



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2007 Patentblatt 2007/22

(51) Int Cl.:
B65H 23/188 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06019736.5**

(22) Anmeldetag: **21.09.2006**

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

(71) Anmelder: **Bosch Rexroth Aktiengesellschaft**
70184 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Schultze, Stephan Dr.**
97816 Lohr (DE)
• **Zentgraf, Christian**
63741 Aschaffenburg (DE)

(30) Priorität: **29.11.2005 DE 102005056802**

(54) **Regelung der Bahnspannung einer Warenbahn**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung einer mittels einer Transporteinrichtung bewegten Warenbahn mit einem Bahnspannungsregler unter Bestimmung von Regelkreisparametern.

Die Bahnspannung kann in einem vergrößerten Betriebsbereich der Transporteinrichtung und der Eigen-

schaften unterschiedlicher Warenbahnmaterialien sowie Breiten und Dicken der Warenbahn innerhalb des für die Bearbeitungsqualität vorteilhaften Bereiches gehalten werden, indem die Regelkreisparameter des Bahnspannungsreglers gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie bestimmt werden.

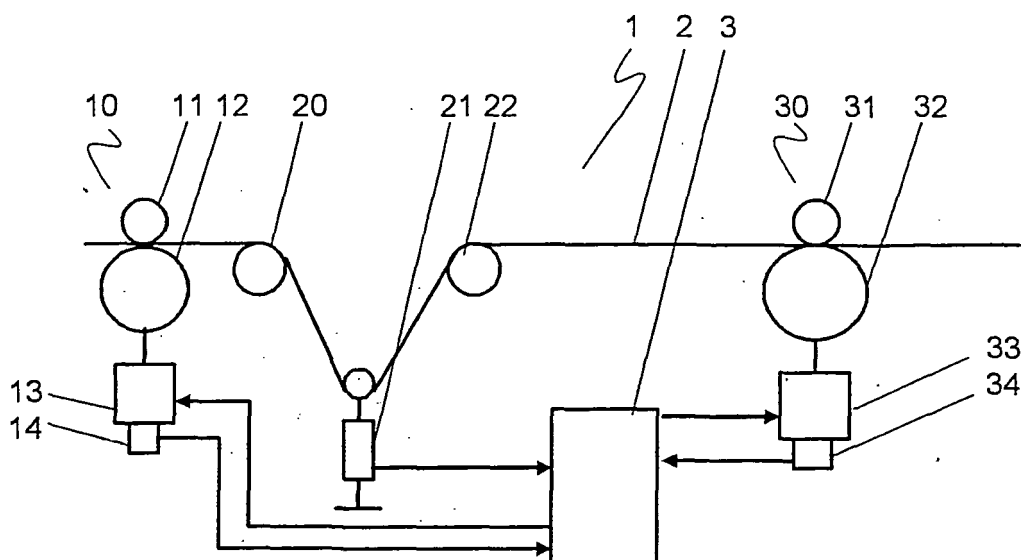


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Bahnspannung einer mittels einer Transporteinrichtung bewegten Warenbahn mit einem Bahnspannungsregler unter Bestimmung von Regelkreisparametern.

[0002] Bei Warenbahnen handelt es sich um fortlaufende Materialbahnen aus Papier, Folie oder Stoff. Zur Bearbeitung wird die Warenbahn innerhalb einer Transporteinrichtung durch Antriebswalzen befördert und beispielsweise bedruckt. Gemäß dem Stand der Technik wird die Warenbahn einer Bearbeitungsstufe dabei über eine zuführende Klemmstelle zugeführt, die aus einer in ihrer Drehzahl geregelten Antriebswalze mit zugehöriger Andruckwalze besteht. Nach der Bearbeitungsstufe wird die Warenbahn über eine zweite Klemmstelle abgeführt, die aus einer zweiten in ihrer Drehzahl geregelten Antriebswalze mit zugehöriger Andruckwalze besteht. Eine ausreichende Bearbeitungsqualität kann nur erreicht werden, wenn die Warenbahn zwischen den Klemmstellen eine gewisse Mindest-Bahnspannung besitzt, da sie ansonsten für die Bearbeitung ungenau transportiert wird und beispielsweise zum Flattern neigt. Andererseits darf eine gewisse Maximal-Bahnspannung nicht überschritten werden, da die Warenbahn ansonsten reißt oder sich unelastisch dehnt.

