

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer:

**0 170 016
B1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
07.12.88

⑤

Int. Cl.⁴: **B 21 B 37/00**

②

Anmeldenummer: **85107336.1**

③

Anmeldetag: **13.06.85**

⑤

Verfahren zur Kompensation des Einflusses von Walzenexzentrizitäten.

③

Priorität: **05.07.84 DE 3424693**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.86 Patentblatt 86/6

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.12.88 Patentblatt 88/49

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑥

Entgegenhaltungen:
EP-A-0 015 866
JP-A-55 081 014
US-A-3 460 365
US-A-3 543 549

ISA TRANSACTIONS, Band 11, Nr. 1, 1972, Seiten 77-83;
M.D. WALTZ et al.: "Eccentricity filter for rolling mills"
PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 246
(M-253)[1391], 2. November 1983; & JP - A - 58 132 311
(HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 06.08.1983

⑦

Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München, Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

⑦

Erfinder: **Wehrich, Georg, Dr., Schleifweg 49, D-8525 Uttenreuth (DE)**
Erfinder: **Wohld, Dietrich, Wacholderweg 15, D-8520 Erlangen (DE)**

EP 0 170 016 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung und zur Kompensation des Einflusses von Walzenexzentrizitäten während des laufenden Walzbetriebes bei der Positions- oder Dickenregelung von Walzgerüsten, insbesondere mit indirekter, unter Ermittlung der Walzgerüstdehnung erfolgender Istwertbildung.

Nach der US-PS 3 928 994 ist es bekannt, mittels der Methode der Autokorrelation den Einfluss der Walzenexzentrizitäten auf das im Istwertkanal verwendete Signal für die Gerüstdehnung zu eliminieren. Die andere Komponente des indirekt gebildeten Istwertsignals, nämlich die Walzenanstellung wird hiervon nicht berührt, so dass mit diesem bekannten Verfahren die Kompensation des Einflusses der Walzenexzentrizitäten nur zum Teil gelingt. Des weiteren sind Autokorrelationsmethoden wegen der dabei verwendeten Mittelwertbildungen stets mit einem für ein schnelles Reagieren der Dickenregelung abträglichen Zeitaufwand verbunden.

Die US-A 3 543 549 beschreibt ein Verfahren der eingangs genannten Art, welches die Sinus- und Cosinussignale von zusätzlich an den Stützwalzen anzubringenden Gebern benötigt. Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zur Kompensation der Walzenexzentrizitäten bei Dickenregelungen der eingangs genannten Art zu schaffen, welche sowohl genauer als auch schneller arbeitet und mit den üblicherweise an Walzgerüsten vorhandenen Gebern auskommt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegebenen Merkmale gelöst.

Die Erfindung soll nachstehend anhand der Figuren näher erläutert werden, es zeigen:

Fig. 1 die Anordnung eines erfindungsgemäss arbeitenden Walzenexzentrizitäts-Kompensators (RECO) bei der Dickenregelung eines Walzgerüsts,

Fig. 2 die grundsätzliche Struktur des Walzenexzentrizitäts-Kompensators,

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel für die innerhalb des Walzenexzentrizitäts-Kompensators erfolgende modellmässige Nachbildung eines Walzenexzentrizitätsschwingungspaares,

Fig. 4 die Signalverarbeitung bei mehreren nachgebildeten Exzentrizitätsschwingungspaares,

Fig. 5 den Aufbau des Walzenexzentrizitäts-Kompensators bei digitaler Signalverarbeitung.

In Fig. 1 ist ein Walzgerüst 1 schematisch dargestellt. Es besteht aus der oberen Stützwalze mit dem Radius R_o , der unteren Stützwalze mit dem Radius R_u , den beiden im Durchmesser kleineren Arbeitswalzen, einem die Verstellung der oberen Stützwalze bewirkenden Hydraulikkolben und einem dazugehörigen Hydraulikzylinder, welcher sich auf dem Gerüststrahmen abstützt. Der elastische Gerüststrahmen ist symbolisch durch eine Feder mit der Federkonstanten C_G darge-

