(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 19 896 T2** 2009.04.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 327 570 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 19 896.1**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 000 072.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **08.01.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.07.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **26.03.2008**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.04.2009**

(51) Int Cl.[8]: ***B62D 13/04*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
0200340 **10.01.2002** **FR**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR

(73) Patentinhaber:
Kuhn S.A., Saverne, FR

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
Guesdon, Alain, 77123 Noisy sur Ecole, FR; Le Bars, Jean-Michel, 89100 Paron, FR

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur spurgetreuen Nachführung eines Anhängers und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur spurgetreuen Nachführung eines Anhängers hinter einer Zugmaschine, wobei der Anhänger ein Mittel, das dazu bestimmt ist, die von der Zugmaschine eingeschlagene Bahn zu erfassen, Lenkelemente, die dazu bestimmt sind, die Bahn des Anhängers zu verändern, ein Mittel, um die den Lenkmitteln zu verleihende entsprechende Ausrichtung zu bestimmen, und ein Betätigungselement umfasst, das dazu bestimmt ist, auf die Lenkmittel einzuwirken.

[0002] Bei der Verwendung einer landwirtschaftlichen Feldspritze gezogenen Typs ist es wünschenswert, dass die Räder der Feldspritze genau in den Spuren fahren, die von den Rädern der Zugmaschine hinterlassen werden. Die Pflanzenmenge, die durch das Durchfahren eines solchen Zugfahrzeugs zusammengedrückt wird, wird somit auf ein Minimum reduziert.

[0003] Diese Anordnung der Räder der Feldspritze in den von den Rädern der Zugmaschine hinterlassenen Spuren ist leicht durchführbar, wenn sich das Zugfahrzeug gerade weiterbewegt, dies ist allerdings nicht der Fall, wenn das Zugfahrzeug eine Kurve macht. Die Räder einer herkömmlichen gezogenen Feldspritze neigen nämlich auf natürliche Weise dazu, die von der Zugmaschine beschriebene Kurve zu schneiden.

[0004] Um dieses Phänomen zu milder, ist im Stand der Technik bekannt, die gezogenen Feldspritzen mit einer Lenkvorrichtung auszustatten.

[0005] Das Dokument EP 1 088 743 beschreibt nämlich einen landwirtschaftlichen Spritzanhänger, der an eine Zugmaschine angehängt ist, wobei der Anhänger mit lenkbaren Rädern versehen ist. Die lenkbaren Räder sind miteinander verbunden, um eine Lenkachse zu bilden, die dazu bestimmt ist, die Bahn des Anhängers zu verändern. Die Lenkachse wird durch einen Zylinder betätigt. Um die den lenkbaren Rädern zu verleihende Richtung zu bestimmen, umfasst dieser bekannte Anhänger auch eine Nocke, einen Gleitschieber und zwei Positionsfühler. Die Nocke, die schwenkbar auf dem Anhänger montiert ist, ist über ein Kabel mit der Zugmaschine verbunden. So erzeugt jede Richtungsänderung der Zugmaschine über das Kabel ein Schwenken der Nocke. Das Schwenken der Nocke seinerseits führt zu einer Verschiebung des Gleitschiebers entlang einer Stange der Lenkachse. Die Positionsfühler sind dazu bestimmt, einen elektronischen Rechner über die Verschiebungen des Gleitschiebers zu informieren. Mit diesen Informationen über die den lenkbaren Rädern zu verleihende Ausrichtung steuert der elektronische Rechner folglich einen Verteiler, der den Zylinder versorgt.

[0006] Dieser bekannte Anhänger führt zwar besser als die herkömmlichen Anhänger in der Spur der Zugmaschine. Dennoch hat er Nachteile.

[0007] Mit dem Anhänger aus dem Dokument EP 1 088 743 ist nämlich die Betätigung des Zylinders während einer vorbestimmten Zeitspanne untersagt. Diese Zeitspanne beginnt zu dem Zeitpunkt, zu dem die Zugmaschine beginnt, sich in Bezug zum Anhänger zu drehen. Die Betätigung des Zylinders ist nur gestattet, wenn die Räder des Anhängers die Position erreicht haben, die die Hinterräder der Zugmaschine innehatten, als diese letztgenannte begonnen hat, sich in Bezug zum Anhänger zu drehen. Auf dem während der vorbestimmten Zeitspanne durchfahrenen Abschnitt verhält sich dieser bekannte Anhänger somit wie ein herkömmlicher Anhänger. Folglich neigen zumindest auf diesem Abschnitt die Räder dieses bekannten Anhängers dazu, aus den von den Rädern der Zugmaschine hinterlassenen Spuren hinauszufahren. Diese Abweichung zwischen der Bahn des Anhängers und der Bahn der Zugmaschine ist am Eingang wie am Ausgang einer Kurve zu finden. Ferner kann diese Bahnabweichung in Kurven mit geringem Krümmungsradius stark werden.

