



(11) **EP 1 916 106 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(51) Int Cl.:
B41F 13/12 ^(2006.01) **B41F 13/14** ^(2006.01)
B41F 13/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07117690.3**

(22) Anmeldetag: **02.10.2007**

(54) **Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine**

Method for compensating circumferential register errors caused by oscillation in a sheet-fed printing press

Procédé de compensation d'erreur d'enregistrement circonférentiel fondé sur les oscillations dans une presse au sol

(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 MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **25.10.2006 DE 102006050208**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.04.2008 Patentblatt 2008/18

(73) Patentinhaber: **Heidelberger Druckmaschinen
Aktiengesellschaft
69115 Heidelberg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dr. Buck, Bernhard
69126, Heidelberg (DE)**
• **Dr. Schreiber, Stefan
68535, Edingen-Neckarhausen (DE)**
• **Dr. Seidler, Malte
69123, Heidelberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 709 184 EP-A- 1 674 258
DE-A1- 4 218 604 DE-A1- 10 309 670
DE-A1-102004 048 151 US-B1- 6 523 468

EP 1 916 106 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine, in welchem wenigstens eine durch Schwingungen bewirkte Abweichung der Ist-Winkellage eines Zylinders von einer Soll-Winkellage durch eine Verstellung des Umfangsregisters wenigstens eines Druckwerks ausgeglichen wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Bogendruckmaschine mit einer Mehrzahl von Druckwerken und einer Registersteuerung mit Stellgliedern zur Veränderung von Zylinderwinkellagen in einzelnen Druckwerken.

[0002] Zur Erzeugung eines qualitativ hochwertigen mehrfarbigen Drucks mit einer Vielzahl von Druckwerken einer Bogendruckmaschine kommt dem passgenauen oder registerhaltigen Übereinanderdrucken einzelner Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen eine besondere Bedeutung zu. Zu diesem Zweck verfügt eine ge-
läufige Bogendruckmaschine über eine Steuerung oder eine Regelung des Registers, indem die Lage eines oder mehrerer Zylinder in einem Druckwerk in mehreren Freiheitsgraden durch Stellglieder, beispielsweise durch den Antrieb des Zylinders, verändert werden kann. Insbesondere kann auf die Winkellage eines Druckformzylinders oder eines Bogen führenden Zylinders (oder auch einer Trommel) eingewirkt werden, so dass dessen Phasenlage verstellt wird (Umfangsregister). Bei entsprechend gegenläufiger Winkellagekorrektur können auf diese Weise Registerabweichungen in Bogenlängsrichtung, auch als Passerabweichungen bezeichnet, ausgeglichen werden.

[0003] Eine Vielzahl von Betriebsgrößen, wie beispielsweise Betriebsgeschwindigkeit, Beschleunigungen und Verzögerungen, Temperatur, Lage der auf den Druckformzylindern aufgenommenen Druckformen und Bogenübergabe, übt dabei einen Einfluss auf den quantitativen Wert der Passerabweichungen von zwei aufeinander folgenden Druckwerken aus. Im stationären Betrieb einer Bogendruckmaschine bildet sich aber in der Regel auch eine stationäre Passerabweichung aus.

[0004] Beispielsweise im Dokument DE 10 2004 031 508 A1 wird beschrieben, dass die bei unterschiedlichen Werten von Betriebsgrößen, insbesondere bei dem von den Betriebsgrößen abhängigen unterschiedlichen Drehmomentfluss von einem Antrieb, auftretende unterschiedlichen statischen Lasten eine statische Passerabweichung im Vergleich zu einem passgenauen Druck bei einem bestimmten Satz von Werten von Betriebsgrößen bewirken. Diese Passerabweichung kann durch eine gegenläufige Veränderung des Umfangsregisters, insbesondere eine entsprechende Abänderung der Drehwinkel-Sollwerte des in Register zu bringenden Zylinders, korrigiert werden. Zu diesem Zweck wird mittels eines Drehmomentflussmodells die zu erwartende Passerabweichung aus den wirkenden Antriebs- und Lastmomenten und der Elastizität des Antriebsstrangs vorhersagend berechnet.

[0005] Es ist des Weiteren bekannt, dass in Abhängigkeit der Werte von Betriebsgrößen Schwingungen in einer Bogendruckmaschine angeregt werden können. Beispielsweise im Dokument DE 42 18 604 A1 wird darauf hingewiesen, dass als Folge dieser Schwingungen im Druckbild Registerabweichungen in Bogenlängsrichtung auftreten können. Mit anderen Worten, es kann auch eine schwingungsinduzierte dynamische Passerabweichung vorhanden sein. Gemäß dem Dokument DE 42 18 604 A1 wird der auftretende Registerfehler direkt mittels eines Registermessgerätes oder indirekt mittels eines Bogenlagedetektors in der Druckmaschine gemessen, so dass eine entsprechende Korrektur des Umfangsregisters vorgenommen werden kann.

[0006] Im Allgemeinen wird eine Bogendruckmaschine zu besonders ausgeprägten Schwingungen angeregt, wenn ein anregendes Störungsmoment einer bestimmten Frequenz in Resonanz zu einer Eigenfrequenz der Bogendruckmaschine oder eines Teiles der Bogendruckmaschine ist. Die Frequenzen verschiedener Störungsmomente sind dabei häufig abhängig von einzelnen Betriebsgrößen, insbesondere können Störungsmomente mit relativ starken Amplituden geschwindigkeitsabhängige Frequenzen aufweisen. Zu unterscheiden ist vor allem zwischen Frequenzen ganzzahliger Ordnung, das heißt Frequenzen, die ein ganzzahliges Vielfaches der Bogendruckmaschinenbetriebsfrequenz darstellen, und Frequenzen nichtganzzahliger Ordnung, das heißt Frequenzen, die ein nichtganzzahliges Vielfaches der Bogendruckmaschinenbetriebsfrequenz sind. Eine Schwingung ganzzahliger Ordnung hat eine feste Phasenlage zu einem Betriebstaktzyklus der Bogendruckmaschine.