[0003] Um einen problemlosen Betrieb der Transporteinrichtung sowie eine gute Qualität der bearbeiteten Warenbahn zu gewährleisten, muss die Bahnspannung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und Parametern wie dem Elastizitätsmodul der Warenbahn innerhalb eines bestimmten Bereichs gehalten werden.

[0004] Als Bahnspannungsregler dient ein PI-Regler, der als Stellgröße die Voreilung bzw. Nacheilung der an der zu- oder abführenden Klemmstelle angeordneten Antriebswalze verwendet. Der Regelkreis wird dabei über die Messung des Istwertes der Bahnspannung mit einer Kraftmessdose geschlossen. Die Regelkreisparameter des Zugspannungsreglers mit Kraftmessdose sind von der Maschinengeschwindigkeit und vom Material abhängig. Die Geschwindigkeitsabhängigkeit kann durch eine adaptive Kennlinie des P-Anteils des Reglers modelliert werden. Die Materialabhängigkeit der vorteilhaften Bahnspannungsregelung kann während der Inbetriebnahme durch einen Optimierungsschritt berücksichtigt werden. Nachteilig ist hierbei, dass bei einem Materialwechsel der Optimierungsschritt wiederholt werden muss. Wird beispielsweise härteres Material eingelegt, kann ansonsten der Regelkreis instabil werden. Wird die erste Optimierung so gewählt, dass für eine größere Gruppe von Materialien geeignete Parameter gewählt werden, wird für flexiblere Materialien die Regelkreisdynamik nicht ausgenutzt, was die Einstellung einer geeigneten Bahnspannung unnötig verlängert und eine erhöhte Menge fehlerhaft bearbeiteter Warenbahn zur Folge

hat.

[0005] Aus der DE 198 34 725 A1 ist eine Regeleinrichtung und ein Verfahren zum Regeln der Spannung einer Papierbahn einer Druckmaschine bekannt, bei der innerhalb der Regelstrecke ein gemessener Bahnspannungs-Istwert erfasst wird. Ein Drehzahlleit-Sollwert und ein Bahnspannungs-Sollwert werden vorgegeben. Aus dem Bahnspannungs-Sollwert und dem Bahnspannungs-Istwert wird ein Vor- bzw. Nacheilungs-Sollwert ermittelt, der zusammen mit dem Drehzahlleit-Sollwert die einzustellende Drehzahl ergibt. Mit dieser Bahnspannungsregelung kann die Abweichung der einzelnen Bahnspannungen an unterschiedlichen Stellen des Papierweges innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden. Auf den Einfluss des Elastizitätsmoduls der Warenbahn auf die Druckeigenschaften wird in der Schrift zwar eingegangen, eine Lehre zur Beseitigung des Einflusses durch Berücksichtigung in den Regelparametern wird jedoch nicht angegeben.

[0006] Aus der DE 102 01 993 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur dynamischen Steuerung eines Antriebes für Transportwalzen in einer Rollendruckmaschine bekannt. Dabei bestand die Aufgabe darin, bei unterschiedlichen Phasen des Maschinenbetriebes eine gewünschte Bahnspannung sowie eine geforderte Druckqualität zu gewährleisten. Hierbei gilt es, die Bahnspannung eines Abschnittes einer Warenbahn zwischen einer zuführenden und einer abführenden Klemmstelle zu steuern, die jeweils aus einer Transportwalze und einer Andruckwalze gebildet sind. Die Steuervorrichtung arbeitet während einer ersten Phase des Druckmaschinenbetriebes in einem Bahnspannungskontrollmodus, um die Bahnspannung auf einem ersten gewünschten Bahnspannungswert zu halten. In einer zweiten Phase des Betriebes der Druckmaschine erfolgt Steuerung in einem Geschwindigkeitskontrollmodus in dem das Verhältnis der Antriebsgeschwindigkeiten der zuführenden und der abführenden Klemmstelle gesteuert werden.

[0007] Aus der DE 103 22 098 ist eine Regelung für die Bahngeschwindigkeit einer Warenbahn bekannt, bei der ein Sollwert für die Bahngeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Istwertes der Bahnspannung und des Elastizitätsmoduls des Bahnmaterials ermittelt wird.