[0008] Ferner wird am Ende der vorbestimmten Zeitspanne der Zylinder betätigt, um die Räder des Anhängers in Abhängigkeit von der letzten vom Gleitschieber eingenommenen Position auszurichten. So wird in dem Falle, dass zwei Richtungsänderungen innerhalb einer Zeitspannung, die geringer als die vorbestimmte Zeitspanne ist, stattfinden, nur die zweite Richtungsänderung berücksichtigt. Folglich neigen zumindest auf dem der ersten Richtungsänderung entsprechenden Abschnitt die Räder dieses bekannten Anhängers dazu, aus den von den Rädern der Zugmaschine hinterlassenen Spuren hinauszufahren. Eine solche Situation kann bei einer Aufeinanderfolge von mehreren relativ nahe gelegenen Kurven vorkommen, wie beispielsweise bei einer S-Kurve.

[0009] Das Dokument EP 1 081 020 seinerseits beschreibt einen landwirtschaftlichen Anhänger, der an eine Zugmaschine mittels einer Deichsel angehängt ist. Die Deichsel ist mit dem Gestell des Anhängers mittels eines Gelenks mit einer nach oben gerichteten Achse verbunden. Es ist auch ein Zylinder vorgesehen, um die Deichsel um das Gelenk zu schwenken. Die Deichsel stellt somit eine Lenkdeichsel dar, die dazu bestimmt ist, die Bahn des Anhängers zu verändern. Dieser bekannte Anhänger umfasst zusätzlich einen Mikroprozessor, der mit verschiedenen Fühlern verbunden ist. Unter diesen Fühlern ist insbesondere ein Gyroskop zur Bestimmung des Krümmungsradius der von der Zugmaschine verfolgten Bahn vorgesehen. In Abhängigkeit vom Krümmungsradius berechnet der Mikroprozessor einen Zielwert, der der Ausrichtung entspricht, die die Lenkdeichsel

haben sollte, um die Räder des Anhängers in der Spur der Hinterräder der Zugmaschine anzuordnen. Um die Räder des Anhängers in der Spur der Räder der Zugmaschine auch während der Kurvenein- und -ausgangsphasen zu halten, definiert der Mikroprozessor zusätzlich mittels eines Übergangsgesetzes die Art, wie die Lenkdeichsel in die vom Zielwert definierte Position zu bringen ist. Schließlich wird der Zylinder der Lenkdeichsel nach dem Übergangsgesetz gesteuert.

[0010] Dieser bekannte Anhänger ordnet sich auch besser als die herkömmlichen Anhänger in der Spur der Zugmaschine an. Dennoch hat er auch Nachteile.

[0011] Der Mikroprozessor unterteilt nämlich den von der Zugmaschine durchfahrenen Weg in aufeinander folgende Abschnitte. Die Länge jedes Abschnittes entspricht dem Abstand zwischen den Hinterrädern der Zugmaschine und der Achse des Anhängers. Für jeden Abschnitt berechnet der Mikroprozessor einen Zielwert und ein entsprechendes Übergangsgesetz. Das Übergangsgesetz wird derart berechnet, dass am Ende des Abschnitts die Lenkdeichsel nach dem zielwert ausgerichtet ist. Aus diesem Grund berücksichtigt der Mikroprozessor für die Berechnung des Zielwerts den am Anfang des Abschnitts gemessenen Krümmungsradius. Ferner nimmt der Mikroprozessor für die Berechung des Übergangsgesetzes an, dass der von der Zugmaschine zurückgelegte Weg einen konstanten Krümmungsradius auf dem gesamten Abschnitt hat. Folglich wird in dem Fall, in dem zwei Richtungsänderungen an einem selben Abschnitt stattfinden sollten, dieses Mal nur die erste Richtungsänderung berücksichtigt. So ist wie bei dem Dokument EP 1 088 743 der Anhänger des Dokuments EP 1 081 020 nicht in der Lage, zwei nahe zusammen liegende Richtungsänderungen zu berücksichtigen.

[0012] Ferner ist das in dem Dokument EP 1 081 020 zur Bestimmung des Übergangsgesetzes beschriebene Verfahren relativ komplex im Einsatz. Jedes Übergangsgesetz erfordert nämlich vorher die Berechnung zahlreicher Koeffizienten. Da solche Berechnungen rasch erfolgen müssen, erfordert dieses Steuerungsverfahren einen relativ leistungsstarken Mikroprozessor.

