

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 647 553 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94119183.5**

51 Int. Cl.⁶: **B61F 5/22**

22 Anmeldetag: **05.12.94**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.04.95 Patentblatt 95/15

72 Erfinder: **Joos, Uwe, Dipl.-Ing.**
Junkernbühl 29
D-78239 Ris.-Worblingen (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

74 Vertreter: **Troesch Scheidegger Werner AG**
Patentanwälte,
Siewerdstrasse 95,
Postfach
CH-8050 Zürich (CH)

71 Anmelder: **SIG Schweizerische**
Industrie-Gesellschaft

CH-8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

54 **Führungssystem und Verfahren zur Steuerung der Querneigung an einem Schienenfahrzeug.**

57 Werden an einem Schienenfahrzeug die Querbesehleunigungsverhältnisse gemessen und eine Lastbodenneigung dementsprechend optimiert, so ergeben sich Probleme durch Zeitverzögerungen zwischen Messung und Stellung sowie durch in die Messung eingehende Störungen. Dies wird behoben dadurch, dass querneigungsrelevante Geleisedaten

in einem Geleisemodellspeicher (27) abgespeichert werden, mit der detektierten IST-Position (1), die eben oder zukünftig relevanten Geleisedaten abgerufen werden und in Funktion der ermittelten Momentangeschwindigkeit (9) des Fahrzeuges die exakt aktuell notwendige Lastbodenneigung (α_s) berechnet (29) und eingestellt (11) wird.

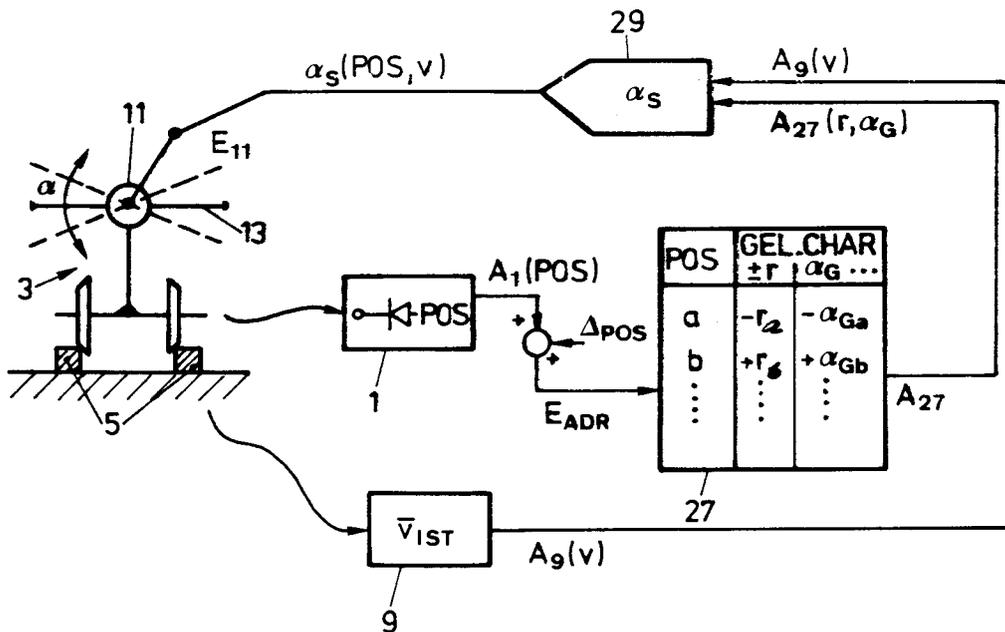


FIG. 2

EP 0 647 553 A2

Es ist bekannt, an Schienenfahrzeugen, insbesondere für den Personentransport, die Querneigung des Lastaufnahmebodens, d.h. derjenigen Fläche, worauf Last, wie insbesondere Personen, getragen wird, nach Massgabe der in Radiusfahrten erfolgenden Querbesehleunigungen so zu neigen, dass die aus Erdbesehleunigung und Querbesehleunigung resultierende Besehleunigung auf die Last nach Möglichkeit in die Senkrechte des Lastaufnahmebodens gelegt wird.

Die Querbesehleunigung ist von Kurvenradius und Fahrgesehlewindigkeit abhängig, der Winkel, um den der Lastboden bezüglich des Fahrgestells zu stellen ist, um oben erwähnte Bedingungen zu erfüllen, zusätzlich von der Geleiseüberhöhung.

Es sind verschiedene Ansätze bekannt, das erwähnte Problem zu lösen. Es kann verwiesen werden auf DE-GM-93 13 792.3, WO-91/00815, EP-A-0 184 960, DE-OS-22 05 858, CH-A-534 391.

Dabei wird am Fahrzeug grundsätzlich die momentane Querbesehleunigung messtechnisch erfasst, wozu geeignete Messeinrichtungen, wie Kreisel, Pendel etc., am Fahrzeug vorgesehen werden. Nach Massgabe der momentanen Messungen wird in steuerndem oder in regelndem Sinne auf das Stellglied für die Lastaufnahmeboden-Querneigung eingegriffen. Dabei ist die einfachste Möglichkeit einer Lageregelung durch den Einsatz eines Pendels gegeben, dessen Auslenkung direkt ein Mass für den zu stellenden Querneigungswinkel am Lastaufnahmeboden ist, weil ja die Masse der Last in die Besehleunigungsbetrachtungen nicht eingeht.

Alle diese Ansätze haben einen wesentlichen Nachteil, nämlich denjenigen, dass es im Moment, in welchem Querbesehleunigungsverhältnisse messtechnisch erfasst werden, bereits zu spät ist, die Querneigung des Lastaufnahmebodens zu stellen. Die gestellte Querneigung hinkt immer den tatsächlich momentanen Erfordernissen nach. Dies führt zu relativ komplizierten signaltechnischen Lösungsansätzen, welche darauf abzielen, die Einleitung einer Kurvenfahrt möglichst frühzeitig zu erfassen, wozu sich z.B. die Fahrgestellausdrehung als gemessene Grösse eignet.

Die vorliegende Erfindung setzt sich zum Ziel, ein Führungssystem zu schaffen, welches umfasst:

ein Schienenfahrzeug mit in Querrichtung neigbar gelagertem Lastboden und mit einer Neigungsstelleinrichtung, die auf den Lastboden wirkt, sowie einer Stellersteuerung, die die Lastbodenneigung so stellt, dass störende Querbesehleunigungseinflüsse reduziert werden,

und bei dem die obgenannten Nachteile behoben werden sollen.

Dies wird bei Ausbildung des genannten Führungssystems nach dem Wortlaut von Anspruch 1 erreicht bzw. durch das Verfahren nach Anspruch 11.