[0008] Nachteilig beim Stand der Technik ist, dass die Bahnspannungsregelung jeweils an die zu verwendende Warenbahn angepasst werden muss und nicht universell einsetzbar ist.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren für die Regelung der Bahnspannung einer Warenbahn zu schaffen, das eine Erhöhung der Produktqualität bei gleichzeitig hohem Produktionsvolumen und geringem Aufwand bei der Umstellung des Typs der Warenbahn ermöglicht.

Vorteile der Erfindung

[0010] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Regelkreisparameter des Bahnspannungsreglers gemäß

einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie bestimmt werden. Hierdurch kann erreicht werden dass die Bahnspannung in einem vergrößerten Betriebsbereich der Transporteinrichtung und der Eigenschaften unterschiedlicher Warenbahnmaterialien sowie Breiten und Dicken der Warenbahn innerhalb des für die Bearbeitungsqualität vorteilhaften Bereiches gehalten werden kann.

[0011] Wird mit dem Bahnspannungsregler eine PI-Regelung oder PID-Regelung vorgenommen, kann eine einfache und kostengünstige Bahnspannungsregelung verwirklicht werden, die dennoch eine gute Bearbeitungsqualität ermöglicht.

[0012] Werden als Regelkreisparameter der Proportional- und/oder der Integral- und/oder der Differential-Anteil des PI-Reglers oder PID-Reglers verwendet, kann die Bahnspannung über einen weiten Bereich von Parametern der Warenbahn im für eine gute Bearbeitungsqualität geeigneten Bereich gehalten werden.

[0013] Eine für eine schnelle und genaue Regelung der Bahnspannung der Warenbahn besonders geeignete Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Antrieb der Transporteinrichtung in zumindest zwei Antriebsgruppen erfolgt, die von eigenen Antrieben angetrieben werden und deren Kopplung innerhalb des Steuerungs- und Antriebssystems auf elektronischer Basis erfolgt. Diese auch als "wellenloser" Antrieb bezeichnete Ausführungsform koppelt die zumindest zwei Antriebsgruppen nicht mechanisch über eine starre Welle sondern elektronisch über den Bahnspannungsregler oder eine andere Regel- und Steuereinrichtung. Diese können auf Servosynchronmotore wirken und so beispielsweise auch eine für zwei Antriebe unterschiedliche Anlauf- oder Regel-Charakteristik vorsehen. Auf diese Weise können beispielsweise Trägheitsmomente von Komponenten der Transporteinrichtung für die Warenbahn berücksichtigt werden.

[0014] Werden die Antriebe mittels einer realen oder virtuellen Leitachse gesteuert, kann die Steuerung und Regelung der Transporteinrichtung entweder auf eine der real vorhandenen Antriebsachsen bezogen werden oder die Reglerparameter für die Antriebsachsen werden auf eine nur in den Parametern des Bahnspannungsreglers vorhandene virtuelle Leitachse bezogen. Wird eine virtuelle Leitachse benutzt, haben Ungenauigkeiten in der Messwerterfassung und/oder Bewegung der Leitachse keinen Einfluss auf die Regelgüte.

[0015] Die Zeitkonstante der Regelstrecke ist proportional zu dem Kehrwert der Geschwindigkeit der Warenbahn. Daher ist es vorteilhaft, wenn die Regelkreisparameter gemäß einer hyperbolischen Kennlinie in Abhängigkeit von der Leitachsgeschwindigkeit der Warenbahn bestimmt werden.

[0016] Eine besonders einfache zu realisierende Ausführungsform sieht vor, dass die Regelkreisparameter gemäß einer stückweise aus Funktionen zusammengesetzten Kennlinie in Abhängigkeit von der Leitachsgeschwindigkeit bestimmt werden.

[0017] Ein vorgegebener Sollwert der Bahnspannung kann schneller und damit mit weniger Produktionsausfall erreicht werden, indem die Regelkreisparameter gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie in Abhängigkeit von einer Abweichung der Bahnspannung von einem vorgegebenen Sollwert bestimmt werden.

[0018] Werden die Regelkreisparameter gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie in Abhängigkeit von einer Lauflänge der Warenbahn zwischen einer zuführenden Klemmstelle und einer abführenden Klemmstelle bestimmt, kann erreicht werden, dass bei einer Umrüstung der Transporteinrichtung, bei der die Länge der Warenbahn zwischen der zuführenden und der abführenden Klemmstelle verändert wird, ein für einen reibungslosen Produktionsanlauf geeigneter Satz von Regelkreisparametern zur Verfügung steht.

