



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 014 526 A1** 2007.10.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 014 526.7**

(22) Anmeldetag: **29.03.2006**

(43) Offenlegungstag: **04.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B41F 33/00** (2006.01)
G05D 13/64 (2006.01)

(71) Anmelder:
**KOENIG & BAUER Aktiengesellschaft, 97080
 Würzburg, DE**

(72) Erfinder:
Riese, Martin, Dr.-Ing., 01445 Radebeul, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
 ziehende Druckschriften:

DE 197 40 153 A1
DE 103 55 122 A1
DE 103 38 976 A1
DE 102 17 707 A1
DE 101 49 525 A1
DE 101 32 807 A1
DE 100 47 725 A1
DE 41 37 979 A1
EP 11 16 582 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

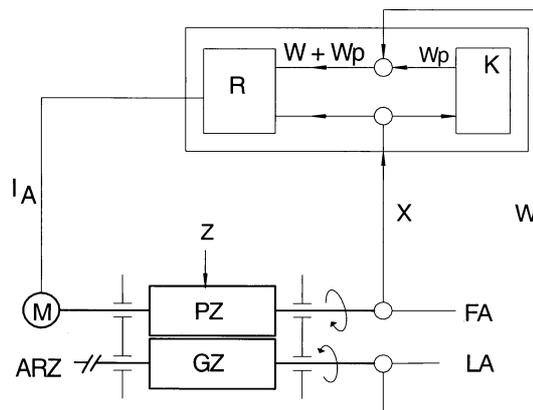
(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Reduzierung von periodischen Drehwinkel-Lagedifferenzen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reduzierung von periodischen Lagedifferenzen bei einer Antriebsregelung in einer Rotationsdruckmaschine.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verzerrungen des Druckbildes, die bei lagegeregelten Antrieben durch periodische Asynchronitäten entstehen, mit einem einfach zu implementierenden Regelungsverfahren zu vermindern. Dabei sollen aufwendige Messungen der Störschwingungen vermieden werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren oder eine Vorrichtung, wobei bei einer Änderung des Betriebszustandes der Rotationsdruckmaschine

- die mit der Antriebs-Folgeregelung verbleibenden Lagedifferenzen nach Erreichen des neuen stationären Betriebszustandes in Abhängigkeit vom Drehwinkel registriert werden,
- die registrierten Lagedifferenzen unter Anwendung von Filteralgorithmen selektiert und periodisch auftretenden Lagedifferenzen gemeinsam mit den zugeordneten Drehwinkeln gespeichert werden,
- aus den gespeicherten Lagedifferenzen zusätzliche drehwinkelbezogene Korrekturwerte für die Solllagewerte der Folgeachse gebildet, als betriebszustandsspezifische Korrekturfunktion oder Korrekturtabelle gespeichert und den Solllagewerten der Antriebs-Folgeregelung drehwinkelabhängig überlagert werden, so dass die verbleibenden Lagedifferenzen minimiert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reduzierung von periodischen Drehwinkel-Lagedifferenzen bei einer Antriebsregelung in einer Rotationsdruckmaschine gemäß dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Zur Erzielung eines registergenauen Übereinanderdrucks der einzelnen Druckfarben in Rotationsdruckmaschinen ist die exakte Synchronisierung der Drehbewegungen aller den Bedruckstoff fördernden und die Farbteilbilder übertragenden Rotationskörper erforderlich. Die Synchronisierung der Drehbewegungen erfolgt üblicherweise mit einer Antriebsregelung, indem ein Antriebsregler die Drehbewegung der mit einem Antriebssystem verbundenen und zu synchronisierenden Rotationskörper (Folgeachsen) den Änderungen der Drehwinkellage eines ausgewählten, Rotationskörpers (reale Leitachse) oder einer von einer übergeordneten Antriebs- oder Maschinensteuerung generierten virtuellen bzw. elektronischen Leitachse nachführt. Dabei werden in Abhängigkeit vom Regelverfahren neben dem Drehwinkel auch die Drehzahl oder die Rotationsbeschleunigung der Leitachse als Führungsgrößen verwendet.