stellt. Das Walzgut, dem im Walzspalt eine äquivalente Materialfeder mit der Federkonstanten C_M zugeordnet wird, wird mittels der beiden Arbeitswalzen von der Einlaufdicke h_e auf die Auslaufdicke h_a heruntergewalzt. Die Walzenexzentrizitäten der oberen bzw. der unteren Stützwalze haben ihre Ursache in ungleichmässiger Walzenabnutzung, Verformungen durch Wärmespannungen und in Abweichungen der geometrischen Zylinderachsen der Walzen von den betrieblich sich einstellenden Rotationsachsen. Sie sind mit ΔR_o bzw. ΔR_u , d.h. als Abweichungen von den idealen Stützwalzenhalbmessern R_o bzw. R_u bezeichnet. Weiterhin sind vorgesehen Messwertgeber für die Stützwalzendrehzahl n , üblicherweise in Form einer mit dem Antriebsmotor gekoppelten Tachodynamo, für die von dem Hydraulikkolben ausgeübte Walzkraft F_W und für die Walzenanstellposition, welche der relativen Position s des die obere Stützwalze verstellenden Kolbens im Hydraulikzylinder entspricht. Mit 2 ist ein Ansteuerglied bezeichnet, mittels welchem der Hydraulikkolben über ein Ventil mit Drucköl beaufschlagt wird. Das Stellsignal für das Ansteuerglied 2 besteht im Ausgangssignal eines Reglers 3, welchem die Aufgabe zukommt, die Dicke h_a des auslaufenden Walzgutes in Übereinstimmung mit dem ihm zugeführten Dicken Sollwert h_a^* zu bringen. Der Istwert der Regelgrösse h_a wird dabei nicht direkt am Ort seiner Entstehung, d.h. im Walzspalt gemessen, sondern aus der Walzgerüstdehnung und der Walzenanstellposition ermittelt. Hierzu dient die in Figur 1 mit GM bezeichnete Einrichtung, die im wesentlichen eine Multipliziereinrichtung enthält, welche die Walzkraft F_W mit dem Kehrwert der Gerüstfederkonstanten C_G multipliziert und zu diesem Produkt das Messwertsignal s der relativen Hydraulikkolbenposition hinzuaddiert. Zwischen den Eingangssignalen und dem Ausgangssignal der auch als Gaugemeter bekannten Einrichtung GM besteht somit die Beziehung:

$$h_a + \Delta R = s + F_W/C_G,$$

wobei mit ΔR die sich überlagernden Einflüsse der beiden Stützwalzenexzentrizitäten ΔR_o und ΔR_u zusammengefasst sind.

Die bisher beschriebene Anordnung entspricht im wesentlichen der bekannten Banddickenregelung mit nach dem Gaugemeter-Prinzip erfolgender Ermittlung des Istwertes der Banddicke h_a . Beim Vorhandensein von Walzenexzentrizitäten ΔR liefert allerdings das Gaugemeter GM nicht die Banddicke h_a allein sondern die Summe von Banddicke und Walzenexzentrizität. Eine mit dem Gaugemetersignal $(h_a + \Delta R)$ als Istwert aufgebaute Banddickenregelung würde zwar Änderungen der Bandeinlaufdicke in das Walzgerüst ausregeln, sich aber fehlerhaft bezüglich Walzenexzentrizitäten verhalten, denn eine Dickenregelung mit dem Ausgangssignal $h_a + \Delta R$ des Gaugemeters GM als Istwert verhält sich genauso wie eine Dickenregelung mit h_a als Istwert und einem Sollwert $h_a^* - \Delta R$, so dass die Dickenrege-

lung fehlerhafterweise bewirken würde, dass dem Band mit der Auslaufdicke h_a die Exzentrizität ΔR um 180° phasenverschoben eingewalzt würde. Dabei können die Grösstwerte der Exzentrizitäten mehrere zehn Mikrometer betragen, was mit den heutigen Toleranzforderungen bei kaltgewalztem Band nicht verträglich ist.

Es wird daher eine mit RECO (Roll Eccentricity Compensator) bezeichnete Kompensationseinrichtung eingesetzt, welche die Aufgabe hat, mit den ihr zugeführten Messwertgebersignalen s , n und F_W , sowie den Einstellparametern R_o , R_u , C_G und C_M die Walzenexzentrizität ΔR zu identifizieren bzw. nachzubilden, und das von ihr nachgebildete Signal $\hat{\Delta R}$ wird dazu verwendet, den von dem Gaugemeter GM gelieferten, verfälschten Istwert der Bandauslaufdicke zu bereinigen, so dass der tatsächlich im Walzspalt auftretende Dickenwert h_a dem Regler 3 als Istwert zugeführt werden kann, womit die exakte Kompensation des Einflusses der Walzenexzentrizitäten ΔR gelingt. Die Gerüstfederkonstante C_G wird einmalig durch einen Versuch vor Walzbeginn und C_M durch laufende online Rechnung ermittelt. Wesentlich für die nach dem erfindungsgemässen Kompensationsverfahren arbeitende Einrichtung RECO war die Erkenntnis, dass für eine genaue Nachbildung der Walzenexzentrizitäten nicht nur die Gerüstdehnung, sondern auch die elastische Verformung des Materials beim Walzvorgang berücksichtigt werden sollte.

Die erfindungsgemässe Kompensationseinrichtung lässt sich mit gleichen Vorteilen auch für eine reine Positionsregelung verwenden. Hierbei kommt das Gaugemeter GM in Wegfall und vom Messwertsignal s wird das Ausgangssignal der Kompensationseinrichtung RECO subtrahiert und das Ergebnis als Positionswert verwendet. Statt dem Sollwert h_a^* der Auslaufdicke wird dem Regler 3 dann ein Positionssollwert zugeführt.