[0019] Werden für die Regelkreisparameter unterhalb einer minimalen Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit und oberhalb einer maximalen Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit konstante Werte vorgegeben, kann erreicht werden, dass im normalen Betriebsbereich der Regelung eine steile Kennlinie mit einer guten Regelcharakteristik gewählt werden kann, ohne dass bei einem Betrieb außerhalb des üblichen Betriebsbereichs Schäden an der Warenbahn und/oder der Transporteinrichtung auftreten.

[0020] Werden die Regelkreisparameter in Abhängigkeit von physikalischen Kenngrößen der Warenbahn bestimmt, kann erreicht werden dass bei unterschiedlichen Materialien eine gute Bearbeitungsqualität erreicht wird. Insbesondere können Schwankungen der physikalischen Kenngrößen über die Zeit erfasst und berücksichtigt werden.

[0021] Werden die physikalischen Kenngrößen innerhalb der Transporteinrichtung bestimmt, kann eine schnelle Berücksichtigung von Änderungen während des laufenden Betriebs erfolgen und somit der Anteil von zu verwerfender Warenbahn verringert werden.

[0022] Eine hohe Produktionsgeschwindigkeit und Bearbeitungsqualität bei unterschiedlichen Materialien sowie bei unterschiedlicher Breite und/oder Dicke der Warenbahn kann erreicht werden, indem als physikalische Kenngröße der Elastizitätsmodul der Warenbahn verwendet. Wird der Elastizitätsmodul kontinuierlich gemessen, kann erreicht werden, dass auch eine vom Trocknungsverhalten und/oder Feuchtegrad der Warenbahn abhängige Änderung des Elastizitätsmoduls berücksichtigt werden kann.

[0023] Eine kostengünstige Ausführungsform sieht vor, dass der Elastizitätsmodul mit Hilfe der in der Transporteinrichtung nach dem Stand der Technik bereits vorhandenen Elemente Messwertgeber, Drehwinkelgeber und dem Bahnspannungsregler ermittelt wird. Hiermit kann ohne zusätzliche Vorrichtungen, und damit ohne Zusatzkosten, der Elastizitätsmodul bestimmt werden.

[0024] Eine besonders einfache Ausführungsform

sieht vor, dass der Elastizitätsmodul aus einer Längenänderung der Warenbahn in Abhängigkeit einer Bahnspannungsänderung ermittelt wird. Hierbei ist es möglich, die Warenbahn um einen bestimmten festen Betrag zu längen und die sich daraus ergebende Bahnspannungsänderung zu messen oder man erhöht die Bahnspannung um einen bestimmten festen Betrag und misst die sich ergebende Längenänderung.

[0025] Eine hohe Bearbeitungsqualität einer Warenbahn, auch bei Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen, kann erreicht werden, indem die Regelkreisparameter in Abhängigkeit vom Trägheitsmoment von nicht angetriebenen Walzen zwischen der zuführenden Klemmstelle und der abführenden Klemmstelle bestimmt werden. Der Störeinfluss dieser nicht angetriebenen Umlenkwalzen auf die Bahnspannung im Bearbeitungsbereich kann so vermindert werden.

[0026] Die Einschwingdauer des Bahnspannungsreglers kann vermindert werden, indem Voreinstellwerte für die Regelkreisparameter als Startwerte für die Stellgröße, wie beispielsweise eine Vor- oder Nacheilung eines Antriebs, und eine Selbstoptimierung des PI-Reglers oder PID-Reglers angegeben werden. Hierdurch kann der Anteil an Produkt mit guter Bearbeitungsqualität verbessert werden.

[0027] Werden die Voreinstellwerte für die Stellgrößen aus den ermittelten physikalischen Kenngrößen der Warenbahn bestimmt, kann auch für unterschiedliche und neuartige Materialien und Materialkombinationen der Warenbahn ein Satz von Voreinstellwerten bestimmt werden, der ein schnelles Erreichen optimaler Regelparameter ermöglicht.

[0028] Wird als Stellgröße ein additiver Geschwindigkeitssollwert, ein Drehzahlsollwert, ein Geschwindigkeitsfaktor oder ein Drehzahlfaktor der Transporteinrichtung verwendet, kann eine besonders einfach ausgeführte Bahnspannungsregelung verwirklicht werden, die dennoch den Erfordernissen an eine hohe Bearbeitungsqualität genügt.