[0003] Ein solches Antriebssystem in einer Bogenrotationsdruckmaschine bilden beispielsweise separat angetriebene Plattenzylinder mit Einzelantrieben, die aus einem die Druckwerke verbindenden Antriebsräderzug herausgelöst sind und im Druckbetrieb synchron zu benachbarten Gummituchzylindern, die vom Antriebsräderzug und Hauptantrieb angetrieben werden, rotieren sollen. Die Einzelantriebe der Plattenzylinder müssen dazu einer Leitachse innerhalb des Antriebsräderzuges exakt nachgeführt werden. Beispielsweise fungiert ein Gummituchzylinder, der vom Antriebsräderzug angetrieben wird, als Leitachse. Der im Abrollkontakt mit dem Gummituchzylinder stehende, einzeln angetriebene Plattenzylinder bildet dann die mit dem Gummituchzylinder zu synchronisierende Folgeachse. Antriebsregelungen, die auf neu auftretende Störungen reagieren, sind infolge der Trägheit des Regelkreises nicht in der Lage, eine Lagekorrektur der mindestens einen Folgeachse ohne zeitliche Verzögerung gegenüber dem Auftreten der Störung vorzunehmen, so dass an der Folgeachse ein zeitlich begrenzter Lagefehler gegenüber der Leitachse bzw. dem Lagesollwert auftritt.

[0004] Bei einer Folgeachsenregelung führt deshalb jede Beschleunigung der Leitachse zu einem vorübergehenden Lagefehler (Schleppfehler) der Folgeachse(n). Der Schleppfehler tritt kurzzeitig z.B. bei jeder Drehzahländerung der Druckmaschine auf.

[0005] Schleppfehler aufgrund von periodischen Störmomenten (Elastizitätskräfte von Greiferöff-

nungskurven, Einfluss von Zylinderkanälen beim Abrollen von im Kontakt stehenden Zylindermantelflächen, Unwuchten und Rundlauffehler von Zylindern, Greifersteuergetriebe etc.) sowie aufgrund von schwingungsbedingten Drehzahlschwankungen der Leitachse führen dagegen zu permanenten, sich periodisch (entsprechend der Ordnung) wiederholenden Lageabweichungen bzw. Schleppfehlern der Folgeachse(n).

[0006] Auch verschiedene Einstellungen des Bedieners (Delta-Betrieb, Walzenpressung, Unterlagen, Farbeigenschaften, Gummituchspannung u.a.) haben Einfluss auf die Größe und Charakteristik der Störmomente bzw. Drehschwingungen, die sich über miteinander in Kontakt stehende Rotationskörper und das Antriebssystem (Antriebsräderzug) auf die gesamte Druckmaschine erstrecken können.

[0007] Diese Asynchronitäten der Drehwinkellagen der Rotationskörper im Antriebssystem führen zu Beeinträchtigungen der Druckqualität. Die auftretenden Schwingungen sind maßgeblich vom Betriebszustand der Druckmaschine abhängig, der durch die Summe von Druckmaschinenkonfiguration, Druckmaschineneinstellungen, Druckbedingungen, Betriebsparametern, Farb- und Bedruckstoffeigenschaften gekennzeichnet ist. Ein Parameter mit besonders starkem Einfluss ist hierbei die Druckgeschwindigkeit.

[0008] Da eine konventionelle Antriebsregelung periodische und aperiodische Schwingungen fortlaufend als „neue“ Störungen erfasst und entsprechend zeitverzögert kompensiert, verbleiben im Rahmen der konventionellen Antriebsregelung nicht vollständig kompensierbare Regeldifferenzen, die als Lage-, Drehzahl- oder Rotationsbeschleunigungsdifferenzen der Achsen messbar sind. Diese kurzzeitigen Asynchronitäten bis zum Einsetzen der Regelung führen aber bereits zu einer ungenauen Aufbringung der Druckbilder (Registerabweichungen) bzw. zu Druckbildverzerrungen, die die Druckqualität einschränken. Derartige Störungen sind – wie aus dem Stand der Technik bekannt – nur mit erheblichem Aufwand reduzierbar, indem nach einer Frequenzanalyse die störenden Schwingungen gedämpft oder mit entgegen gerichteten Schwingungen, die den Antriebsmomenten aufgeprägt werden, kompensiert werden.

