



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

(51) Int Cl.7: **B65H 23/188**

(21) Anmeldenummer: **04018429.3**

(22) Anmeldetag: **04.08.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

- **Klemm, Andreas**
86825 Bad Wörrishofen (DE)
- **Geissenberger, Stefan**
86167 Augsburg (DE)

(30) Priorität: **06.08.2003 DE 10335885**

(74) Vertreter: **Zacharias, Frank L.**
Man Roland Druckmaschinen AG,
Intellectual Property (IP),
Postfach 100096
86135 Augsburg (DE)

(71) Anmelder: **MAN Roland Druckmaschinen AG**
63012 Offenbach (DE)

(72) Erfinder:
• **Brandenburg, Günther, Dr. Prof.**
82194 Gröbenzell (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Bahnzugkräfte und der Schnittregisterfehler einer Rollenrotationsdruckmaschine**

(57) Um das Schnittregister einer Bahn in einer Rollenrotationsdruckmaschine und unabhängig davon die Zugkraft in einem Bahnabschnitt entkoppelt voneinander zu regeln mit Hilfe der Regelung mindestens eines Teil-Schnittregisterfehlers (Y_{1i}^*) und zur Regelung mindestens einer Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$), wobei die Druckmaschine geregelt angetriebene Klemmstellen 0 bis n (K_0 bis K_n) aufweist, wobei zur Beeinflussung von j Teil-

Schnittregisterfehlern und q Bahnzugkräften $j+q$ Stellgrößen verwendet werden, dass als Stellgrößen Umfangsgeschwindigkeiten und/oder Winkellagen von Klemmstellen (K_1 bis K_{n-1}) dienen, und dass Teilregisterfehler und Bahnzugkraft jeweils in dem selben oder in unterschiedlichen Bahnabschnitten liegen.

Zusätzlich betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren zum Regeln des Schnittregisters.

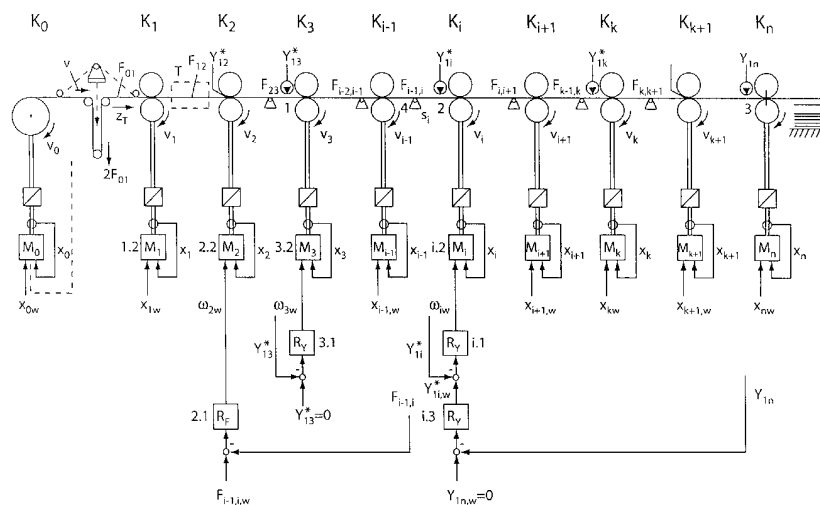


Fig. 1

Patent 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Bahnzugkräfte und der Schnittregisterfehler einer Rollenrotationsdruckmaschine.

[0002] Bei Rollenrotationsdruckmaschinen ist es bekannt, als Stellglied für die Schnittregisterregelung eine in Linearführungen verfahrbare Stellwalze einzusetzen, mit der die Papierweglänge zwischen zwei Zugeinheiten verändert und damit der Registerfehler korrigiert wird. Derartige Registerwalzen sind beispielsweise in der DE 85 01 065 U1 gezeigt. Die Verstellung erfolgt im Allgemeinen mittels eines elektrischen Schrittmotors. Derartige Vorrichtungen sind mit einem verhältnismäßig großen mechanischen und elektrischen Aufwand behaftet.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein einfaches Verfahren zum Regeln des Schnittregisters zu schaffen.

[0004] Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0005] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Laufzeit der Bahnbildpunkte bei einem konstanten Bahnweg verstellt, während nach dem Stand der Technik eine Bahnlängenänderung bei konstanter Bahngeschwindigkeit vorgenommen wird.

[0006] Bedeutungsvoll ist, dass die Regelung des Gesamt-Schnittregisterfehlers Y_{1n}^* mit Hilfe der Regelung

mindestens eines Teil-Schnittregisterfehlers Y_{1i}^* und die Regelung mindestens einer Bahnzugkraft $F_{i-1,j}$ mit Hilfe der Voreilung mindestens einer nicht druckenden Klemmstelle erfolgt, wobei die Druckmaschine geregelt angetriebene Klemmstellen 0 bis n aufweist, wobei zur Beeinflussung von j Teil-Schnittregisterfehlern und q Bahnzugkräften j + q Stellgrößen verwendet werden, wobei als Stellgrößen die Kraft F_{01} einer Tänzerwalze oder die Voreilung einer Klemmstelle eines Bahnzugkraftregelkreises dienen, wobei diese die Umfangsgeschwindigkeit der Abwickleinrichtung beeinflussen, dass als weitere Stellgrößen die Umfangsgeschwindigkeit der druckenden Klemmstelle 1 und die Umfangsgeschwindigkeiten der nicht druckenden Klemmstellen 2 bis n-1 dienen, und dass Teilregisterfehler und Bahnzugkraft jeweils in dem selben oder in unterschiedlichen Bahnabschnitten liegen und Teil-Schnittregisterfehler und Gesamt-Schnittregisterfehler durch Sensoren, die eine bestimmte Bildinformation oder Messmarken der bedruckten Bahn auswerten und die Bahnzugkräfte mittels weiterer Sensoren erfasst und durch Regelkreise geregelt werden. Mittels mindestens eines Sensors für das Register wird eine für die Abweichung der Lage des Druckbildes gegenüber seiner Sollage bezogen auf den Ort und Zeitpunkt des Schnittes, d.h. für den Schnittregisterfehler, geeignete Bildinformation oder Messmarken der bedruckten Bahn erfasst, ausgewertet und/oder

zu einem Istwert umgeformt.