[0029] Wird in dem Bahnspannungsregler eine maschinengeschwindigkeitsbezogene Zykluszeit berücksichtigt, kann erreicht werden, dass auch bei niedrigen Geschwindigkeiten der Warenbahn die Bahnspannung innerhalb der für eine hohe Bearbeitungsqualität erforderlichen Grenzen bleibt. Hiermit wird der Effekt eines kontinuierlichen PI-Reglers vermieden, dass bei geringen Geschwindigkeiten und auch bei Stillstand der Integralanteil weiter wirkt und die Stellgröße aus dem geeigneten Bereich treiben kann.

Zeichnungen

[0030] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Transporteinrichtung für eine Warenbahn,

Figur 2 eine Kennlinie für eine geschwindigkeitsadaptive Regelung,
Figur 3 eine Kennlinie für eine regelabweichungsabhängige Regelung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0031] Figur 1 zeigt eine Transporteinrichtung 1 zur Bearbeitung einer Warenbahn 2 zwischen einer zuführenden Klemmstelle 10 und einer abführenden Klemmstelle 30 mit einem Bahnspannungsregler 3. An der zuführenden Klemmstelle 10 wird die Warenbahn 2 zwischen einer Andruckwalze 11 und einer Antriebswalze 12 geklemmt und mit definierter Geschwindigkeit der Bearbeitung zugeführt. Bei der Bearbeitung kann es sich beispielsweise um einen Druckvorgang handeln. Die Antriebswalze 12 wird von einem Motor 13 angetrieben, dessen Umdrehungsgeschwindigkeit und Winkelstellung mit einem Drehwinkelgeber 14 erfasst und dem Bahnspannungsregler 3 zugeführt werden. Der Bahnspannungsregler 3 steuert die Versorgungsspannung des Motors 13 und ist als PI-Regler ausgeführt.

[0032] Nach der Bearbeitung wird die Warenbahn 2 an einer abführenden Klemmstelle 30 mittels einer Andruckwalze 31 und einer Antriebswalze 32 bewegt. Die Antriebswalze 32 wird von einem Motor 33 angetrieben, dessen Welle mit einem Drehwinkelgeber 34 gekoppelt ist, der Daten zur Umdrehungsbewegung des Motors 33 dem Bahnspannungsregler 3 zuführt. In einer anderen Ausführungsform kann der Antrieb der Antriebswalzen 12, 32 durch Servosynchronmotore erfolgen, die aufgrund ihrer Funktionsweise die Verwendung von Drehwinkelgebern 14, 34 erübrigen. Die Steuerung der Umdrehungsgeschwindigkeit und des Drehwinkels der Motore 13, 33 erfolgt in diesem Fall über die Phase und Frequenz der Versorgungsspannung.

[0033] Der Istwert der Bahnspannung zwischen der zuführenden Klemmstelle 10 und der abführenden Klemmstelle 30 wird mit einem Messwertgeber 21 gemessen. Hierzu wird die Warenbahn 2 über eine Umlenkwalze 20 dem Messwertgeber 21 zugeführt und über eine zweite Umlenkwalze 22 zur weiteren Bearbeitung weitergeführt. Der Messwertgeber 21 kann beispielsweise als Kraftmessdose ausgeführt sein. Sein Ausgangssignal wird dem Bahnspannungsregler 3 als Istwert der Bahnspannung zugeführt.

[0034] In Figur 2 ist eine Kennlinie 50 für eine geschwindigkeitsadaptive Regelung dargestellt. Die Kennlinie 50 stellt den Verlauf der P-Verstärkung 51 über einer Leitachsgeschwindigkeit 54 dar. Die Leitachsgeschwindigkeit 54 ist dabei die Umfangsgeschwindigkeit einer Antriebswalze 12, 22 oder einer in der Transporteinrichtung 1 entlang der Warenbahn 2 davor oder danach angeordnete Antriebswalze. Die Leitachsgeschwindigkeit 54 kann sich in einer anderen Ausführungsform auch auf eine nicht real vorhandene Achse beziehen, sondern eine Rechengröße innerhalb des Bahnspannungsreglers 3 sein; in diesem Fall wird die Leitachse als "virtuelle

Leitachse" bezeichnet. Auf die Leitachsgeschwindigkeit 54 bezieht der Bahnspannungsregler 3 die Steuerung und Regelung der anderen Antriebe. Die Kennlinie 50 ist so gewählt, dass die P-Verstärkung 51 unterhalb eines ersten Betriebspunktes 52 und oberhalb eines zweiten Betriebspunktes 53 jeweils konstant ist. Hierdurch wird erreicht, dass im üblichen Betriebsbereich zwischen dem ersten Betriebspunkt 52 und dem zweiten Betriebspunkt 53 eine steile Kennlinie mit einer schnellen Ausregelung von Abweichungen gewählt werden kann, außerhalb des Bereiches aber dennoch für die Warenbahn 2 unschädliche Werte der Bahnspannung eingehalten werden.