[0009] Es sind verschiedene Antriebskonfigurationen bekannt, um periodische Störungen bzw. Schwingungen in Druckmaschinen zu verringern.

[0010] In der DE 103 55 122 A1 wird eine Vorrichtung und ein Verfahren offenbart, bei dem durch einen zusätzlichen Regler zeitperiodische Störungen im System erfasst und mittels einer der Ursache entgegen gerichteten Stellgröße kompensiert werden.

Dabei muss jedoch die Frequenz der Grundschiwingung bekannt sein. Es werden ein Störmodell und ein Vorfilter im z-Bereich entworfen. Dieser Entwurf ist komplex und erfordert einen nicht unerheblichen Berechnungsaufwand.

[0011] Aus der DE 102 17 707 A1 ist eine Kompensationseinrichtung für Schwingungen einer Winkelgröße in einer Bedruckstoff verarbeitenden Maschine bekannt, bei der mittels einer Kompensationseinrichtung mindestens eine zu kompensierende diskrete Frequenz aus dem gemessenen Signal gewonnen und daraus mittels einer Übertragungsfunktion ein Ausgangssignal für einen Aktor erzeugt wird.

[0012] In der DE 101 49 525 A1 ist ein Verfahren zur Kompensation mechanischer Schwingungen in Maschinen beschrieben, wobei die Parameter für das dem Aktor zugeführte Signal durch Berechnung aus den zu verschiedenen Zeitpunkten gemessenen Werten durch Korrelation bestimmt wird. Auch hier ist eine komplexe Rechnung erforderlich, die einen leistungsfähigen zusätzlichen Prozessor erfordert.

[0013] Die EP 1 116 582 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kompensation von periodischen Schwingungen zum Antrieb eines Druckzylinders, wobei die Winkelgeschwindigkeit über mindestens eine Zylinderumdrehung aufgezeichnet, daraus ein periodisches Korrektursignal abgeleitet und der Motor dann mit diesem Korrektursignal angesteuert wird. Auch hier sind ein aufwendiger, zusätzlicher Messvorgang und eine Frequenzanalyse mittels Fourier-Zerlegung notwendig.

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verzerrungen des Druckbildes, die bei lagegeregelten Antrieben durch periodische Asynchronitäten entstehen, mit einem einfach zu implementierenden Verfahren, zu vermindern. Dabei sollen aufwendige Messungen der Störschwingungen vermieden werden und das Verfahren soll tolerant gegenüber sich verändernden Betriebszuständen der Druckmaschine sein, wobei unter Änderung des Betriebszustandes alle Änderungen verstanden werden, die zu neuen Lagedifferenzen zwischen den Achsen führen, z.B. Veränderungen der Druckgeschwindigkeit, wechselnde Einstellungen des Druckers, veränderte Bedruckstoff- und Farbeigenschaften oder ein Wechsel der Materialeigenschaften von Zylinderbespannungen.

[0015] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des 1. Anspruchs oder eine Vorrichtung mit den Merkmalen des 6. Anspruchs gelöst.

[0016] Die vom Drehwinkel abhängigen Lagedifferenzen der Folgeachse(n) gegenüber den von der Leitachse vorgegebenen Solllagewerten, werden in

einem automatisierten Verfahren als Funktion des Drehwinkels messtechnisch erfasst. Die registrierten Lagedifferenzen können gefiltert bzw. geglättet werden und werden – nach der Multiplikation mit einem „Lernfaktor“ – als Lagekorrektursollwert für jede Folgeachse winkelabhängig in Korrekturmodulen für die Folgeachse(n) abgespeichert. Durch die Filterung der registrierten Lagedifferenzen werden die periodisch bei jeder Umdrehung auftretenden Lagedifferenzen selektiert. Da dieser Prozess kontinuierlich abläuft, entsteht ein selbstlernender Algorithmus, durch den Lageschleppfehler schrittweise verringert und die Druckqualität damit signifikant verbessert wird.

[0017] Auf der Grundlage der gespeicherten Lagedifferenzen werden somit in einem selbstlernenden Algorithmus aus den noch verbliebenen Lagedifferenzen optimierte Korrekturwerte für die Führungsgröße gebildet, gespeichert („eingelernt“) und den Sollwerten der Führungsgröße für die Antriebsregler der Folgeachsen drehwinkelabhängig und verzögerungsfrei überlagert, so dass die periodischen Lagedifferenzen, die von der Antriebsregelung nicht kompensiert werden, dadurch zumindest soweit minimiert werden können, dass die gewünschte Druckqualität erreicht wird.

