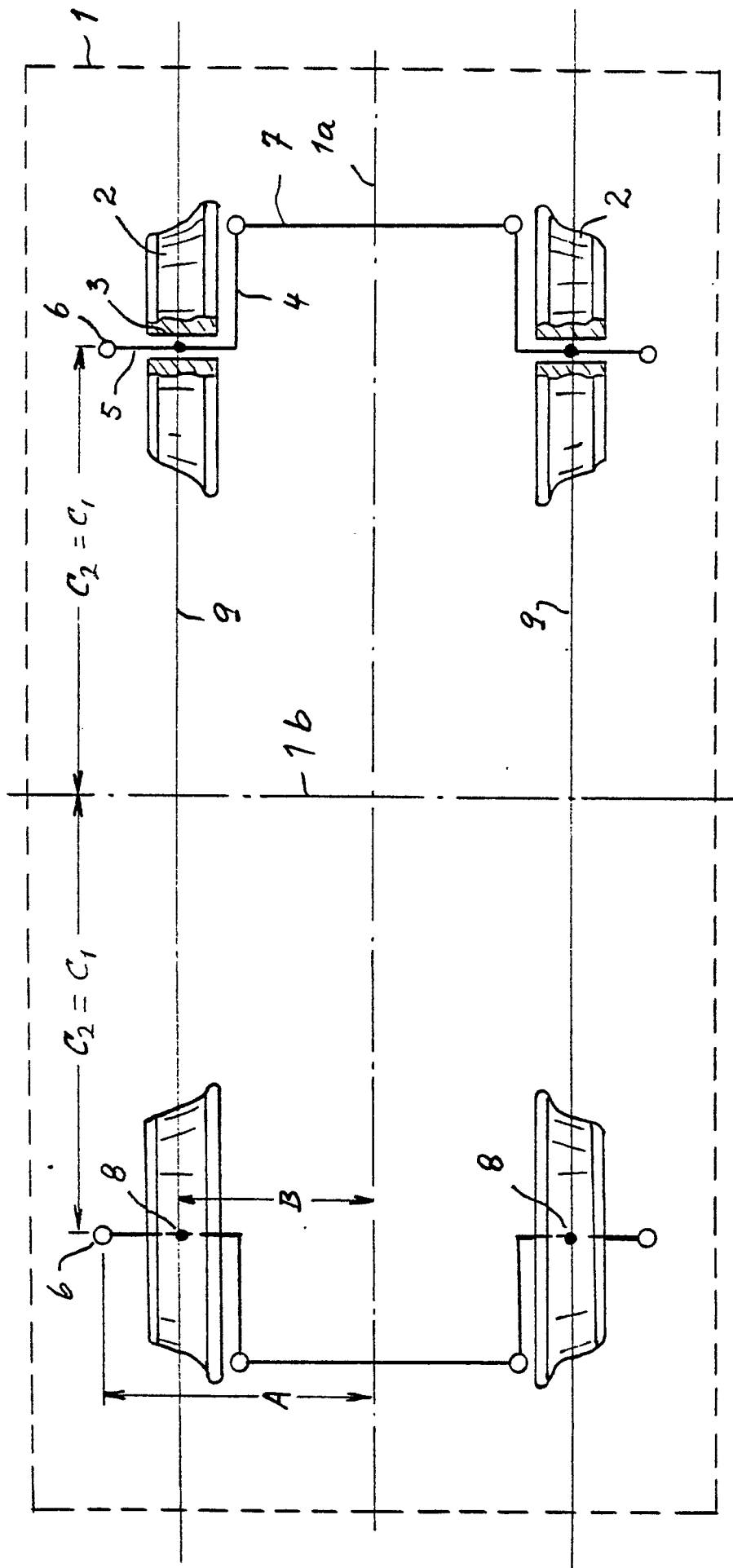


FIG. 1

$$A = B$$

$$C_2 - C_1 = C > 0$$



$A > B$

$C = C_2 - C_1 = 0$

FIG. 2

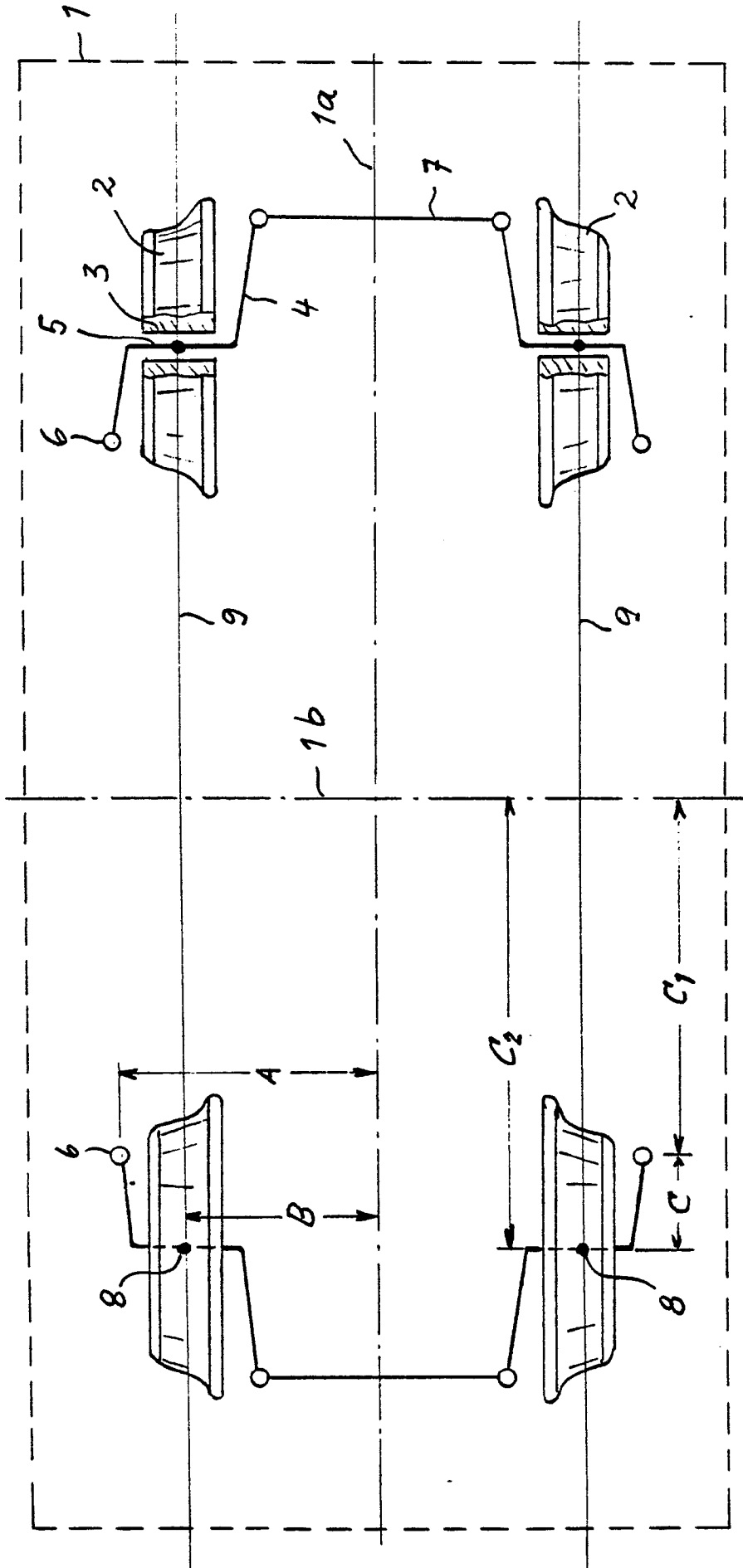


FIG. 3

$A > B$   
 $C_2 \cdot C_1 = C > 0$



FIG. 4

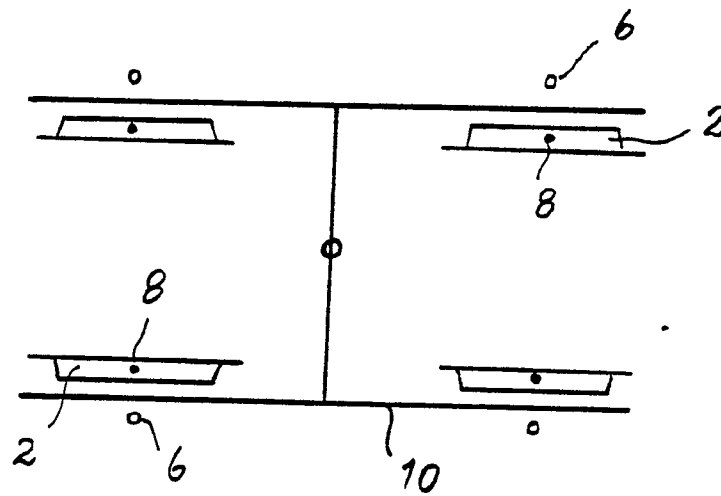


FIG. 5

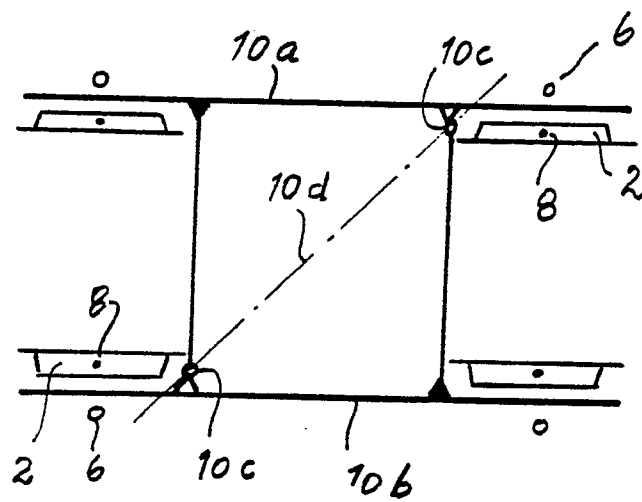


FIG. 6

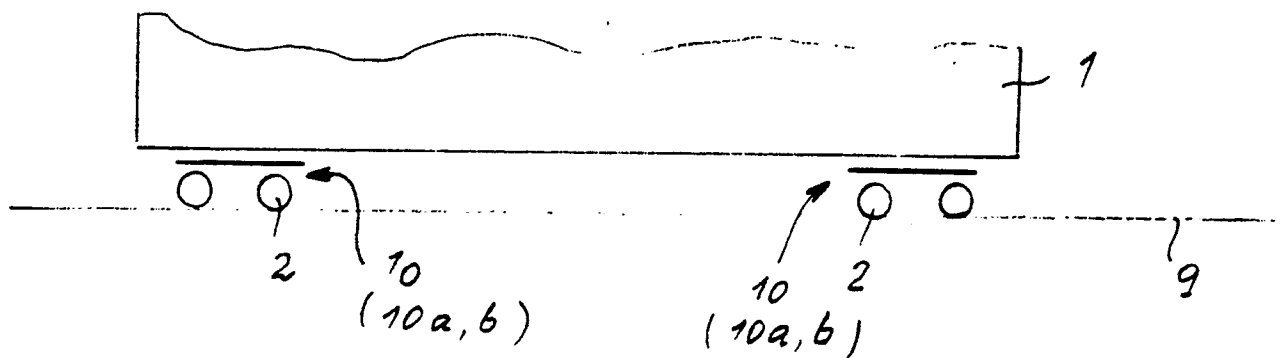


FIG. 7

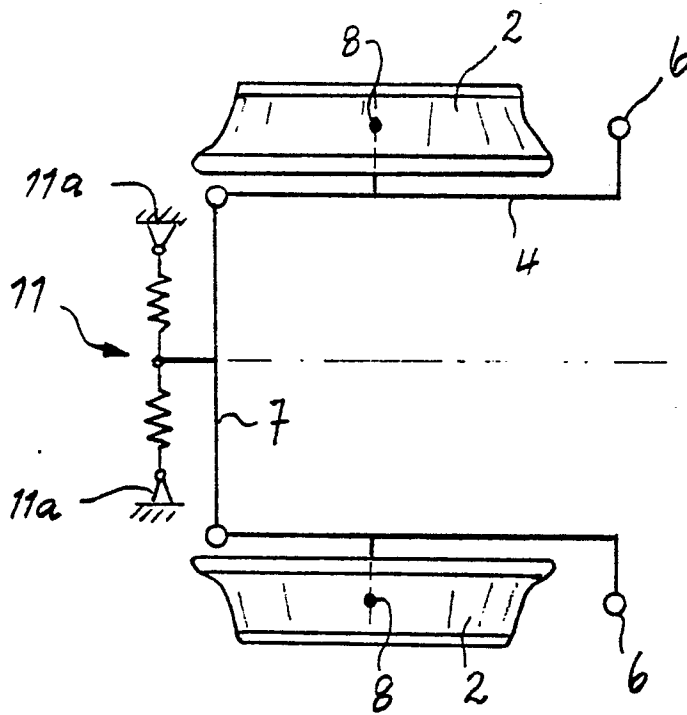


FIG. 8

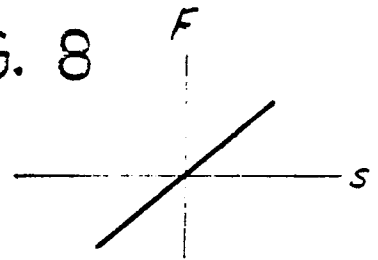


FIG. 9

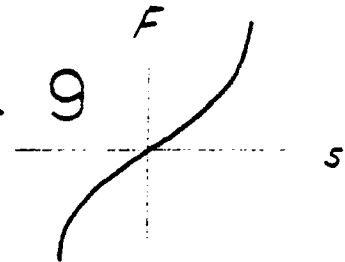


FIG. 10

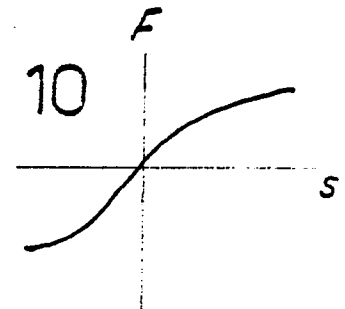


FIG. 11

