

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1844/2011  
(22) Anmeldetag: 19.12.2011  
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2012

(51) Int. Cl. : **B65H 23/00** (2006.01)

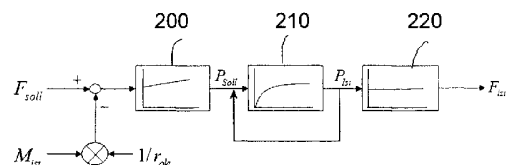
(30) Priorität:  
24.12.2010 DE 102010056295 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

(73) Patentanmelder:  
ROBERT BOSCH GMBH  
D-70442 STUTTGART (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR REGELUNG DER BAHNSPANNUNG IN EINEM EINEN TÄNZER AUFWEISENDEN BAHNSPANNUNGSABSCHNITT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung in einem einen Tänzer aufweisenden Bahnspannungsabschnitt, der von einem mittels eines Einzelantriebs angetriebenen Zentralwickler und einer Klemmstelle begrenzt wird, wobei eine Ist-Bahnspannung ( $F_{\text{Ist}}$ ) in dem Bahnspannungsabschnitt auf eine Soll-Bahnspannung ( $F_{\text{Soll}}$ ) durch Ansteuerung der Tänzerkraft ( $F_{\text{Soll}}$ ) des Tänzers geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Ist-Bahnspannung ( $F_{\text{Ist}}$ ) auf Grundlage eines Antriebsmoments ( $M_{\text{Ist}}$ ) des Einzelantriebs und eines momentanen Durchmessers bzw. Radius ( $r_{\text{akt}}$ ) einer von dem Zentralwickler bewegten Warenbahnrolle bestimmt wird.



**FIG. 2**

5

Zusammenfassung

10

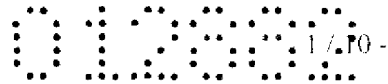
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung in einem einen Tänzer aufweisenden Bahnspannungsabschnitt, der von einem mittels eines Einzelantriebs angetriebenen Zentralwickler und einer Klemmstelle begrenzt wird, wobei eine Ist-Bahnspannung ( $F_{ist}$ ) in dem Bahnspannungsabschnitt auf eine Soll-Bahnspannung ( $F_{soll}$ ) durch Ansteuerung der Tänzerkraft ( $F_{soll}$ ) des Tänzers geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Ist-Bahnspannung ( $F_{ist}$ ) auf Grundlage eines Antriebsmoments ( $M_{ist}$ ) des Einzelantriebs und eines momentanen Durchmessers bzw. Radius ( $r_{akt}$ ) einer von dem Zentralwickler bewegten Warenbahnrolle bestimmt wird.

20

(Figur 2)

19. Dez. 2011

PATENTANWÄLTE  
PUCHER/INZINGER/ROTH/LEHNER  
A-1040 Wien, Rindlerstraße 15  
Telefon 512 23 02 Telefax 513 37 09



5

**Verfahren zur Regelung der Bahnspannung in einem einen Tänzer aufweisenden  
Bahnspannungsabschnitt**

10 Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung in einem einen Tänzer aufweisenden Bahnspannungsabschnitt nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15 Obwohl die Erfindung nachfolgend im Wesentlichen unter Bezugnahme auf Druckmaschinen beschrieben wird, ist sie nicht auf eine derartige Anwendung beschränkt, sondern vielmehr bei allen Arten von Bearbeitungsmaschinen verwendbar, bei denen die Warenbahn bzw. Materialbahn durch einen sog. Tänzer läuft, dessen Lage geregelt wird. Die Warenbahn kann aus Papier, Stoff, Pappe, Kunststoff, Metall, Gummi, in Folienform usw. ausgebildet sein.

20

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Bahnspannungsregelung in  
Bearbeitungsmaschinen. Bei Bearbeitungsmaschinen, wie Druckmaschinen, wird neben bspw.  
25 einem Längs- und/oder Seitenregister oft auch die Bahnspannung geregelt oder eingestellt, um ein optimales Bearbeitungsergebnis zu erzielen. Eine bekannte Möglichkeit zur Bahnspannungsvorgabe, insbesondere für einen Wickler (Auf- oder Abwickeinrichtung), bedient sich eines Tänzers, bei dem eine bewegliche Tänzerrolle die Bahnspannung einprägt. Ein Tänzer hat die vorteilhafte Eigenschaft, Unrundheiten im Bahnlauf innerhalb relativ großer  
30 Grenzen auffangen zu können, ohne dass es zu einer wesentlichen Veränderung der Bahnspannung käme.