[0018] Die erfindungsgemäße Sollwertkorrektur kann in Abhängigkeit vom Drehwinkel, von der Drehzahl oder der Rotationsbeschleunigung gebildet und als Korrekturfunktion oder als Korrekturtabelle in den Speichern der Korrekturmodule innerhalb der Antriebsregelung abgelegt werden. Die Lagekorrektur der Folgeachsen beruht somit auf einem einfach zu implementierenden Algorithmus und passt sich selbsttätig den sich ändernden Betriebsbedingungen an, indem die periodischen Lagedifferenzen der Folgeachse(n) und deren Korrekturwerte nach Erreichen des stationären Zustandes neu ermittelt, fortlaufend optimiert und bei jeder Umdrehung der Achsen permanent und verzögerungsfrei in die Antriebsregelung eingespeist werden.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass die Korrektur extern erregter Maschinenschwingungen und dynamischer Schleppfehler lagegeregelter elektrischer Antriebe in einer Druckmaschine auf einfache Weise und ohne aufwändige Schwingungsanalysen oder Berechnungsalgorithmen erfolgen kann. Dabei werden die aktuellen Maschineneinstellungen, die sich auf Frequenz, Phasenlage und Amplitude der Störungen an den lagegeregelten Folgeachsen auswirken, implizit berücksichtigt. Aufwendige Messsysteme sind nicht notwendig, die Zusatzkosten sind gering. Die Druckqualität wird deutlich gesteigert, dynamische Kräfte im Antriebsystem werden verringert und so das Registerspreizen vermindert, die Gefahr des Zahnflankenabhebens im Antriebsräderzug wird reduziert, der Maschi-

nenverschleiß nimmt ab.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sollen im Folgenden am Beispiel einer Antriebsfolgeregelung in einer Rotationsdruckmaschine mit einer Folgeachse, die einer Leitachse synchron nachgeführt werden soll, näher erläutert werden.

[0021] Die einzige Figur zeigt dazu die schematische Darstellung der Antriebsfolgeregelung mit dem erfindungsgemäßen Korrekturmodul am Beispiel einer Plattenzylinder/Gummituchzylinder-Paarung in einer Rotationsdruckmaschine.

[0022] Wie in der Fig. dargestellt, wird ein Gummituchzylinder GZ von einem Antriebsräderzug ARZ, der das Antriebsmoment eines Hauptantriebsmotors auf alle zentral angetriebenen Rotationskörper der Druckmaschine überträgt, in eine Rotationsbewegung versetzt, der dem benachbarten Plattenzylinder PZ während des Druckbetriebes synchron nachgeführt werden muss, damit das Druckbild lagegenau und verzerrungsfrei auf den Gummituchzylinder GZ übertragen und von dort auf den Bedruckstoff gebracht werden kann. Der Plattenzylinder PZ wird separat von einem Einzelantrieb M angetrieben. Die Einzelantriebskonfiguration hat gegenüber einem zentralen Antrieb der Plattenzylinder PZ beispielsweise den Vorteil, dass die Plattenwechsel an allen Plattenzylindern PZ gleichzeitig und unabhängig von ihrer durch den Antriebsräderzug ARZ vorgegebenen Winkelstellung im Druckbetrieb durchgeführt und so Rüstzeiten eingespart werden können.

[0023] Zur Synchronisierung des Plattenzylinders PZ mit dem Gummituchzylinder GZ ist den Einzelantrieben M eine Antriebsregelung zugeordnet.