[0007] Für die im Dokument DE 42 18 604 A1 beschriebene Vorgehensweise zur Registerkorrektur ist es unerheblich, aufgrund welcher Störungsquelle, sei sie statischer oder dynamischer Natur, die auszugleichende Passerabweichung aufgetreten ist, da nur der resultierende Gesamtfehler gemessen und korrigiert wird.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, gezielt eine schwingungsinduzierte dynamische Passerabweichung in einer Bogendruckmaschine zu verringern oder zu vermeiden.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen charakterisiert.

[0010] Im erfindungsgemäßen Verfahren zur Kompensation (oder zum Ausgleich, zum Entgegenwirken oder zur Korrektur) schwingungsbedingter oder schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine, insbesondere für den mehrfarbigen Druck, wird wenigstens eine durch Schwingungen bewirkte Abweichung der Ist-Winkellage eines Zylinders von einer Soll-Winkellage, insbesondere eines Bogen führenden Zylinders, durch eine Verstellung des Um-

fangsregisters mindestens eines Druckwerks (der Bogendruckmaschine) ausgeglichen. Dazu werden der aktuelle Schwingungszustand der Bogendruckmaschine (während des Betriebes) bestimmt, die Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung, das heißt Schwingungen mit ganzzahlig vielfacher Frequenz der Bogendruckmaschinenbetriebsfrequenz, auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen, insbesondere auf die Winkellage des wenigstens einen Zylinders berechnet und die gemäß dem Berechnungsergebnis notwendige ausgleichende Verstellung des Umfangsregisters, insbesondere der Winkellage des Zylinders als die notwendige ausgleichende Umfangsregisterverstellung, vorgenommen.

[0011] Die Schwingungen können insbesondere Drehschwingungen sein. Die Verstellung des Umfangsregisters mindestens eines Druckwerks kann durch eine Verstellung des Umfangsregisters eines Zylinders, insbesondere der Phasenlage oder der Winkelorientierung eines Zylinders, erfolgen. Der zu verstellende Zylinder kann alternativ dazu auch ein Teil eines anderen Druckwerks der Bogendruckmaschine, das vom genannten Druckwerk verschieden ist, sein. Der Zylinder kann insbesondere ein Druckformzylinder oder ein Bogen führender Zylinder sein. Der Zylinder kann ein Teil des Druckwerks sein, dessen Umfangsregister verstellt wird. Der Druckformzylinder des Druckwerks kann der Umfangsregistertragende Zylinder sein. Die Verstellung des Umfangsregisters wenigstens eines Druckwerks kann durch die Verstellung eines Druckformzylinders oder durch die Verstellung eines entlang des Bogentransportpfades durch die Druckmaschine liegenden Zylinders, insbesondere eines Bogen führenden Zylinders (bevorzugt), erfolgen. Die Verstellung des Umfangsregisters wenigstens eines Druckwerks kann durch die Verstellung des Zylinders, an welchem eine Abweichung der Ist-Winkellage von einer Soll-Winkellage festgestellt (gemessen, quantitativ bestimmt) wird, oder durch einen anderen Zylinder erfolgen. Die Feststellung, Messung oder quantitative Bestimmung der Abweichung kann an einem Druckformzylinder oder einem Bogen führenden Zylinder erfolgen.

[0012] In vorteilhafter Weise kann ein schwingungsbedingter Passerfehler, eine schwingungsinduzierte dynamische Passerabweichung, korrigiert werden. Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass bei stationären Betriebsbedingungen Schwingungen ganzzahliger Ordnung dynamisch einen stationären Passerfehler induzieren. Die von Betriebsgrößen, wie beispielsweise der Maschinengeschwindigkeit oder der in der Maschine vorgenommenen Schwingungsdämpfung, abhängige Passerabweichung wird bei Kenntnis des Schwingungszustands der Bogendruckmaschine durch Messung, Berechnung auf Grundlage eines Modells oder Berechnung unter Berücksichtigung von gemessenen Werten bestimmt, so dass das Umfangsregister derart entgegenwirkend vorgesteuert werden kann, dass im Druck keine Passerabweichung störend sichtbar ist. Die Messungen und/oder

Berechnungen können vorab oder während des Betriebes der Bogendruckmaschine (online) durchgeführt werden. Die Verstellung des Umfangsregisters erfolgt bevorzugt derart langsam, dass Dublieren vermieden wird.

[0013] Mit der Erfindung kann in vorteilhafter Weise eine genaue Vorsteuerung des Umfangsregisters der Bogendruckmaschine erreicht werden. Damit können weniger Makulatur anfallen und weniger Stelleingriffe erforderlich sein. Die über geläufige Steuerungen hinausgehenden erfindungsgemäßen Verfahrensschritte können mit einem einfachen zusätzlichen Aufwand realisiert werden.

[0014] Besonders vorteilhaft ist der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens in Bogendruckmaschinen, welche eine große Anzahl von Druckwerken, insbesondere vier, fünf, sechs, acht, zehn oder zwölf Druckwerke in horizontaler Reihenaufbauweise, aufweisen. Derartige Bogendruckmaschinen werden in der graphischen Industrie auch als lange Maschinen bezeichnet. Mit zunehmender Anzahl von Druckwerken kann die Größe von auftretenden Schwingungsamplituden zunehmen, so dass deren direkte Bekämpfung oder dem Ergreifen von Maßnahmen zur Vermeidung nachteiliger Auswirkungen, wie hier der schwingungsinduzierten dynamischen Passerabweichung, besondere Bedeutung zukommt.