Figur 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Walzenexzentrizitäts-Kompensators RECO. Er enthält einen Multiplizierer 4, dem eingangsseitig das Walzkraftmesssignal F_W und die Summe der Kehrwerte der Gerüstfederkonstanten C_G und der Materialfederkonstanten C_M zugeführt werden. Diese Kehrwertsumme entspricht dem Kehrwert einer Federkonstanten, welche sich aus der Reihenanzahl der Feder des Walzgerüsts und der Feder des Walzgutes ergibt. Zum Ausgangssignal des Multiplizierers 4 wird in einem Mischglied 5 der Positionsmesswert s des die obere Stützwalze verstellenden Hydraulikkolbens addiert, und es lässt sich zeigen, dass dann das Ausgangssignal des Mischgliedes 5 in dem durch die Exzentrizitäten ΔR_o und ΔR_u verursachten Exzentrizitätssignal ΔR und der Bandeinlaufdicke h_e besteht, wobei sich letztere aus einem Gleichanteil $\bar{h}_e$ und einem diesem überlagerten, statistisch schwankenden Wechselanteil $\tilde{h}_e$ besteht. Es gilt also $h_e = \bar{h}_e + \tilde{h}_e$. Dem Ausgangssignal des Mischgliedes 5 wird mittels eines Hochpassfilters HF der Gleichanteil $\bar{h}_e$ der Einlaufdicke h_e entzogen, so dass am Ausgang des in seiner Eckfrequenz mit dem Drehzahlmesswert n nachgeführ-

ten Hochpassfilter HF sich das Signal $\Delta R + \tilde{h}_e$ ergibt. Aus diesem Signal wird dann in einer nach dem Beobachter-Prinzip entworfenen Anordnung 6 ein der Walzenexzentrizität entsprechendes Signal $\hat{\Delta R}$ modellmässig nachgebildet. Die Anordnung 6, welche ein rückgekoppeltes Modell für die Exzentrizitätsstörungen ΔR darstellt, enthält mindestens zwei Oszillatoren für die paarweise auftretenden Grundschwingungen der Exzentrizitäten ΔR_o und ΔR_u der oberen bzw. der unteren Stützwalze und wird für den Fall, dass auch relevante Oberschwingungspaare auftreten, zweckmässigerweise um entsprechende Oszillatorpaare ergänzt. Die Oszillatoren sind in ihren Frequenzen durch Eingabe der Stützwalzenhalbmesser R_o und R_u sowie der mittleren Stützwalzendrehzahl n abgestimmt. Die Ausgänge der einzelnen Oszillatoren sind zu einem Summensignal ΔR zusammengefasst und werden mit dem Ausgangssignal des Hochpassfilters HF in einem Mischglied 8 verglichen, wobei die sich daraus ergebende Abweichung e die von den Oszillatoren erzeugten Schwingungen in ihren Phasenlagen und Amplituden solange nachstellt, bis das Signal ΔR ein Abbild der Exzentrizitätsschwingung ΔR ist, was dann der Fall ist, wenn die Abweichung e zu einem Minimum wird und nur noch dem statistisch schwankenden Anteil $\tilde{h}_e$ der Einlaufdicke h_e entspricht. Dabei erfolgt die Frequenzanpassung in Abhängigkeit von der Stützwalzendrehzahl n kontinuierlich während des Walzbetriebs, und auch die Eckfrequenz des Hochpassfilters HF wird entsprechend mitgeführt.

Figur 3 zeigt ein Realisierungsbeispiel für ein die Walzenexzentrizität ΔR nachbildendes Modell 6 mit einem Oszillatorpaar zur Nachbildung der Exzentrizitäts-Grundschwingung. Jeder Oszillator besteht aus zwei hintereinander angeordneten Integratoren 9, 10, bzw. 11, 12, wobei das Ausgangssignal der Integratoren 10 bzw. 12 auf den Eingang der Integratoren 9 bzw. 11 gegengekoppelt ist. Im Eingangskreis jedes der Integratoren sind Multiplizierer 13 bis 16 angeordnet, mit denen die Frequenzen der Oszillatoren bestimmt werden. Die zweiten Eingänge dieser Multiplizierer werden von einer der mittleren Stützwalzendrehzahl entsprechendem Signal n beaufschlagt. Die das Zeitverhalten der Integratoren bestimmenden Bauelemente sind verstellbar ausgeführt, beispielsweise als Drehpotentiometer oder Drehkondensatoren und werden entsprechend den ermittelten Werten der Halbmesser R_o bzw. R_u der Stützwalzen justiert. Auf diese Weise wird die Frequenz der Oszillatoren in Abhängigkeit von den Radien R_o bzw. R_u der Stützwalzen voreingestellt und in Abhängigkeit von der Stützwalzendrehzahl n nachgestellt. Die Ausgänge der Integratoren 10 und 12 werden in einem Mischglied 17 addiert und dessen Ausgangssignal vom Ausgangssignal $\Delta R + \tilde{h}_e$ des Hochpassfilters in einem weiteren Mischglied 18 subtrahiert. Mit der sich daraus ergebenden Abweichung e werden über Proportionalglieder a bis d die von den Oszillatoren 9, 10 bzw. 11, 12 erzeugten Schwin-