[0013] Das Dokument JP 05 316807 beschreibt eine Methode zur Steuerung der Antriebsräder eines Anhängers auf eine Weise, dass sich dieser letztgenannte ideal hinter seiner Zugmaschine anordnet. Wobei der Anhänger eine Presse ist, die dazu bestimmt ist, einen Futtermittelschwad zu bündeln. Diese bekannte Methode besteht zuerst darin, den Wert Phi eines Winkels zwischen der Zugmaschine und der Presse zu messen, und den Wert Teta eines Ausrichtungswinkels der Antriebsräder der Pick-up-Presse zu messen. Dann wird ein Wert Phi prime entsprechend einer Winkelgeschwindigkeit aus dem gemessenen Wert Phi berechnet. Dann wird ein Zielwert Teta t mittels einer mathematischen Formel bestimmt, die die Werte Phi und Phi prime berücksichtigt. Wenn sich schließlich der Wert Teta des Ausrichtungswinkels der Antriebsräder vom berechneten Zielwert Teta t unterscheidet, werden die Antriebsräder folglich mittels eines Hydraulikzylinders ausgerichtet.

[0014] Diese bekannte Methode sieht eventuell die Speicherung eines vorhergehenden Wertes des Winkels Phi vor, um die Winkelgeschwindigkeit Phi prime berechnen zu können. Die Speicherung eines einzigen Werts kann nicht die Erstellung einer Zeitliche Entwicklung bedeuten.

[0015] Die Lenkvorrichtungen des Standes der Technik sind somit nicht in der Lage, zwei nahe zusammen liegende Richtungsänderungen der Zugmaschine zu berücksichtigen. Ferner erzeugen die bekannten Lenkvorrichtungen nicht auf einfache und entsprechende Weise die Kurvenein- und ausgangsphasen.

[0016] Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Beseitigung dieser Nachteile des Standes der Technik.

[0017] Zu diesem Zweck ist das Verfahren der vorliegenden Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass es die folgenden Schritte umfasst:

– Erstellung der zeitlichen Entwicklung eines für die Bahn der Zugmaschine repräsentativen Parameters, um den Wert, den der Parameter zu einem gegebenen Zeitpunkt hatte, wieder zu finden;
– Bestimmung des passenden Moments, der in der zeitliche Entwicklung zu konsultieren ist;
– Verwendung des Werts, den der Parameter zu dem passenden Moment innehatte, um die Lenkelemente auszurichten.

[0018] So werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren alle Richtungsänderungen, auch die nahe zusammen liegenden, der Zugmaschine berücksichtigt.

[0019] Nach einem weiteren Merkmal der vorliegenden Erfindung entspricht der für die Ausrichtung der Lenkelemente verwendete Wert vorzugsweise dem Wert, den der Parameter hatte, als die Hinterräder der Zugmaschine die derzeitige Position der Räder des Anhängers einnahmen.

[0020] Nach einem weiteren Merkmal der vorliegenden Erfindung auf besonders vorteilhafte Weise wird zur Ausrichtung der Lenkelemente zusätzlich zum vergangenen Wert auch der aktuelle Wert des Parameters verwendet. Der Anhänger reagiert somit unmittelbar auf jede Richtungsänderung der Zugmaschine. Während der Kurvenein- und ausgangspha-

sen bleiben die Räder des Anhängers somit in den Spuren der Räder der Zugmaschine angeordnet.

[0021] Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung für den Einsatz dieses Verfahrens, wobei die Vorrichtung einen Fühler, der dazu bestimmt ist, die von einer Zugmaschine verfolgte Bahn zu erfassen, ein Betätigungselement, das dazu bestimmt ist, auf Lenkelemente eines Anhängers einzuwirken, und ein Mittel umfasst, um das Betätigungselement zu steuern. Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich einen Elektronikkreis umfasst, der mehrere Speicherfelder aufweist, die dazu bestimmt sind, die zeitliche Entwicklung eines für die Bahn der Zugmaschine repräsentativen Parameters zu speichern.

[0022] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Zugeinheit, die aus einer Zugmaschine und einem Anhänger, der mit einer Vorrichtung, wie oben beschrieben, versehen ist, besteht.

[0023] Weitere Merkmale der Erfindung, die getrennt oder in allen ihren möglichen Kombinationen zu betrachten sind, gehen ferner aus der folgenden Beschreibung von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen der Erfindung hervor, die in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, wobei:

[0024] Fig. 1 schematisch ein Beispiel für eine Zugeinheit gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0025] die Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 schematisch den Inhalt der Speicherfelder einer elektronischen Schaltung zur verschiedenen Zeitpunkten T darstellen.