[0024] Die Antriebsachse des Gummituchzylinders GZ bildet dabei die Leitachse LA, deren Bewegung durch die Antriebsregelung auf die Folgeachse FA des Plattenzylinders PZ zur Gewährleistung der Druckgenauigkeit möglichst verzögerungsfrei übertragen werden muss. Die Drehbewegung des Gummituchzylinders GZ wird dazu mit einem Drehwinkelgeber zur kontinuierlichen Erfassung der Drehwinkelstellung der Leitachse LA und der daraus gebildeten Solllage w für die zumindest eine Folgeachse FA gemessen. Zur Erfassung der Drehwinkel-Istlage x der Folgeachse FA des Plattenzylinders PZ ist an der Folgeachse FA ebenfalls ein Drehwinkelgeber angeordnet. Die Antriebsregelung kann zur Verbesserung der Regelgüte mit einer Drehzahl- oder Rotationsbeschleunigungsmessung an beiden Achsen kombiniert sein. Da der Erfindungsgedanke davon unberührt bleibt, wird auf eine Erläuterung weiterer möglicher Regelungsstrategien verzichtet. Das Ausführungsbeispiel basiert auf einer einfachen Drehwinkelregelung.

[0025] Die Drehwinkelstellung des Gummituchzylinders GZ wird einem Antriebsregler R für den Einzelantrieb M des Plattenzylinders PZ über eine Signalleitung zwischen Drehwinkelgeber und Führungsgrößeneingang als Lagesollwert w (Führungsgröße) zugeführt. Der zweite Eingang des Antriebsreglers R ist für die Istlage x der Folgeachse FA des Plattenzylinders PZ vorgesehen.

[0026] Dem Antriebsregler R ist ein Korrekturmodul K zugeordnet, welches einen Eingang für den Lagesollwert x des Drehwinkels und einen Ausgang für die ermittelten periodischen Sollwertkomponenten (Korrekturwerte w_p) des Lagesollwertes w für die Folgeachse FA aufweist. Das Korrekturmodul K ist entweder als eine separate Recheneinrichtung mit zugeordnetem Speicher oder als ein im Antriebsregler R implementierter Berechnungs- und Speicherbereich ausgebildet.

[0027] Der Ausgang des Korrekturmoduls K ist auf einen Summationspunkt geführt, wo die Korrekturwerte w_p mit den Lagesollwerten w des Antriebsreglers für die Folgeachse FA zusammengeführt werden und gemeinsam mit diesen auf den Führungsgrößeneingang des Reglers R aufgeschaltet sind. Der Antriebsregler R gibt ein der Lagedifferenz $[(w + w_p) - x]$ entsprechendes Signal an ein (nicht dargestelltes) Leistungsteil für den Antriebsstrom I_A des Einzelantriebes M des Plattenzylinders PZ aus. Dazu ist der Antriebsreglerausgang mit dem Einzelantrieb M verbunden.

[0028] Das in der beschriebenen Vorrichtung ablaufende Verfahren zur Reduzierung von periodischen Drehwinkel-Lagedifferenzen in der Antriebsregelung der Rotationsdruckmaschine wirkt im stationären Betriebszustand parallel zur konventionellen Antriebsregelung und kann automatisch von der Maschinensteuerung der Druckmaschine rückgesetzt werden, wenn sich deren Betriebszustand ändert, wodurch die Phasenlage, Frequenz und Amplitude der in der Druckmaschine erregten Drehmomentschwingungen und damit die periodischen und nicht periodischen Schwingungen z der Leitachse LA und Folgeachse FA verändert werden. Die schwingungsbedingten Lageabweichungen der beiden Achsen LA, FA sind als drehwinkelabhängige Schwankungen der Lagedifferenzen $(w - x)$ zwischen der Istlage x der Folgeachse FA und der von der Leitachse LA vorgegebenen Solllage w messbar, die minimiert werden sollen. Eine Änderung des Betriebszustandes wird beispielsweise durch eine Drehzahlerhöhung verursacht.

[0029] Nach Erreichen eines neuen stationären Betriebszustandes der Rotationsdruckmaschine werden die Lagedifferenzen $(w - x)$, die aufgrund der Trägheit des Antriebsreglers R verbleiben, in Abhängigkeit vom Drehwinkel φ im Korrekturmodul K zunächst registriert (zwischen gespeichert).

[0030] Die registrierten Lagedifferenzen ($w - x$) werden danach unter Anwendung von Filter-Algorithmen selektiert und damit die periodisch auftretenden Lagedifferenzen $(w - x)_p$ von den aperiodischen Lagedifferenzen ($w - x$) getrennt und gemeinsam mit den zugeordneten Drehwinkeln φ gespeichert.

