

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

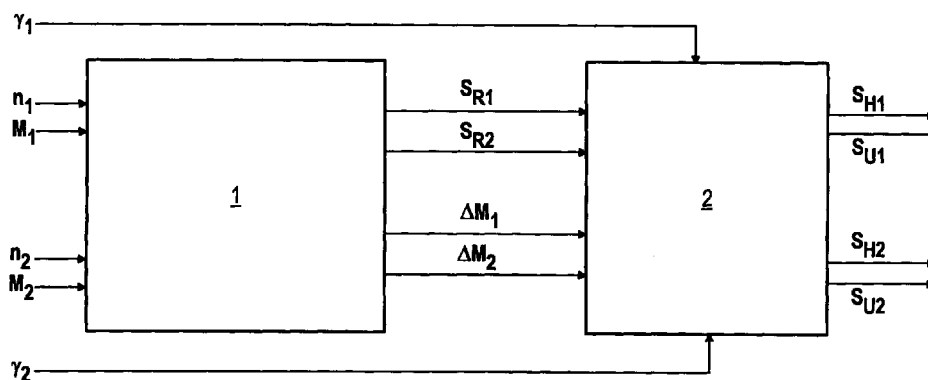
EP 1 074 447 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06(51) Int. Cl.⁷: **B61F 5/22**(21) Anmeldenummer: **00116415.1**(22) Anmeldetag: **28.07.2000**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**(72) Erfinder:
**Jungkunz, Clemens, Dipl.-Ing.
91056 Erlangen (DE)**(30) Priorität: **03.08.1999 DE 19936367**(54) **Verfahren zur Überwachung von Reibkraftdifferenzen und/oder Reibmomentdifferenzen zwischen wenigstens zwei Teilen**

(57) Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird aus der Relativgeschwindigkeit der zueinander beweglichen Teile der Eintritt in wenigstens eine Stillstandsphase ermittelt und dabei wenigstens ein Wert einer Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert eines Stellmomentes ($M(t)$) erfaßt sowie der nachfolgende Austritt aus dieser Stillstandsphase, bei dem eine Umkehr der Bewegungsrichtung gegenüber dem vorangegangenen Eintritt vorliegt, ermittelt und dabei wenigstens ein Wert der Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert des Stell-

momentes ($M(t)$) erfaßt, weiterhin wird aus den erfaßten, einer Stillstandsphase zugehörigen Werten der Stellkraft und/oder des Stellmomentes ($M(t)$) wenigstens eine Reibkraftdifferenz und/oder wenigstens eine Reibmomentdifferenz (ΔM) ermittelt und mit wenigstens einem Differenzgrenzwert (ΔM_{init}) verglichen, wobei bei Überschreiten wenigstens eines Differenzgrenzwertes (ΔM_{init}) eine vorgebbare Maßnahme durchgeführt wird.

**FIG 4****EP 1 074 447 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung von Reibkraftdifferenzen und/oder Reibmomentdifferenzen zwischen wenigstens zwei Teilen, die zueinander eine Relativbewegung mit wenigstens einer Stillstandsphase ausführen.

[0002] Teile, die zueinander eine Relativbewegung mit wenigstens einer Stillstandsphase ausführen, sind z. B. bei Stellantrieben für Vorrichtungen zur Wagenkastenquerzentrierung und Wagenkastenneigung vorhanden. Auch Werkzeugmaschinen, Bestückungsautomaten und Roboter sowie Reversiergerüste bei Walzstraßen weisen Teile auf, die zueinander eine Relativbewegung mit wenigstens einer Stillstandsphase ausführen.

[0003] Bei Schienenfahrzeugen werden Vorrichtungen zur Wagenkastenquerzentrierung und zur Wagenkastenneigung eingesetzt, um die Geschwindigkeit auf kurvenreichen Strecken zu erhöhen und um gleichzeitig den Fahrkomfort für die Fahrgäste zu steigern. Bei der Neigung des Wagenkastens können, gegebenenfalls erwünscht, hohe Lastkräfte auftreten, durch die der Wagenkasten bei einem auftretenden Fehlerfall zügig und vollständig in seine Ruhelage (Mittenstellung, in welcher der Wagenkasten gegenüber dem Fahrwerk nicht geneigt ist) bewegt wird (Schwerkraftrückstellung). Beim Neigen und beim Rückstellen des Wagenkastens entstehen dadurch in den Stellgliedern nennenswerte Reibkraftanteile. Diese Reibkraftanteile stellen ein Maß für die Güte der aktiven Stellglieder dar. Physikalisch bedingt treten beim Reversieren (Richtungsumkehr der Stellbewegung, z. B. im Kurvenauslauf) infolge der Richtungsumkehr der Reibkräfte bzw. Reibmomente innerhalb kurzer Zeit große Reibkraftänderungen bzw. große Reibmomentänderungen auf. Bei einer Verschlechterung der Stellglieder (Aktuatoren), z. B. aufgrund ungenügender Schmierung, unzulässiger