[0026] Fig. 1 stellt in Draufsicht und schematisch eine Zugeinheit (**1**) dar, die sich entlang einer Kurve (**9**) bewegt. Die Zugeinheit (**1**) besteht aus einem Anhänger (**2**) und einer Zugmaschine (**3**). Die Zugmaschine (**3**) zieht den Anhänger (**2**) in eine Richtung und eine durch den Pfeil (**4**) angezeigte Vorschubrichtung. In der nachfolgenden Beschreibung sind die folgenden Begriffe „vorne" und „hinten" und „vor" und „hinter" in Bezug auf die Vorschubrichtung und die Begriffe „rechts" und „links" bei Betrachtung der Zugeinheit (**1**) von hinten in Vorschubrichtung (**4**) definiert.

[0027] Ganz allgemein umfasst die Zugmaschine (**3**) eine Vorderachse (**5**) und eine Hinterachse (**6**). Die Räder (**5a**) der Vorderachse (**5**) sind vorzugsweise die Antriebsräder. Der Anhänger (**2**) seinerseits umfasst eine Achse (**8**), die mit Rädern (**8a**) versehen ist. Ferner ist der Anhänger (**2**) hinten an der Zugmaschine (**3**) an einem Anhängepunkt (**7**) angehängt.

[0028] Fig. 1 stellt genauer ein Beispiel einer Zugeinheit (**1**) dar, bei der der Anhänger (**2**) eine erfindungsgemäße Lenkvorrichtung umfasst. So fahren die Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) vorzugsweise in den Spuren (punktiert dargestellt), die von den Rädern (**6a**) der Hinterachse (**6**) der Zugmaschine (**3**) hinterlassen werden.

[0029] Dazu umfasst die Lenkvorrichtung bei Betrachtung von Fig. 1 Lenkelemente, die dazu bestimmt sind, die Bahn des Anhängers (**2**) zu verändern. Die Lenkelemente sind vorzugsweise mittels einer Lenkachse (**8**) ausgeführt. Die Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) können somit um einen Winkel (Beta) um eine jeweilige nach oben gerichtete Achse schwenken. Eine solche Lenkachse (**8**) ist dem Fachmann bekannt und hier somit nicht näher beschrieben.

[0030] Die Lenkvorrichtung umfasst auch ein Mittel, das dazu bestimmt ist, die von der Zugmaschine (**3**) eingeschlagene Bahn zu erfassen. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Mittel aus einem Winkeldetektor (**14**) und einem Geschwindigkeitssensor (**15**). Der Winkeldetektor (**14**), der im Bereich des Anhängepunktes (**7**) angeordnet ist, misst einen Winkel (Alpha) zwischen einer Längsachse der Zugmaschine (**3**) und eine Längsachse des Anhängers (**2**). Der Geschwindigkeitssensor (**15**) seinerseits bestimmt die Vorschubgeschwindigkeit V der Zugeinheit (**1**). Ein solcher Geschwindigkeitssensor (**15**) ist beispielsweise mittels eines Radars ausgeführt, das mit dem Anhänger (**2**) verbunden ist.

[0031] Die Lenkvorrichtung umfasst schließlich ein Mittel, um die richtige Ausrichtung zu bestimmen, die den Rädern (**8a**) zu verleihen ist, und um diese letztgenannten entsprechend zu steuern. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist dieses Mittel mittels eines Mikroprozessors (**16**) verwirklicht, das einen Zylinder (**11**) steuert. Der Zylinder (**11**) ist vorzugsweise derart angeordnet, dass er auf die Ausrichtung der Räder (**8a**) einwirkt.

[0032] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird zur Anordnung der Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) in den von den Rädern (**6a**) der Zugmaschine (**3**) hinterlassenen Spuren auf folgende Weise vorgegangen.

[0033] Es wird die Zeitliche Entwicklung eines Parameters erstellt, der für die Bahn der Zugmaschine (**3**) repräsentativ ist. Aus diesem Grund kann der Wert wieder gefunden werden, den der Parameter zu einem bestimmten Zeitpunkt innehatte. Dann wird der stichhaltige Zeitpunkt, der in der Zeitliche Entwicklung zu konsultieren ist, bestimmt. Schließlich wird der Wert verwendet, den der Parameter zu dem stichhaltigen Zeitpunkt innehatte, um die Lenkelemente auszurichten.

[0034] Auf bevorzuge Weise entspricht der Wert, der verwendet wird, um die Lenkelemente auszurich-

ten, dem Wert, den der Parameter innehatte, als die Hinterräder (**6a**) der Zugmaschine (**3**) die aktuelle Position der Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) einnahmen.

[0035] Auf besonders vorteilhafte Weise wird zur Ausrichtung der Lenkelemente zusätzlich zum vergangenen Wert auch der aktuelle Wert des Parameters verwendet. Der Anhänger (**2**) reagiert somit unmittelbar auf jede Richtungsänderung der Zugmaschine (**3**). Während der Kurvenein- und -ausgangsphasen bleiben die Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) somit in den Spuren der Räder (**6a**) der Zugmaschine (**3**) angeordnet.