[0007] Bevorzugt wird für die Ermittlung der Regelgrößen von Sensoren ausgegangen, es können aber auch Modelle diese Sensoren teilweise oder völlig ersetzen, d.h. die Größen werden in äquivalenter Weise mit Hilfe von mathematischen oder empirischen Modellen geschätzt

[0008] Wichtig ist, dass mit Hilfe von Entkopplungsstrategien die Teil-Schnittregisterfehler und Bahnzugkräfte unabhängig voneinander durch entsprechende Sollwerte vorgegeben werden.

[0009] Hervorzuheben ist, dass ein zu regelnder Teil-Schnittregisterfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft in unterschiedlichen Bahnabschnitten liegen, dass die Geschwindigkeit v_k einer nicht druckenden Klemmstelle

k die Stellgröße für den Teilschnittregisterfehler Y_{1k}^* ist

und eine der Geschwindigkeiten v_i , v_{i-1} , v_{i-2} , v_{i-3} bis v_1 , die Stellgröße für die Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ in einem davor

liegenden Bahnabschnitt ist, wobei die Bahnzugkräfte $F_{i-1,i}$, $F_{i-2,i-1}$, $F_{i-3,i-2}$ bis F_{12} bei Verwendung einer der Geschwindigkeiten v_{i-1} , v_{i-2} , v_{i-3} bis v_1 als Stellgröße nicht

selbstkompensierend sein dürfen. Dabei können ein zu regelnder Teil-Schnittregisterfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft in unterschiedlichen Bahnabschnitten

liegen, wobei die Stellgröße für den Teilschnittregisterfehler Y_{1k}^* die Geschwindigkeit v_k einer nicht druckenden

Klemmstelle K_k und die Stellgröße für die Bahnzugkraft $F_{k+1,k+2}$, $F_{k+2,k+3}$ bis $F_{n-2,n-1}$ in einem dahinter

liegenden Bahnabschnitt die Geschwindigkeit v_{k+1} , v_{k+2} bis v_{n-1} ist. Alternativ kann ein zu regelnder Teil-Schnitt-

registerfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft $F_{k-1,k}$ in dem selben Bahnabschnitt liegen, wobei die Geschwindigkeit v_k einer nicht druckenden Klemmstelle k

die Stellgröße für den Teilschnittregisterfehler Y_{1k}^* ist

und die Geschwindigkeit v_k , v_{k-1} , v_{k-2} , v_{k-3} bis v_1 die Stellgröße für die Bahnzugkraft $F_{k-1,k}$ ist, wobei die

Bahnzugkräfte $F_{k-1,k}$, $F_{k-2,k-1}$, $F_{k-3,k-2}$ bis F_{12} bei Verwendung der Geschwindigkeiten v_{k-1} , v_{k-2} , v_{k-3} bis v_1

als Stellgröße nicht selbstkompensierend sein dürfen.

[0010] Von Vorteil ist, dass der Schnittregisterfehler unmittelbar vor dem Messerzylinder gemessen und durch einen Registerregler geregelt werden kann, der dem Registerregler der Klemmstelle k überlagert wird.

[0011] Die erfindungsgemäße Lösung erfordert kein zusätzliches mechanisches Bahnführungselement. Zur Schnittregisterkorrektur werden vorhandene, nicht druckende Zugeinheiten verwendet, wie z. B. die Kühleinheit, Zugwalzen im Falzaufbau, die Trichterwalze oder weitere im Bahnverlauf zwischen letztem Druckwerk und Messerzylinder liegende Zugeinheiten, die

vorzugsweise mittels drehzahlvariablen Einzelantrieben angetrieben sind.

[0012] Die in die Schnittregisterregelstrecke eingehenden Parameter sind weitgehend unabhängig von den Eigenschaften der Rotationsdruckmaschine. Weiterhin lässt sich die Schnittregistergenauigkeit durch das neue Verfahren wesentlich erhöhen.

[0013] Wichtig ist, dass bei der Regelung einer Bahnzugkraft diese nur in einem Bahnabschnitt verändert wird oder dass sich mit dieser auch alle folgenden Bahnzugkräfte ändern.

[0014] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren zum Regeln des Schnittregisters an einer Rotationsdruckmaschine, deren Klemmstellen 1 bis n mit Antriebsmotoren mit zugeordneter Strom-, Drehzahl- und gegebenenfalls Winkelregelung unabhängig voneinander antreibbar sind und bei der der Schnittregisterfehler Y_{1n} und/oder damit verbundene

Teilregisterfehler Y_{12}^* , Y_{13}^* , Y_{1i}^* , Y_{1k}^* , $Y_{1,n-1}^*$ an oder vor einem Messerzylinder (Klemmstelle n) und/oder an oder vor einer oder mehreren diesem Messerzylinder vorgeordneten Klemmstellen 1 bis n-1 über eine bestimmte Bildinformation oder Messmarken der bedruckten Bahn mittels mindestens eines Sensors erfassbar sind, eine Bahnzugkraft F mittels mindestens eines weiteren Sensors erfassbar ist und diese von den Sensoren erfassten Registerabweichungen Y_{12}^* , Y_{13}^* , Y_{1i}^* , Y_{1k}^* ,

$Y_{1,n-1}^*$ und Bahnzugkräfte $F_{i-1,j}$ zur Beeinflussung des Schnittregisterfehlers Y_{1n} einer Regelund/oder Steuerungseinrichtung zur Veränderung von Winkellagen oder Umfangsgeschwindigkeiten v_1 , bis v_3 , v_i , v_k , v_n der jeweiligen Klemmstelle K_1 bis K_4 , K_i , K_k , K_n zuführbar sind, wobei eine Bahnzugkraft $F_{i-1,j}$ in einem Bahnabschnitt i-1,j und ein Registerfehler Y_{1k}^* in einem anderen oder demselben Bahnabschnitt im regelungstechnischen Sinne entkoppelt voneinander durch entsprechende Sollwerte $F_{i-1,i,w}$, $Y_{1k,w}^*$ einstellbar sind, wozu eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere ein Leitstand, mit entsprechender Visualisierungseinrichtung vorgesehen wird. In vorteilhafter Weise ist die Abwickleinrichtung K_0 mittels Tänzerwalzen oder Bahnzugkraftregelkreisen derart steuerbar, dass mit Hilfe der Umfangsgeschwindigkeit v_1 der Klemmstelle K_1 oder mit Hilfe der Bahnzugkraft F_{01} der instationäre und stationäre, in das System eingeleitete Massenstrom veränderbar ist. Bedeutungsvoll ist, dass die Sensoren und zugehörige Auswerteeinrichtungen bei Nenngeschwindigkeit der Druckmaschine die Information über den oder die Registerfehler Y_{14} , Y_{13}^* , Y_{1i}^* , Y_{ik}^* und die