gungen in ihren Phasenlagen und Amplituden solange nachgestellt, bis das Summensignal ΔR der Integratoren 10 und 12 übereinstimmt mit dem von der Walzenexzentrizität herrührenden Anteil ΔR des dem Störmodell 6 zugeführten Eingangssignals ($\Delta R + \tilde{h}_e$). Die in Figur 3 dargestellte Parallelanordnung zweier Oszillatorpaare kann unter Anwendung bekannter Transformationsregeln in eine funktionsäquivalente Reihenschaltung umgewandelt werden. Ein derartiges Filter 4. Ordnung kann sich für manche Anwendungsfälle empfehlen.

Figur 4 zeigt die Struktur des Störmodells 6 im Walzenexzentrizitätskompensator RECO für den Fall, dass ausser der Grundschiwingung der Walzenexzentrizität noch weitere drei Oberschwingungen als relevant zu berücksichtigen sind. Die mit 60, 61, 62 und 63 bezeichneten, sich in ihrem Aufbau gleichenden Teile dieses Modells sind entsprechend Fig. 3 ausgebildet und enthalten Oszillatorpaare für das Grundschiwingungspaar sowie für das 1., 2. und 3. Oberschwingungspaar, deren einzelne Exzentrizitätsnachbildungen ΔR_0 , ΔR_1 , ΔR_2 und ΔR_3 in Überlagerung die Nachbildung der Gesamtexzentrizität ΔR ergeben. Die Phasen- und Amplitudennachstellung erfolgt abhängig von den Einzelfehlern e_0 , e_1 , e_2 , e_3 . Je Oszillator sind dabei zwei Nachstellverstärkungen a_0 , b_0 bzw. c_0 , d_0 erforderlich, wie für das Grundschiwingungspaar des Modellteils 60 gezeigt ist.

Figur 5 zeigt den Aufbau des Walzenexzentrizitäts-Kompensators RECO unter Verwendung eines digital arbeitenden Mikrorechners 19, in welchem die Signalverarbeitung unter Zuführung der Eingangssignale über zwei Analog/Digitalwandler 20 und 21 und der Signalabführung über einen Digital/Analogwandler 22 erfolgt. Der Mikrorechner 19 ist in drei Funktionsblöcke 191 bis 193 unterteilt. Im Block 191 findet nach Vorgabe der beiden Stützwalzenradien R_0 und R_u und unter Annahme einer nominalen mittleren Stützwalzendrehzahl offline die Berechnung der voreinzustellenden Oszillator-Frequenzen statt. In Block 192, welcher einen Signalprozessor enthält, geschieht die Signalverarbeitung zur Nachbildung der Walzenexzentrizität ΔR mittels Oszillatoren entsprechend den Anordnungen nach den Figuren 3 bzw. 4, jedoch in funktionsäquivalente Digitaltechnik umgesetzt. Die Signalverarbeitung erfolgt dabei in bekannter Weise jeweils mit den zu diskreten Zeitpunkten abgetasteten Werten der Eingangssignale, und ein Ergebnis wird jeweils zu Abtastzeitpunkten ausgegeben, wobei in an sich bekannter Weise ein dem Digital-Analogwandler nachgeordnetes Rekonstruktionsfilter vorgesehen ist, um die zeitdiskret anfallende analoge Ergebnisfolge in ein zeitkontinuierliches Signal umzuformen. Da der Block 192 praktisch ein digitales Filter darstellt, ist nach dem Hochpassfilter HF ein sogenanntes Antialiasingfilter AF angeordnet, um das Auftreten von durch den Abtastvorgang hervorgerufenen störenden Fremdfrequenzen zu unterdrücken. Antialiasingfilter, wie sie beispielsweise in dem von der Intel Corporation 1980 herausgegebenen «2920 Analog Signal Pro-

cessor Design Handbook», S. 2-1 bis S. 2-5 beschrieben sind, sind Tiefpassfilter, welche bei der halben Abtastfrequenz eine nennenswerte Dämpfung beispielsweise 60 dB aufweisen. Die Filter HF, AF und RF, welche aus einer Kombination von Integratoren und Summiervverstärkern bestehen, sind wiederum in ihren Eckfrequenzen in Abhängigkeit von der Stützwalzendrehzahl n nachgeführt, was mittels im Eingang der Integratoren angeordneter Multiplizierer, entsprechend wie bei der Anordnung der Figur 3, erfolgen kann. Der Block 193 enthält einen Timer, der die im Block 192 in digitaler Technik realisierten Oszillatoren in Abhängigkeit von der aktuellen Stützwalzendrehzahl n in der Frequenz nachstellt. Der Timer kann beispielsweise aus einem auf den Ausgangswert des Analog-Digitalwandlers 20 voreinstellbaren Zähler bestehen, der ständig mit konstanter Taktrate heruntergezählt wird, jeweils bei Erreichen des Zählerstandes Null an den Signalprozessor 192 einen Impuls abgibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung und zur Kompensation des Einflusses von Walzenexzentrizitäten während des laufenden Walzbetriebes bei der Positions- oder Dickenregelung von Walzengerüsten, insbesondere mit indirekter, unter Ermittlung der Walzgerüstdehnung erfolgender Istwertbildung, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