[0036] In dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die Lenkvorrichtung für den Einsatz dieses Verfahrens zusätzlich eine elektronische Schaltung, die mit mehreren Speicherfeldern versehen ist. Die elektronische Schaltung ist dazu bestimmt, die Zeitliche Entwicklung eines für die Bahn der Zugmaschine (**3**) repräsentativen Parameters zu speichern. Der Winkel (Alpha) stellt beispielsweise einen solchen repräsentativen Parameter dar. Bei Betrachtung der Fig. 2 bis Fig. 5 kann der Elektronikkreis symbolisch in Form einer Tabelle mit einer Spalte dargestellt sein. Jedes Feld der Tabelle entspricht einem der Speicherfelder. Auf bevorzugte Weise ist der Elektronikkreis in den Mikroprozessor (**16**) integriert.

[0037] In dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt der Einsatz des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung auf folgende Weise.

[0038] In regelmäßigen Zeitabständen versorgt der Mikroprozessor (**16**) den Elektronikkreis mit dem Wert A des Winkels (Alpha), der vom Winkeldetektor (**14**) geliefert wird. So schreibt genauer und bei Betrachtung der Fig. 2 der Mikroprozessor (**16**) zu einem Zeitpunkt T = 0 in das erste Speicherfeld den aktuellen Wert A{0} des Winkels (Alpha). Dann wird zu einem Zeitpunkt T = 1 der Wert A{0}, der anfänglich in das Speicherfeld geschrieben wurde, vorzugsweise in das zweite Speicherfeld übertragen. Dann schreibt der Mikroprozessor (**16**) in das erste so frei gemachte Speicherfeld den aktuellen Wert A{1} des Winkels (Alpha). Der Zustand des Elektronikkreises zum Zeitpunkt T = 1 ist in Fig. 3 dargestellt. Dann werden zu einem Zeitpunkt T = 2 und bei Betrachtung der Fig. 4 die Werte A{0} und A{1} vorzugsweise um ein Speicherfeld versetzt. Der Mikroprozessor (**16**) schreibt in das erste Speicherfeld, das wieder frei gemacht wurde, den aktuellen Wert A{2} des Winkels (Alpha). Zum Zeitpunkt T = 2 umfassen die drei ersten Speicherfelder des Elektronikkreises somit in dieser Reihenfolge die Werte A{2}, A{1} und A{0}. Ganz allgemein und bei Betrachtung der Fig. 5 umfassen zum Zeitpunkt T = n die Speicherfelder des Elektronikkreises jeweils die Werte A{n}, A{n-1}, A{n-2}, A{n-3}, usw.

[0039] Auf bevorzugte Weise ist der Zeitabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten T wesentlich geringer als die Zeit, die zwischen zwei Richtungsänderungen der Zugmaschine (**3**) liegen kann. Aus diesem Grund werden alle Richtungsänderungen der Zugmaschine (**3**), auch ganz nahe zusammen liegende, von der Lenkvorrichtung berücksichtigt.

[0040] Zum Beispiel ermöglicht es ein Zeitabschnitt von ungefähr einer Zehntelsekunde für eine Zugeinheit (**1**), die aus einem landwirtschaftlichen Traktor und einer gezogenen Feldspritze besteht, ein gutes Ergebnis zu erzielen. Aus diesem Grund entspricht der Wert A{n-1}, wenn der Wert A{n} dem aktuellen Wert des Winkels (Alpha) entspricht, nun dem Wert, den der Winkel (Alpha) vor 0.1 Sekunde hatte. Der Wert A{n-2} seinerseits entspricht nun dem Wert, den der Winkel (Alpha) 0.2 Sekunden vorher hatte. Dasselbe gilt für alle Werte, die in den Speicherfeldern enthalten sind.

[0041] Um den passenden Zeitpunkt zu bestimmen, der in der so erstellen zeitlichen Entwicklung zu konsultieren ist, berechnet der Mikroprozessor (**16**) einen Verzögerungssollwert R, der von der Vorschubgeschwindigkeit V der Zugeinheit (**1**) abhängt. Der Verzögerungssollwert R entspricht vorzugsweise der Zeit, die die Zugeinheit (**1**) benötigt, um eine Distanz zu durchlaufen, die gleichwertig mit dem Abstand zwischen der Achse (**8**) des Anhängers (**2**) und der Hinterachse (**6**) der Zugmaschine ist (**3**) ist. Der zu konsultierende passende Zeitpunkt entspricht dem vorhandenen Zeitpunkt, verzögert um den Verzögerungssollwert R.