[0004] Alterung oder Fremdkörpereintritt, treten signifikante Erhöhungen dieser Reibkraftänderungen bzw. Reibmomentänderungen auf. Eine signifikante Erhöhung dieser physikalischen Größen muß daher zur Überprüfung der Aktuatoren führen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, durch das eine Erhöhung von Reibkraftdifferenzen und/oder Reibmomentdifferenzen zwischen wenigstens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen zuverlässig erfaßbar ist.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung von Reibkraftdifferenzen und/oder Reibmomentdifferenzen bei wenigstens zwei Teilen, die zueinander eine Relativbewegung mit wenigstens einer Stillstandsphase ausführen, umfaßt folgende Merkmale:

- Aus der Relativgeschwindigkeit der zueinander beweglichen Teile wird
- der Eintritt in wenigstens eine Stillstandsphase ermittelt und dabei wenigstens ein Wert einer Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert eines Stellmomentes erfaßt sowie
- der nachfolgende Austritt aus dieser Stillstandsphase, bei dem eine Umkehr der Bewegungsrichtung gegenüber dem vorangegangenen Eintritt vorliegt, ermittelt und dabei wenigstens ein Wert der Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert des Stellmomentes erfaßt,
- aus den erfaßten, einer Stillstandsphase zugehörigen Werten der Stellkraft und/oder des Stellmomentes wird wenigstens eine Reibkraftdifferenz und/oder wenigstens eine Reibmomentdifferenz ermittelt und mit wenigstens einem Differenzgrenzwert verglichen, wobei
- bei Überschreiten wenigstens eines Differenzgrenzwertes eine vorgebbare Maßnahme durchgeführt wird.

[0008] Bei dem Verfahren nach Anspruch 1 wird die Stellkraft und/oder das Stellmoment zwischen wenigstens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen beim Eintritt in die Stillstandsphase erfaßt. Weiterhin wird die Stellkraft und/oder das Stellmoment bei dem nachfolgenden Austritt aus dieser Stillstandsphase erfaßt, falls eine Umkehr der Bewegungsrichtung gegenüber dem vorangegangenen Eintritt vorliegt. Durch die Berücksichtigung der Umkehr der Bewegungsrichtung ist sichergestellt, daß nur dann die Stellkräfte und/oder die Stellmomente erfaßt werden, wenn ein eindeutiges Reversieren der zueinander beweglichen Teile (und damit eine Änderung des Vorzeichens der Relativbewegung zwischen wenigstens zwei Teilen) vorliegt.

[0009] Aus den erfaßten Stellkräften und/oder Stellmomenten, die einer Stillstandsphase zugehörig sind, wird wenigstens eine Reibkraftdifferenz und/oder wenigstens eine Reibmomentdifferenz ermittelt. Die Reibkraftdifferenz bzw. die Reibmomentdifferenz wird mit wenigstens einem Differenzgrenzwert verglichen.

[0010] Im Rahmen der Erfindung kann der Differenzgrenzwert entweder vorgebbare sein (Anspruch 2) oder aus wenigstens einer ermittelten Reibkraftdifferenz und/oder aus wenigstens einer ermittelten Reibmomentdifferenz gebildet werden (Anspruch 3). Der Differenzgrenzwert kann hierbei einen konstanten Wert besitzen (Anspruch 5) oder er kann eine Funktion der Temperatur wenigstens eines der zueinander beweglichen Teile sein (Anspruch 6). Der Differenzgrenzwert kann weiterhin eine Funktion des Neigewinkels der zueinander beweglichen Teile (Anspruch 7) oder eine Funktion der Betriebsdauer der zueinander beweglichen Teile (Anspruch 8) sein. Auch eine beliebige Kombination von verschiedenen der vorgenannten funktionalen Abhängigkeiten ist für den Differenzgrenzwert denkbar.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren ist für zueinander bewegliche Teile geeignet, die wenigstens eine Linearbewegung (Anspruch 9), wenigstens eine Rotationsbewegung (Anspruch 10) oder eine Kombination von wenigstens einer Linearbewegung mit wenigstens einer Rotationsbewegung (Ansprüche 11 und 12) ausführen.

[0012] Die Relativgeschwindigkeit der zueinander beweglichen Teile kann entweder direkt oder über wenigstens eine dazu äquivalente Größe erfaßt werden. Bei zueinander drehbeweglichen Teilen kann als Relativgeschwindigkeit z. B. die Winkelgeschwindigkeit, die Umfangsgeschwindigkeit oder die Drehzahl erfaßt werden (Anspruch 13).

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die Stellkraft und/oder das Stellmoment aus wenigstens einer dazu äquivalenten Größe erfaßt (Anspruch 14). Bei einem elektro-hydraulischen Stellantrieb ist dies beispielsweise der Öldruck, bei einem elektrischen Stellantrieb der drehmomentbildende Strom.