[0015] In einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der aktuelle Schwingungszustand durch Messung mittels Drehschwingungssensoren oder Momentensensoren an der Bogendruckmaschine und durch Ermittlung der Schwingungen mit ganzzahlig vielfacher Frequenz der Bogendruckmaschinenbetriebsfrequenz aus den gemessenen Schwingungen bestimmt. Diese Vorgehensweise ist insoweit bevorzugt, als aktuell in der Bogendruckmaschine auftretende Schwingungen direkt und individuell quantifiziert werden, ohne auf eine theoretische Modellbildung mit notwendigen vereinfachenden Annahmen oder Verallgemeinerungen zurückzugreifen. Die Ermittlung des Schwingungsanteils ganzzahliger Ordnung kann insbesondere durch die Bestimmung von Amplitude und Phase der Schwingungen mit ganzzahliger Ordnung, beispielsweise durch Filterung der gemessenen Gesamtschwingung oder des gesamten Frequenzspektrums oder durch orthogonale Korrelation, erfolgen.

[0016] Alternativ dazu wird in einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens der aktuelle Schwingungszustand aus einer Vielzahl von parametrisiert durch Werte von Betriebsgrößen der Bogendruckmaschine in einem Speicher hinterlegten Schwingungszustandswerten, welche in Abhängigkeit der Werte von Betriebsgrößen berechnet worden sind, in Funktion der aktuellen Werte von Betriebsgrößen ausgewählt. Die Betriebsgrößen können den Betriebszustand der Bogendruckmaschine beschreiben. Bedeutende Beispiele für derartige Betriebsgrößen sind die Maschinengeschwindigkeit, die Temperatur oder der Einstellungszustand der Bogendruckmaschine im reinen Schöndruckbetrieb oder im Schön- und Widerdruckbetrieb. Schwin-

gungsmodelle von Bogendruckmaschinen, auf deren Grundlage auftretende Schwingungen in Funktion des Betriebszustands berechnet werden können, sind dem Fachmann bekannt. Das für eine konkrete Bogendruckmaschine benutzte Modell muss in der Lage sein, die auftretenden Schwingungen ausreichend genau zu beschreiben. Eine Hinterlegung der Schwingungszustandswerte kann in verschiedenen geeigneten Formen erfolgen: In einer ersten Ausprägung werden die Amplituden und Phasenlagen der dominanten Schwingungsordnungen für alle Zylinder in Abhängigkeit der Druckgeschwindigkeit abgespeichert. In einer zweiten Ausprägung werden Zeitverläufe der Schwingungsordnungen im Speicher ablegt.

[0017] Weiterhin alternativ dazu wird in einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens der aktuelle Schwingungszustand aus einer Vielzahl von parametrisiert durch Werte von Betriebsgrößen der Bogendruckmaschine in einem Speicher hinterlegten Schwingungszustandswerten, welche in Abhängigkeit der Werte von Betriebsgrößen gemessen worden sind, in Funktion der aktuellen Werte von Betriebsgrößen ausgewählt.

[0018] Weiterhin alternativ dazu wird in einer vierten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens der aktuelle Schwingungszustand aus einem in einem Speicher hinterlegten Schwingungszustand, welcher in Abhängigkeit von einem Satz von Werten von Betriebsgrößen gemessen oder berechnet worden ist, in Funktion der aktuellen Werte von Betriebsgrößen berechnet. Mit anderen Worten, die Ermittlung des Schwingungszustands kann mit Hilfe einer Kombination einer Messung im Druckbetrieb und einem Modell erfolgen. Dabei können Betriebsgrößen, welche schwingungsbestimmende Parameter darstellen, aber der Steuerung nicht bekannt sind, während des Druckbetriebes (online) überwacht werden, so dass deren Verrechnung mit dem hinterlegten Schwingungszustand ermöglicht wird. Eine bedeutende Anwendung dieser Ausführungsform ist im Hinblick auf die Temperatur, deren Zusammenhang mit der Dämpfung bekannt ist, der Bogendruckmaschine gegeben.

[0019] Die Berechnung der Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung kann in bestimmten Ausführungsformen verschieden ausgeführt werden: Zum einen können die Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen, insbesondere die Winkellage des wenigstens einen Zylinders, mit Hilfe eine mitlaufenden Bogenverfolgungsmodells von der Bogendruckmaschine berechnet, insbesondere während des Druckbetriebes (online) berechnet werden. Zum anderen kann der Zusammenhang zur Beschreibung der Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen, insbesondere die Winkellage des wenigstens einen Zylinders, in der Steuerung hinterlegt sein, so dass für die aktuellen Werte von Betriebs-

größen die schwingungsbegründete Abweichung von einer Soll-Lage des oder der Farbauszüge, insbesondere der Soll-Winkellage des Zylinders, bestimmbar ist. Eine bedeutende Anwendung ist in Bezug auf die Abhängigkeit von der Umschaltung auf den Schön- und Widerdruckbetrieb (Wendebetrieb) zu sehen. Eine Hinterlegung des Zusammenhangs kann besonders vorteilhaft wenig Rechenleistung erforderlich machen und damit ökonomisch sein. Der Zusammenhang folgt aus der Zylinderstellung, einigen konstruktiven Daten, dem gedruckten Format und ruht auf einfachen geometrischen Betrachtungen. Konkret kann die Hinterlegung in Form einer Tabelle erfolgen.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die gemäß dem Berechnungsergebnis notwendige ausgleichende Verstellung des Umfangsregisters, insbesondere des Zylinders, mittels den für die Lagekorrektur der Druckformen eingesetzten Stellgliedern und Stellalgorithmen für die Verstellung des Umfangsregisters, insbesondere unter Verwendung der gleichen Nachfahrbewegung, vorgenommen.