Bahnzugkraft $F_{k-1,k}$ bzw. $F_{i-1,j}$ in minimaler Zeit zur Verfügung stellen und mit Schnittstellen ausgeführt sind, welche die Registerfehler Y_{14} , Y_{13}^* , Y_{1i}^* , Y_{ik}^* und Bahn-

zugkräfte $F_{k-1,k}$ bzw. $F_{i-1,j}$ über Feldbusse, Ethernet oder anderer Kommunikationsbusse und Kommunikationsschnittstellen übertragen. Dabei ist die Regel- und/oder Steuerungseinrichtung als Zentralrechner, vorzugsweise im Leitstand, oder als eingebetteter Rechner, vorzugsweise in einem Steuer- oder Reglerschrank, oder funktionell dezentralisiert in den jeweiligen Umrüchengeräten realisiert, wobei alle Informationen (Istwerte, Sollwerte, Regelalgorithmen) in Echtzeit verarbeitbar sind.

[0015] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen in Verbindung mit der Beschreibung.

15 Funktionsbeschreibung

[0016] Die Erfindung soll nachfolgend an einigen Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den Zeichnungen zeigt schematisch:

Fig. 1: Klemmstellen-Schema einer Rotationsdruckmaschine mit geregelten Antrieben,

[0017] Das zu betrachtende allgemeine System besteht aus den durch geregelte Antriebsmotoren angetriebenen Klemmstellen 0 bis n, K_0 bis K_n , wobei K_0 die Abwickleinrichtung, K_1 alle druckenden Klemmstellen, K_2 bis K_{n-1} alle nicht druckenden Klemmstellen und K_n den Messerzylinder darstellen. Die Bahnkraft in einem Abschnitt i-1, i wird als $F_{i-1,j}$ bezeichnet. Die Größen v_i sind die Umfangsgeschwindigkeiten der Klemmstellen K_i , die durch das Verhalten umschlungener Walzen mit Coulomb'scher Reibung angenähert seien. In z_T sind die Änderungen des Elastizitäts-Moduls und des Querschnitts der einlaufenden Bahn zusammengefasst. Der Registerfehler Y_{1n} am Messerzylinder sei als Gesamt-Schnittregisterfehler oder kurz als Schnittregisterfehler bezeichnet. Ein davor aufgelaufener Registerfehler Y_{1i}^* , gemessen an einer nicht druckenden Klemmstelle 1_i^* , wird Teil-Schnittregisterfehler oder kurz Teilregisterfehler genannt.

[0018] Der dem System über den Eingang der Klemmstelle 1 (K_1) zugeführte instationäre oder stationäre Massenstrom, gemessen in $kg s^{-1}$, wird durch die Umfangsgeschwindigkeit v_1 der Klemmstelle 1 (K_1) und die Dehnung ϵ_{01} bestimmt. Im Falle von Hooke'schem Material ist die Kraft F_{01} der Dehnung ϵ_{01} proportional. Die Kraft F_{01} wird durch die Anpresskraft einer Tänzerwalze oder durch einen Zugkraftregelkreis eingestellt, die - dem Lagesollwert bzw. Kraftsollwert entsprechend - unmittelbar oder mittelbar über eine weitere Einstellung zur Bahnzugkraft - die Umfangsgeschwindigkeit der Klemmstelle 0 steuern. Im Folgenden wird angenommen, dass Änderungen von F_{01} oder von v_1 den instationären wie stationären Massenstrom verändern. Die Umfangsgeschwindigkeiten der übrigen Klemmstellen können - Hooke'sches Material vorausgesetzt - den

Massenstrom in den ihnen folgenden Bahnabschnitten nicht stationär ändern. Die Umfangsgeschwindigkeiten werden im Folgenden kurz Geschwindigkeiten genannt.

[0019] Ziel ist es, einerseits den Schnittregisterfehler Y_{1n} möglichst auf dem Sollwert $Y_{1n,w}$, beispielsweise auf dem Wert $Y_{1n} = Y_{1n,w} = 0$, zu halten und andererseits, im regelungstechnischen Sinne entkoppelt davon, in einem oder mehreren Bahnabschnitten eine bestimmte Bahnzugkraft vorzugeben. Um den Schnittregisterfehler Y_{1n} dem Sollwert $Y_{1n,w}$ zu halten und die Kräfte einzustellen, werden die Teilregisterfehler Y_{1i}^* und die Kräfte durch die Geschwindigkeiten nicht druckender Klemmstellen beeinflusst. Insbesondere wird die den stationären Massenstrom ändernde Geschwindigkeit v_1 der Klemmstelle 1 oder die Kraft F_{01} verwendet. Auch die Lage des Messerzylinders kann verändert werden.

[0020] Die folgende Funktionsbeschreibung wird an einem System aus n Klemmstellen nach Fig. 1 vorgenommen. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der realen Druckmaschine an die Stelle einer Klemmstelle 1 (K_1) des Systems beliebig viele Druckeinheiten, also z. B. vier Druckeinheiten einer Rollenoffset-Illustrationsdruckmaschine oder Zeitungsdruckmaschine oder einer anderen Art von Rotationsdruckmaschinen, treten können. Das im Folgenden beschriebene Prinzip der Register- und Bahnzugkraftregelung durch voneinander entkoppelte Regelkreise ist auf alle Rotationsdruckmaschinen sinngemäß zu übertragen.