[0014] Ebenso kann die Reibkraftdifferenz und/oder die Reibmomentdifferenz aus wenigstens einer dazu äquivalenten Größe ermittelt werden (Anspruch 15). Bei einem elektro-hydraulischen Stellantrieb ist dies z. B. die Öldruckdifferenz, bei einem elektrischen Stellantrieb z. B. die Differenz der drehmomentbildenden Ströme.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand eines nachfolgend in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 den zeitlichen Verlauf des Neigewinkels γ eines Wagenkastens gegenüber seinem Fahrwerk,

FIG 2 den zeitlichen Verlauf der Drehzahl n des den Neigewinkel γ erzeugenden Stellantriebes,

FIG 3 den zeitlichen Verlauf des Stellmomentes bei Inbetriebnahme und während des Betriebs der Neigevorrichtung,

FIG 4 ein Blockschaltbild des Verfahrens gemäß FIG 1 bis 3.

[0016] Bei dem in FIG 1 dargestellten zeitlichen Verlauf des Neigewinkels γ sind vier zeitlich aufeinanderfolgende Abschnitte I bis IV erkennbar.

[0017] Im Abschnitt I nimmt der Neigewinkel γ bis zu einem Maximalwert $\gamma_{\max 1}$ zu. Bei der Zunahme des Neigewinkels γ handelt es sich um eine degressive Zunahme, d. h. die Änderung des Neigewinkels γ wird kontinuierlich geringer.

[0018] In FIG 2 ist als Relativgeschwindigkeit der zueinander beweglichen Teile des Stellantriebes die Drehzahl n des Stellantriebes dargestellt, der den in FIG 1 gezeigten zeitlichen Verlauf des Neigewinkels γ erzeugt. Dieser Verlauf ergibt sich aufgrund des funktionalen Zusammenhangs

$$\frac{d}{dt} \gamma = f(\gamma) \cdot n$$

zwischen dem Neigewinkel γ und der Drehzahl n . Mit dem Koeffizienten $f(\gamma)$ = konstant erhält man die in FIG 1 und 2 dargestellten zeitlichen Verläufe des Neigewinkels γ und der Drehzahl n .

[0019] Beim Erreichen des maximalen Neigewinkels $\gamma_{\max 1}$ (Ende des Abschnittes I und Beginn des Abschnittes II) besitzt der Wagenkasten eine maximale Neigung gegenüber seinem Fahrwerk.

[0020] Gemäß FIG 2 nimmt die Drehzahl n des Stellantriebes bis zum Erreichen des maximalen Neigewinkels $\gamma_{\max 1}$ kontinuierlich bis auf $n = 0$ ab.

[0021] Im Abschnitt II, der zeitlich auf den Abschnitt I folgt, wird der Neigewinkel γ , ausgehend von seinem Maximalwert $\gamma_{\max 1}$, wieder verringert. Der Stellantrieb muß hierzu reversieren, d.h. die Richtung seiner Drehbewegung kehrt sich um.

[0022] Bezeichnet man die Drehzahlen n innerhalb des Abschnittes I als "positive" Drehzahlen, dann sind die Drehzahlen n im Abschnitt II als "negative" Drehzahlen zu bezeichnen. Der Übergang von positiven Drehzahlen zu negativen Drehzahlen wird als negatives Reversieren bezeichnet. Der Drehzahlverlauf des Stellantriebes durchläuft bei dem damit verknüpften Übergang vom Abschnitt I zum Abschnitt II eine Stillstandsphase.

[0023] Die Stillstandsphase, die im folgenden als "Nullband" bezeichnet wird, umfaßt bei den in FIG 1 bis 3 gezeigten zeitlichen Verläufen alle Zeitpunkte t für die gilt:

$$n_+ > n(t) > n_-$$

wobei mit n_+ der obere Grenzwert und mit n_- der untere Grenzwert der Drehzahl $n(t)$ bezeichnet ist und $n_+ \geq 0$ sowie $n_+ \neq n_-$ gilt.

[0024] Im dargestellten Ausführungsbeispiel tritt die Drehzahl n zum Zeitpunkt $t = t_1$ in das Nullband ein, reversiert zum Zeitpunkt $t = t_2$ und tritt zum Zeitpunkt $t = t_3$ aus dem Nullband aus. Das negative Reversieren ist damit beendet.

[0025] Eine betragsmäßige Erhöhung der negativen Drehzahlen (Werte werden negativer) führt dazu, daß sich der Neigewinkel γ , ausgehend von seinem Maximalwert $\gamma_{\max 1}$ im Abschnitt II wieder verringert und bis zu einem Minimalwert $\gamma_{\min 1}$ abnimmt. Die Abnahme des Neigewinkels γ erfolgt im Abschnitt II zunächst progressiv, dann degressiv bis der Neigewinkel γ den Wert $\gamma_{\min 1}$ erreicht.