a) Es wird ein Summensignal aus dem mit der Kehrwertsumme von Gerüstfederkonstanten (C_G) und Materialfederkonstanten (C_M) multiplizierten Messwertsignal der Walzkraft (F_W) und dem Messwertsignal der Walzenanstellposition (s) gebildet;

b) das Summensignal wird über ein Hochpassfilter (HF) geführt, welches in seiner Eckfrequenz proportional zur Stützwalzendrehzahl (n) verändert wird;

c) das Ausgangssignal des Hochpassfilters wird mit dem Summenausgangssignal mindestens eines als Exzentrizitätsstörungsmodell verwendeten Oszillatorpaares verglichen, dessen Frequenzen in Abhängigkeit vom Radius der oberen bzw. der unteren Stützwalze voreingestellt und in Abhängigkeit von der Stützwalzendrehzahl nachgestellt werden;

d) mit der Abweichung (e) zwischen dem Ausgangssignal des Hochpassfilters und dem Summenausgangssignal des Oszillatorpaares werden die Oszillatoren nach dem Beobachterprinzip in Amplitude und Phasenlage so nachgeführt, dass diese Abweichung zu einem Minimum wird;

e) das Summenausgangssignal (ΔR) der Oszillatoren wird von dem Istwertsignal subtrahiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Nachbildung der wesentlichen Oberschwingungen entsprechende, rückgekoppelte Oszillatorpaare zusätzlich vorgesehen sind, deren Summenausgangssignale vom Istwertsignal subtrahiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, dass zur Exzentrizitätsmodellierung ein als digitales Filter arbeitender, zwischen einem Analog-Digitalwandler (21) und einem Digital-Analogwandler (22) angeordneter Signalprozessor (192) verwendet ist, der vom Ausgangssignal des Hochpassfilters beaufschlagt wird und dem ein über einen Analog-Digitalwandler von der mittleren Stützwalzendrehzahl (n) beeinflusster Timer (193) zugeordnet ist.

Claims

1. A method for determining and compensating the influence of roll eccentricities during running rolling-mill operation in the case of the position or thickness control of roll stands, more particularly with an indirect actual value formation effected by determining the roll stand elasticity, characterised by the following process steps:

a) A sum signal is formed from the test value signal of the rolling force (F_W), which is multiplied by the reciprocal value sum of stand elasticity constants (C_G) and material elasticity constants (C_M), and the test value signal of the roll setting position (s);

b) the sum signal is fed through a high-pass filter (HF), which is altered in its angular frequency proportional to the backing roll velocity (n);

c) the output signal of the high-pass filter is compared with the sum output signal of at least one oscillator pair, which is used as an eccentricity disturbance model and the frequencies of which are preset as a function of the radius of the upper or lower backing roll and are reset as a function of the backing roll velocity;

d) with the deviation (e) between the output signal of the highpass filter and the sum output signal of the oscillator pair, the oscillators are readjusted in amplitude and phase position according to the principle of observation so that said deviation becomes a minimum;

e) the sum output signal (ΔR) of the oscillators is subtracted from the actual value signal.

2. A method according to claim 1, characterised in that for reproducing the substantial harmonic oscillations, corresponding back-coupled oscillator pairs are additionally provided, the sum output signals of which are subtracted from the actual value signal.

3. A method according to claim 1 or 2, characterised in that a signal processor (192) is used for the eccentricity modelling, which signal processor is arranged between an analogue-digital converter (21) and a digital-analogue converter (22), operates as a digital filter, and is acted upon by the output signal of the high-pass filter, a timer (193), which is influenced via an analogue-digital converter by the mean backing roll velocity (n), being associated with the signal processor (192).

Revendications

1. Procédé pour déterminer et compenser l'influence d'excentricités de cylindres pendant l'opération continue de laminage, lors de la régulation de la position de cages de laminaires ou lors de la régulation de l'épaisseur dans des cages de laminaires, notamment moyennant une formation indirecte de la valeur réelle, exécutée avec détermination de la dilatation de la cage de laminoir, caractérisé par les phases opératoires suivantes:

a) un signal somme est formé à partir du signal de mesure de la force de laminage (F_W) multiplié par la somme des inverses de la constante d'élasticité (C_G) de la cage et de la constante d'élasticité (C_M) du matériau, et du signal de valeur de mesure de la position (s) de serrage des cylindres;

b) le signal somme est transmis à un filtre passe-haut (HF), dont la fréquence limite est proportionnelle à la vitesse de rotation (n) des cylindres d'appui;