Bevorzugte Ausführungsvarianten dieses Führungssystems, wie sie in den Ansprüchen 2 bis 10 spezifiziert sind, sowie des erfindungsgemässen Steuerungsverfahrens nach den Ansprüchen 12 bis 14 werden anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 in Form eines vereinfachten Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes eine erste mögliche Form des erfindungsgemässen Führungssystems, welches nach dem erfindungsgemässen Verfahren an einem erfindungsgemässen Schienenfahrzeug arbeitet;
- Fig. 2 in Darstellung analog zu derjenigen von Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Führungssystems;
- Fig. 3 anhand eines vereinfachten Funktionsblock/Signalflussdiagrammes eine weitere Realisationsform der Erfindung, bei der der Schienenzug für ein Schienenfahrzeug selbst als inhärenten Speicher eingesetzt wird;
- Fig. 4 anhand eines vereinfachten Funktionsblock/Signalflussdiagrammes eine Weiterentwicklung des erfindungsgemässen Systems mit Zusatz eines Redundanzsystems;
- Fig. 5 schematisch eine Implementierung zweier erfindungsgemässer Führungssysteme als Master und Slave, als bevorzugte Realisationsform redundanter Systeme.

In Fig. 1 ist anhand eines Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes das erfindungsgemässe Führungssystem in einer ersten Ausführungsvariante, arbeitend nach dem erfindungsgemässen Verfahren, dargestellt.

Mittels eines Positionsdetektors 1 wird die Momentanposition des schematisch bei 3 dargestellten Schienenfahrzeuges auf Schienen 5 ermittelt. Am Detektor 1 bzw. der Positionserfassungseinrichtung 1 erscheint ausgangsseitig ein die IST-Position des Fahrzeuges 3 identifizierendes Signal A_1 - (POS). In einer Speichereinrichtung 7 sind, tabelleförmig, einerseits die vom Fahrzeug 3 beispielsweise auf einer bestimmten Fahrstrecke von einem zum anderen Ort durchlaufenen Positionen, wie mit a, b, ... dargestellt, abgespeichert, als Ausgabeadressenteil, sowie die unterschiedlichen Geschwindigkeiten v_1, v_2, \dots, v_n , welche das Fahrzeug auf der gegebenen Strecke fahren kann, hier ebenfalls als Adressenteil.

Den Positionsadressenteilen sowie Geschwindigkeitsadressenteilen sind, wie dargestellt, direkt Neigungsstellensignale α_S zugeordnet abgespeichert, mithin Neigungsstellensignale in Funktion der Positio-

nen sowie der möglichen Geschwindigkeiten α_s (POS, V). Die Momentan- bzw. IST-Geschwindigkeit des Fahrzeuges 3 wird mit einer Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 9 erfasst; ausgangsseitig erscheint ein die Momentangeschwindigkeit v_{IST} des Fahrzeuges 3 identifizierendes Signal $A_9(v)$, welches ebenfalls der Speichereinrichtung 7 zugeführt wird. Dabei wirken die Ausgangssignale der Positionserfassungseinheit 1 und der Geschwindigkeitserfassungseinheit 9 auf Adressierungseingänge ADP an der Speichereinheit 7, an welcher nun, getaktet, ausgangsseitig, wie dargestellt am Ausgang A_7 , abhängig von der Momentanposition und der Momentangeschwindigkeit des Fahrzeuges 3, zugeordnete Neigungsstellsignale $\alpha_s(POS, v)$ ausgegeben werden.

Diese Querneigungs-Stellsignale α_s werden einer Querneigungs-Stelleranordnung 11 am Fahrzeug 3 oder an einem weiteren Fahrzeug eines Schienenfahrzeugzuges zugeführt, und zwar einem Steuereingang E_{11} , welche Stelleinrichtung die Querneigung α eines eine Last, wie beispielsweise zu befördernde Personen, am Fahrzeug 3 den jeweiligen Erfordernissen entsprechend verstellt. Wird die IST-Position am einen Fahrzeug, die Querneigung an einem anderen eines Zuges gestellt, so wird der bekannte IST-POS-Unterschied selbstverständlich berücksichtigt.

Weil für jede Position entlang des Geleisezuges 5 die jeweiligen Kurvenverhältnisse und Geleise-Ueberhöhungsverhältnisse des Trassees bekannt sind, kann für jede solche Position a, b, ... für jede Fahrzeuggeschwindigkeit v der erforderliche Querneigungswinkel α des Lastaufnahmebodens 13 vorab bestimmt werden und ist als Stellsignal α_s in der Speichereinrichtung 7 abgelegt.

Die Ausnützung dieser Tatsache, nämlich dass die Geleisecharakteristika bekannt sind, erlaubt es, gemäss vorliegender Erfindung grundsätzlich in Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit, den Querneigungswinkel α verzugslos, und zwar ideal verzugslos, zu stellen. Im Unterschied zur messtechnischen Querbeschleunigungserfassung am Fahrzeug, wie bis anhin bekannt, sind ja auch die zukünftig zu durchfahrenden Geleiseabschnitte bekannt, z.B. an der Speichereinrichtung 7 abgespeichert, d.h. die vom Fahrzeug 3 noch nicht durchlaufenen Streckenabschnitte, was die verzugslose Neigungssteuerung "vorausschauend" erlaubt.

Signaltechnische Zeitverzögerungen, wie beispielsweise durch Federungen zwischen Geleise und Beschleunigungssensoren, die in der Praxis kaum auszuschliessen sind, und Störeinflüsse auf Querbeschleunigungssensoren am Fahrzeug, wie Querschläge durch Weichen etc., die wohl an messtechnischen Anordnungen registriert und fälschlicherweise zu einer Reaktion des Querneigungs-Stellsystems führen könnten, sind beim er-

findungsgemässen Vorgehen ausgeschlossen, weil eindeutig den Fahrzeugpositionen entlang des Geleisezuges 5 und in Funktion seiner Geschwindigkeit Querneigungs-Stellsignale zugeordnet bzw. ermittelt werden.

Die Erfindung geht somit von der Erkenntnis aus, dass ein Geleisestreckenmodell ja besteht bzw. erfassbar ist, sei dies gegeben durch den realen Streckenzug selbst oder dessen aufgenommene und abgespeicherte charakteristische Daten.

Für die Querneigungsstellung muss das betrachtete Fahrzeug lediglich positionsrichtig auf dem Modell eingelockt werden und seine Momentangeschwindigkeit berücksichtigt werden.

Die Realisation nach Fig. 1 ist wohl möglich, jedoch äusserst speicheraufwendig, bedenkt man, dass die Momentangeschwindigkeit quadratisch in die Querbeschleunigung eingeht und deshalb in Kurvenstrecken die Geschwindigkeit fein abgestuft zu berücksichtigen ist. Allerdings kann für gerade Geleisestrecken die vorabgespeicherte Datenmenge minimal gehalten werden, indem das Fahrzeug nach Durchlaufen einer Kurve in Freilauf geschaltet werden kann und erst vor der nächsten Kurve wieder auf das Modell eingelockt bzw. damit verriegelt werden muss.

Dem Fachmann eröffnen sich bereits nach dem Gesagten die verschiedensten Realisationsmöglichkeiten, wovon einige erläutert seien:

Abgesehen von der Querneigungs-Stelleinrichtung 11 können sämtliche Systemfunktionseinheiten 1, 7 und 9 je nach Konfiguration auf dem Fahrzeug 3 vorgesehen sein oder ausserhalb des Fahrzeuges implementiert sein. Als Positionsdetektor 1 kann, als Beispiel eines nicht fahrzeuggestützten Positionserfassungssystems, beispielsweise das bekannte satellitengestützte GPS-System, eingesetzt werden. Bei einer solchen Ausführungsvariante kann die fahrzeugexterne Positionserfassungseinrichtung für das Fahrzeug 3 gleichzeitig auch, durch zeitliche Ableitung des Positionssignals, die Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 9 bilden.

Die Positionserfassungseinrichtung kann weiter, drahtgebunden, durch ein fahrzeugexternes Positionsüberwachungssystem für das Fahrzeug 3 gebildet sein oder kann durch einen Detektor am Fahrzeug realisiert sein, welcher in entsprechenden Abständen entlang des Geleisezuges vorgesehene Markierungen registriert, wie beispielsweise zählt.

Als drahtgebundenes System kann z.B. ein bekanntes Linienzugleiter-System eingesetzt werden. Auch können beispielsweise optisch oder magnetisch vom Fahrzeug aus detektierbare Marken, wie sie z.B. für signaltechnische Belange eingesetzt werden, entlang dem Geleise gesetzt werden und dazu verwendet werden, die physikalische IST-Position des Fahrzeuges mit seiner Position auf dem abgespeicherten Geleisemodell zu synchronisieren

bzw. die Position des Fahrzeuges am Modell wieder exakt mit der physikalischen IST-Position des Fahrzeuges zu verriegeln.

Fahrzeuggestützt kann weiter die Positionserfassungseinrichtung 1 beispielsweise durch einen Radumfangszähler gebildet sein und somit eine gefahrene Distanz registrieren, welche durch in-Beziehung-Setzen mit externen Markierungen der erwähnten Art oder mit zugeführten Referenzsignalen an vorgegebenen Positionen entlang dem Geleisezug mit der physikalischen IST-Position synchronisiert wird, so dass die gemessene Fahrdistanz die IST-Position des Fahrzeuges angibt. Wie erwähnt, kann dabei das Geschwindigkeitssignal bei vorliegendem IST-Positionssignal durch dessen zeitliche Ableitung gebildet werden.

Ein mit Blick auf Fig. 1 reduzierter Speicheraufwand ergibt sich bei einer bevorzugten Realisationsform des erfindungsgemässen Führungssystems, welche nach dem erfindungsgemässen Verfahren arbeitet und in Fig. 2 dargestellt ist.

Die bereits anhand des Ausführungsbeispiels gemäss Fig. 1 beschriebenen Funktionsblöcke und -signale sind in Fig. 2 mit den gleichen Positionszeichen versehen.

Das Ausgangssignal $A_1(\text{POS})$ der Positionserfassungseinheit 1 wirkt wiederum auf den Adressierungseingang E_{ADR} einer Speichereinrichtung 27, worin zu vorgegebenen Positionen entlang des Geleisezuges 5, entsprechend a, b, ..., Geleisecharakteristika abgespeichert sind, insbesondere, vorzeichenrichtig, Krümmungsradien r von Kurven und, ebenso vorzeichenrichtig, dort vorherrschende Geleiseüberhöhungen α_G . Die durch das Ausgangssignal der Positionserfassungseinheit 1 abgerufenen momentanen Geleisecharakteristika werden ausgang der Speichereinrichtung 27, entsprechend dem Signal $A_{27}(r, \alpha_G)$, einer Recheneinrichtung 29 zugeführt, ebenso wie das der Momentangeschwindigkeit des Fahrzeuges 3 entsprechende Ausgangssignal $A_3(v)$ der Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 9. Anhand bekannter, die physikalischen Gesetze wiedergebender Rechenalgorithmen werden in der Recheneinrichtung 29, anhand der momentan vorherrschenden Geleisecharakteristika sowie der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit, Querneigungs-Stellsignale $\alpha_S(\text{POS}, v)$ dem Steuerungseingang E_{11} der Querneigungs-Stelleinrichtung 11 am Fahrzeug 3 zugeführt.

Selbstverständlich können auch hier die jeweils notwendigen Stellsignale, wie bereits anhand von Fig. 1 erläutert wurde, "vorausschauend" unter Berücksichtigung noch nicht erreichter Positionen bzw. der dort vorherrschenden Geleisecharakteristika berechnet werden, wenn man berücksichtigt, dass die Momentangeschwindigkeit des Fahrzeuges bei genügend engen Abständen zwischen den Positionen a, b etc. als gleichbleibend oder durch

Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsextrapolation berechnet eingesetzt werden können. Hierzu wird dem Momentan-Positionssignal ein konstanter oder z.B. je nach Kurvenverhältnissen variierender Offset Δ_{POS} überlagert.

So kann z.B. an einem Mehrwagenzug gegebener Länge die Querneigung im vordersten Wagen nach Massgabe seiner erfassten IST-Position gestellt werden, an den nachfolgenden Wagen, ausgehend von der erfassten IST-Position am vordersten Wagen und unter Berücksichtigung der Längsabstände, vom vordersten Wagen zum betrachteten nachfolgenden. Selbstverständlich kann auch von der erfassten IST-Position des hintersten oder eines beliebig dazwischen gelegenen Wagens ausgegangen werden und in der Wagenkomposition nach vorwärts bzw. rückwärts, die jeweiligen Abstände berücksichtigend, die Neigung der Wagenlastboden gestellt werden.

Bezüglich der Betrachtungen, welche Funktionen fahrzeuggebunden und welche extern vorgenommen werden können, sowie bezüglich verschiedener Möglichkeiten der Realisation von Positionserfassungseinrichtungen und Geschwindigkeitserfassungseinrichtungen gilt das zu Fig. 1 Ausgeführte auch bezüglich der Realisation von Fig. 2.

Bei der Ausführungsvariante nach Fig. 2 sind in der Speichereinrichtung 27 ausschliesslich Geleisecharakteristika in Funktion der Position auf dem Geleisezug abgespeichert.

Ohne das Funktionsbild von Fig. 2 grundsätzlich zu verlassen, besteht nun eine weitere Realisationsmöglichkeit darin, den Geleisezug selbst als Speichereinrichtung auszunützen, woran bzw. worin die Geleisecharakteristika inhärent abgespeichert sind. Bei Erkennen dieses Sachverhaltes eröffnet sich nun die Möglichkeit, mit einer Bildaufnahmeeinrichtung, beispielsweise einer Videokamera oder einem Nachtsichtgerät, z.B. frontseitig des Fahrzeuges das vor dem Fahrzeug liegende Geleise optisch zu erfassen und aus den unschwer am Bild zu diskriminierenden Geleisezügen durch Bildauswertung die vor dem Fahrzeug liegenden Geleisecharakteristika zu ermitteln. Weil in einem solchen Fall, wo das Fahrzeug selbst seine Momentanposition ja innehat und die Geleisecharakteristika in der Momentanposition des Fahrzeuges ermittelt werden, erübrigt sich das Vorsehen einer Positionserfassungseinrichtung. Die Erfassung der Momentangeschwindigkeit des Fahrzeuges erfolgt entweder in einer der beschriebenen Weisen, wie durch Ermittlung der Radumdrehungsgeschwindigkeit, oder ebenfalls durch schnelle Auswertung der mit einer solchen Bildaufnahmeeinrichtung ermittelten Bildabfolge.

Dieses Vorgehen ist schematisch an einer weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemässen Führungssystems in Fig. 3 dargestellt. Wieder-

um sind für gleiche Funktionsblöcke, Signale und Systemteile die gleichen Bezugszeichen wie in den Fig. 1 und 2 zur Erleichterung der Analogieerkenntnis eingesetzt.

Das hier in Aufsicht schematisch dargestellte Fahrzeug 3 trägt frontseitig bezüglich seiner Fahrtrichtung f einen optoelektronischen Wandler 31. Während der Fahrt nimmt er das Bild des vor ihm liegenden Geleisezuges 5 auf, welcher gleichzeitig als inhärenter Geleisecharakteristika-Speicher 27 ausgenützt wird. Das mit dem optoelektronischen Wandler 31 ermittelte Bild wird an einer Bildauswerteeinheit 33 verarbeitet, daran insbesondere die Abfolge der Geleisebilder diskriminiert und daraus Geleisecharakteristika GC, wie die erwähnten Radien und Geleiseüberhöhung, ausgegeben. Die Momentangeschwindigkeit wird entweder, wie bereits beschrieben wurde, fahrzeuggebunden oder von ausserhalb des Fahrzeuges erfasst oder aber, wie in Fig. 3 dargestellt, anhand der Bildabfolge des optoelektronischen Wandlers 31 ermittelt.

Somit bildet in diesem Falle der optoelektronische Wandler 31 gleichzeitig Positionsdetektor 1 und Momentangeschwindigkeitsdetektor 9, wie die in Klammern gesetzten Bezugszeichen andeuten.

Ausgangsseitig der Bildverarbeitungseinheit 33 wird, mit den Geleisecharakteristika GC und der Momentangeschwindigkeit v , an einer Speichereinrichtung 37 das dem Signalpaar GC/ v entsprechende Stellsignal $\alpha_S(GC, v)$ ausgegeben und wiederum dem Steuereingang E_{11} des Querneigungs-Stellgliedes 11 zugeführt. Vorzugsweise wird aber auch hier aus den Geleisecharakteristika und der Momentangeschwindigkeit das Stellsignal an einer Recheneinheit anstelle der Speichereinrichtung 37 ermittelt.

Die charakteristischen Geleisedaten, wie Kurvenradius und Geleiseüberhöhung, werden vorzugsweise im Sinne eines "teach-in" dadurch ermittelt, dass nicht unbedingt diese Grössen selbst, aber davon direkt abhängige, wie Querbeschleunigung und deren Richtung, während einer teach-in-Fahrt des Fahrzeuges 3 mit bekannten Messeinrichtungen, wie Kreisel, Pendel, Neigungssensoren etc., erfasst und z.B. im Speicher 27 von Fig. 2 abgelegt werden. Wird die jeweilige teach-in-Fahrtgeschwindigkeit als Normierungsgrösse eingesetzt, lassen sich die so ermittelten Daten zusammen mit einer jeweils auf die teach-in-Geschwindigkeit normierten IST-Geschwindigkeit von der Geschwindigkeitserfassungseinrichtung 9, wie in Fig. 2 dargestellt, verwerten.

Es wird weiter vorgeschlagen, wie auch immer das erfindungsgemässe Führungssystem realisiert wird, dem erfindungsgemässen Führungssystem mindestens ein zweites Führungssystem parallelzuschalten, um einerseits eine Redundanzüberprüfung der von beiden Systemen gelieferten Stellsig-

nale für die Querneigungs-Stelleinrichtung vornehmen zu können und um bei Abweichungen der Stellsignale α_S , die ein vorgegebenes Mass überschreiten, am Fahrzeug adäquate Vorkehrungen einzuleiten, so z.B. die Querneigungsführung dem zweiten Führungssystem zu überbinden, falls letzteres z.B. störungssicherer ist. Dass nämlich ein als redundantes Führungssystem vorgesehenes, z.B. an sich bekanntes messendes Führungssystem die Querneigungssteuerung weniger effizient den momentanen Erfordernissen entsprechend vornimmt, stört dann nicht, weil dieser Fall nur als Behelfsbetriebsfall eintritt.

In Fig. 4 ist anhand eines Funktionsblockdiagrammes eine Redundanzführung erwähnter Art schematisch dargestellt.

In Fig. 4 ist schematisch im Block 41 das wie auch immer erfindungsgemäss realisierte Führungssystem bis zur Ausgabe des Querneigungs-Stellsignales α_S , hier als α_{SE} bezeichnet, dargestellt. Als charakteristischer Block umfasst das erfindungsgemässe Führungssystem 41 einen Speicher der anhand von Fig. 1 bis 3 dargestellten Art 7, 27, 5.

Ein weiteres, gegebenenfalls vom erfindungsgemässen abweichendes Führungssystem ist schematisch mit Block 43 dargestellt und beruht vorzugsweise auf der messtechnischen Erfassung einer mit der Querbeschleunigung a_q zusammenhängenden Grösse, wie schematisch mit dem Kreisel im Block 43 dargestellt. Auch dieses Führungssystem liefert, in der diesem System eigenen Art, ein Stellsignal α_{Sm} . Beide Stellsignale α_S oder diese eindeutig bestimmende andere Signale werden an einer Vergleichseinheit 45 daraufhin miteinander verglichen, ob sie nicht mehr als ein an einer Vorgabeeinheit 47 vorgebbares Maximalmass Δ_{max} voneinander abweichen. Es kann nun dann, wenn die beiden redundanten Signale α_{SE} , α_{Sm} mehr als das vorgegebene Mass voneinander abweichen, das Fahrzeug 3 z.B. mit dem sichereren der beiden Führungssysteme 41, 43 geführt werden, auch wenn das sicherere System im Sinne der Eingangsbemerkungen steuerungstechnisch weniger präzise ist.

Wenn das System 43 messtechnisch die Querbeschleunigungsverhältnisse am Fahrzeug erfasst, wird in diesem Falle ein solches System 43, auch wenn steuerungstechnisch weit weniger präzise, als "Behelfssystem" zur Querneigungssteuerung bzw. -führung am Fahrzeug 3 eingesetzt. Die Vergleichseinheit 45 schaltet den Eingang E_{11} des Querneigungs-Stellgliedes 11 gemäss den Fig. 1 bis 3 auf das auf dem Querbeschleunigungsmessen basierende, beispielsweise bereits bekannte Behelfssystem 43 um. Gleichzeitig wird, wie in Fig. 4 bei 49 dargestellt, diese Situation z.B. angezeigt.

Durch Vorsehen des im genannten Sinne als Behelfssystem wirkenden, die Querbesehleunigung bzw. die diese definierende Grössen messenden Systems 43 müssen zwangsläufig am Fahrzeug Sensoren zur Querbesehleunigungserfassung vorgesehen sein, welche in einer teach-in-Phase für das erfindungsgemässe System 41 eingesetzt werden können, indem, wie vorgängig beschrieben wurde, mit dem Fahrzeug eine Strecke abgefahren wird und die messtechnisch erfassten Geleisecharakteristika in eine Speichereinrichtung geladen werden.

In Fig. 5 ist eine Zugkomposition, beispielsweise mit Triebwagen 1 und 5, dargestellt, konstellierte für Fahrt in Richtung v. Soweit benötigt, weist jedes Fahrzeug 1 bis 5 eine Stellereinheit 11 auf zur Lastboden-Querneigungsstellung, wie dies beschrieben wurde. Am bezüglich der Fahrriehung gemäss v vordersten Wagen, dem Triebwagen 1, ist ein erfindungsgemässes Führungssystem 43_M vorgesehen sowie ein z.B. auf Querbesehleunigungsmessung beruhendes System 41_M, wie bereits anhand von Fig. 4 beschrieben wurde.

Für Fahrriehungsumkehr ist am Triebwagen 5, völlig symmetrisch, ein erfindungsgemässes Führungssystem 43_S und ein auf Querbesehleunigungsmessung beruhendes System 41_S, wie dies bereits anhand von Fig. 4 erläutert wurde, vorgesehen. In der eingezeichneten Fahrriehung wirken die Systeme am Triebwagen 1 als Mastersystem (M), diejenigen am Wagen 5 als Slavesystem (S).

An einer solchen bevorzugten Konstellation wird die Querneigungsführung wie folgt den vorgesehenen Systemen zugeordnet:

Das erfindungsgemässe Mastersystem 43_M liefert die Stellsignale α für alle mit Querneigungssteuerung der beschriebenen Art ausgerüsteten Wagen 1 bis 5. Das Mastergesamtsystem am Wagen 1 überwacht sich selbst, beispielsweise, indem die momentane Stellgrösse für den Lastboden an einem der Wagen, ausgegeben vom erfindungsgemässen System 43_M, mit demjenigen des Systems 41_M verglichen wird. Weichen diese Stellsignale so voneinander ab, dass dies nicht mehr plausibel ist, so wird die Steuerung der Lastboden-Querneigungen aller Wagen 1 bis 5 dem erfindungsgemässen Slavesystem 43_S übertragen, wie dies schematisch in Fig. 5 durch die Umschalteinheit 60 dargestellt ist.

Auch am Slavegesamtsystem im hintersten Wagen 5 wird, beispielsweise durch Vergleich der Stellsignale des erfindungsgemässen Systems 43_S und des auf Messung beruhenden 41_S, Plausibilität überwacht. Falls eine nicht mehr plausible Abweichung dieser Stellsignale erfasst wird, wird wiederum geschlossen, dass das erfindungsgemässe System 43_S fehlerhaft ist, worauf das auf Messung beruhende System 41_M behelfsmässig die Quernei-

gungssteuerungen übernimmt. Ist auch dieses System fehlerbehaftet, was beispielsweise durch Vergleich von Fahrgestellausdrehung und Querneigungs-Stellsignal detektiert werden kann, oder falls eines oder mehrere der QuerneigungsStellglieder 11 defekt ist, so wird auf Notbetrieb geschaltet und der Zug mit Regelgeschwindigkeit betrieben.

Bei Umkehr der Fahrriehung übernehmen selbstverständlich die Systeme im Wagen 5 die Masterfunktion, die Systeme im Wagen 1 die Slavefunktion.

Auch wenn im Zusammenhang mit der Beschreibung einfacher Realisationsformen des erfindungsgemässen Führungssystems jeweils die Querneigungssteuerung in Funktion von Momentanposition und Momentangeschwindigkeit beschrieben worden sind, ist es ohne weiteres ersichtlich, dass, weil mindestens teilweise auch steuerwirksame Informationen bezüglich eines in unmittelbarer Zukunft zu durchfahrenden Geleiseabschnittes bekannt, d.h. abgespeichert sind, die momentane Querneigungsführung wie erwähnt unter "Vorausschau" auf unmittelbar folgende Zustände erfolgen kann, womit eine optimale sanfte Querneigungsführung erzielbar ist. Probleme bezüglich zeitverzögerlicher Signalübertragung, wie sie bei vorbekannten Systemen auftreten, bedingt durch Federübertragungen, Sensorträgeiten etc., fallen beim erfindungsgemässen Vorgehen weg.

Patentansprüche

1. Führungssystem, umfassend

- mindestens ein Schienenfahrzeug (3) mit in Querrichtung schwenkbar gelagertem Lastboden (13) und einer Stelleinrichtung (11) für die Lastboden-Querneigungsstellung,
- eine Stellersteuerung, die in Funktion der Beschleunigung, die auf eine Last wirkt, auf die Stelleinrichtung so wirkt, dass der Winkel zwischen Lastbodensenkrechter und Beschleunigungsrichtung verringert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass vorgesehen sind

- eine Positionserfassungseinrichtung (1, 31) für die Schienenfahrzeug-IST-Position (POS),
- eine IST-Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung (9, 31),
- eine Speichereinrichtung (7, 5, 27),

wobei der Ausgang der Positionserfassungseinrichtung (1, 31) auf einen Ausgabewahleingang der Speichereinrichtung (7, 27, 5) wirkt, deren Ausgang mit demjenigen der Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung (9, 31) auf die Stelleinrichtung (11) für die Lastboden-Quer-