Die Position der Tänzerrolle, die sog. Tänzerlage, wird von der Tänzerlageregelung durch Vorgabe der Wicklergeschwindigkeit auf einem Sollwert gehalten. Solange sich der Tänzer



Tänzerabschnitt eingespart werden kann. Weiterhin eröffnet die Erfindung die Möglichkeit, in bestehenden Systemen, in denen bisher keine Bahnspannungsregelung durch den Tänzer stattfand, eine solche vorzusehen. Damit kann auch in bestehenden Systemen der Bahneinzug oder Bahnauszug verbessert werden. Unter einer Regelung der Bahnspannung wird  
 5 insbesondere auch die mittelbare Regelung über eine gleichwirkende Größe, hier insbesondere die Tänzerkraft, verstanden.

Im vorliegenden Fall wird der Tänzerabschnitt durch einen Zentralwickler und eine Klemmstelle begrenzt, die die Warenbahn form- oder kraftschlüssig einklemmt und daher eine  
 10 Bahnspannung in die Warenbahn einprägen kann. Bei einer Druckmaschine wird eine Klemmstelle beispielsweise von einem Druckwerk, bei dem eine kraftschlüssige Einheit zwischen dem angetriebenen Druckzylinder, dem Presseur und der Materialbahn besteht, oder natürlich auch von einem Zugwerk (bspw. Infeed, Outfeed) gebildet.

15 Wird zusätzlich ein Reibmoment des Zentralwicklers berücksichtigt, kann die Bestimmungsgenauigkeit weiter erhöht werden. Für die Berechnung wird dann das um das Reibmoment korrigierte Antriebsmoment herangezogen. Die Berücksichtigung des Reibmoments kann in unterschiedlichen, bevorzugten Ausgestaltungen erfolgen. Dabei kann das Reibmoment modelliert werden als konstante Reibung, geschwindigkeitsabhängige  
 20 Reibung (geschwindigkeitsproportional oder mittels einer vorgebbaren, geschwindigkeitsabhängigen Kennlinie) und/oder als wickelmassenabhängige Reibung (proportional zur Wickelmasse, welche wiederum vom Durchmesser abhängt).

Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät einer Druckmaschine, ist,  
 25 insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

Auch die Implementierung der Erfindung in Form von Software ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten ermöglicht, insbesondere wenn eine ausführende Recheneinheit noch  
 30 für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere Disketten, Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, CD-ROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden  
 5 Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen  
 Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden  
 Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt  
 10 und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

#### Figurenbeschreibung

15 **Figur 1** zeigt einen Ausschnitt einer Bearbeitungsmaschine mit einem Abwickler,  
 einem Tänzer und einem Einzugswerk, wobei die Bahnspannung gemäß einer  
 Ausführungsform der Erfindung geregelt wird.

20 **Figur 2** zeigt schematisch eine Bahnspannungsregelung gemäß einer ersten  
 Ausführungsform der Erfindung.

**Figur 3** zeigt schematisch eine Bahnspannungsregelung gemäß einer zweiten  
 Ausführungsform der Erfindung.

25 Ohne Einschränkung wird nachfolgend eine Bahnspannungsregelung für einen  
 Abwickelvorgang beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung ebenso für einen  
 Aufwickelvorgang verwendbar ist.

In Figur 1 ist ein Ausschnitt einer bahnverarbeitenden Maschine 100 schematisch dargestellt,  
 30 wobei eine Warenbahn 101 von einem als Zentralwickler ausgebildeten Abwickler 102  
 abgewickelt wird und über einen Tänzer 110 einem Einzugswerk 103 zugeführt wird. Auf dem  
 Abwickler 102 ist eine Warenbahnrolle 104 mit einem Durchmesser  $D$  aufgewickelt, der sich  
 während des Abwickelns kontinuierlich reduziert. Der Antrieb des Abwicklers, üblicherweise

ein Servomotor, wendet ein Antriebsmoment  $M$  auf, das bspw. auf Grundlage des Motorstroms bestimmt werden kann.