[0031] Zur Selektion der periodischen Lagedifferenzen $(w - x)_p$ eignen sich bekannte FIR- oder IIR-Filter. Die registrierten Lagedifferenzen $(w - x)_p$ können weiterhin geglättet werden und werden – nach der Multiplikation mit einem „Lernfaktor“ (zwischen 0 und -1) – als Lagekorrekturwert für jede Folgeachse FA winkelabhängig abgespeichert.

[0032] Aus den gespeicherten periodischen Lagedifferenzen $(w - x)_p$ werden zusätzliche drehwinkelbezogene Korrekturwerte w_p für die Solllagewerte der Folgeachse FA gebildet, als betriebszustandspezifische Korrekturfunktion oder Korrekturabelle (φ, w_p) gespeichert und den Solllagen w der Antriebs-Folgeregelung drehwinkelabhängig verzögerungsfrei überlagert, so dass die mit der konventionellen Antriebsregelung verbleibenden Lagedifferenzen $(w - x)$ minimiert werden.

[0033] Die an der Folgeachse FA des Plattenzylinders PZ gemessenen Lageistwerte x werden im stationären Betriebszustand – wie vorstehend erläutert – im Korrekturmodul K bearbeitet (z.B. gefiltert), um die periodisch mit jeder Umdrehung auftretenden Lagedifferenzen $(w - x)_p$ zu detektieren und diese winkelabhängig abzuspeichern (z.B. in einer winkelabhängigen Tabelle zu registrieren). Die Lageistwertverarbeitung im Korrekturmodul K entspricht einem kontinuierlichen Lernvorgang, der die aktuell gemessenen winkelbezogenen periodischen Abweichungen $(w - x)_p$ mit bereits erfassten periodischen Abweichungen $(w - x)_p$ aus vorhergehenden Umdrehungen in geeigneter Weise verknüpft (z.B. gleitende Mittelwertbildung, FIR-, IIR-Filter) und dadurch „lernt“, welche Sollwertkorrektur bei jedem aktuellen Drehwinkel φ notwendig ist, um die Lagedifferenzen zu minimieren. Da die Schwingungsamplituden sowohl von der Konfiguration der Maschine (Anzahl der Druckwerke und Zylinder, Trägheiten, Federkonstanten, etc.) als auch von der Druckmaschinendrehzahl (Resonanzfrequenzen) und von Einstellungen des Druckers (Delta-Betrieb, Farbe, Sujet, Pressungen usw.) abhängen, ist ein Lernvorgang ein einfaches Mittel, um eine geeignete Fehlerkorrektur zu bestimmen. Zusätzliche Informationen über das Schwingungssystem Druckmaschine, wie z.B. Eigenfrequenzen, Übertragungsfunktionen, usw. sind nicht notwendig.

[0034] Das Übertragungsverhalten des Antriebsreglers, das im Wesentlichen durch Verzögerung nachgebildet werden kann, kann durch eine entsprechende Winkelkorrektur (geschwindigkeitsabhängiges Vordrehen des Winkels für die Bestimmung der Soll-

wertkorrektur) berücksichtigt werden.

[0035] Es ist zweckmäßig, bei Änderung des Betriebszustandes der Druckmaschine die Korrekturwerte w_p zunächst auf Null oder auf Voreinstellwerte, die aus den gespeicherten Korrekturwerten w_p gleicher oder ähnlicher Betriebszustände bereits vorher ermittelt wurden, zurückzusetzen.

[0036] Die Voreinstellwerte können ebenso zumindest in Abhängigkeit von der Maschinenkonfiguration, den Druckparametern oder den Bedruckstoffeigenschaften durch Interpolation oder Extrapolation gespeicherter Voreinstellungen gebildet werden.

[0037] Eine vorteilhafte Weiterbildung des Regelungsverfahrens besteht darin, die gebildeten Korrekturwerte w_p nach weiteren Algorithmen, insbesondere zur Glättung über den Drehwinkel φ oder zur Begrenzung der maximalen Korrekturwerte w_p zu modifizieren, um die Stabilität des Regelkreises zu gewährleisten.