- neigung (α) wirkt.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionserfassungseinrichtung eine Synchronisationseinrichtung zur Synchronisation der erfassten Fahrzeugposition mit der physikalischen IST-Position des Fahrzeuges umfasst. 5
 3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auch die IST-Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung (9) auf einen Ausgabewahleingang der Speichereinrichtung (7) wirkt und über die Speichereinrichtung (7) auf die Stelleinrichtung (11). 10 15
 4. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem Ausgang (A_{27}) der Speichereinrichtung (27) eine Recheneinheit (29) nachgeschaltet ist, deren Ausgang auf die Stelleinrichtung (11) wirkt, und dass die Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung (9) über die Recheneinheit (29) auf die Stelleinrichtung (11) wirkt. 20 25
 5. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Speichereinrichtung durch das Geleise (5) selbst gebildet ist, am Schienenfahrzeug (3) eine Geleisebild-Erfassungs- und -Auswerteeinrichtung (31) vorgesehen ist zum Bestimmen der geleiseinhärenten Geleisedaten, wobei das Fahrzeug (3) selbst die Positionserfassungseinrichtung bildet. 30
 6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass am Fahrzeug (3) gelagert sind: 35
 - die Positionserfassungseinrichtung (1, 31) und/oder
 - die Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung (9, 31) und/oder 40
 - die Speichereinrichtung (7, 27),
 und dass Verbindungen zwischen fahrzeuggestützten Einrichtungen und nichtfahrzeuggestützten drahtlos und/oder über eine Datenleiteranordnung erstellt sind. 45
 7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass am Schienenfahrzeug (3) mindestens eine messtechnische Querschleunigungs-Erfassungseinrichtung (43) vorgesehen ist, deren Ausgang auf die Stelleinrichtung wirkt. 50
 8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Stelleinrichtung (11) eine Vergleichseinrichtung (45) vorgeschaltet ist, eingangsseitig mit dem Ausgang der Speicher- 55

einrichtung (7, 27, 5) und demjenigen der messtechnischen Querschleunigungs-Erfassungseinrichtung (43) verbunden ist und dass der Ausgang der Vergleichseinrichtung (45) entweder den Ausgang der Speichereinrichtung oder den Ausgang der messtechnischen Querschleunigungs-Erfassungseinrichtung auf die Stelleinrichtung (11) wirksam schaltet.
 9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass an einem Schienenfahrzeugwagen mindestens die Positionserfassungseinrichtung vorgesehen ist und die Stelleinrichtung auf mindestens einem weiteren, damit gekoppelten Wagen, wobei als Wagen generell ein Teil einer Schienenfahrzeug-Komposition verstanden sei.
 10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Fahrzeugkomposition zwei der Wagen als die Schienenfahrzeuge ausgebildet sind, je mindestens mit einer Positionserfassungseinrichtung, und dass je nach Fahrrichtung das eine Fahrzeug als Masterfahrzeug, das andere als Slavefahrzeug wirkt, wobei die Querneigungssteuerung mindestens bei Ausfall der Positionserfassungseinrichtung am Masterfahrzeug auf Abhängigkeit von der Positionserfassungseinrichtung am Slavefahrzeug umgeschaltet wird.
 11. Verfahren zur Steuerung der Querneigung des Lastaufnahmebodens (13) eines Schienenfahrzeuges (3), welcher, getrieben, in seiner Querneigung (α) verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass man aus dem vorbekannten Verlauf des Geleises (5) sowie der Momentanposition des Fahrzeuges und seiner Momentangeschwindigkeit die Querneigung des Lastaufnahmebodens bestimmt und einstellt.
 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Modell des Geleiseverlaufes abspeichert und in Funktion der Momentanposition des Fahrzeuges die momentan und gegebenenfalls in naher Zukunft querneigungsrelevanten Daten aus dem Geleisemodell abgerufen werden.
 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass man querneigungsrelevante Daten des Geleises durch Abfahren misst, abspeichert und nachmals für die Querneigungsbestimmung und -verstellung einsetzt.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass man an ei-

nem Schienenfahrzeugzug das Verfahren unabhängig zweimal durchführt, die Querneigungssteuerung nach dem einen Verfahren realisiert, das Querneigungs-Stellsignal dabei auf Plausibilität überprüft und bei Nicht-Plausibilität die Querneigungssteuerung dem zweiten Verfahren übergibt. 5

15. Schienenfahrzeug mit einem Führungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder mit einer Lastboden-Querneigungssteuerung, nach dem Verfahren der Ansprüche 11 bis 14 arbeitend. 10

16. Schienenfahrzeug mit zwei unabhängig voneinander als Master und Slave betriebenen Führungssystemen nach einem der Ansprüche 1 bis 10. 15

20

25

30

35

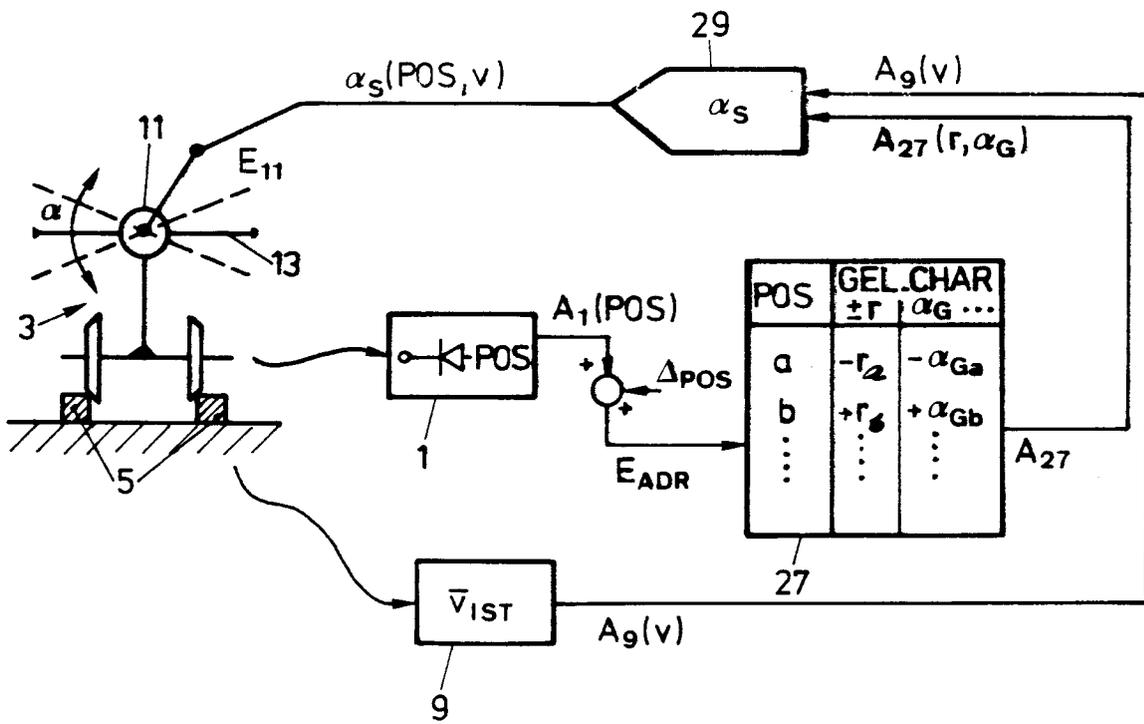
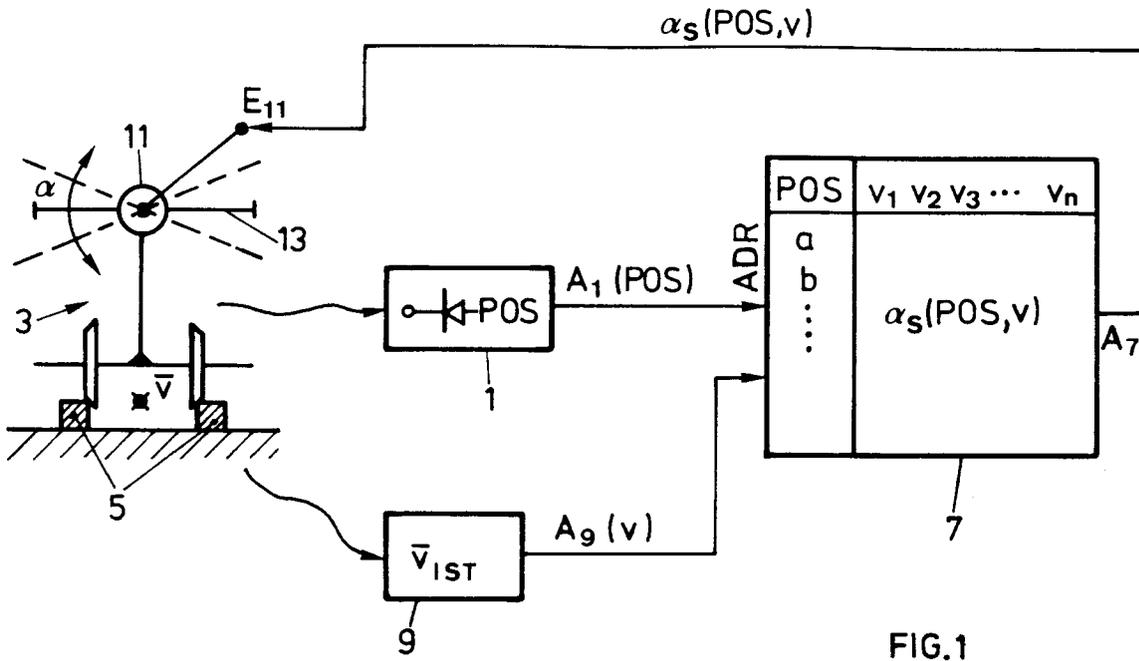
40