[0021] Es hat sich herausgestellt, dass Schwingungsphänomene in Bogendruckmaschinen während des normalen Druckbetriebs häufig mit hinreichender Genauigkeit mittels eines linearen Modells, beispielsweise auf der Grundlage gekoppelter Torsionsoszillatoren, beschrieben werden können. Für lineare Modelle existiert eine Vielzahl von hinreichend genauen Berechnungsverfahren. Vorausgesetzt, die Modellbeschreibung ist ausreichend genau, ist es daher vorteilhaft, wenn das der Berechnung des aktuellen Schwingungszustands im erfindungsgemäßen Verfahren zugrunde liegende Modell linear ist.

[0022] In über den normalen Druckbetrieb hinausgehenden Situationen können auch nichtlineare Schwingungsphänomene auftreten, so dass eine lineare Beschreibung nicht mehr ausreicht. In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das der Berechnung des aktuellen Schwingungszustands zugrunde liegende Modell nichtlinear. Beispielsweise kann ein nichtlineares Modell auf der Grundlage spielbehaftet gekoppelter Torsionsoszillatoren beruhen.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zusätzlich Schwingungen nicht-ganzzahliger Ordnung aktiv durch Einspeisung von Kompensationsmomenten ausgeglichen. Die Schwingungen nicht-ganzzahliger Ordnung können eine rationale Ordnung (gebrochen rational, aber nicht ganzzahlig) oder eine irrationale Ordnung aufweisen, das heißt, Schwingungen mit rational oder irrational vielfacher Frequenz der Bogendruckmaschinenbetriebsfrequenz sein. Diese Schwingungen können auch als asynchrone Schwingungen bezeichnet werden.

[0024] Wie bereits erwähnt, stellt die schwingungsinduzierte dynamische Passerabweichung im Allgemeinen nur einen Betrag zu einer resultierenden Gesamtpasserabweichung dar. Insbesondere kann neben der

dynamischen Passerabweichung noch die bereits angesprochene statische Passerabweichung, insbesondere aufgrund statischer Momente oder Verdrehungen, auftreten. In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die gemäß dem Berechnungsergebnis notwendige ausgleichende Verstellung des Umfangsregisters, insbesondere des Zylinders, (zur Kompensation einer schwingungsbegründeten dynamischen Passerabweichung) einer statisch begründeten weiteren notwendigen Verstellung beaufschlagt werden.

[0025] Im Zusammenhang des erfinderischen Gedankens steht auch eine Bogendruckmaschine, insbesondere einen Bogenoffsetdruckmaschine, mit einer Mehrzahl von Druckwerken und einer Registersteuerung mit Stellgliedern zur Veränderung von Zylinderwinkellagen in einzelnen Druckwerken. Erfindungsgemäß umfasst die Registersteuerung der Bogendruckmaschine eine Recheneinheit und/oder eine Speichereinheit, in welcher ein Steuerungsprogramm abgelegt ist, durch welches ein Verfahren mit Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung mittels der Stellglieder ausführbar ist.

[0026] Die Bogendruckmaschine kann eine Mehrzahl von Druckwerken in modularer Bauweise in horizontaler Reihe angeordnet aufweisen. Die Bogendruckmaschine kann vier, fünf, sechs, acht, zehn oder zwölf Druckwerke aufweisen. Die Bogendruckmaschine kann eine Schön- und Widerdruckmaschine sein. Die Bogendruckmaschine kann einen Anleger und einen Ausleger aufweisen. In bestimmten Ausführungsformen kann die Bogendruckmaschine ein oder mehrere Veredelungswerke, wie Stanzwerke, Lackwerke, Folienprägwerke oder Schneidwerke aufweisen. Die Bogendruckmaschine kann Druckwerke, welche nach verschiedenen Druckverfahren arbeiten, umfassen. Insbesondere kann die Bogendruckmaschine Offsetdruckwerke aufweisen.

[0027] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren dargestellt. Es zeigt im Einzelnen:

Figur 1 eine schematische Darstellung des Schwingungsausschlags ψ in Funktion des Drehwinkels φ von sechs aufeinander folgenden Zylindern, und

Figur 2 ein schematisches Ablaufdiagramm einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine.

[0028] Die Figur 1 zeigt schematisch den Schwingungsausschlag ψ in Funktion des Drehwinkels φ von sechs Zylindern, welche aufeinander folgen. Die sechs Zylinder weisen unterschiedlich starke maximale Schwingungsamplituden auf. Ein Modell zur Berechnun-

gen der Auswirkungen von Schwingungen auf die Passerabweichung benötigt als Eingabe neben den Zylinderstellungen vor allem den Verdrehwinkel des Zylinders gegenüber der schwingungsfreien Bewegung, der Sollbewegung, für alle Zylinder in der Bogendruckmaschine als Funktion des Maschinenwinkels oder der Zeit. Zu bestimmten Werten des Drehwinkels φ , welche in bestimmten Zeitpunkten im Allgemeinen in unterschiedlichen Zyklen während des Druckbetriebes erreicht werden, erfolgt die Übergabe von einem an ein nächstes Druckwerk, insbesondere hier in der Figur 1 von einem auf einen nächsten Zylinder. An jedem dieser Zeitpunkte weisen zwei unmittelbar aufeinander folgende Zylinder unterschiedliche Schwingungsausschläge ψ (durchgezogene und gestrichelte Linien) auf. Die Differenz dieser Schwingungsausschläge ψ ist der in der jeweiligen Übergabe von einem zu einem nächsten Zylinder entstehende Passerfehler - genauer der Anteil der dynamischen Passerabweichung, falls noch weitere, durch andere Vorgänge begründete Anteile vorliegen - wie dieses in der rechten Hälfte für jede der Übergaben von einem Zylinder auf einen nächsten Zylinder dargestellt ist.

[0029] Alternativ zu der in der Figur 1 gezeigten Situation können auch Zylinder mit derselben Funktionalität in den Druckwerken betrachtet werden, beispielsweise können es Druckformzylinder oder Bogen führende Zylinder sein, welche jeweils in verschiedenen modular aufeinander folgenden Druckwerken in einer Bogendruckmaschine liegen. Anders ausgedrückt, die Zylinder können nicht unmittelbar aufeinander folgend angeordnet, insbesondere Zylinder zweier aufeinander folgenden Druckwerke sein. Beispielhaft kann eine Schwingung (zum Beispiel die erste Eigenschwingung niedrigster Frequenz) angeregt sein, welche am Anfang und am Ende der Bogendruckmaschine einen starken Schwingungsausschlag aufweist, während die Zylinder in den näher an der Maschinenmitte angeordneten Druckwerken geringe maximale Schwingungsamplituden haben.

[0030] Die Figur 2 ist ein schematisches Ablaufdiagramm einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine. Der Betriebszustand 10 der Bogendruckmaschine beeinflusst, durch Pfeil 14 repräsentiert, das Schwingungsverhalten 12 der Bogendruckmaschine, welches wiederum eine Auswirkung auf den Bogen 32 hat. Wahlweise kann zum einen eine Messung 18 des Schwingungsverhaltens 12 während des Betriebes der Bogendruckmaschine erfolgen (Signalfuss 16) oder zum anderen ein hinterlegter Schwingungszustand 20 in Abhängigkeit des Betriebszustandes 10 bestimmt werden (Signalfuss 16). Als Zwischenergebnis in beiden Fällen dieser Alternative resultiert eine Beschreibung des aktuellen Schwingungszustands 22. Dieser dient als Eingabe für ein Bogenverfolgungsmodell 24, dessen Resultat die bestimmte Passerauswirkung 26 des aktuellen Schwingungszustands 22 ist. Mit diesem Zwischenergebnis wird das Umfangsregistervertellsignal 28 berechnet, so dass

die Umfangsregisterverstelleinrichtung 30 dem aktuellen Schwingungszustand 22 adäquat betätigt werden kann. Die Umfangsregisterverstelleinrichtung 30 übt dann mittelbar eine korrigierende Maßnahme (Beeinflussung 14) auf den Bogen 32 aus.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0031]

ψ	Schwingungsausschlag
φ	Drehwinkel
10	Betriebszustand
12	Schwingungsverhalten der Bogendruckmaschine
14	Beeinflussung
16	Signalfluss
18	Messung während des Betriebes
20	hinterlegter Schwingungszustand
22	aktueller Schwingungszustand
24	Bogenverfolgungsmodell
26	Passerauswirkung
28	Berechnung des Umfangsregisterverstellsignals
30	Umfangsregisterverstelleinrichtung
32	Bogen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler in einer Bogendruckmaschine, in welchem wenigstens eine durch Schwingungen bewirkte Abweichung der Ist-Winkellage eines Zylinders von einer Soll-Winkellage durch eine Verstellung des Umfangsregisters wenigstens eines Druckwerks ausgeglichen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuelle Schwingungszustand der Bogendruckmaschine bestimmt, die Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen berechnet und die gemäß dem Berechnungsergebnis notwendige ausgleichende Verstellung des Umfangsregisters vorgenommen werden.
2. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstellung des Umfangsregisters wenigstens eines Druckwerks durch die Verstellung eines Druckformzylinders oder durch die Verstellung eines entlang des Bogentransportpfades durch die Druckmaschine liegenden Zylinders erfolgt.
3. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstellung des Umfangsregisters wenig-

stens eines Druckwerks durch die Verstellung des Zylinders erfolgt, an welchem eine Abweichung der Ist-Winkellage von einer Soll-Winkellage festgestellt wird.

4. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen in Form der Auswirkung auf die Winkellage des wenigstens einen Zylinders berechnet wird.
5. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuelle Schwingungszustand durch Messung mittels Drehschwingungssensoren oder Momentensensoren an der Bogendruckmaschine und durch Ermittlung der Schwingungen mit ganzzahliger vielfacher Frequenz der Bogendruckmaschinenbetriebsfrequenz aus den gemessenen Schwingungen bestimmt wird.
6. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuelle Schwingungszustand aus einer Vielzahl von parametrisiert durch Werte von Betriebsgrößen der Bogendruckmaschine in einem Speicher hinterlegten Schwingungszustandswerten, welche in Abhängigkeit der Werte von Betriebsgrößen berechnet worden sind, in Funktion der aktuellen Werte von Betriebsgrößen ausgewählt wird.
7. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuelle Schwingungszustand aus einer Vielzahl von parametrisiert durch Werte von Betriebsgrößen der Bogendruckmaschine in einem Speicher hinterlegten Schwingungszustandswerten, welche in Abhängigkeit der Werte von Betriebsgrößen gemessen worden sind, in Funktion der aktuellen Werte von Betriebsgrößen ausgewählt wird.
8. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der aktuelle Schwingungszustand aus einem in einem Speicher hinterlegten Schwingungszustand, welcher in Abhängigkeit von einem Satz von Werten von Betriebsgrößen gemessen oder berechnet worden ist, in Funktion der aktuellen Werte von Betriebsgrößen berechnet wird.
9. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegrün-

deter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen mit Hilfe eine mitlaufenden Bogenverfolgungsmodells von der Bogendruckmaschine berechnet werden.

10. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zusammenhang zur Beschreibung der Auswirkung der bestimmten Schwingungen ganzzahliger Ordnung auf die Lage der Farbauszüge auf einem Bedruckstoffbogen hinterlegt ist, so dass für die aktuellen Werte von Betriebsgrößen die schwingungsbegründete Abweichung von einer Soll-Lage bestimmbar ist.
11. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gemäß dem Berechnungsergebnis notwendige ausgleichende Verstellung des Umfangsregisters mittels den für die Lagekorrektur der Druckformen eingesetzten Stellgliedern und Stellalgorithmen für die Verstellung des Umfangsregisters vorgenommen wird.
12. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das der Berechnung des aktuellen Schwingungszustands zugrunde liegende Modell linear ist.
13. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das der Berechnung des aktuellen Schwingungszustands zugrunde liegende Modell nichtlinear ist.
14. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schwingungen nicht-ganzzahliger Ordnung aktiv durch Einspeisung von Kompensationsmomenten ausgeglichen werden.
15. Verfahren zur Kompensation schwingungsbegründeter Umfangsregisterfehler gemäß einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die gemäß dem Berechnungsergebnis notwendige ausgleichende Verstellung des Umfangsregisters einer statisch begründeten weiteren notwendigen Verstellung beaufschlagt wird.

16. Bogendruckmaschine mit einer Mehrzahl von Druckwerken und einer Registersteuerung mit Stellgliedern zur Veränderung von Zylinderwinkellagen in einzelnen Druckwerken,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Registersteuerung eine Recheneinheit und/oder eine Speichereinheit umfasst, in welcher ein Steuerungsprogramm abgelegt ist, durch welches ein Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche mittels der Stellglieder ausführbar ist.

Claims

1. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors in a sheet-fed printing press wherein at least one deviation between an actual angular position of a cylinder and a desired angular position caused by vibrations is compensated by adjusting the circumferential register of at least one printing unit,
characterized in
that the current vibration condition of the sheet-fed printing press is determined, the effect of the determined vibrations of integer order on the position of the colour separations on a sheet of printing material is calculated, and the compensatory adjustment of the circumferential register required in accordance with the result of the calculation is made.
2. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to Claim 1,
characterized in
that the adjustment of the circumferential register of at least one printing unit is done by adjusting a printing forme cylinder or by adjusting a cylinder located along the path of sheet travel through the printing press.
3. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims,
characterized in
that the adjustment of the circumferential register of at least one printing unit is done by adjusting the cylinder at which a deviation of the actual angular position from a desired angular position is detected.
4. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to Claim 1,
characterized in
that the effect of the determined vibrations of an in-

teger order on the position of the colour separations on a sheet of printing material is calculated in the form of the effect on the angular position of the at least one cylinder.

5. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to Claim 1,
characterized in
that the current vibration condition is determined by a measurement carried out on the sheet-fed printing press by rotary vibration sensors or torque sensors and, based on the measured vibrations, by a determination of the vibrations whose frequency is an integer multiple of the operating frequency of the sheet-fed printing press.
6. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to Claim 1,
characterized in
that the current vibration condition is selected as a function of the current values of operating parameters from a plurality of vibration condition values that have been calculated as a function of values of operating parameters and are stored in a memory in a way parameterized by values of operating parameters of the sheet-fed printing press.
7. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to Claim 1,
characterized in
that the current vibration condition is selected as a function of the current values of operating parameters from a plurality of vibration condition values that have been measured as a function of values of operating parameters and are stored in a memory in a way parameterized by values of operating parameters of the sheet-fed printing press.
8. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to Claim 1,
characterized in
that the current vibration condition is calculated as a function of the current values of operating parameters from a vibration condition which is stored in a memory and was measured or calculated as a function of a set of values of operating parameters.
9. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims,
characterized in
that the effect of the determined vibrations of an integer order on the position of the colour separations on a sheet of printing material is calculated by the printing press with the aid of a sheet monitoring model that runs in the background.
10. Method for compensating vibration-induced circum-

ferential register errors according to one of the preceding claims 1 to 6,

characterized in

that the relationship for describing the effect of the determined vibrations of an integer order on the position of the colour separations on a sheet of printing material is stored so that a vibration-induced deviation from a desired position for the current values of operating parameters is determinable.

11. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims,
characterized in
that the compensatory adjustment of the circumferential register that is required according to the result of the calculation is made by means of the circumferential-register adjustment actuators and actuating algorithms used for correcting the position of the printing forms.
12. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims,
characterized in
that model on which the calculation of the current vibration condition is based is linear.
13. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims 1 to 9,
characterized in
that the model on which the calculation of the current vibration condition is based is nonlinear.
14. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims,
characterized in
that the vibrations of a non-integer order are actively compensated by introducing compensatory torques.
15. Method for compensating vibration-induced circumferential register errors according to one of the preceding claims,
characterized in
that a further adjustment required for static reasons is applied to the compensatory adjustment of the circumferential register that is required according to the result of the calculation.
16. Sheet-fed printing press including a plurality of printing units and a register control that includes actuators for modifying angular positions of cylinders in individual printing units,
characterized in
that the register control comprises a computing unit and/or a memory unit in which a control program is

stored with which a method according to one of the preceding claims implementable using the actuators.

Revendications

1. Procédé pour la compensation d'erreurs périphériques de registre sur la base d'oscillations dans une machine d'impression de feuilles, dans lequel au moins une divergence provoquée par des oscillations entre la position angulaire réelle d'un cylindre et la position angulaire théorique est compensée par un réglage du registre périphérique d'au moins un groupe d'impression,
caractérisé en ce que l'état d'oscillation actuel de la machine d'impression de feuille est déterminé, l'effet des oscillations définies d'ordre de nombres entiers sur la position des extraits de couleur sur une feuille imprimée est calculé et le réglage compensatoire nécessaire selon le résultat du calcul du registre périphérique est effectué.
2. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le réglage du registre périphérique d'au moins un groupe d'impression s'effectue par le réglage d'un cylindre de matrice d'impression ou par le réglage d'un cylindre se trouvant le long du trajet de transport de feuilles à travers la machine d'impression.
3. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le réglage du registre périphérique d'au moins un groupe d'impression s'effectue par le réglage du cylindre sur lequel il est constaté une divergence entre la position angulaire réelle et la position angulaire de consigne.
4. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'effet des oscillations définies d'un ordre de nombres entiers est calculé sur la position des matrices d'encre sur une feuille imprimée sous forme de l'effet sur la position angulaire d'au moins un cylindre.
5. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'état actuel d'oscillations est défini par la mesure au moyen de capteurs rotatifs d'oscillations ou de capteurs de couple sur la machi-

ne d'impression de feuilles et par détermination des oscillations avec une fréquence multiple de nombre entier de la fréquence de service de la machine d'impression de feuilles à partir des oscillations mesurées.

6. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'état actuel d'oscillations est sélectionné parmi une pluralité de valeurs d'états d'oscillations paramétrées par des valeurs de grandeurs fonctionnement de la machine d'impression de feuilles déposés dans une mémoire.
7. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'état actuel d'oscillations est sélectionné en fonction des valeurs actuelles de grandeurs de fonctionnement parmi une pluralité de valeurs d'état d'oscillations paramétrées par des valeurs de grandeurs de fonctionnement de la machine d'impression de feuilles déposées dans une mémoire, qui ont été mesurées en fonction des valeurs de grandeurs de fonctionnement.
8. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'état d'oscillation actuel est calculé en fonction des valeurs actuelles de grandeurs de service ou mesurées à partir d'un état d'oscillation déposé dans une mémoire qui a été mesuré ou calculé en fonction d'un jeu de données de grandeurs de fonctionnement.
9. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'effet des oscillations définies d'ordre de nombres entiers est calculé par la machine d'impression de feuille par rapport à la position des matrices d'encre sur une feuille imprimée à l'aide d'un modèle de suivi de feuille.
10. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que le contexte de la description de l'effet des oscillations définies d'ordre de nombre entier en fonction de la position des matrices d'encre est déposée sur une feuille imprimée de sorte que pour les valeurs actuelles de grandeurs de fonctionnement, la divergence sur la base d'oscillations est déterminable à partir d'une position de consigne.
11. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre

périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

le réglage de compensation nécessaire selon le résultat de calcul, du registre périphérique est effectué au moyen des organes de réglage utilisés pour la correction de position des matrices d'impression et des algorithmes de réglage du registre périphérique. 5

12. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le modèle servant de calcul à l'état actuel d'oscillation est linéaire. 10 15

13. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le modèle servant de calcul à l'état actuel d'oscillation n'est pas linéaire. 20

14. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des oscillations d'ordre de nombre non entier sont compensées activement par l'amenée de moments de compensation. 25

15. Procédé pour la compensation d'erreurs de registre périphérique sur la base d'oscillations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réglage compensateur du registre périphérique nécessaire selon le résultat de calcul est soumis à un autre réglage nécessaire basé statiquement. 30 35

16. Machine d'impression de feuilles comprenant une pluralité de groupes d'impression et une commande de registre avec des organes de réglage pour la modification de position angulaire de cylindre dans chacun des groupes d'impression, **caractérisée en ce que** la commande de registre comprend une unité de calcul et/ou une unité de stockage dans laquelle est déposé un programme de commande par lequel un procédé est exécutable selon l'une des revendications précédentes au moyen des organes de réglage. 40 45 50

55

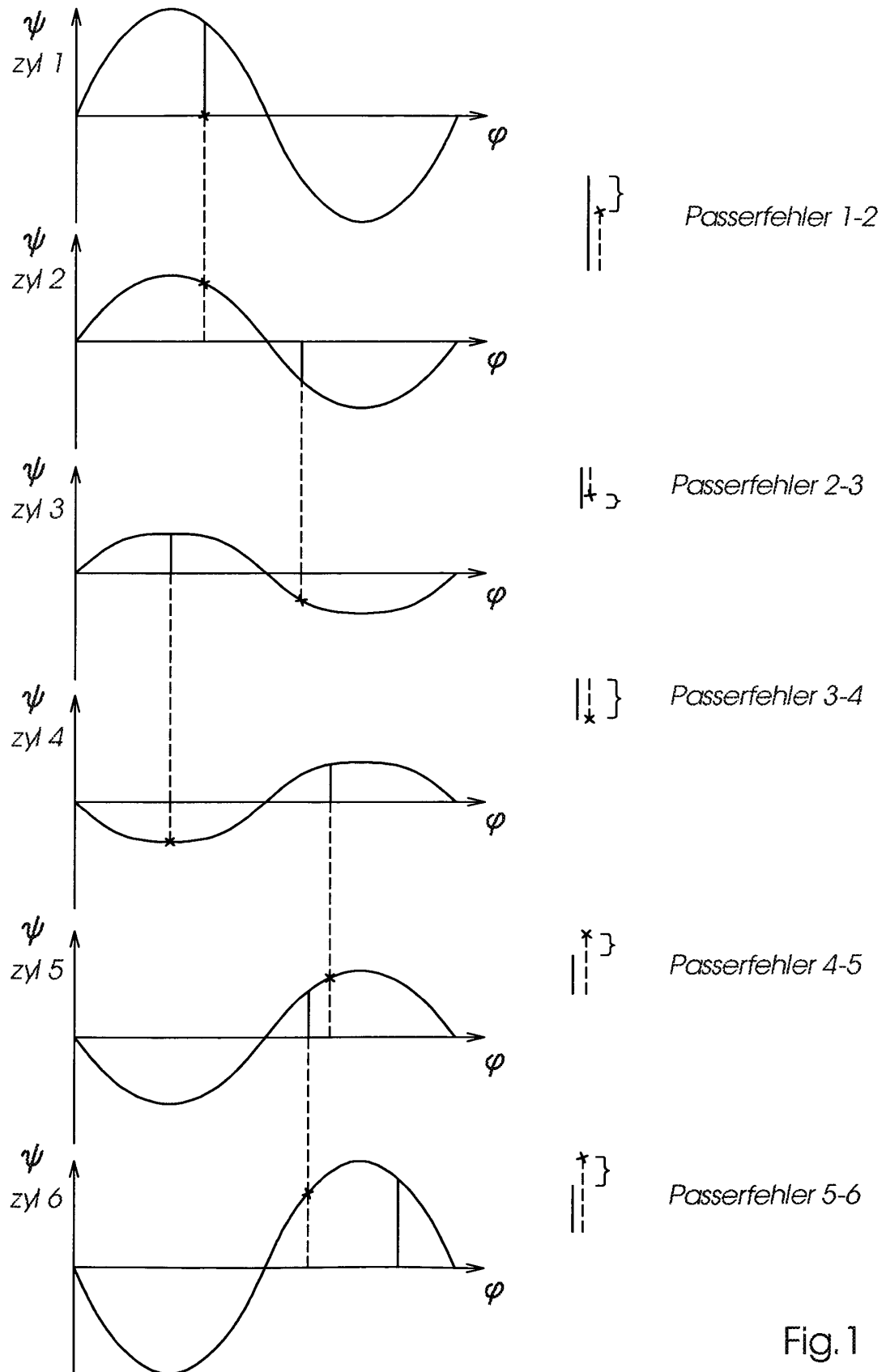


Fig. 1

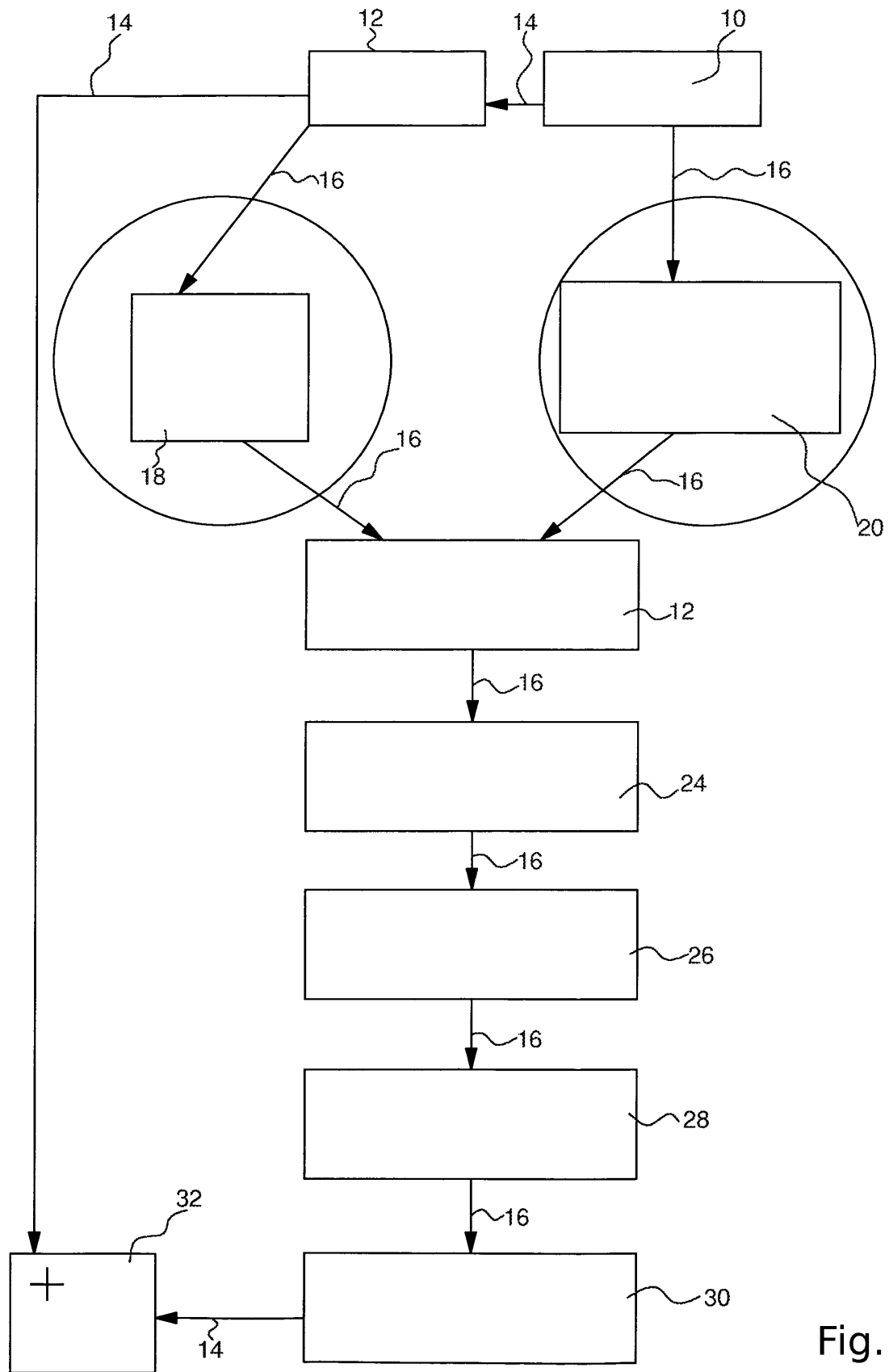


Fig. 2

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 102004031508 A1 [0004]
- DE 4218604 A1 [0005] [0007]