[0026] Beim Erreichen des minimalen Neigewinkels $\gamma_{\min 1}$ (Ende des Abschnittes II und Beginn des Abschnittes III) besitzt der Wagenkasten eine minimale Neigung gegenüber seinem Fahrwerk.

[0027] Im Abschnitt III, der zeitlich auf den Abschnitt II folgt, wird der Neigewinkel γ , ausgehend

von seinem Minimalwert $\gamma_{\min 1}$, wieder erhöht. Der Stellantrieb muß hierzu wiederum reversieren, d. h. seine Drehbewegung kehrt sich von negativen Drehzahlen in positive Drehzahlen um. Der Übergang von negativen Drehzahlen zu positiven Drehzahlen wird als positives Reversieren bezeichnet. Auch in diesem Fall durchläuft die Drehzahl n des Stellantriebes wiederum das Nullband, für das die vorgenannten Bedingungen gelten.

[0028] Die Drehzahl n tritt zum Zeitpunkt $t = t_4$ in das Nullband ein, reversiert zum Zeitpunkt $t = t_5$ und tritt zum Zeitpunkt $t = t_6$ aus dem Nullband aus. Das positive Reversieren ist damit beendet.

[0029] Im Abschnitt III nimmt der Neigewinkel γ wiederum bis zu einem Maximalwert, der dieses Mal mit $\gamma_{\max 2}$ bezeichnet ist, zu. Bei der Zunahme des Neigewinkels γ handelt es sich um eine zunächst progressive und dann degressive Zunahme, bis der Neigewinkel γ den Wert $\gamma_{\max 2}$ erreicht (Ende des Abschnittes III und Beginn des Abschnittes IV). Der Wagenkasten besitzt wiederum eine maximale Neigung gegenüber seinem Fahrwerk.

[0030] Kurz vor Erreichen des maximalen Neigewinkels $\gamma_{\max 2}$ tritt die Drehzahl zum Zeitpunkt $t = t_7$ in das Nullband ein, reversiert zum Zeitpunkt $t = t_8$ und tritt zum Zeitpunkt $t = t_9$ aus dem Nullband wieder aus. Damit ist ein weiteres negatives Reversieren des Stellantriebes abgeschlossen.

[0031] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Eintritt in wenigstens eine Stillstandsphase (Nullband) ermittelt und dabei wenigstens ein Wert der Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert des Stellmomentes erfaßt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Wert des Stellmomentes erfaßt.

[0032] Weiterhin wird der nachfolgende Austritt aus der vorgenannten Stillstandsphase, bei dem eine Umkehr der Bewegungsrichtung gegenüber dem vorangegangenen Eintritt vorliegt, ermittelt und dabei erfindungsgemäß wenigstens ein Wert der Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert des Stellmomentes erfaßt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird wenigstens ein Wert des Stellmomentes erfaßt.

[0033] Aus dem in FIG 2 dargestellten zeitlichen Verlauf der Drehzahl n ergibt sich der in FIG 3 gezeigte zeitliche Verlauf des Stellmomentes bei Inbetriebnahme (mit $M(t)_{\text{init}}$ bezeichnet) und dem zeitlichen Verlauf des Stellmomentes während des Betriebs der Neigevorrichtung (mit $M(t)$ bezeichnet) zu einem gegenüber der Inbetriebnahme späteren Zeitpunkt. Der Differenzgrenzwert ist in FIG 3 mit ΔM_{init} und die Reibmomentdifferenz mit ΔM bezeichnet.

[0034] Das Stellmoment $M(t)$ kann hierbei sowohl oberhalb als auch unterhalb des Stellmomentes $M(t)_{\text{init}}$ bei Inbetriebnahme verlaufen.

[0035] Im Abschnitt I, in dem der Neigewinkel γ bis auf seinen Maximalwert $\gamma_{\max 1}$ zunimmt, verläuft das Stellmoment $M(t)_{\text{init}}$ unterhalb des Stellmomentes $M(t)$. In den Abschnitten II bis IV verläuft das Stellmoment

$M(t)_{\text{init}}$ oberhalb des Stellmomentes $M(t)$.

[0036] Aus den erfaßten, einer Stillstandsphase zugehörigen Werten des Stellmomentes wird wenigstens eine Reibmomentdifferenz ΔM ermittelt und mit wenigstens einem Differenzgrenzwert ΔM_{init} verglichen. Dabei darf vereinfachend angenommen werden, daß zwischen $t = t_1$ und $t = t_3$ keine merkliche Änderung der Lastkraft und/oder des Lastmomentes (da $\gamma \approx \text{konstant}$) und keine merkliche Änderung des Beschleunigungsterms

$$\theta \cdot \frac{d}{dt} n \quad (\text{da} \quad \frac{d}{dt} n(t_1) \approx \frac{d}{dt} n(t_3))$$

vorliegt. Dies gilt analog auch für spätere Reversiervorgänge t_4 bis t_6 und t_7 bis t_9 etc. Mit θ ist in diesem Zusammenhang das Gesamtträgheitsmoment (Stellantrieb und Wagenkasten als Last) bezeichnet.

[0037] Beim Überschreiten wenigstens eines Differenzgrenzwertes ΔM_{init} wird eine vorgebbare Maßnahme durchgeführt. Bei dieser vorgebbaren Maßnahme kann es sich z. B. um die Kraftlosschaltung zumindest dieses Stellantriebes handeln. Im Extremfall können sogar Nothaltemaßnahmen für das Schienenfahrzeug eingeleitet werden.

[0038] Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Differenzgrenzwert ΔM_{init} aus wenigstens einer Reibmomentdifferenz ΔM gebildet. Bei dem in FIG 3 gezeigten Verlauf wird beim Erreichen des maximalen Neigewinkels $\gamma_{\max 1}$ (negatives Reversieren) aus der Reibmomentdifferenz $\Delta M(i-1)$ ein Differenzgrenzwert $\Delta M(i-1)_{\text{init}}$ gebildet. Analog wird beim Erreichen des minimalen Neigewinkels $\gamma_{\min 1}$ (positives Reversieren) aus der Reibmomentdifferenz $\Delta M(i)$ ein Differenzgrenzwert $\Delta M(i)_{\text{init}}$ gebildet. Beim Erreichen des maximalen Neigewinkels $\gamma_{\max 2}$ (negatives Reversieren) wird aus der Reibmomentdifferenz $\Delta M(i+1)$ ein Differenzgrenzwert $\Delta M(i+1)_{\text{init}}$ ermittelt.

[0039] Durch eine Mittelung über eine Schar von Reversiervorgängen werden Fehlmessungen stark reduziert. Falls eine Abhängigkeit der Reibmomentdifferenz ΔM vom Neigewinkel γ vorliegt, können winkelbereichsweise mehrere Scharmittelwerte gebildet werden. Weiterhin können Indikatoren gebildet werden, die beispielsweise gewisse (z. B. prozentuale) Verschlechterungen gegenüber einem zu Beginn der Fahrt oder während der Inbetriebsetzung des Fahrzeuges ermittelten Startwert anzeigen.

[0040] Aus dem in FIG 4 dargestellten Blockschaltbild ist der modulare Aufbau des Verfahrens gemäß den FIG 1 bis 3 ersichtlich.

[0041] Dem Modul 1 werden die Drehzahl n_1 des für das erste Drehgestell zuständigen Stellantriebes (Aktuator A1) sowie das während des Betriebes des Aktuators A1 auftretende Stellmoment $M_1(t)$ zugeführt. Dem ersten Modul 1 werden weiterhin die Drehzahl n_2 des für das zweite Drehgestell zuständigen Stellantrie-

bes (Aktuator A2) sowie das beim Betrieb des Aktuators A2 auftretende Stellmoment $M_2(t)$ zugeführt.

[0042] Im Modul 1 wird das Reversieren der Aktuatoren A1 und A2 detektiert. Tritt ein Reversieren des Aktuators A1 und/oder des Aktuators A2 auf, dann wird ein entsprechendes Reversiersignal S_{R1} bzw. S_{R2} an das Modul 2 gegeben. Gleichzeitig mit den Reversiersignalen S_{R1} und S_{R2} werden die Reibmomentdifferenzen ΔM_1 und ΔM_2 der Aktuatoren A1 und A2 an das Modul 2 gegeben. Dem Modul 2 werden weiterhin der Stellwinkel γ_1 des Aktuators A1 sowie der Stellwinkel γ_2 des Aktuators A2 zugeführt.

[0043] Liegt ein Reversiersignal S_{R1} des Aktuators A1 vor, dann wird im Modul 1 die Reibmomentdifferenz ΔM_1 des Aktuators A1 mit einem ermittelten Differenzgrenzwert ΔM_{init} verglichen. Ist die Reibung im Aktuator A1 signifikant erhöht, dann gibt das Modul 2 ein entsprechendes Signal S_{H1} aus. Bei einer unzulässigen Erhöhung der Reibung im Aktuator A1 wird ein Signal S_{U1} ausgegeben.

[0044] Das Signal S_{H1} wird gespeichert und führt unter Umständen zu einem reduzierten Neigebetrieb, wohingegen das ebenfalls einem Speicher zugeführte Signal S_{U1} wenigstens zu einer Kraftlosschaltung zumindest des Aktuators A1 führt.

[0045] Analoge Maßnahmen gelten für den Aktuator A2, der die Neigemechanik im zweiten Drehgestell betätigt. Hierfür werden im Modul 2, falls ein Reversiersignal S_{R2} vorliegt, die Reibmomentdifferenz ΔM_2 des Aktuators A2 mit einem ermittelten Differenzgrenzwert ΔM_{init} verglichen. Ist die Reibung im Aktuator A2 signifikant erhöht, dann gibt das Modul 2 ein entsprechendes Signal S_{H2} aus. Bei einer unzulässigen Erhöhung der Reibung im Aktuator A2 wird ein Signal S_{U2} ausgegeben.

[0046] Das Signal S_{H2} wird gespeichert und führt unter Umständen zu einem reduzierten Neigebetrieb, wohingegen das ebenfalls einem Speicher zugeführte Signal S_{U2} wenigstens zu einer Kraftlosschaltung zumindest des Aktuators A2 führt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung von Reibkraftdifferenzen und/oder Reibmomentdifferenzen zwischen wenigstens zwei Teilen, die zueinander eine Relativbewegung mit wenigstens einer Stillstandsphase ausführen, wobei das Verfahren folgende Merkmale umfaßt:

- Aus der Relativgeschwindigkeit (v) der zueinander beweglichen Teile wird
- der Eintritt in wenigstens eine Stillstandsphase ermittelt und dabei wenigstens ein Wert einer Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert eines Stellmomentes ($M(t)$) erfaßt sowie
- der nachfolgende Austritt aus dieser Stillstandsphase, bei dem eine Umkehr der Bewe-

gungsrichtung gegenüber dem vorangegangenen Eintritt vorliegt, ermittelt und dabei wenigstens ein Wert der Stellkraft und/oder wenigstens ein Wert des Stellmomentes ($M(t)$) erfaßt,

- aus den erfaßten, einer Stillstandsphase zugehörigen Werten der Stellkraft und/oder des Stellmomentes ($M(t)$) wird wenigstens eine Reibkraftdifferenz und/oder wenigstens eine Reibmomentdifferenz (ΔM) ermittelt und mit wenigstens einem Differenzgrenzwert (ΔM_{init}) verglichen, wobei
- bei Überschreiten wenigstens eines Differenzgrenzwertes (ΔM_{init}) eine vorgebbare Maßnahme durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Der Differenzgrenzwert ist vorgebbbar.

3. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Der Differenzgrenzwert (ΔM_{init}) wird aus wenigstens einer ermittelten Reibkraftdifferenz und/oder aus wenigstens einer ermittelten Reibmomentdifferenz gebildet.

4. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die Stillstandsphase umfaßt alle Zeitpunkte (t), für die gilt: $v_+ > v(t) > v_-$, wobei mit v_+ der obere Grenzwert und mit v_- der untere Grenzwert der Relativgeschwindigkeit ($v(t)$) bezeichnet ist und $v_+ \geq 0 \geq v_-$ sowie $v_+ \neq v_-$ gilt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Der Differenzgrenzwert ist konstant.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Der Differenzgrenzwert ist eine Funktion der Temperatur wenigstens eines der zueinander beweglichen Teile.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Der Differenzgrenzwert ist eine Funktion des Neigewinkels (γ) der zueinander beweglichen Teile.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Der Differenzgrenzwert ist eine Funktion der Betriebsdauer der zueinander beweglichen Teile. 5

9. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die zueinander beweglichen Teile führen wenigstens eine Linearbewegung aus. 10

10. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die zueinander beweglichen Teile führen wenigstens eine Rotationsbewegung aus. 15

11. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die zueinander beweglichen Teile führen wenigstens eine Linearbewegung aus, die von wenigstens einer Rotationsbewegung überlagert ist. 20 25

12. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die zueinander beweglichen Teile führen wenigstens eine Rotationsbewegung aus, die von wenigstens einer Linearbewegung überlagert ist. 30

13. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Als Relativgeschwindigkeit der zueinander beweglichen Teile wird deren Winkelgeschwindigkeit und/oder deren Umfangsgeschwindigkeit und/oder deren Drehzahl (n) erfaßt. 35 40

14. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die Stellkraft der beweglichen Teile und/oder das Stellmoment der beweglichen Teile wird aus wenigstens einer dazu äquivalenten Größe erfaßt. 45 50

15. Verfahren nach Anspruch 1 oder 14, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Die Reibkraftdifferenz und/oder die Reibmomentdifferenz wird aus wenigstens einer dazu äquivalenten Größe ermittelt. 55

16. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Bei den beweglichen Teilen, die zueinander eine Relativbewegung ausführen, handelt es sich um Elemente einer Stellvorrichtung zur Wagenkastenquerzentrierung und/oder zur Wagenkastenneigung bei Schienenfahrzeugen.

17. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Bei den beweglichen Teilen, die zueinander eine Relativbewegung ausführen, handelt es sich um Elemente einer Stellvorrichtung zur Stromabnehmerquerverschiebung und/oder Stromabnehmerneigung.

18. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Bei den beweglichen Teilen, die zueinander eine Relativbewegung ausführen, handelt es sich um Elemente einer Stellvorrichtung zur Radpositionierung bei Fahrwerken mit aktiver Radeinstellung.

19. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

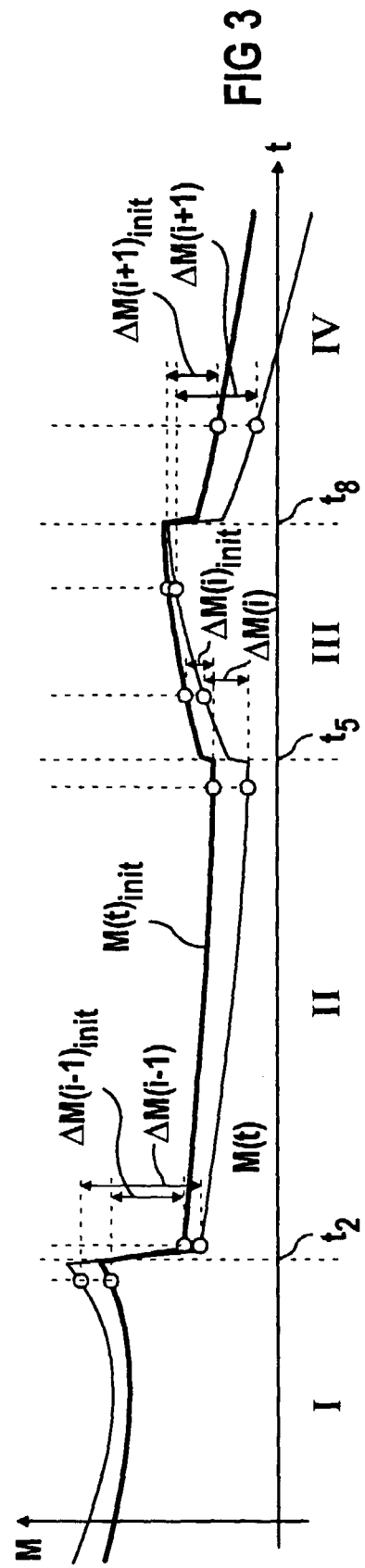
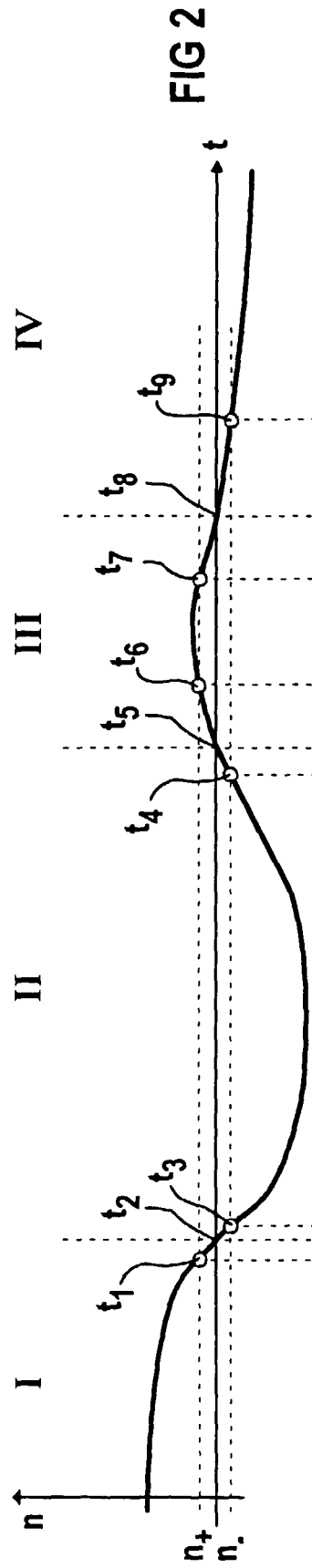
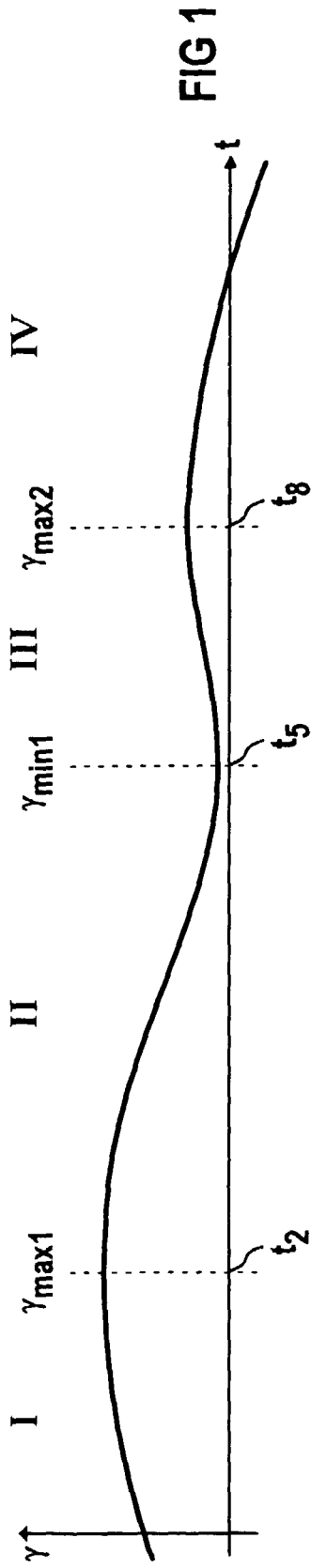
- Bei den beweglichen Teilen, die zueinander eine Relativbewegung ausführen, handelt es sich um Elemente einer Stellvorrichtung zur Anstellungsregelung bei Walzgerüsten einer Walzstraße.

20. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Bei den beweglichen Teilen, die zueinander eine Relativbewegung ausführen, handelt es sich um Elemente einer Stellvorrichtung zur Positionsregelung eines Werkzeugs und/oder eines Werkstückes bei einer Werkzeugmaschine.

21. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes Merkmal umfaßt:

- Bei den beweglichen Teilen, die zueinander eine Relativbewegung ausführen, handelt es sich um Elemente einer Stellvorrichtung zur Positionsregelung eines Werkzeugs und/oder eines zuführbaren Bauteils bei einem Bestückungsautomaten oder bei einem Roboter.



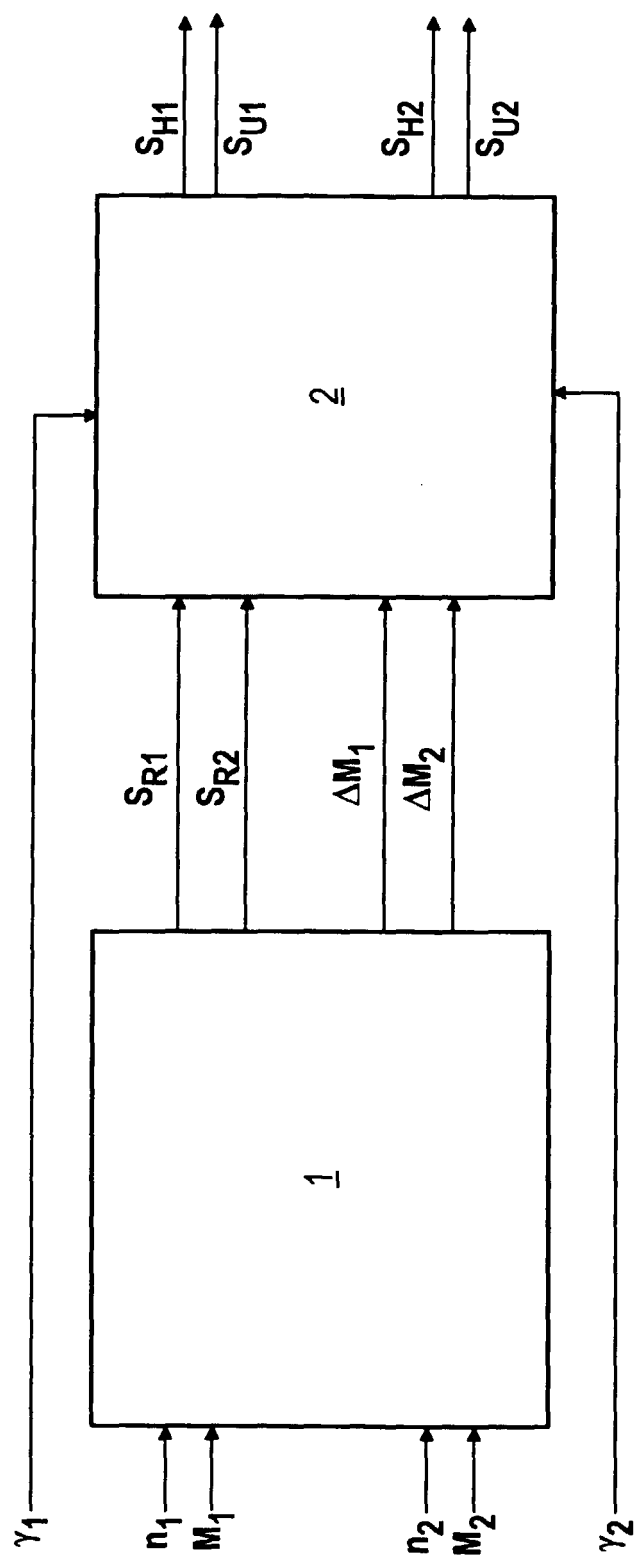


FIG 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 11 6415

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 198 31 592 A (TRW STEERING SYSTEMS CO LTD) 21. Januar 1999 (1999-01-21) * Spalte 12, Zeile 42 - Spalte 14, Zeile 8; Abbildungen 2,8-12 *	1	B61F5/22
P,A	US 5 948 028 A (J. M. RAAD ET AL.) 7. September 1999 (1999-09-07) * Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 9; Abbildungen 1-3 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B61F B60G B60L B21B B23Q B25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 6. November 2000	Prüfer Chlosta, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 11 6415

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-11-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19831592 A	21-01-1999	JP 11029039 A	02-02-1999
US 5948028 A	07-09-1999	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82