Regelung des Registerfehlers an einer nicht druckenden Klemmstelle vor dem Messerzylinder

1. Funktionserläuterung am System aus n Klemmstellen

[0021] Das System bestehend aus n Klemmstellen von Fig. 1 ist eine vereinfachte Form einer Rotationsdruckmaschine, insbesondere eine Rollenoffsetdruckmaschine. In einer nach der Abwicklungseinrichtung, Klemmstelle 0 (K_0), folgenden Klemmstelle 1 (K_1) sind alle Druckeinheiten zusammengefasst. Klemmstelle 2 (K_2) steht in Falle einer Illustrations-Druckmaschine für die Kühleinheit, dazwischen liegt gegebenenfalls ein Trockner T, Klemmstelle 3 (K_3) steht für die Wendeeinheit. Die folgenden, mit allgemeinen Indizes gekennzeichneten Klemmstellen i-1 bis n-1 (K_{i-1} bis K_{n-1}) sind angetriebene Zug- bzw. Bearbeitungseinheiten. Die Klemmstelle n (K_n) bezeichnet die Falzeinheit mit dem schnittbestimmenden Messerzylinder. Die Größen v_i sind die Umfangsgeschwindigkeiten der Klemmstellen K_i , im Folgenden kurz als Geschwindigkeiten bezeichnet. Bei Rotationsdruckmaschinen wird statt des Begriffes "Geschwindigkeit" der Begriff "Voreilung" verwendet. Die Voreilung $W_{i,i-1}$ einer Klemmstelle i (K_i) gegenüber einer Klemmstelle i-1 (K_{i-1}) ist gegeben durch den Ausdruck

$$W_{i,i-1} = \frac{v_i - v_{i-1}}{v_{i-1}}$$

[0022] Das System von Fig. 1 wird als mechanische Regelstrecke mit zugehörigen Stellgliedern (geregelt Antriebe) aufgefasst. Regelgrößen sind die Teil-Schnittregisterfehler Y_{1i}^* , Y_{1k}^* , usw. und der Gesamt-Schnittregisterfehler Y_{1n} und die Bahnzugkräfte $F_{i-1,i}$, $F_{i,i+1}$, $F_{k-1,k}$, $F_{k,k+1}$, usw. Beispielhaft sind Regelkreise für die Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$, die Teilregisterfehler Y_{13}^* und Y_{1i}^* sowie den Gesamt-Registerfehler Y_{1n} dargestellt. Stellgrößen sind die Voreilungen bzw. Geschwindigkeiten der Klemmstellen i-1 bis n-1 (K_{i-1} bis K_{n-1}) und die Voreilung bzw. Lage der Klemmstelle 1 sowie die Eingangsbahnzugkraft F_{01} . Durch entsprechende Regelkreise sollen die Teil-Registerfehler und die Bahnzugkräfte gemäß eingestellter Sollwerte im regelungstechnischen Sinne entkoppelt voneinander vorgebar sein. Ein Teil-Schnittregisterfehler Y_{1i}^* , gemessen an der Klemmstelle i (K_i) oder zwischen zwei Klemmstellen i-1 (K_{i-1}) und i (K_i), ist die Positionsabweichung eines durch die Klemmstelle 1 gedruckten Punktes vom Messort bei instationärer Bewegung zu einem Zeitpunkt, an dem er bei stationärer Bewegung diesen Messort erreichen würde. Diese Definition ist eine zeitkontinuierliche Größe. Daraus ergibt sich speziell die Abweichung der Soll-Schnittlinie am Messort als zeitdiskrete Größe. Der Gesamt-Schnittregisterfehler Y_{1n} ist die Abweichung der zwischen zwei gedruckten Bildern liegenden Schnittlinie von ihrer korrekten Lage zum Schnittzeitpunkt der Klemmstelle (Messerzylinder) n (K_n), bezogen auf die Klemmstelle 1 (K_1).

Der Schnittregisterfehler Y_{1n} ist der Fehler der Schnittkante an der Klemmstelle n (K_n) zum Schnittzeitpunkt gegenüber ihrer Lage an der Klemmstelle 1 (K_1), bezogen auf ihre korrekte Lage. Die Stellglieder bilden die geregelten Antriebsmotoren M_0 bis M_n . Die in Fig. 1 dargestellten Eingangsgrößen x_{iw} stehen für die Winkelgeschwindigkeits- (Drehzahl-) oder Winkelsollwerte der geregelten Antriebe M_0 bis M_n .

2. Registerregelkreis

[0023] Der Teil-Registerfehler Y_{1i}^* wird mit dem Registerregler i.1 mit Hilfe der Geschwindigkeit v_i der Klemmstelle i (K_i) - beispielsweise einer Wendeeinheit - auf den Sollwert $Y_{1i,w}^*$, beispielsweise $Y_{1i,w}^* = 0$, geregelt. Diesem Registerregelkreis ist der Drehzahlregelkreis i.2 des der Klemmstelle i (K_i) zugeordneten An-

triebsmotors M_i unterlagert. Die sehr kleine Ersatzzeitkonstante des dem Drehzahlregelkreis unterlagerten Stromregelkreises ist vernachlässigbar. Außerdem wird im Beispiel von Fig. 1 noch der Teilregisterfehler Y_{13}^* auf den Sollwert $Y_{1i,w}^*$, beispielsweise $Y_{1i,w}^* = 0$, geregelt.

3. Zugkraftregelkreis

[0024] Nachdem die Registerregelung über die Voreilung der Klemmstelle i (K_i) mit einer Änderung der Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ verbunden ist, ist nicht auszuschließen, dass große Störungen zu kleine oder zu große Bahnspannungen verursachen, die zum Bahnriss führen können. Die Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ muss daher begrenzt werden. Dazu wird sie mit Hilfe eines Zugkraftsensors 4 - beispielsweise als Messwalze ausgeführt - gemessen, dem Vergleichspunkt eines Zugkraftreglers 2.1 zugeführt und mit dem Sollwert $F_{i-1,i,w}$ verglichen. Der Zugkraftregler 2.1, beispielsweise an der Klemmstelle 2 (K_2), sorgt für die Einhaltung der gewünschten Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ und ermöglicht gleichzeitig ihre papiersortenabhängige Vorgabe durch den Maschinenbediener, der in die Voreilungseinstellung der Klemmstelle i (K_i) nicht mehr eingreifen muss. Der Zugkraftregler 2.1 gibt den Winkelgeschwindigkeitsollwert ω_{2w} für die Klemmstelle 2 (K_2) vor. Jeder Winkelregelkreis besteht aus einem Winkelregler, dem unterlagerten Drehzahlregelkreis einschließlich Stromregelkreis (zusammengefasst in dem Block 2.2). Bei Änderung von v_2 darf F_{23} nicht selbstkompensierend sein. Eine selbstkompensation tritt nicht auf, wenn z.B. der Klemmstelle 2 (K_2) ein Trockner vorgeschaltet ist. Dann sind F_{23} und alle folgenden Kräfte einschließlich $F_{i-1,i}$ vollständig steuerbar (vgl. Punkt 7).

4. Kopplungen zwischen den Regelgrößen

[0025] Die Regelgrößen, nämlich im Beispiel die Teilregisterfehler Y_{13}^* und Y_{1i}^* und die Zugkraft $F_{i-1,i}$, sind durch die Struktur der Regelstrecke abhängig voneinander, d.h. miteinander verkoppelt. Wird z.B. eine Sollwertänderung $F_{i-1,i,w}$ vorgenommen, so ist der Eingriff des Zugkraftreglers 2.1 mit einer Geschwindigkeitsregelung der Klemmstelle 2 (K_2) verbunden und ruft einen Teil-Registerfehler Y_{12}^* , damit auch Teilregisterfehler Y_{13}^* und Y_{1i}^* , hervor. Der Registerregelkreis (Regler i.1) versucht nun, diesen Fehler Y_{1i}^* durch eine Geschwindigkeitsänderung v_i wieder auf den Sollwert $Y_{1i,w}^*$ zurückzuführen, wodurch aber die Kraft $F_{i-1,i}$ geändert wird, somit wieder der Zugkraftregelkreis anspricht, usw. Damit kann das gesamte System instabil werden.

[0026] Statt nur eines oder wie im Beispiel von zwei Teil-Registerfehlern oder nur einer Bahnkraft können auch j Teil-Registerfehler ($Y_{13}^*, Y_{1i}^*, Y_{1m}^*, \dots$) und q Bahnzugkräfte ($F_{i-1,i}, F_{k-1,k}, \dots$), d.h. beliebig viele Teil-Registerfehler und Bahnzugkräfte, geregelt werden, wozu $j + q$ Stellgrößen notwendig sind. Ein zu regelnder Teil-Registerfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft müssen außerdem nicht im selben Bahnabschnitt liegen.

5. Prinzip und Realisierung der Entkopplung

[0027] Die Mehrgrößen-Regelstrecke kann mit Hilfe der Theorie der Mehrgrößenregelungen, im Falle von zwei Regelgrößen speziell nach [Föl 88], entkoppelt werden. Ohne Entkopplungsmaßnahmen wäre die Mehrgrößenregelung instabil. Insbesondere ist die Mehrgrößenregelung so auszulegen, dass die Bahnzugkräfte und die Teil-Registerfehler durch entsprechende Sollwerte im regelungstechnischen Sinne entkoppelt voneinander vorgebar sind. Zur Kompensation der Zeitkonstanten der durchlaufenden Bahn in den verschiedenen Bahnabschnitten ist es oft vorteilhaft, Geschwindigkeiten von Klemmstellen, die vor oder hinter einer Klemmstelle i (K_i) liegen, die den Registerfehler Y_{1i}^* korrigiert, dieser Geschwindigkeit in geeigneter Form in Vorwärts- und/oder Rückwärtsrichtung durch Einspeisung entsprechender Signale über passende Übertragungsfunktionen in die Regelkreise oder mit Hilfe von Zusatzsollwerten mitzuführen bzw. nachzuführen.

[0028] Die für die Entkopplung beschriebenen Signal-Additionen und -Subtraktionen können nicht auf der mechanischen Ebene des Systems, sondern sie müssen auf elektronischer Ebene realisiert werden, da sie nicht in die Mechanik eingeführt werden können.

[0029] Das Prinzip und die Realisierung der Entkopplung werden in der parallelen Anmeldung PB04638 ausführlich beschrieben.

[0030] Oft können die Zuordnungen von Stellgrößen und Regelgrößen vertauscht werden, wie dies ebenfalls in der genannten parallelen Anmeldung PB04638 beschrieben ist.

6. Varianten

[0031] Als Stellgrößen für die Bahnzugkraft in einem Bahnabschnitt kommt sowohl die Klemmstelle 1 (Druckeinheiten) als auch die Bahnzugkraft F_{01} in Frage, beide wegen ihrer Eigenschaft, den in das System eingeleiteten instationären und stationären Massenstrom dadurch zu verändern, dass sie unmittelbar oder über weitere vorgeschaltete Einrichtungen zur Bahnkräfteeinstellung die Umfangsgeschwindigkeit des Abwicklers verändern.

[0032] Im Falle der Kraft F_{01} wird die Anpresskraft der

Tänzer- oder Pendelwalze z.B. als Stellgröße für die Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ im gewünschten Abschnitt $i-1,i$ gewählt. Dabei wird die Anpresskraft $2F_{01}$ der Tänzerwalze nachgestellt, z.B. über den Druck im zugehörigen Pneumatik-Zylinder über einen entsprechenden Druckregelkreis. Das Tänzer- oder Pendelwalzensystem ist für den notwendigen Datenaustausch mit Kommunikationsschnittstellen auszurüsten.

[0033] Im Falle der Klemmstelle 1 (Druckeinheiten) wird die Geschwindigkeit v_1 der Druckeinheiten verändert, wobei diese Änderung auch dem Lagesollwert des Messerzylinders (K_n) und eventuell weiterer Klemmstellen mitgeteilt wird.

7. Selbstkompensation einer Kraft

[0034] Wird für die Regelung einer Kraft $F_{i,i+1}$ die Geschwindigkeit einer der angrenzenden Klemmstellen i oder $i+1$ (K_i oder K_{i+1}) gewählt, so ist die Eigenschaft der sog. Selbstkompensation der Kraft $F_{i,i+1}$ zu beachten. Im Falle einer Änderung von v_{i+1} ändert sich die Kraft $F_{i,i+1}$ bleibend, ist also durch v_{i+1} vollständig steuerbar. Im Falle einer Änderung von v_i hingegen ändert sich die Kraft $F_{i,i+1}$ im Falle vom rein elastischem Bahnmateriale (Hook'schem Material) nur vorübergehend, d. h. nicht bleibend. Daher ist die Kraft $F_{i,i+1}$ durch v_i nicht vollständig steuerbar. Um dennoch auch v_i als Stellgröße verwenden zu können, darf eine solche Eigenschaft der Selbstkompensation nicht vorliegen. Bei Eintrag von Farbe und/oder Feuchtigkeit beim Bedruckvorgang und/oder bei Eintrag von Wärme, z.B. mittels eines Trockners in einem der Abschnitte vor der Klemmstelle i (K_i), geht die Eigenschaft der Selbstkompensation verloren, und auch $F_{i,i+1}$ ändert sich bleibend. In diesem Fall ist auch v_i als Stellgröße in einem Zugkraftregelkreis verwendbar.