[0042] Zum Beispiel für eine Zugeinheit (**1**), die mit 2.5 m/s (d. h. 9 km/h) fährt und deren Abstand zwischen der Achse (**8**) des Anhängers (**2**) und der Hinterachse (**6**) der Zugmaschine (**3**) gleich 5 Meter ist, beträgt der Verzögerungssollwert R 2 Sekunden. So ist mit dem Zeitabstand von ungefähr einer Zehntelsekunde der zu verwendende Wert, um die Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) auszurichten, der Wert A{n-20}.

[0043] Auf bevorzugte Weise wird der Verzögerungssollwert R in demselben Rhythmus wie die elektronische Schaltung wieder aktualisiert. So berechnet der Mikroprozessor (**16**) zum Zeitpunkt T = n einen Verzögerungssollwert R{n}, der von der momentanen Vorschubgeschwindigkeit V{n} der Zugeinheit (**1**) abhängt.

[0044] Auf ebenfalls bevorzugte Weise wird der Verzögerungssollwert R{n} auf ein ganzes Vielfaches des Zeitabstands gerundet, der für die Erstellung der zeitlichen Entwicklung verwendet wurde. Aus diesem Grund ist zum Zeitpunkt T = n der für die Ausrichtung der Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) zu verwendende

Wert der Wert A{R-R{n}}.

[0045] Um die den Rädern (**8a**) des Anhängers (**2**) zu verleihende Ausrichtung zu bestimmen, berechnet der Mikroprozessor (**16**) einen Wert M in Abhängigkeit vom Wert A{a-R{n}} und dem Wert A{n}. Der Wert M berücksichtigt somit auch den aktuellen Wert des Winkels (Alpha). Aus diesem Grund reagiert der Anhänger (**2**) unmittelbar auf jede Richtungsänderung der Zugmaschine (**3**). Während der Kurvenein- und -ausgangsphasen bleiben die Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) folglich in den Spuren der Räder (**6a**) der Zugmaschine (**3**) angeordnet.

[0046] Auf bevorzugte Weise wird der Wert M ebenfalls nach demselben Zeitabstand wie der Elektronikkreis neu aktualisiert. So berechnet der Mikroprozessor (**16**) zum Zeitpunkt T = n einen Wert M[{n}.

[0047] Auf ebenfalls bevorzugte Weise ist der Wert M{n} ein gewichteter Durchschnitt der Werte A{n} und A{n-R{n}}, d. h.:

$$M\{n\} = C \times A\{n\} + (1-C) \times A\{n-R\{n\}\}$$

[0048] Der Gewichtungskoeffizient C ist vorzugsweise regelbar, um, falls erforderlich, die Lenkvorrichtung an die Zugeinheit (**1**) anzupassen. Da der vorherige Wert A{n-R{n}} für die Berechnung von M{n} vorrangig ist, ist der Gewichtungskoeffizient C vorzugsweise zwischen 1% und 49%.

[0049] Der Wert des Winkels (Beta), der den Rädern (**8a**) des Anhängers (**2**) zu verleihen ist, wird schließlich aus dem Wert M{n} und mittels einer Umwandlungstabelle bestimmt. Der Mikroprozessor (**16**) steuert dann den Zylinder (**11**) derart, dass er die Räder (**8a**) entsprechend ausrichtet.

[0050] Die so beschriebene Lenkvorrichtung ermöglicht es ferner, jede Zehntelsekunde die Ausrichtung der Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) in Abhängigkeit von der Entwicklung der Bahn der Zugmaschine (**3**) anzupassen.

[0051] Das Verfahren und die Lenkvorrichtung der vorliegenden Erfindung werden insbesondere für die landwirtschaftlichen Feldspritzen angewandt.

[0052] Die soeben beschriebene Zugeinheit (**1**) stellt nur ein Ausführungs- und Verwendungsbeispiel dar, das keinesfalls den durch die folgenden Ansprüche definierten Schutzbereich einschränken kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur spurgetreuen Nachführung der Räder (**8a**) eines Anhängers (**2**) hinter den Hinterrädern (**6a**) einer Zugmaschine (**3**), wobei der Anhänger (**2**) ein Mittel, das dazu bestimmt ist, die von der Zugmaschine (**3**) eingeschlagene Bahn zu erfassen, Lenkelemente, die dazu bestimmt sind, die Bahn des Anhängers (**2**) zu verändern, ein Mittel, um die entsprechende den Lenkelementen zu verleihende Ausrichtung zu bestimmen, und ein Betätigungselement, das dazu bestimmt ist, auf die Lenkelemente einzuwirken, umfasst, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass es die folgenden Schritte umfasst:
– Erstellung der zeitlichen Entwicklung eines für die Bahn der Zugmaschine (**3**) repräsentativen Parameters, um den Wert, den der Parameter zu einem gegebenen Zeitpunkt hatte, wieder zu finden;
– Bestimmung des passenden Moments, der in der zeitliche Entwicklung zu konsultieren ist;
– Verwendung des Werts, den der Parameter zu dem passenden Moment innehatte, um die Lenkelemente auszurichten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der für die Ausrichtung der Lenkelemente verwendete Wert vorzugsweise dem Wert entspricht, den der Parameter innehatte, als die Hinterräder (**6a**) der Zugmaschine (**3**) die aktuelle Position der Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) einnahmen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausrichtung der Lenkelemente zusätzlich zu dem Wert, den der Parameter innehatte, als die Hinterräder (**6a**) der Zugmaschine (**3**) die aktuelle Position der Räder (**8a**) des Anhängers (**2**) einnahmen, auch der aktuelle Wert des Parameters berücksichtigt wird.