Der Tänzer 110 umfasst zwei ortsfeste Umlenkrollen 111 sowie eine bewegliche Tänzerrolle 112, die eine Kraft  $F$  und damit eine Bahnspannung in die Warenbahn einprägt. Der Tänzerlage-Istwert  $x$  wird erfasst und an eine Regeleinrichtung (Recheneinheit) 150 übermittelt, welche insbesondere zur Regelung der Tänzerlage eingerichtet ist. Aufgabe der Tänzerlageregelung ist es, die Position der Tänzerrolle 112 auf einer Soll-Position zu halten. Dazu ist die Drehzahl  $n$  des Abwicklers 102 von der Regeleinrichtung 150 beeinflussbar. Die Tänzerlageregelung ist unabhängig von der Erfindung.

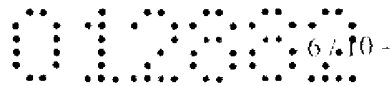
Zwischen dem Abwickler 102 und dem Einzugswerk 103 ist ein Bahnspannungsabschnitt A1 mit einer Bahnspannung  $S1$  ausgebildet (auch als Tänzerabschnitt bezeichnet), dessen Bahnspannung  $S1$  durch Vorgabe der Tänzerkraft  $F$  von einer Regeleinrichtung (Recheneinheit) 160 eingestellt wird.

Gemäß der dargestellten Ausführungsform der Erfindung ist die Regeleinrichtung 160 dazu eingerichtet, den für die Bahnspannungsregelung des Tänzerabschnitts A1 maßgeblichen Istwert  $S1$  der Bahnspannung aus dem Antriebsmoment  $M$  für den Zentralwickler 102 (vorzugsweise unter Berücksichtigung eines Reibmoments) und dem momentanen Durchmesser  $D$  (bzw. aus dem Radius  $D/2$ ) zu bestimmen.

Es sei bemerkt, dass die Regeleinrichtungen 150 und 160 in einer oder auch mehreren Recheneinheiten verwirklicht sein können.

Unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 3 werden nun bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben. In den Figuren 2 und 3 sind Regelschemata zur Durchführung der Erfindung abgebildet, wie sie einer Regeleinrichtungen 160 zugrunde liegen können. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur einmal erläutert.

In Figur 2 ist ein erstes, einfaches Reglerschema dargestellt, das bei einer Bearbeitungsmaschine 100 gemäß Figur 1 dazu dient, die Tänzerkraft  $F_{ist}$  (und damit mittelbar die Bahnspannung) auf einen Sollwert  $F_{soll}$  zu regeln. Erfindungsgemäß wird für die Regelung als Rückführgröße jedoch nicht ein Messwert verwendet, sondern der Istwert der Tänzerkraft



$F_{\text{Ist}}$  wird im Rahmen der Erfindung aus dem Istwert des Antriebsmoments  $M_{\text{Ist}}$  und dem aktuellen Durchmesser bzw. Radius  $r_{\text{akt}}$  der Warenbahnrolle 104 bestimmt. Bei der hier dargestellten Ausführungsform wird das Antriebsmoment mit dem reziproken Radius multipliziert und einem Vergleich mit der Führungsgröße bzw. dem Sollwert  $F_{\text{Soll}}$  zugeführt.

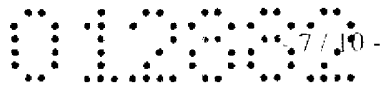
- 5 Wird ein Reibmoment  $M_{\text{Reib}}$  berücksichtigt, ergibt sich der Istwert der Tänzerkraft zu  $F = (M_{\text{Ist}} - M_{\text{Reib}}) / r_{\text{akt}}$

Die hieraus bestimmte Regeldifferenz wird einem Regelglied 200 zugeführt, welches beispielsweise als PI-Glied ausgeführt sein kann. Dem Kraft-Regelkreis ist im vorliegenden  
10 Beispiel ein Druck-Regelkreis unterlagert, welcher schematisch durch ein Regelglied 210 dargestellt ist. Das Regelglied 210 dient zur Regelung des Drucks in einer Pneumatik oder Hydraulik des Tänzers und ist in vorliegendem Beispiel als PT1-Glied dargestellt.