[0035] Figur 3 zeigt eine Kennlinie 50, die eine von einer Regelabweichung 55 abhängige P-Verstärkung 51 vorgibt. In dieser Ausführung ist bei kleinen Abweichungen vom Sollwert eine flache Kennlinie 50 vorgesehen, während bei größeren Abweichungen eine steile Kennlinie 50 vorgesehen ist. Hierdurch kann erreicht werden dass bei geringen Abweichungen die Warenbahn 2 ruhig läuft und die Bearbeitungsqualität sehr hoch ist. Bei größeren Abweichungen wird die Bahnspannung schnell an den Sollwert herangeführt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Bahnspannung einer mittels einer Transporteinrichtung (1) bewegten Warenbahn (2) mit einem Bahnspannungsregler (3) unter Bestimmung von Regelkreisparametern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter des Bahnspannungsreglers (3) gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie (50) bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem Bahnspannungsregler (3) eine PI-Regelung oder PID-Regelung vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Regelkreisparameter der Proportional- und/oder der Integral- und/oder der Differential-Anteil des PI-Reglers oder PID-Reglers verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb der Transporteinrichtung (1) in zumindest zwei Antriebsgruppen erfolgt, die von eigenen Antrieben angetrieben werden und deren Kopplung innerhalb des Steuerungs- und Antriebssystems auf elektronischer Basis erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebe mittels einer realen oder virtuellen Leitachse gesteuert werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter gemäß einer hyperbolischen Kennlinie (50) in Abhängigkeit von der Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit bestimmt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter gemäß einer stückweise aus Funktionen zusammengesetzten Kennlinie (50) in Abhängigkeit von der Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit bestimmt werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie (50) in Abhängigkeit von einer Abweichung der Bahnspannung von einem vorgegebenen Sollwert bestimmt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter gemäß einer als Funktion und/oder an mehreren Stützstellen vorgebbaren Kennlinie (50) in Abhängigkeit von einer Lauflänge der Warenbahn (2) zwischen einer zuführenden Klemmstelle (10) und einer abführenden Klemmstelle (30) bestimmt werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Regelkreisparameter unterhalb einer minimalen Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit und oberhalb einer maximalen Maschinen-, Anlagen- oder Warenbahngeschwindigkeit konstante Werte vorgegeben werden.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter in Abhängigkeit von physikalischen Kenngrößen der Warenbahn (2) bestimmt werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die physikalischen Kenngrößen innerhalb der Transporteinrichtung (1) bestimmt werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als physikalische Kenngröße der Elastizitätsmodul der Warenbahn (2) verwendet wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elastizitätsmodul mit Hilfe der Elemente Messwertgeber (21), Drehwinkelgeber (14, 34) und dem Bahnspan-

nungsregler (3) ermittelt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elastizitätsmodul aus einer Längenänderung der Warenbahn (2) in Abhängigkeit einer Bahnspannungsänderung ermittelt wird. 5
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regelkreisparameter in Abhängigkeit vom Trägheitsmoment von nicht angetriebenen Walzen zwischen der zuführenden Klemmstelle (10) und der abführenden Klemmstelle (30) bestimmt werden. 10
15
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Voreinstellwerte für die Regelkreisparameter als Startwerte für eine Selbstoptimierung des PI-Reglers oder PID-Reglers angegeben werden. 20
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Voreinstellwerte für die Stellgrößen aus den ermittelten physikalischen Kenngrößen der Warenbahn (2) bestimmt werden. 25
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Stellgröße ein additiver Geschwindigkeitssollwert, ein Drehzahlsollwert, ein Geschwindigkeitsfaktor oder ein Drehzahlfaktor der Transporteinrichtung (1) verwendet wird. 30
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Bahnspannungsregler (3) eine maschinengeschwindigkeitsbezogene Zykluszeit berücksichtigt wird. 35