[0038] Die erfindungsgemäße Regelung ist für folgende Eingangsgrößen anwendbar:

- die gemessene Abweichung der Rotationsbewegung der Druckmaschine von der gleichförmigen Rotation,
- eine Differenz im zurückgelegten Umfangsweg zwischen verschiedenen Rotationskörpern (z.B. erster und letzter Druck- oder Gummizylinder einer Rotationsdruckmaschine bei Antrieb durch mehrere Antriebe),
- die gemessene Winkelabweichung zwischen Leit- und Folgeachse bei Einzelantrieb eines Rotationskörpers (Ausführungsbeispiel).

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------------------------|--|
| ARZ | Antriebsräderzug |
| FA | Folgeachse |
| GZ | Gummituchzylinder |
| I_A | Stellgröße, Antriebsstrom |
| K | Korrekturmodul |
| LA | Leitachse |
| M | Einzelantrieb |
| PZ | Plattenzylinder |
| R | Antriebsregler |
| x | Regelgröße, Istlage der Folgeachse, Lageistwert |
| w | Führungsgröße, von der Leitachse vorgegebene Solllage für die Folgeachse, Lagesollwert |
| w_p | Korrekturwerte für die periodisch auftretenden Lagedifferenzen $(w - x)_p$ |
| φ | Drehwinkel, Drehwinkelage |
| z | Störgröße, Schwingungen |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung von periodischen Drehwinkel-Lagedifferenzen bei einer Antriebsregelung in einer Rotationsdruckmaschine, wobei

- eine Antriebsfolgeregelung eine Istlage (x) zumindest einer Folgeachse (FA) einer von einer Leitachse (LA) vorgegebenen Solllage (w) nachführt,
- die Lagedifferenzen ($w - x$) zwischen der Istlage (x) und der Solllage (w) von einem Betriebszustand der Rotationsdruckmaschine beeinflusst werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die mit der Antriebsfolgeregelung verbleibenden Lagedifferenzen ($w - x$) in Abhängigkeit vom Drehwinkel (φ) registriert werden,
- die registrierten Lagedifferenzen ($w - x$) unter Anwendung von Filteralgorithmen selektiert und periodisch auftretende Lagedifferenzen ($w - x$)_p gemeinsam mit den zugeordneten Drehwinkeln (φ) gespeichert werden,
- aus den gespeicherten, periodischen Lagedifferenzen ($w - x$)_p zusätzliche drehwinkelbezogene Korrekturwerte (w_p) für die Solllagewerte (w) der Folgeachse (FA) gebildet, als betriebszustandsspezifische Korrekturfunktion oder Korrekturtabelle (φ , w_p) gespeichert und den Solllagen (w) der Antriebs-Folgeregelung drehwinkelabhängig überlagert werden, so dass die verbleibenden Lagedifferenzen ($w - x$) minimiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Änderung des Betriebszustandes der Druckmaschine die Korrekturwerte (w_p) zunächst auf Null oder Voreinstellwerte, die aus den gespeicherten Korrekturwerten (w_p) ähnlicher Betriebszustände ermittelt werden, zurückgesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Korrekturwerte zeitlich begrenzt oder in Abhängigkeit von Betriebsmodi oder Einstellwerten der Druckmaschine erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Filteralgorithmen insbesondere FFIR- oder IIR-Filter umfassen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gebildeten Korrekturwerte (w_p) nach weiteren Algorithmen, insbesondere zur Glättung über den Drehwinkel (φ) oder zur Begrenzung der maximalen Korrekturwerte (w_p), modifiziert werden.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, wobei die Rotationsdruckmaschine zumindest eine Antriebsfolgeregelung, bestehend aus

- Drehwinkel- und/oder Drehzahlsensoren an der Leitachse (LA) und der mindestens einen Folgeach-