Der Kraft-Regler 200 gibt einen Sollwert  $P_{\text{Soll}}$  für den Druck aus, der dem Druckregler 210  
15 zugeführt wird. Dieser wiederum gibt den auf die Tänzerpneumatik 220 wirkenden Ist-Druck  $P_{\text{Ist}}$  aus. Durch Veränderung des Ist-Drucks kommt es zu einer Veränderung der vom Tänzer 110 auf die Warenbahn 101 ausgeübten Kraft  $F_{\text{Ist}}$ , welche über das Elastizitätsmodul direkt zu einer Veränderung der Bahnspannung führt.

20 In Figur 3 ist ein weiteres bevorzugtes Reglerschema dargestellt, das sich durch die Berücksichtigung von Totzeiten und eine Glättung des Antriebsmoments von der Ausführungsform gemäß Figur 2 unterscheidet. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 3 wird die Totzeit  $T_2$ , die von der Bestimmung des Antriebsmoments aus dem Antriebsstrom und/oder aus der Übertragung des Messwerts an die Regeleinrichtung herrührt, in einem Glied 310  
25 berücksichtigt.

Gemäß der dargestellten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das gemessene oder bestimmte Antriebsmoment  $M_{\text{Ist}}$  weiterhin geglättet, indem beispielsweise ein gleitender Mittelwert bestimmt wird und/oder eine Tiefpassfilterung stattfindet. Diese Glättung führt  
30 ebenfalls zu einer Zeitverschiebung, die als  $T_3$  in einem Glied 320 berücksichtigt wird. Die Streckentotzeit  $T_1$ , welche einen Zeitverzug zwischen der Ansteuerung der Tänzerpneumatik und der davon verursachten Änderung der Tänzerkraft beschreibt, wird in einem weiteren Glied 330 berücksichtigt.



Durch die Berücksichtigung der einzelnen Tot- und Verzugszeiten kann die Qualität der Regelung verbessert werden. Die Tot- und Verzugszeiten werden in bevorzugter Ausführungsform vom Anwender in die Regeleinrichtung eingegeben.

- 5 Die im Rahmen der Erfindung modulierten Regelkreisschemata können bevorzugterweise dazu verwendet werden, automatisch, insbesondere ebenfalls innerhalb der Regeleinrichtung 160, Reglerparameter (Proportionalverstärkung, Nachstellzeit, Vorhaltezeit, usw.) automatisch, insbesondere nach bekannten Auslegungskriterien, wie z.B. Ziegler-Nichols oder Chien, Hrones und Reswick zu bestimmen. Auf diese Weise kann die Einrichtung der Anlage für den
- 10 Benutzer besonders einfach gestaltet werden, da dieser keine besonderen regelungstechnischen Kenntnisse aufweisen muss.

- Es kann weiter vorgesehen sein, dass der Benutzer lediglich einen Parameter einzustellen hat, welcher beispielsweise proportional in die automatisch bestimmten Reglerparameter eingeht,
- 15 um auf diese Weise eine "Reglerschärfe" vorzugeben, d.h. hierdurch das dynamische Verhalten des Regelkreises zu beeinflussen. Vorteilhaft hieran ist, dass dieser Faktor auch bei unterschiedlichen Wickelanlagen vergleichbar eingestellt werden kann, da die Unterschiede der Wickelanlagen in den zur Berechnung verwendeten Parametern (Verstärkungen, Zeitkonstanten,...) bereits enthalten sind bzw. durch diese kompensiert werden.

- 20 Beispielsweise können die Reglerparameter im Anfahrvorgang der Maschine mit höherer Dynamik eingestellt werden, da hier oftmals mehr Wert auf kurze Einschwingzeit und nicht auf Gutprodukte gelegt wird. Im Konstantlauf, wenn Gutprodukte produziert werden, werden die Reglerparameter mit merklich geringerer Dynamik eingestellt, um eine konstantere
- 25 Bahnspannung (bzw. Bahndehnung) zu erhalten. Auf diese Weise kann auch eine Optimierung der Regelung auf Störverhalten, wie es für den Normalbetrieb bevorzugt ist, oder auf Führungsverhalten, wie es beispielsweise für den Einrichtungbetrieb bevorzugt ist, vorgesehen sein.

PATENT  
Ansprüche

- 5 1. Verfahren zur Regelung der Bahnspannung in einem einen Tänzer (110) aufweisenden Bahnspannungsabschnitt (A1), der von einem mittels eines Einzelantriebs angetriebenen Zentralwickler (102) und einer Klemmstelle (103) begrenzt wird, wobei eine Ist-Bahnspannung ( $S1; F_{ist}$ ) in dem Bahnspannungsabschnitt (A1) auf eine Soll-Bahnspannung ( $F_{soll}$ ) durch Ansteuerung der Tänzerkraft ( $F_{soll}$ ) des Tänzers (110) geregelt wird, dadurch gekennzeichnet,
- 10 dass die Ist-Bahnspannung ( $S1; F_{ist}$ ) auf Grundlage eines Antriebsmoments ( $M_{ist}$ ) des Einzelantriebs und eines momentanen Durchmessers bzw. Radius ( $D; r_{akt}$ ) einer von dem Zentralwickler (102) bewegten Warenbahnrolle (104) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ist-Bahnspannung ( $S1; F_{ist}$ ) mittelbar über die
- 15 Tänzerkraft ( $F_{soll}$ ) des Tänzers (110) geregelt wird und dabei eine Ist-Tänzerkraft ( $F_{ist}$ ) des Tänzers (110) aus dem Antriebsmoment ( $M_{ist}$ ) des Einzelantriebs und dem momentanen Durchmessers bzw. Radius ( $D; r_{akt}$ ) der von dem Zentralwickler (102) bewegten Warenbahnrolle (104) bestimmt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die eine Ist-Bahnspannung ( $S1; F_{ist}$ ) bzw. die Ist-Tänzerkraft ( $F_{ist}$ ) zusätzlich auf Grundlage eines Reibmoments des Einzelantriebs bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Reibmoment einen konstanten und/oder
- 25 geschwindigkeitsabhängigen Anteil beinhaltet.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der geschwindigkeitsabhängige Anteil einen Anteil proportional zur Geschwindigkeit und/oder einen kennlinienbasierten Anteil beinhaltet.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4, wobei das Reibmoment einen wickelmassenabhängigen Anteil beinhaltet.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei wenigstens eine Druckreglerverstärkung, wenigstens ein die Pneumatik-Mechanik kennzeichnender Parameter,

wenigstens eine Streckentotzeit (T1), wenigstens eine Übertragungstotzeit (T2) und/oder wenigstens eine Glättungstotzeit (T3) bei der Regelung berücksichtigt werden.

8. Recheneinheit, die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden  
5 Ansprüche durchzuführen.
9. Recheneinheit nach Anspruch 8, die dazu eingerichtet ist, eine Reglerparametrierung automatisch durchzuführen.
- 10 10. Recheneinheit nach Anspruch 9, die dazu eingerichtet ist, die Reglerparametrierung automatisch anhand von Anwendereingaben, wie z.B. einer Druckreglerverstärkung, einem die Pneumatik-Mechanik kennzeichnenden Parameter, einer Streckentotzeit (T1), einer Übertragungstotzeit (T2) und/oder einer Glättungstotzeit (T3), durchzuführen.
- 15 11. Recheneinheit nach Anspruch 9 oder 10, die dazu eingerichtet ist, die Reglerparametrierung automatisch anhand eines einzugebenden Dynamikfaktors durchzuführen, welcher das dynamische Verhalten des Regelkreises beeinflusst.
12. Recheneinheit nach einem der Anspruch 9 bis 11, die dazu eingerichtet ist, die  
20 Reglerparametrierung automatisch anhand eines Maschinenzustandes durchzuführen.

19. Dez. 2011

PATENTANWÄLTE  
RUCHBERGER, BENSER & PARTNER  
A-1010 Wien, Praterstube 13  
Telefon 512 23 92 Fax 513 37 09



FIG. 1

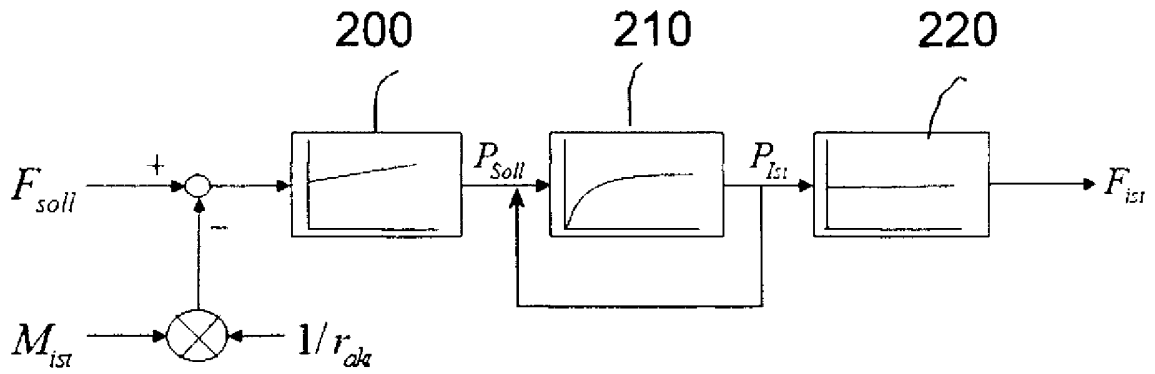


FIG. 2

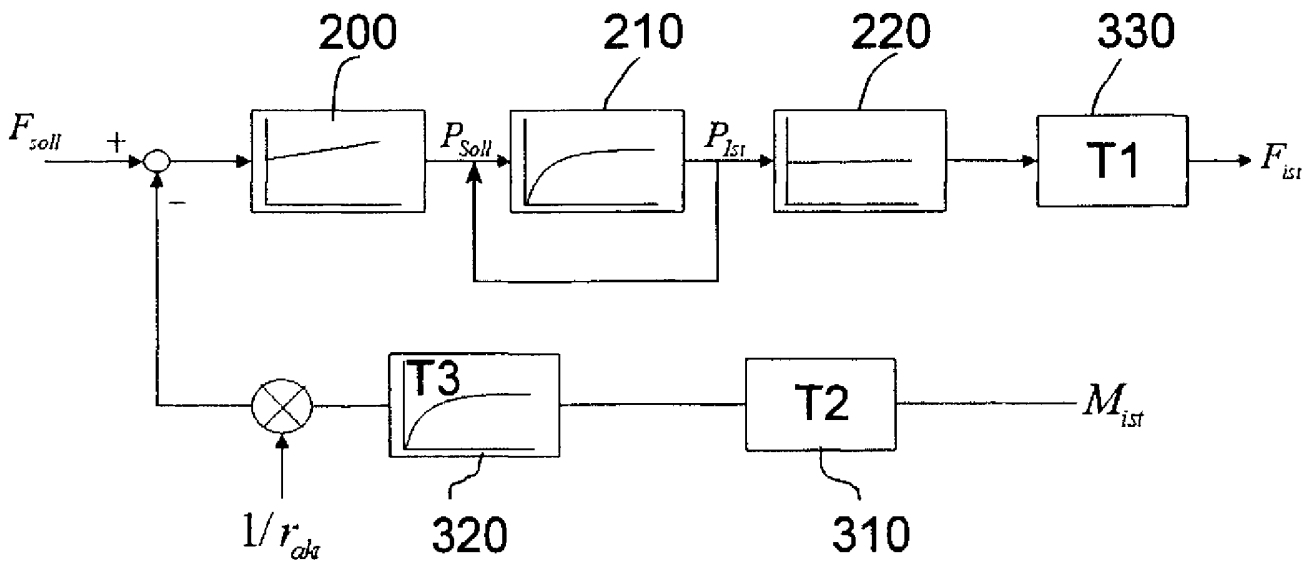


FIG. 3