4. Vorrichtung für den Einsatz des Verfahrens nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Vorrichtung ein Mittel, das dazu bestimmt ist, die von einer Zugmaschine (**3**) verfolgte Bahn zu erfassen, Lenkelemente, die dazu bestimmt sind, die Bahn eines Anhängers (**2**) zu verändern, ein Mittel, um die entsprechende den Lenkelementen zu verleihende Ausrichtung zu bestimmen, und ein Betätigungselement umfasst, das dazu bestimmt ist, auf Lenkelemente einzuwirken, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zusätzlich einen Elektronikkreis umfasst, der dazu bestimmt ist, die zeitliche Entwicklung eines für die Bahn der Zugmaschine (**3**) repräsentativen Parameters zu speichern.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektronikkreis in regelmäßigen Zeitabständen neu aktualisiert wird, wobei der Zeitabstand ungefähr eine Zehntelsekunde beträgt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ein Mittel umfasst, um einen Verzögerungssollwert R zu berechnen, der von der Vorschubgeschwindigkeit V der Zugmaschine (**3**) abhängt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert des Verzögerungssollwerts R der Zeit entspricht, die die Zugmaschine (**3**) benötigt, um eine Distanz zu durchlaufen, die mit dem Abstand zwischen einer Achse (**8**) des Anhängers (**2**) und einer Hinterachse (**6**) der Zugmaschine (**3**) gleichwertig ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Verzögerungssollwert R in regelmäßigen Zeitabständen neu aktualisiert wird, wobei der Zeitabstand ungefähr eine Zehntelsekunde beträgt.

9. Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zusätzlich ein Mittel umfasst, um einen gewichteten Durchschnitt M zwischen einem aktuellen Wert und einem vorherigen Wert des für die Bahn der Zugmaschine (**3**) repräsentativen Parameters zu berechnen, wobei der aktuelle Wert mit einem Gewichtungskoeffizienten C und der vorherige Wert mit einem Gewichtungskoeffizienten (1-C) beaufschlagt wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtungskoeffizient C einstellbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtungskoeffizient C zwischen 0.01 und 0.49 liegt.

12. Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der gewichtete Durchschnitt M in regelmäßigen Zeitabständen neu aktualisiert wird, wobei der Zeitabstand ungefähr eine Zehntelsekunde beträgt.

13. Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Anhänger (**2**) eine landwirtschaftliche Feldspritze ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