45

50

55

8



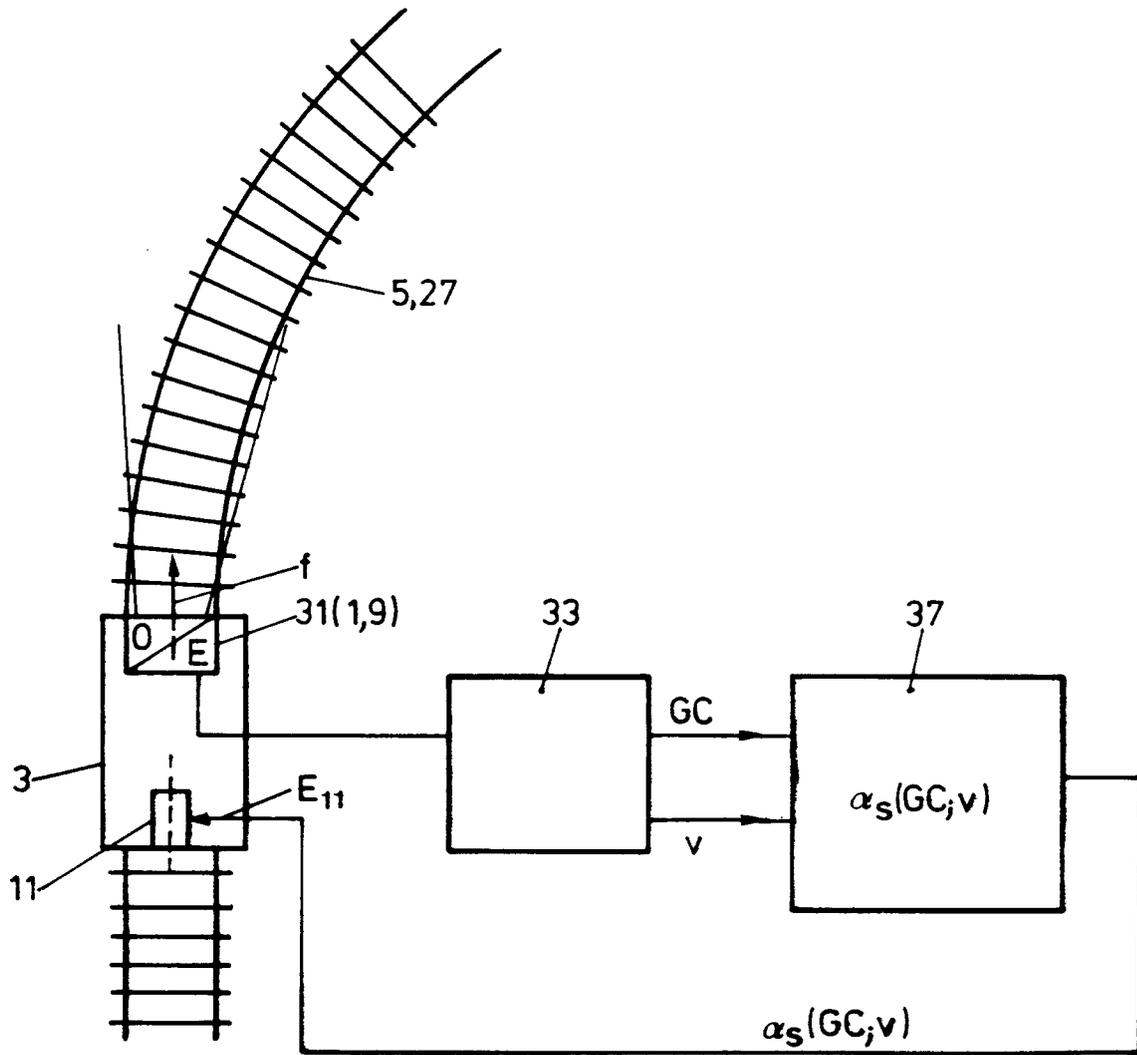


FIG. 3

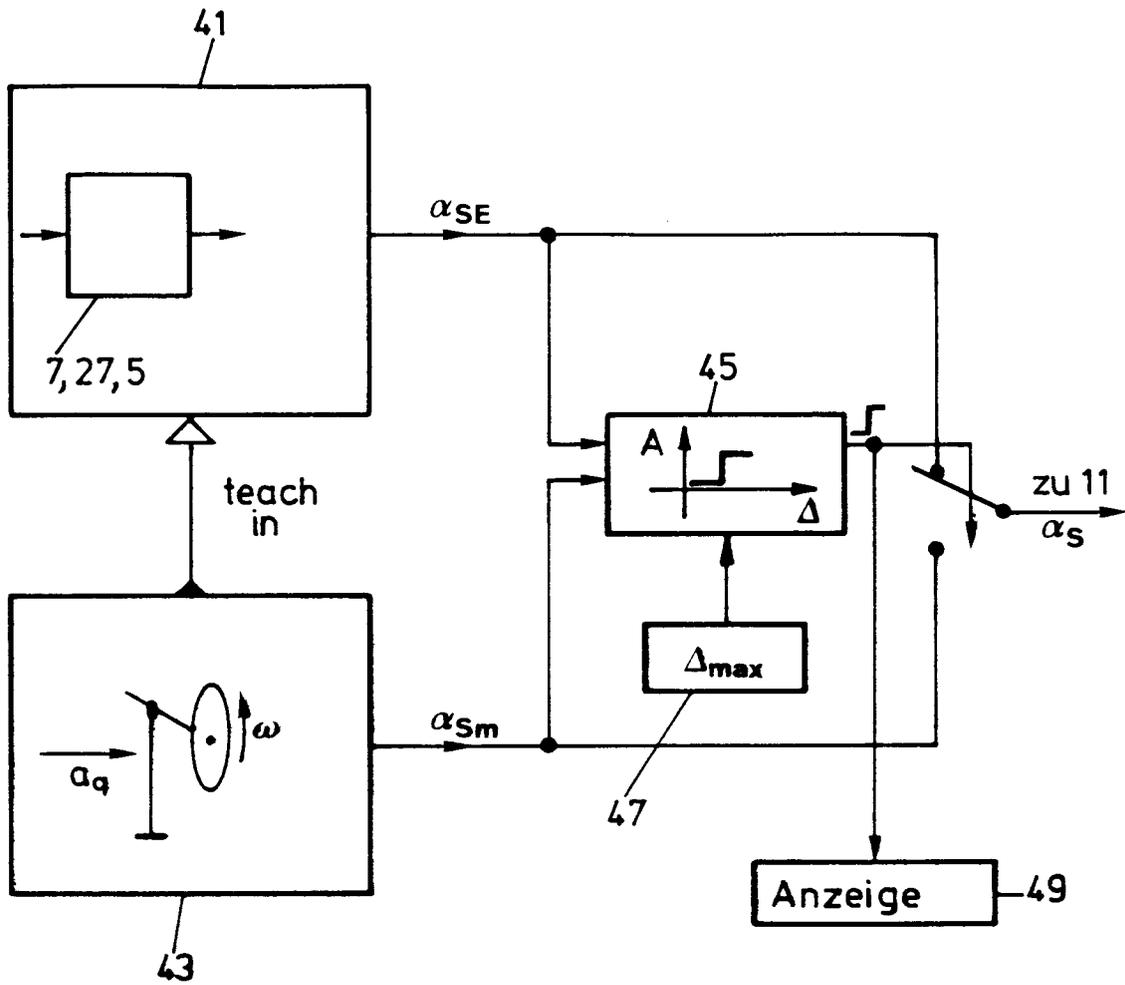


FIG. 4

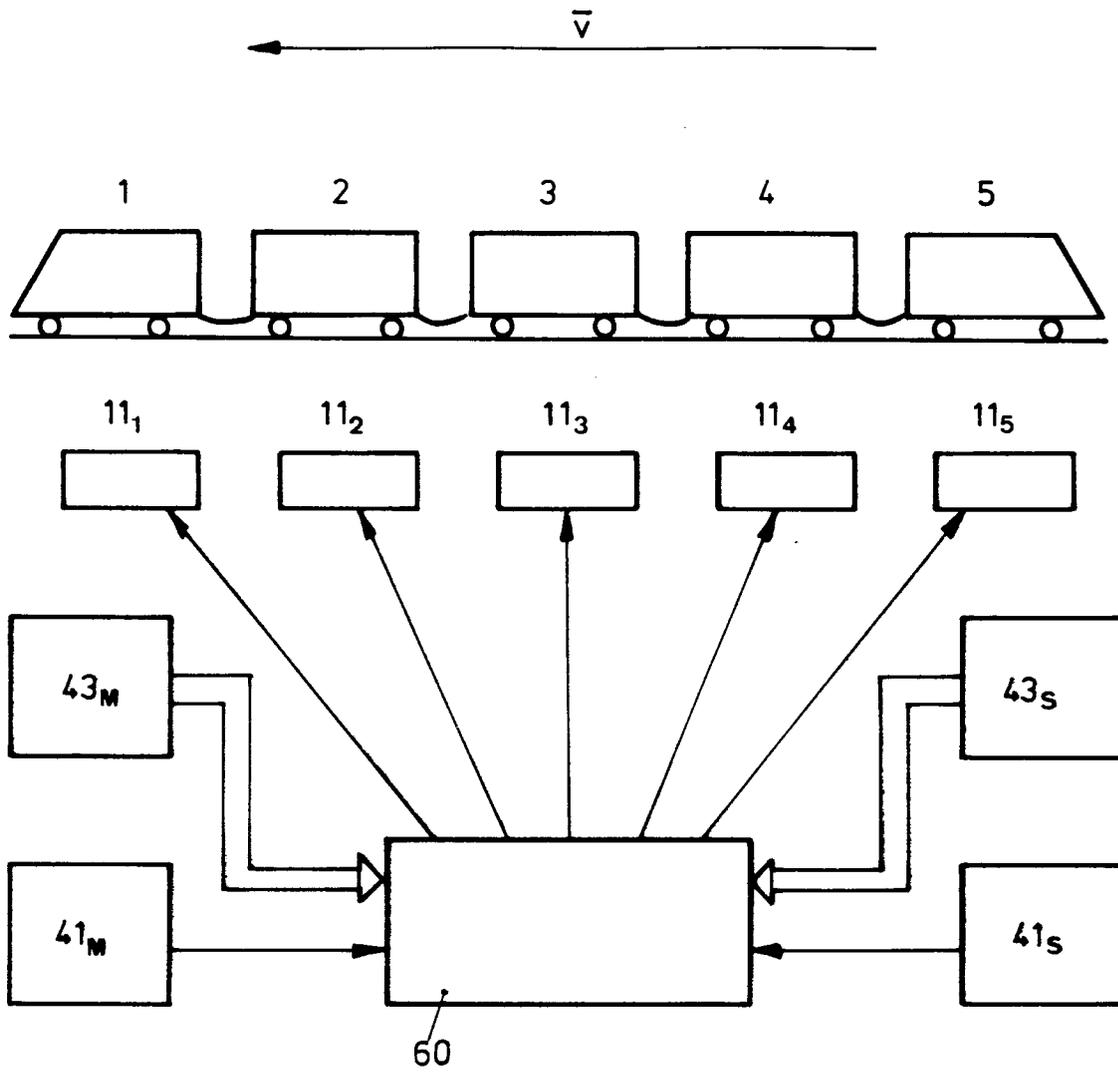


FIG. 5