[0035] Ist der Klemmstelle 2 (K_2), beispielsweise im Falle einer Illustrationsdruckmaschine, ein Trockner T vorgeschaltet, so kann die Geschwindigkeit v_2 als Stellgröße für die Kraft $F_{i-1,i}$ in einem Zugkraftregelkreis (Regler 2.1) verwendet werden, wobei dieser der Antriebsregelung 2.2 überlagert wird. Der Zugkraftregelkreis arbeitet dann beispielsweise mit einem Registerregelkreis (Regler i.3) für Y_{1i}^* in entkoppelter Form zusammen. Alternativ könnte beispielsweise die Kraft F_{23} geregelt werden.

[0036] Durch die Wahl einer Geschwindigkeit v_j als Stellgröße für die Regelung der Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ wird diese Kraft bleibend verändert, alle folgenden Bahnzugkräfte nur vorübergehend, falls $F_{i,i+1}$ selbstkompensierend ist. Durch die Wahl einer Geschwindigkeit v_{i-1} als Stellgröße für die Regelung der Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ werden diese und alle folgenden Kräfte bleibend verändert, falls $F_{i-1,i}$ wie oben beschrieben, nicht selbstkompensierend ist.

[0037] Es ist zu beachten, dass es möglich wäre, die

Kraft $F_{i-1,i}$ dadurch bleibend zu verändern, dass mit der Geschwindigkeit v_{i-1} die Kraft $F_{i-2,i-1}$ geändert und v_i mitgeführt würde, so dass $v_i = v_{i-1}$ wäre. Dann steht jedoch

5 v_i nicht mehr als unabhängige Stellgröße für Y_{1i}^* zur Verfügung. Die Verfügbarkeit zweier unabhängiger Stellgrößen ist aber ausschlaggebend für die entkoppelte Vorgabe der beiden Regelgrößen, also $F_{i-1,i}$ und Y_{1i}^* .

Regelung des Registerfehlers am Messerzylinder

[0038] Die kombinierte Schnittregister-Bahnzugkraftregelung einer Rollen-Rotationsdruckmaschine nach obiger Beschreibung ist in der Lage, beispielsweise einerseits den Teil-Registerfehler Y_{1i}^* gemäß dem vorgegebenen Sollwert $Y_{1i,w}^*$, beispielsweise $Y_{1i,w}^* = 0$, und davon entkoppelt die Bahnzugkraft $F_{i-1,i}$ gemäß dem Sollwert $F_{i-1,i,w}$ dynamisch schnell zu kontrollieren.

[0039] Alle, z.B. durch einen Rollenwechsel verursachten, einlaufenden Störungen werden dadurch bereits weit vor dem Messerzylinder erkannt und können an diesem Ort ausgeregelt werden. Der Fehler am Ort des Schnittes wird dadurch zwar klein gehalten, aber im weiteren Laufe der Bahn - meistens in Form von mehreren Teilbahnen - bis zum Ort des Schnittes treten weitere Störquellen auf, die einen Schnittregisterfehler verursachen. Daher wird der Schnittregisterfehler, im System nach Fig. 1 als Y_{1n} bezeichnet, durch einen Sensor 3 unmittelbar vor dem Messerzylinder n (K_n) gemessen und einem weiteren Registerregler i.3 zugeführt. Dieser liefert nun den Sollwert $Y_{1n,w}^*$, der sich infolge der Vorgabe des Sollwertes $Y_{1n,w}$ im allgemeinen ändern wird.

Der jetzt unterlagerte Regelkreis für Y_{1i}^* sorgt dafür, dass der Regler i.3 für Y_{1n} im wesentlichen nur die nach der Klemmstelle i (K_i) auftretenden Störungen ausregeln muss. Der überlagerte Registerregelkreis i.3 ist in der Lage, mit anderen möglichen Regelungsvarianten für Kräfte und Teil-Registerfehler zusammen zu arbeiten. So könnte z.B. auch der Sollwert für den Teil-Registerfehler $Y_{13,w}^*$ vom Registerregler i.3 in geeigneter Weise beeinflusst werden.

[0040] Der Fall des mehrbahnigen Betriebes wird in der parallelen Patentanmeldung PB04640 beschrieben.

Bezugszeichenliste

55 **[0041]**

- 1 Sensor
- 2 Sensor

- 3 Sensor
4 Sensor

Workshop on Advanced Motion Control,
AMC '96-MIE, Vol. 2, pp. 612-618

- 1.2 Drehzahlregelkreis (einschließlich Stromregelkreis)
2.1 Bahnzugkraftregler
2.2 Drehzahlregelkreis (einschließlich Stromregelkreis)
3.1 Registerregler
3.2 Drehzahlregelkreis
i.1 Registerregler
i.2 Drehzahlregelkreis
i.3 Registerregler
 K_0 Klemmstelle 0
 K_1 Klemmstelle 1
 K_2 Klemmstelle 2
 K_3 Klemmstelle 3
 K_4 Klemmstelle 4
 K_i Klemmstelle i
 K_k Klemmstelle k
 K_n Klemmstelle n

- F_{ij} Bahnzugkraft im Abschnitt i-j
 F_{01} Eingangs-Bahnzugkraft
 F_{23} Bahnzugkraft zwischen K_2 und K_3
 $F_{i-1,i,w}$ Bahnzugkraft-Sollwert
 x_{iw} Eingangsgröße
 v_i Umfangsgeschwindigkeit der Klemmstelle i
 ω_i Winkelgeschwindigkeit / Drehzahl der Klemmstelle i
 ω_{iw} Winkelgeschwindigkeits-Sollwert
 α_{iw} Winkelsollwert / Lagesollwert der Klemmstelle i
 Y_{13}^* Teil-(Schnitt-)Registerfehler zwischen K_1 und K_3
 Y_{13w}^* Register-Sollwert
 Y_{1n} (Gesamt-)Schnittregisterfehler
 $Y_{1n,w}$ Sollwert
 R_F Zugkraftregler
 R_Y Registerregler
 T Trockner
 M_i Antriebsmotor für Klemmstelle i mit zugehöriger Regelung

Literatur

[0042]

[Föll 88] Föllinger, O.: Regelungstechnik. Heidelberg: Hüthig-Verlag 1988

[Bra 96] Brandenburg, G.; Papiernik, W.: Feedforward and feedback strategies applying the principle of input balancing for minimal errors in CNC machine tools. Proc. 4th Int.

5 Patentansprüche

- Verfahren zur Regelung des Gesamt-Schnittregisterfehlers (Y_{1n}) einer Rotationsdruckmaschine mit Hilfe der Regelung mindestens eines Teil-Schnittregisterfehlers (Y_{1i}^*) und zur Regelung mindestens einer Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$), wobei die Druckmaschine geregelt angetriebene Klemmstellen 0 bis n (K_0 bis K_n) aufweist, wobei zur Beeinflussung von j Teil-Schnittregisterfehlern und q Bahnzugkräften j+q Stellgrößen verwendet werden, dass als Stellgrößen Umfangsgeschwindigkeiten und/oder Winkellagen von Klemmstellen (K_1 bis K_{n-1}) dienen, und dass Teilregisterfehler und Bahnzugkraft jeweils in dem selben oder in unterschiedlichen Bahnabschnitten liegen.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Stellgröße die den stationären und instationären in das System eingeleiteten Massenstrom bestimmende Umfangsgeschwindigkeit der Abwickleinrichtung verwendet wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangsgeschwindigkeit mittels mindestens eines Messwertes für eine Bahnzugkraft, Bahnspannung oder Bahndehnung beeinflusst wird, insbesondere durch die Lage einer mit der Kraft F_{01} auf die Bahn wirkenden Tänzer- oder Pendelwalze, oder mittels eines die Kraft F_{01} regelnden Bahnzugkraftregelkreises.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil-Schnittregisterfehler und der Gesamt-Schnittregisterfehler durch Sensoren (1; 2; 3), die eine bestimmte Bildinformation oder Messmarken der bedruckten Bahn auswerten, und die Bahnzugkräfte mittels weiterer Sensoren (4) erfasst und durch Regelkreise geregelt werden.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe von Regelungsstrategien die Teil-Schnittregisterfehler und Bahnzugkräfte entkoppelt voneinander durch entsprechende Sollwerte vorgegeben werden.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zu regelnder Teil-Schnittregisterfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft in unterschiedlichen Bahnabschnitten liegen, dass die Geschwindigkeit (v_k) einer nicht druck-

kenden Klemmstelle k (K_k) die Stellgröße für den Teilschnittregisterfehler (Y_{1k}^*) ist und eine der Geschwindigkeiten ($v_i, v_{i-1}, v_{i-2}, v_{i-3} \dots$ bis $\dots v_1$) die Stellgröße für die Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$) in einem davor liegenden Bahnabschnitt ist, wobei die Bahnzugkräfte ($F_{i-1,i}, F_{i-2,i-1}, F_{i-3,i-2}, \dots$ bis $\dots F_{12}$) bei Verwendung einer der jeweils am Eingang des betreffenden Bahnabschnittes liegenden Geschwindigkeiten ($v_{i-1}, v_{i-2}, v_{i-3}, \dots$ bis $\dots v_1$) als Stellgröße nicht selbstkompensierend sein dürfen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zu regelnder Teilschnittregisterfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft in unterschiedlichen Bahnabschnitten liegen, wobei die Stellgröße für den Teilschnittregisterfehler (Y_{1k}^*) die Geschwindigkeit (v_k) einer nicht druckenden Klemmstelle (K_k) und die Stellgröße für die Bahnzugkraft ($F_{k+1,k+2}, F_{k+2,k+3}$ bis $F_{n-2,n-1}$) in einem dahinter liegenden Bahnabschnitt die Geschwindigkeit (v_{k+1}, v_{k+2} bis v_{n-1}) ist.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zu regelnder Teilschnittregisterfehler und eine zu regelnde Bahnzugkraft in dem selben Bahnabschnitt liegen und dass die Stellgröße für den Teilschnittregisterfehler (Y_{1k}^*) die Geschwindigkeit (v_k) einer nicht druckenden Klemmstelle k (K_k) ist und eine der Geschwindigkeiten ($v_{k-1}, v_{k-2}, v_{k-3}, \dots$ bis $\dots v_1$) die Stellgröße für die Bahnzugkraft ($F_{k-1,k}$) in einem davor liegenden Bahnabschnitt ist, wobei die Bahnzugkräfte ($F_{k-1,k}, F_{k-2,k-1}, F_{k-3,k-2}, \dots$ bis $\dots F_{12}$) bei Verwendung einer der Geschwindigkeiten ($v_{k-1}, v_{k-2}, v_{k-3}, \dots$ bis $\dots v_1$) als Stellgröße nicht selbstkompensierend sein dürfen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Regelung einer Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$) bei Änderung dieser Bahnzugkraft gemäß einem neuen Sollwert ($F_{i-1,i,w}$) dadurch auch mindestens eine oder alle folgenden Bahnzugkräfte ($F_{i,i+1}, F_{i,i+2},$ usw.) geändert werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Regelung einer Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$) bei Änderung dieser Bahnzugkraft gemäß einem neuen Sollwert ($F_{i-1,i,w}$) nur diese Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$) geändert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gesamt-Schnitt-

registerfehler unmittelbar vor dem Messerzylinder gemessen und durch einen Registerregler geregelt wird, der dem Registerregler für den Teil-Registerfehler (Y_{1k}^*) an oder vor einer Klemmstelle k (K_k) überlagert wird.

12. Vorrichtung zum Regeln des Schnittregisters, insbesondere nach Anspruch 1 bis 11, an einer Rotationsdruckmaschine, deren Klemmstellen (K_1 bis K_n) mit Antriebsmotoren mit zugeordneter Strom-, Drehzahl- und gegebenenfalls Winkelregelung unabhängig voneinander antreibbar sind und bei der Gesamt-Schnittregisterfehler (Y_{1n}) an oder vor einem Messerzylinder (K_n) und/oder damit verbundene Teilschnittregisterfehler ($Y_{12}^*, Y_{13}^*, Y_{1i}^*, Y_{1k}^*, Y_{1,n-1}^*$) an oder vor einer oder mehreren diesem Messerzylinder (K_n) vorgeordneten Klemmstellen (K_i, K_j, K_k bis K_{n-1}) über eine bestimmte Bildinformation oder Messmarken der bedruckten Bahn mittels mindestens eines Sensors (1; 2; 3) erfassbar sind, die Bahnzugkraft (F) mittels mindestens eines weiteren Sensors (4) erfassbar ist und diese von den Sensoren (1; 2; 3; 4) erfassten Registerabweichungen ($Y_{12}^*, Y_{13}^*, Y_{1i}^*, Y_{1k}^*, Y_{1,n-1}^*$) und Bahnzugkräfte (F_{jk}) zur Beeinflussung des Schnittregisterfehlers (Y_{1n}) einer Regel- und/oder Steuerungseinrichtung zur Veränderung von Winkellagen oder Umfangsgeschwindigkeiten (v_1 bis v_3, v_i, v_k, v_n) der jeweiligen Klemmstelle (K_1 bis K_3, K_4, K_i, K_k, K_n) zuführbar sind, wobei eine Bahnzugkraft ($F_{i-1,i}$) in einem Bahnabschnitt ($i-1,i$) und ein Teil-Registerfehler (Y_{1k}^*) in einem anderen oder demselben Bahnabschnitt unabhängig voneinander durch entsprechende Sollwerte ($F_{i-1,i,w}, Y_{1k,w}^*$) einstellbar sind, wozu eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, insbesondere ein Leitstand, mit entsprechender Visualisierungseinrichtung vorgesehen wird.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abwickleinrichtung (K_0) mittels Tänzerwalzen oder Bahnzugkraftregelkreisen derart steuerbar ist, dass mit Hilfe der Umfangsgeschwindigkeit (v) der Klemmstelle (K_1) oder mit Hilfe der Bahnzugkraft (F_{01}) der instationäre und stationäre, in das System eingeleitete Massenstrom veränderbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (1; 2; 3; 4) und zugehörige Auswerteeinrichtungen bei Nenn-

geschwindigkeit der Druckmaschine die Information über den oder die Registerfehler (Y_{14} ; Y_{13}^* ; Y_{1i}^* ; Y_{ik}^*) und die Bahnzugkraft ($F_{k-1,k}$ bzw. $F_{i-1,i}$) in minimaler Zeit zur Verfügung stellen und mit Schnittstellen ausgeführt sind, welche die Registerfehler (Y_{14} ; Y_{13}^* ; Y_{1i}^* ; Y_{ik}^*) und Bahnzugkräfte ($F_{k-1,k}$ bzw. $F_{i-1,i}$) über Feldbusse, Ethernet oder anderer Kommunikationsbusse und Kommunikationsschnittstellen übertragen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regel- und/oder Steuerungseinrichtung als Zentralrechner, vorzugsweise im Leitstand, oder als eingebetteter Rechner, vorzugsweise in einem Steuer- oder Reglerschrank, oder funktionell dezentralisiert in den jeweiligen Umrichtergeräten realisiert ist und alle Informationen (Istwerte, Sollwerte, Regelalgorithmen) in Echtzeit verarbeitbar sind.

5

10

15

20

25

30

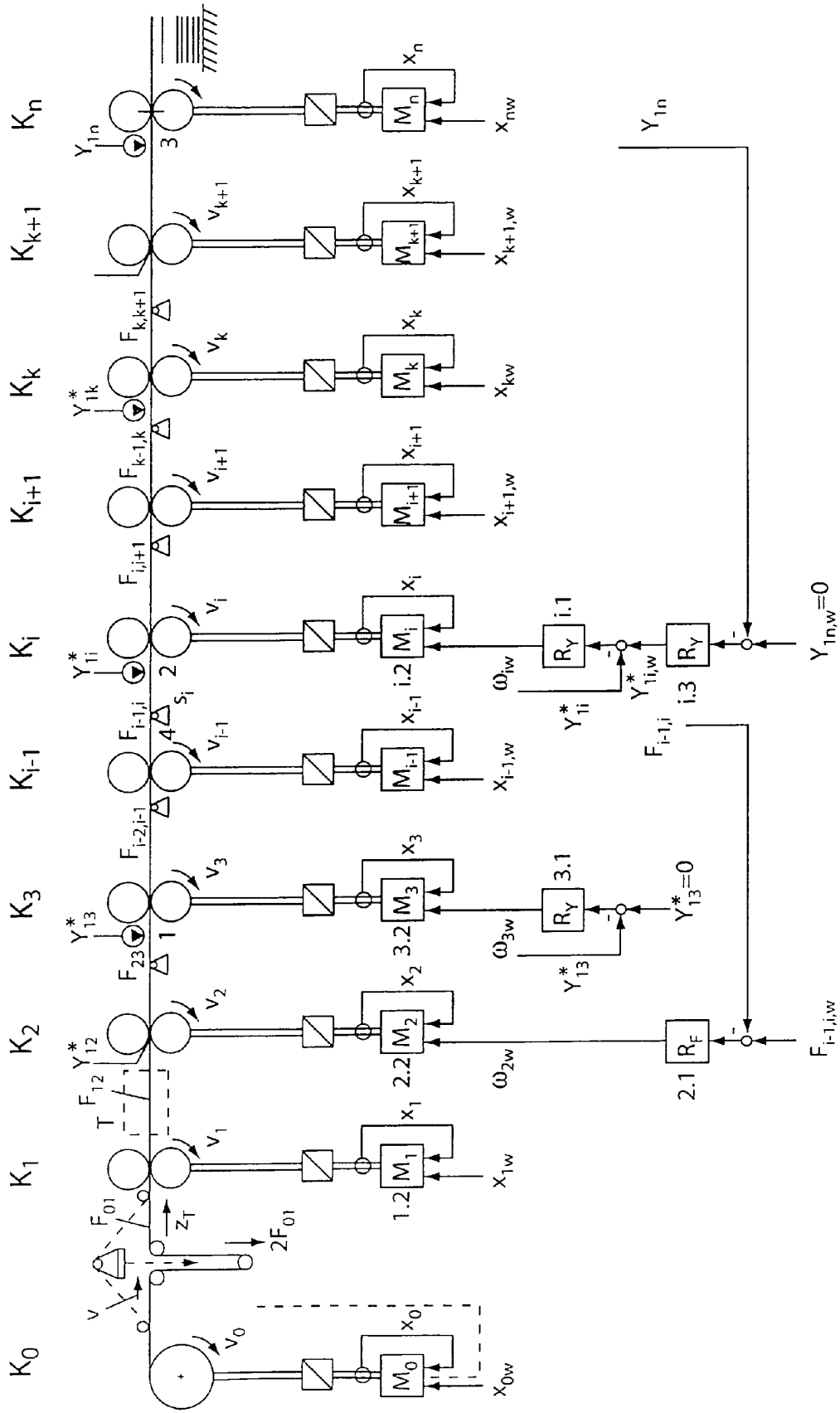
35

40

45

50

55



Patent 3

Fig. 1