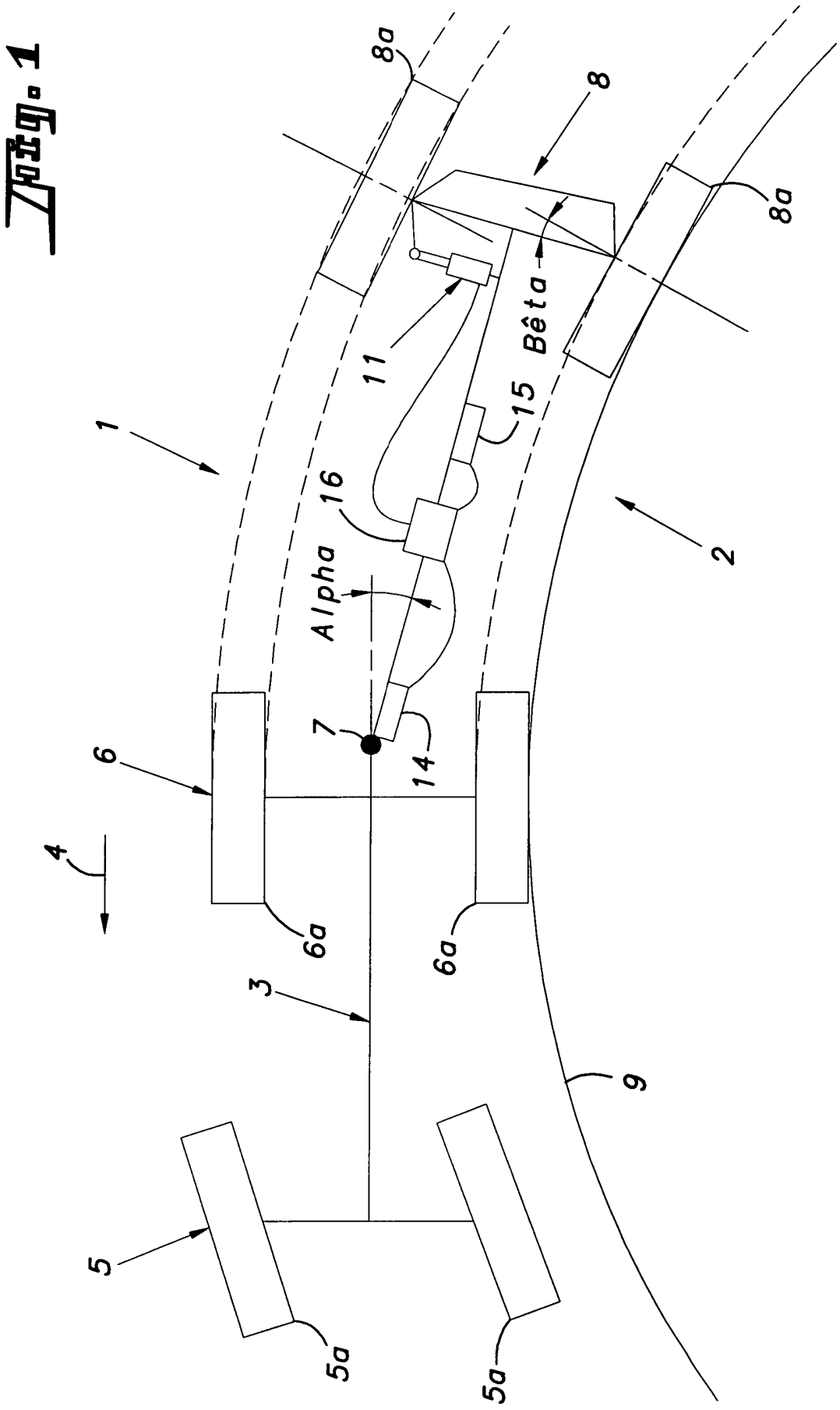


Fig. 2

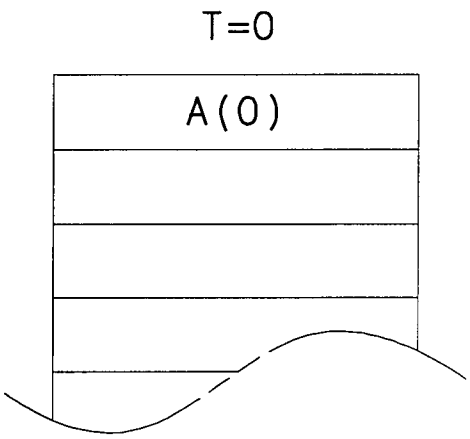


Fig. 3

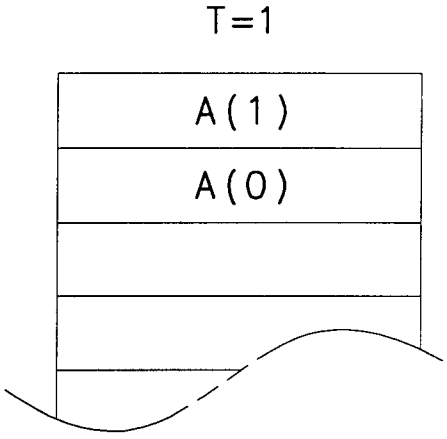


Fig. 4

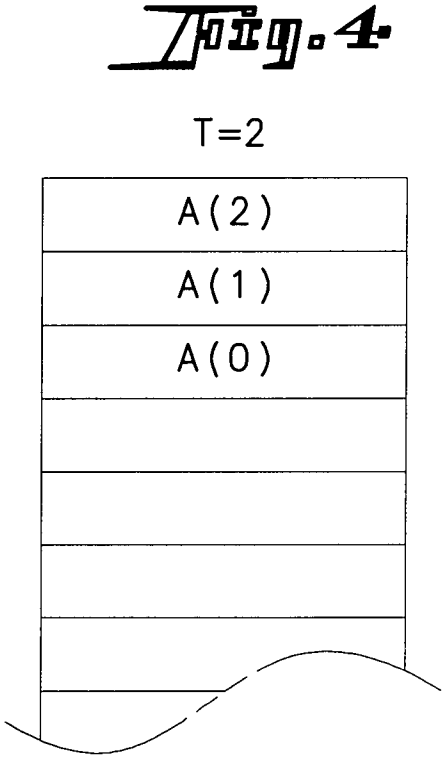


Fig. 5