40

45

50

55

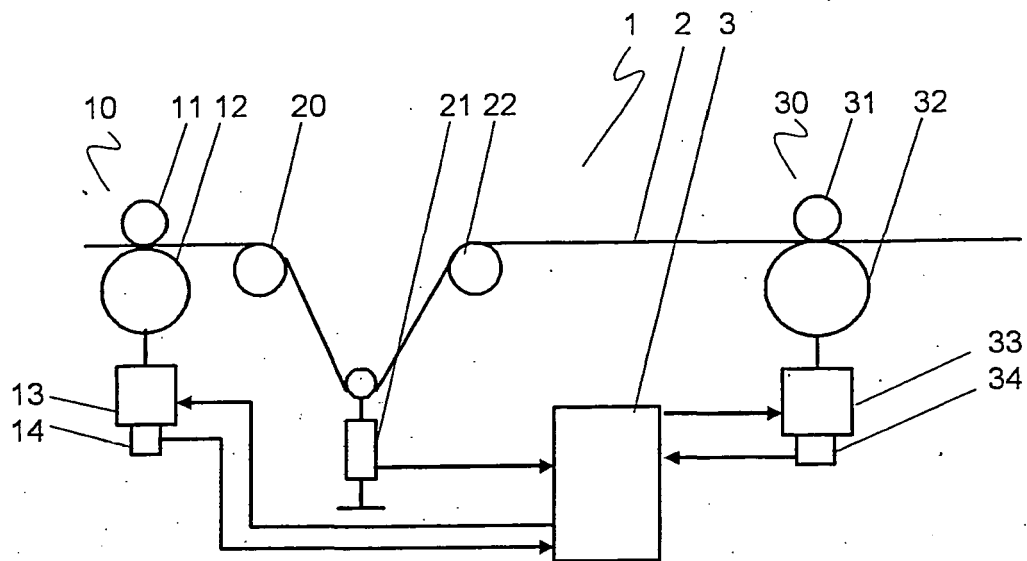


Fig. 1

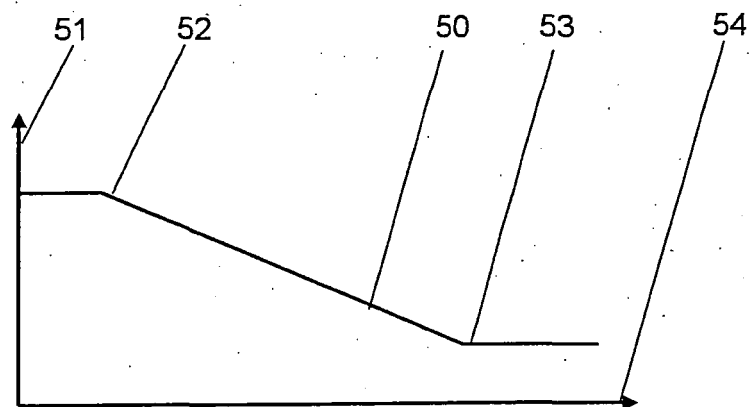


Fig. 2

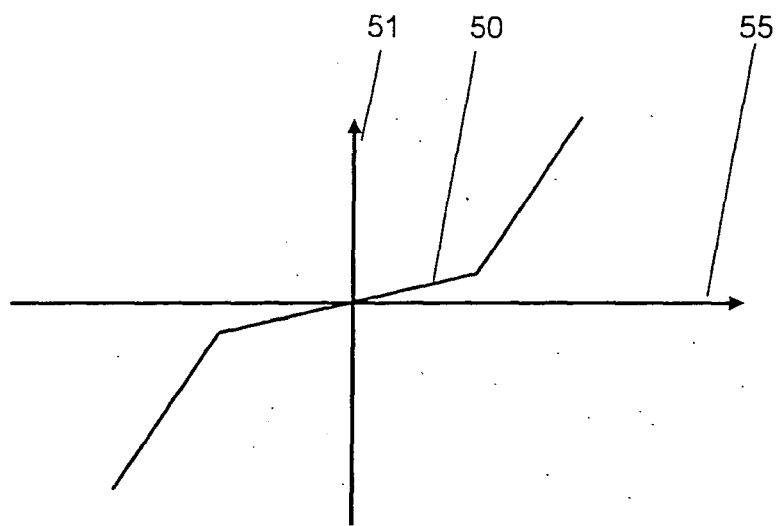


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19834725 A1 [0005]
- DE 10201993 A1 [0006]
- DE 10322098 [0007]