c) le signal de sortie du filtre passe-haut est comparé au signal de sortie somme d'au moins un couple d'oscillateurs qui est utilisé en tant que modèle de perturbation de l'excentricité et dont la fréquence est prééglée en fonction du rayon du cylindre d'appui supérieur ou du cylindre d'appui inférieur et est réglé ultérieurement en fonction de la vitesse de rotation des cylindres d'appui;

d) les oscillateurs sont asservis du point de vue de l'amplitude et de la position de phase, conformément au principe de l'observateur, sur la base de l'écart (e) présent entre le signal de sortie du filtre passe-haut et le signal de sortie somme du couple d'oscillateurs, de manière que cet écart devienne minimum;

e) le signal de sortie somme (ΔR) des oscillateurs est soustrait du signal de valeur réelle.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que pour la simulation essentiellement des oscillations harmoniques, il est prévu en supplément des couples d'oscillateurs correspondants, couplés par réaction et dont les signaux de sortie sommes sont soustraits du signal de valeur réelle.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que pour la modélisation de l'excentricité, on utilise un processeur (192) de traitement des signaux, qui opère à la manière d'un filtre numérique, est disposé entre un convertisseur analogique/numérique (21) et un convertisseur numérique/analogique (22) et est chargé par le signal de sortie du filtre passe-haut et auquel est associée une horloge (193) influencée par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique/numérique, par la vitesse de rotation moyenne (n) des cylindres d'appui.

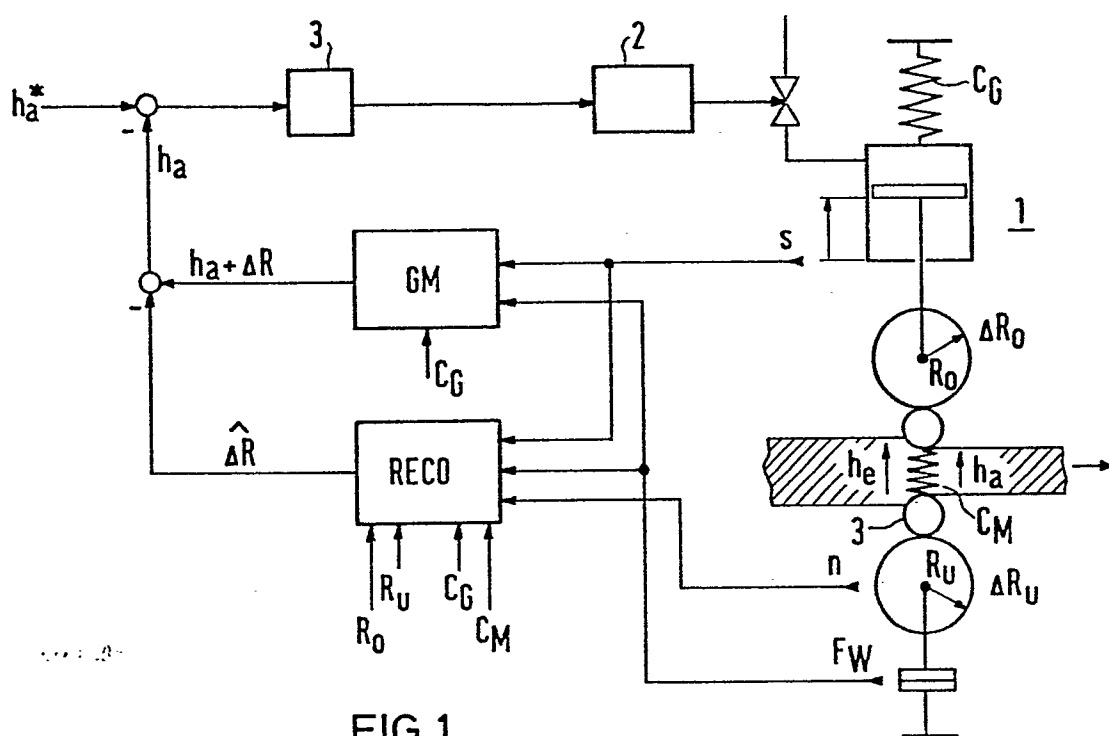


FIG 1

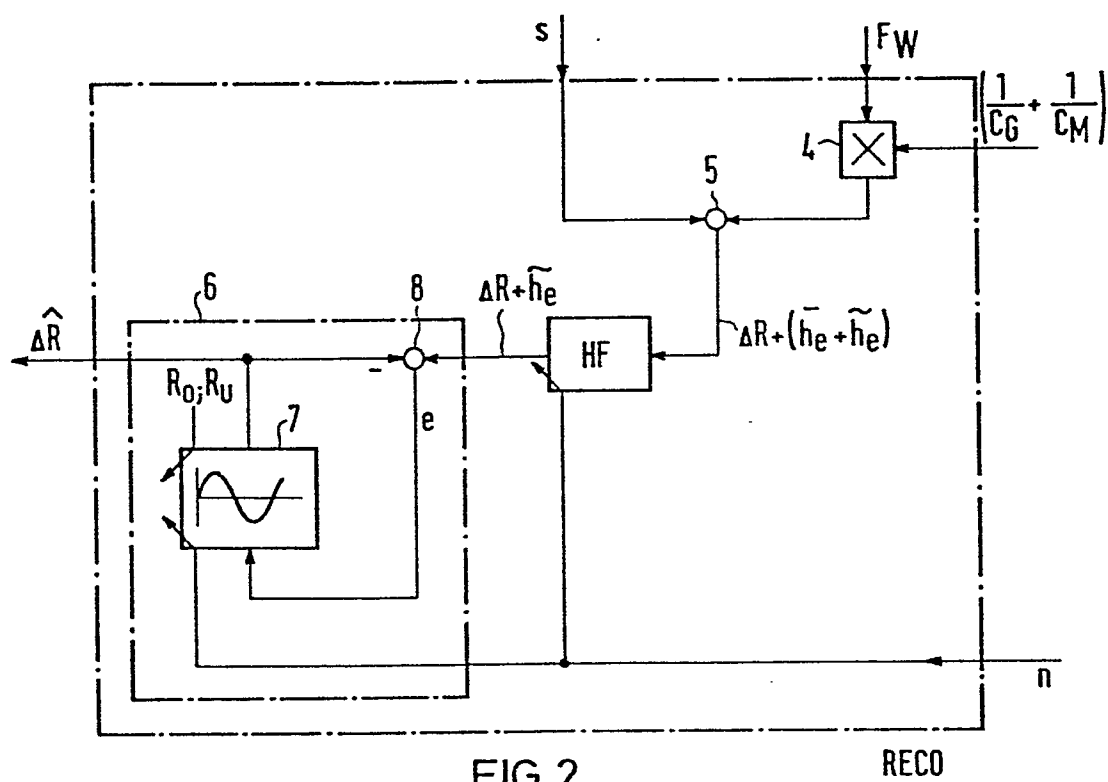


FIG 2

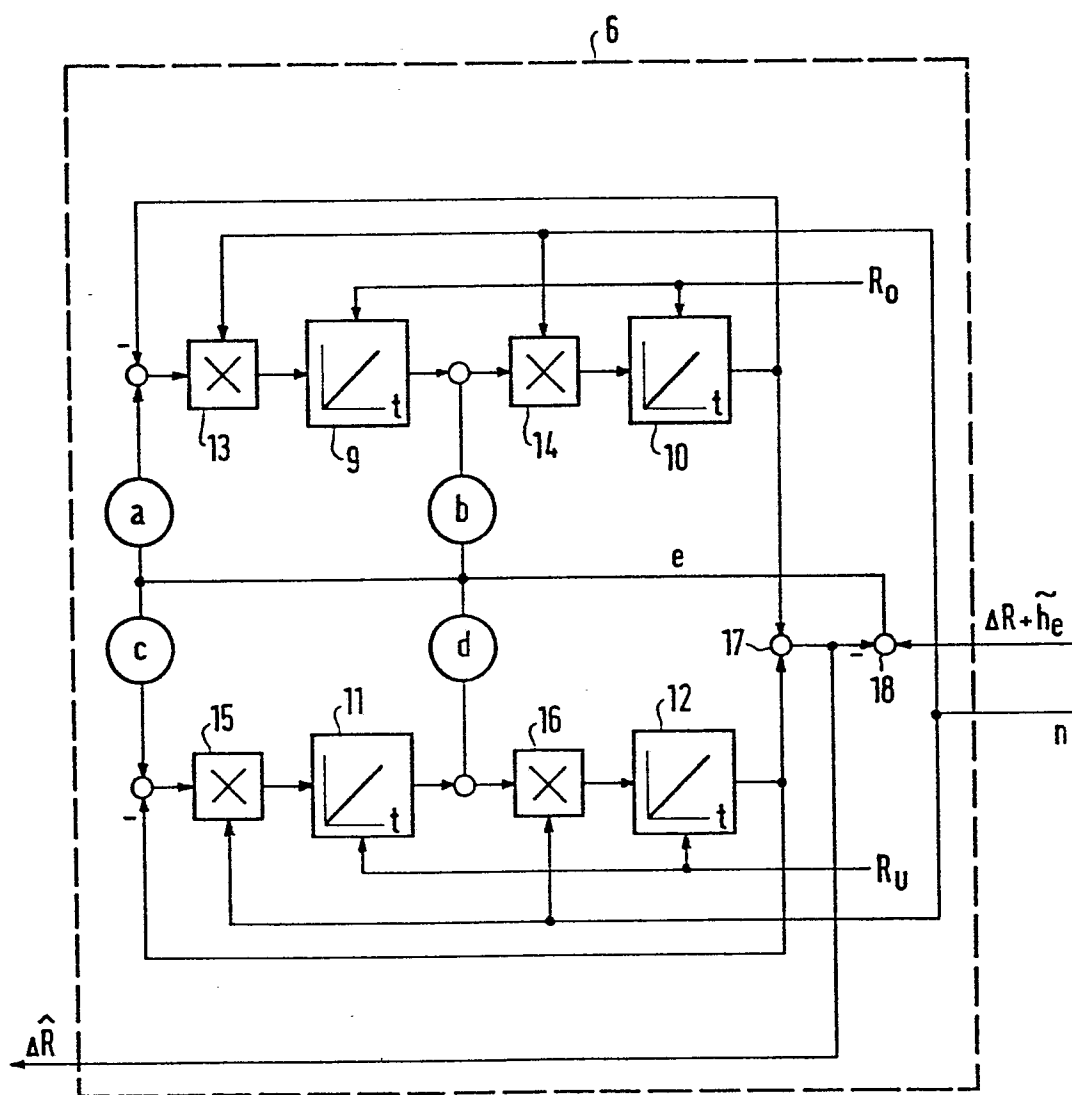


FIG 3

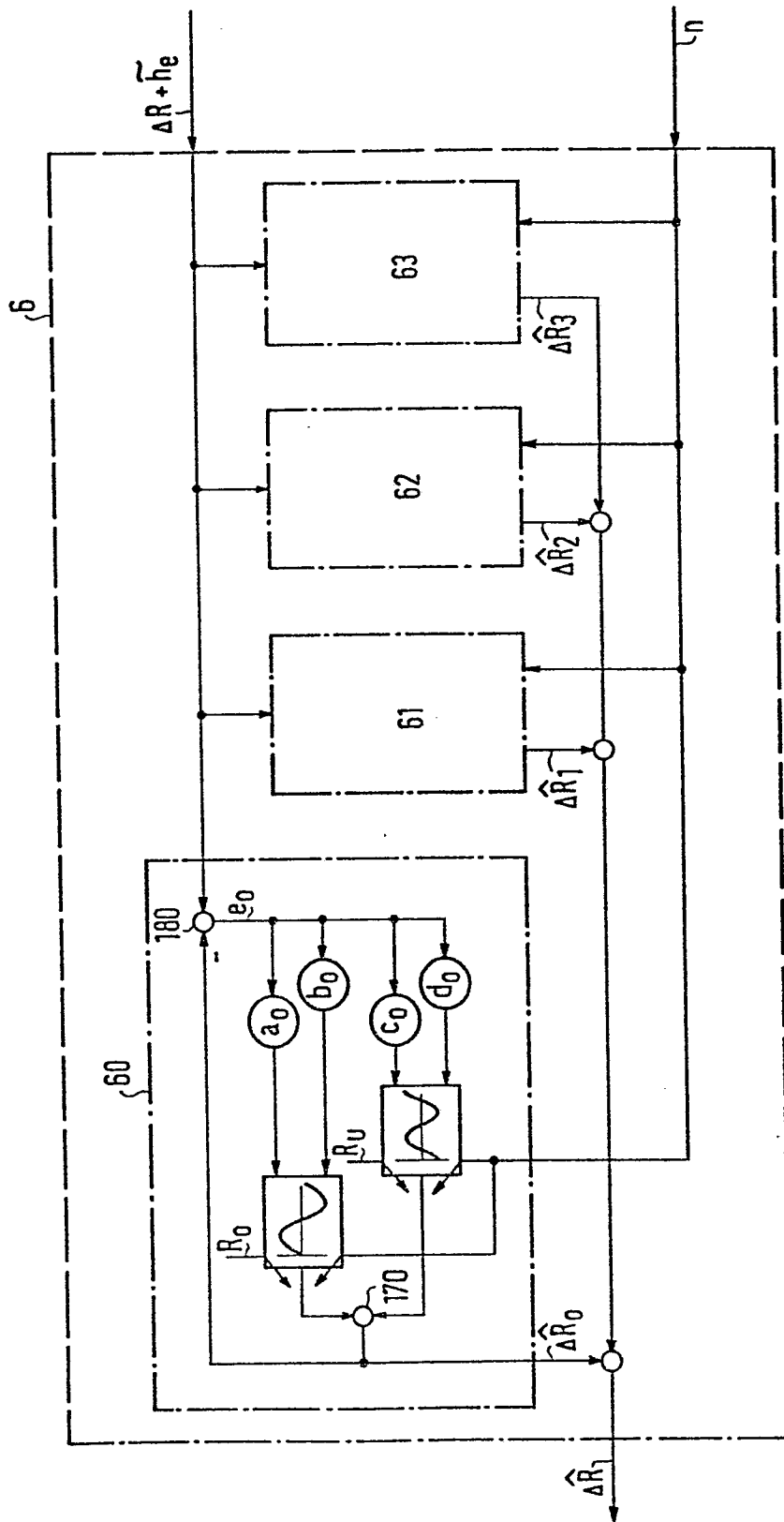


FIG 4