se (FA),

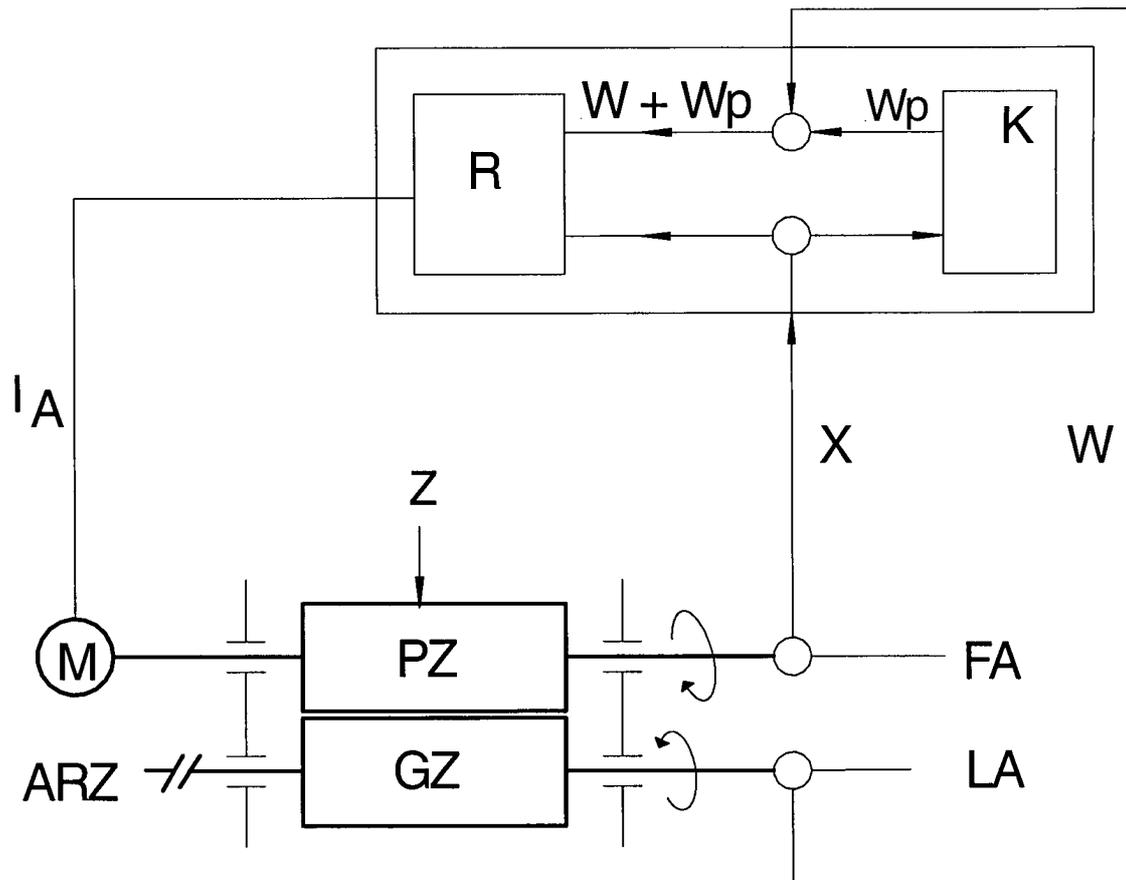
- einem Antriebsregler (R) und mindestens einem davon angesteuerten Antriebsmotor (M), welcher der mindestens einen Folgeachse (FA) zugeordnet ist, und eine übergeordnete Maschinensteuerung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass im Antriebsregler (R) ein Korrekturmodul (K) integriert ist, welches der nach dem Verfahren zu regelnden Folgeachse (FA) zugeordnet ist, wobei in dem Korrekturmodul (K) ein programmierbarer Ablauf zur
- Registrierung der verbleibenden Lagedifferenzen ($w - x$) als Funktion des Drehwinkels (φ),
- Selektierung der registrierten Lagedifferenzen ($w - x$) unter Anwendung von Filteralgorithmen und Speicherung von periodisch auftretenden Lagedifferenzen ($w - x$)_p gemeinsam mit den zugeordneten Drehwinkeln (φ),
- Bildung von zusätzlichen, drehwinkelbezogenen Korrekturwerten (w_p) für die Solllagewerte (w) der Folgeachse (FA),
- drehwinkelabhängige Überlagerung der Solllagewerte (w) der Antriebsfolgeregelung mit den Korrekturwerten (w_p),

implementiert ist, der von der Maschinensteuerung aktivierbar oder ständig aktiv ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Leitachse (LA) und der Folgeachse (FA) unterschiedliche Antriebe (M, ARZ) zugeordnet sind, die über die Antriebsregelung synchronisiert sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur