

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer :

**0 130 231
B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
21.01.87

(51)

Int. Cl.⁴ : **B 21 B 37/06, G 05 D 5/02**

(21)

Anmeldenummer : **83106518.0**

(22)

Anmeldetag : **04.07.83**

(54)

Schaltungsanordnung zur Regelung der im Walzgut übertragenen Zugkräfte zwischen den Gerüsten in einer mehrgerüstigen Walzstrasse.

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
09.01.85 Patentblatt 85/02

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : 21.01.87 Patentblatt 87/04

(84)

Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE FR GB LI SE

(56)

Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 008 037
DE-A- 2 721 973
TECHN. MITT. AEG-TELEFUNKEN, Band 66, Nr. 6,
Juni 1976, Seiten 255-261, Berlin, DE., A. BUXBAUM et
al.: "Minimalzugregelung für kontinuierliche Warm-
walzstrassen"

(73)

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

(72)

Erfinder : **Weber, Roland, Dipl.-Ing.
Andreas-Paulus-Strasse 47
D-8521 Spardorf (DE)**

EP 0 130 231 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 eine Schaltungsanordnung der im Oberbegriff des Anspruchs 1 näher bezeichneten Art.

Beim kontinuierlichen Warmwalzen von Profil- und Stabstahl dürfen im Walzgut zwischen den einzelnen, durch das Walzgut gekoppelten Gerüsten nur geringe, definierte Längsspannungen auftreten, wenn die Maßhaltigkeit des Endproduktes gewährleistet sein soll. Längsspannungsfrei kann gewalzt werden, wenn jeder Antrieb nur das zur Materialverformung benötigte Drehmoment aufbringt. Dies ist der Fall, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen und damit die Drehzahlen der Gerüstantriebe richtig an die Geschwindigkeit des Walzgutes angepaßt sind.

In der DE-A-2 541 071 sind ein Verfahren und eine Einrichtung der vorgenannten Art beschrieben, mit deren Hilfe es möglich sein soll, die für eine definierte Zugspannung im Walzgut erforderlichen Drehzahlrelationen kurzfristig und in einfacher Weise einzustellen. Dazu wird die Zugspannung vor und hinter jedem Gerüst, dem eine Zugspannungs-Differenz-Regeleinrichtung zugeordnet ist, aus dem Antriebsmoment, dem Beschleunigungsmoment und dem Verformungsmoment im Walzspalt ermittelt. Eines der Gerüste übernimmt dabei die Funktion eines Leitgerüstes, das im wesentlichen die Walzgeschwindigkeit in der Straße bestimmt. Die Anwendung dieses Verfahrens schließt jedoch nicht aus, daß vor und hinter dem Leitgerüst vom Sollwert abweichende Zugspannungen auftreten, die aus der Summe der Momentenfehler der übrigen Gerüste resultieren. Diese Abweichungen werden umso deutlicher, je größer die Anzahl der Gerüste einer solchen Walzstraße ist.

Um dieses ungünstige Verhalten der bekannten sogenannten Minimalzugregelung auszuschalten ist aus der EP-A-0 008 037 eine Vorrichtung zur Regelung der im Walzgut übertragenen Zugkraft in einer m-Gerüste enthaltenden Walzstraße beschrieben, bei der ebenfalls den Gerüstantrieben Drehzahlregler zugeordnet sind, deren Sollwerte mit Hilfe von Zugspannungs-Differenz-Regeleinrichtungen entsprechend den Parametern einer Minimalzugregelung korrigiert werden. Dabei soll auch das bisherige Leitgerüst mit einer solchen Regeleinrichtung versehen werden. Dadurch ist zunächst vermieden, daß sich die Momentenfehler der übrigen Gerüste am Leitgerüst summieren und es dort zu wechselnden Spannungen innerhalb des Walzgutes kommt. Ohne weitere Maßnahmen könnte dies aber dazu führen, daß die nunmehr an allen Gerüsten wirksame zugspannungsabhängige Drehzahlkorrektur ihrerseits zu einem Summierungseffekt führt, der eine stetige Drehzahlveränderung der Straße und damit der Walzgeschwindigkeit zur Folge hätte. Um dies zu vermeiden, ist der jedem Gerüst zugeordneten Regeleinrichtung ein gemeinsamer Korrekturregler überlagert, dem als Eingangsgröße das Ausgangssignal einer der Re-

geleinrichtungen für die Korrektur des Drehzahl-Sollwertes zugeführt ist. Der Korrekturregler bildet aus dieser Eingangsgröße ein Ausgangssignal, welches als übergeordnete Stellgröße die Sollwerte der auf den Querschnitt des Walzgutes bezogenen (spezifischen) Zugspannungen der einzelnen Walzgerüste derart korrigiert, daß eventuelle Drehzahländerungen des Bezugsgerüstes ausgeglichen werden. Durch die Einwirkung der Korrekturgröße des Korrekturreglers auf die Werte der spezifischen Zugspannungen der einzelnen Gerüste ist gleichzeitig eine dem Walzgutquerschnitt proportionale statistische Verteilung der Korrekturwerte in dem Sinne erreicht, daß die Gerüste mit den größeren Walzgutquerschnitten eine entsprechend größere Gewichtung erhalten. Anders ausgedrückt: Der Korrektureinfluß verringert sich mit geringer werdendem Walzgutquerschnitt, so daß Dickenfehler durch Regeleinwirkung in den empfindlichen letzten Gerüsten vermieden werden.

Eine weitere Verbesserung des Regelverhaltens bei gleichzeitiger Einsparung eines separaten Regelkreises läßt sich durch die im Patentanspruch 1 angegebene Erfindung erzielen. Dadurch ist einmal erreicht, daß nicht erst eine Drehzahländerung im Bezugsgerüst auftreten muß, um eine Zugspannungskorrektur durchzuführen, sondern daß die Zugspannungsänderung im letzten Gerüst selbst und unmittelbar den Korrekturwert für die übrigen Gerüste in der beschriebenen Weise bildet. Die Walzgeschwindigkeit der Straße bleibt dabei wegen der in der Durchlaufphase unkorrigierten Drehzahlregelung des letzten Gerüstes als Leitgerüst absolut konstant.

Durch die Ausbildung der Schaltungsanordnung nach Patentanspruch 2 ergibt sich ein insgesamt ruhigerer Regelverlauf und damit ein weitgehend ausgeglichenes Verhalten der Walzstraße.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 das Prinzipschaltbild des Drehzahlregelkreises eines Gerüstantriebes mit Sollwertkorrektur,

Figur 2 das Prinzipschaltbild einer Regelschaltung zur Erzeugung eines Drehzahl-Korrekturwertes aufgrund verschiedener mechanischer und elektrischer Parameter sowie einstellbarer bzw. korrigierbarer Sollwerte,

Figur 3 das Prinzipschaltbild des Drehzahlreglers des Leitgerüstes bei dem in der Durchlaufphase keine Korrektur des Drehzahl-Sollwertes erfolgt,

Figur 4 die Regelschaltung des Leitgerüstes zur Erzeugung der Stellgröße für die Korrektur der spezifischen Zugspannungen der übrigen Gerüste,

Figur 5 das Prinzipschaltbild für eine vielgerüstige Walzenstraße mit den erfindungsgemäßen

Regelkreisen und

Figur 6 bis 8 die Arbeitsweise der Walzstraße beim Einführen des Walzgutes.

In Fig. 1 sind die Arbeitswalzen 5 eines nicht dargestellten Walzgerüsts einschließlich des zugehörigen Gleichstromantriebsmotors 6 und einer Drehzahl-Regelanordnung 7 mit dem Drehzahlregler 8 und dem Stellglied 9 schematisch dargestellt. Ein mit dem Antriebsmotor 6 gekuppelter Tachogenerator 10 liefert ein der Drehzahl proportionales Ausgangssignal, das mit einem Sollwert n^* verglichen wird. Zur Erzielung der richtigen Drehzahlrelationen zwischen den Antrieben mehrerer Gerüste einer Walzstraße wird dem Vergleichspunkt 11 ein Drehzahl-Zusatzsollwert Δn^* zugeführt. Ferner sind ein Stromwandler 12, der eine dem Ankerstrom i_a proportionale Spannung liefert, und ein Fühler 13 vorgesehen, dessen Ausgangsspannung dem Fluß Φ in der Feldwicklung 14 des Antriebsmotors proportional ist. Mit F_E ist die im Walzgut 15 in Walzrichtung wirkende Zugkraft auf der Eintrittsseite des Gerüsts und mit F_A die Zugkraft auf der Austrittsseite bezeichnet.

Um den Korrekturwert Δn^* für den Drehzahl-Sollwert n^* zu ermitteln, ist eine in Fig. 2 dargestellte Regelschaltung vorhanden. Diese besteht aus einem Istwertrechner 16 einem Sollwertrechner 17, einem Vergleichsglied 18 und einem Korrekturregler 19 (Minimalzugregler).

Das Antriebsmoment $M_a = \Phi \cdot i_a$ setzt sich aus dem Beschleunigungsmoment M_b und dem Walzmoment M_w , das seinerseits die Summe aus den Verformungsmomenten M_h und M_v der Horizontal- bzw. Vertikalwalzen ist, und dem durch die Zugspannung verursachten Moment M_z zusammen.

Dabei ist :

$$M_z = M_a - M_b - M_h - M_v$$

Das Beschleunigungsmoment M_b läßt sich aus der Drehzahl n ableiten und die Verformungsmomente M_h und M_v ergeben sich aus den mittels Walzkraftaufnehmern gemessenen Walzkräften F_h und F_v durch Multiplikation mit einem dem Hebelarm der Walzkräfte entsprechenden Faktor K_h bzw. K_v . Der Faktor K_h läßt sich für Universalgerüste aufgrund der Walzspaltgeometrie bestimmen und wird von der Bedienungsperson vorgegeben. Für Duo-Gerüste wird der Hebelarmfaktor K_h in einer Abgleichschaltung berechnet. Der Faktor K_v ist von verschiedenen, theoretisch nicht erfaßbaren Einflußgrößen abhängig und wird daher ebenfalls mit Hilfe der Abgleichschaltung ermittelt und anschließend gespeichert. Der Istwertrechner 16 erhält dementsprechend die Meßwerte i_a , Φ , n und F_h sowie gegebenenfalls die Größen F_v und K_h . Die dem Antriebsmoment M_a proportionale Ausgangsspannung eines Multiplizierers 20 ist entsprechend der für M_z aufgestellten Momentenbilanz einem Summierglied 21 additiv zugeführt, während die dem Beschleunigungsmoment M_b

renziergliedes 22 gebildet ist, und die den Verformungsmomenten proportionalen Spannungen, die aus den Walzkraftsignalen F_h und F_v mittels eines Multiplizierers 23 bzw. eines Multiplizierers 24 gebildet sind, subtraktiv an dem Summierglied anstehen.

Zur Ermittlung des Faktors K_h bzw. K_v wird die Differenzspannung am Ausgang des Summiergliedes 21, die dem Moment M_z proportional ist, einem Vergleichspunkt 25 zugeführt. Falls es sich um ein Duo-Gerüst handelt, nehmen die Schalter 26 und 27 die gestrichelt dargestellte Stellung ein.

Nach dem Anstich im ersten Gerüst der Straße verändert ein dem Vergleichspunkt 25 nachgeschalteter Integrator 28 den Hebelarmfaktor solange, bis das Produkt $F_h \cdot K_h$ und das Produkt $\Phi \cdot i_a$ abzüglich des Beschleunigungsmomentes M_b betragsmäßig gleich groß sind. Der so berechnete Hebelarmfaktor K_h wird für den Rest des Stiches noch vor dem Anstich im zweiten Gerüst gespeichert.

Für ein Universalgerüst nehmen die Schalter 26 und 27 zur Ermittlung des Hebelarmfaktors K_v die gezeichnete Stellung ein.

Bei der Berechnung von K_v werden gleichzeitig Ungenauigkeiten des von Hand eingegebenen Faktors K_h weitgehend kompensiert.

Bei allen folgenden Gerüsten der Walzstraße läuft der selbsttätige Abgleich des Hebelarmfaktors K_h bei Duo- bzw. K_h und K_v bei Universalgerüsten mit anschließender Speicherung in gleicher Weise ab, jedoch unter zusätzlicher Berücksichtigung des auf der Eintrittsseite herrschenden Zuges F_E . Das zugehörige, dem Vergleichspunkt 25 in Fig. 2 zugeführte eintrittsseitige zugbedingte Moment M_E entspricht im ausgeregelten Zustand dem austrittsseitigen Anteil des Zugkraft-Sollwertes, der der vorangehenden Regeleinrichtung und damit dem vorausgehenden Gerüst vorgegeben wird, multipliziert mit dem Walzenradius desjenigen Gerüsts, für das gerade der Hebelarmfaktor berechnet wird. Die Berechnung läuft in jedem Fall so schnell ab, daß sie vor dem Einlaufen des Walzgutes in das nächste Gerüst beendet ist.

Die Differenz aus dem Ausgangssignal M_z des Summiergliedes 21 und einem Momentensollwert M_z^* wird dem Minimalzugregler 19 zugeführt. Der Momentensollwert wird mittels des Sollwertrechners 17 aus dem von der Bedienungsperson vorgegebenen spezifischen Zug σ^* , den Walzgutquerschnitten A , dem Walzendurchmesser d_w und einer Korrekturgröße ermittelt. Der vom Minimalzugregler 19 gelieferte Drehzahlkorrektur-Sollwert Δn^* wird während der Anstichphase jedes Gerüsts der Drehzahlregeleinrichtung des folgenden oder aller folgenden Antriebe — im dargestellten Beispiel als $\Delta n^*2'$ der Drehzahlregelung am Gerüst 2 — und nach dem Anstich im folgendem Gerüst über einem Umkehrverstärker 29 der Drehzahlregeleinrichtung des eigenen Antriebes — im Beispiel als $\Delta n^*1'$ der Drehzahlregeleinrichtung am Gerüst 1 — zugeführt. Zur Umschaltung ist ein Schalter 30 vorgesehen, der

jeweils kurzzeitig die gezeichnete Zwischenstellung einnehmen muß, damit das Ausgangssignal des Minimalzugreglers auf Null zurückgestellt wird. Das Betätigungssignal für den Schalter 30 wird zweckmäßigerweise mit Hilfe einer bekannten und daher nicht dargestellten Walzgutwegnachbildung ermittelt.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte und beschriebene Regelschaltung ist jedem einzelnen Gerüstantrieb mit Ausnahme des letzten zugeordnet. Die beim letzten Gerüst zugeordnete Regelschaltung unterscheidet sich von der vorbeschriebenen im wesentlichen dadurch, daß der Minimalzugregler 19 keine Drehzahlkorrekturgröße erzeugt, sondern einen Korrektursollwert σ_K^* für die spezifischen Zug-sollwerte aller Gerüste welcher aus der Soll-Istwertabweichung der Zugspannung M_z des letzten Gerüsts gebildet wird.

Diese dem Leitgerüst zugeordnete Regelschaltung ist in den Figuren 3 und 4 dargestellt. Dabei sind identische Funktionsglieder mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Das in Fig. 3 gezeigte Regelglied 7 unterscheidet sich dadurch von demjenigen nach Fig. 1, daß seinem Vergleichspunkt 31 während der Durchlaufphase kein Korrekturwert zugeführt ist. Der gestrichelt dargestellte Korrektursollwert Δn^* während der Anstichphase bleibt davon unberührt. Die Drehzahlregelung arbeitet demzufolge während der Durchlaufphase autonom und hält den Antrieb stets auf dem während der Anstichphase ermittelten Drehzahlwert.

Der in Fig. 4 dargestellte Istwertrechner 16 ist ebenso wie der Sollwertrechner 17 mit demjenigen nach Fig. 2 identisch. Der Korrekturregler 32 unterscheidet sich dadurch vom Minimalzugregler 19 der Fig. 2, daß er keinen Drehzahl-Korrektursollwert, sondern unmittelbar einen aus der am Vergleichspunkt 18 entstehenden Zugspannungsabweichung ΔM_z gebildeten Korrektursollwert σ_K^* als Stellgröße erzeugt.

In Fig. 5 ist eine viergerüstige Walzenstraße schematisch dargestellt. Die Gerüste einschließlich des Antriebes sind durch die Walzen 1 bis 4 angedeutet. Jedem Gerüst ist eine Regelschaltung in Form eines Istwert-Rechners 16, eines Sollwert-Rechners 17, eines Minimalzugreglers 19 und eines Drehzahlregelgliedes 7 zugeordnet, die in dieser Figur entsprechend der Zuordnung zu dem jeweiligen Gerüst mit 1.7 bis 4.7, mit 1.16 bis 4.16, mit 1.17 bis 4.17 sowie mit 1.19 bis 3.19 bezeichnet sind. Der Korrekturregler 32 des letzten Gerüsts erzeugt die Stellgröße σ_K^* , die aber nicht zur Drehzahlkorrektur des Antriebes des letzten Gerüsts dient. Die Drehzahl des letzten Gerüsts wird vielmehr vom Drehzahl-Regelglied 4.7 auf einen konstanten, während der Anstichphase mit Hilfe von Δn^{*4} ermittelten Drehzahlwert n geregelt, sobald die Anstichphase beendet ist. Der vom Korrekturglied 32 erzeugte Stellwert σ_K^* ist eine aus der Abweichung des Zugmomentes M_{z4} vom Sollwert M_{z4}^* gebildete Größe, welche den vorgegebenen Sollwerten der spezifischen Ausgangszüge σ_{A1}^* bis σ_{A3}^* an den entsprechenden

Vergleichspunkten 1.33 bis 3.33 und dem Sollwertrechner 4.17 des letzten Gerüsts unmittelbar zugeführt ist. Durch diese Stellgröße σ_K^* erfahren die spezifischen Zugspannungs-Sollwerte eine der Abweichung des Zugmomentes M_{z4} des letzten Gerüsts von seinem Sollwert M_{z4}^* einseitig entgegenwirkende Korrektur. Da es sich dabei um die Beeinflussung der spezifischen Ausgangs-Zugspannungen handelt, werden die einzelnen Walzgerüstantriebe an der Fehlerkompensation absolut proportional zum jeweiligen Walzgutquerschnitt beteiligt. Dies hat die gewünschte Folge, daß der Erfahrung Rechnung getragen wird, daß die Wahrscheinlichkeit der Fehlerentstehung dort am größten ist, wo auch die größten Verformungsmomente aufgebracht werden müssen. Außerdem wird die Fehlerkompensation so gewichtet, daß die Wirkung dort am größten ist, wo am wenigsten nachteilige Folgen zu befürchten sind, nämlich zu den großen Walzquerschnitten hin.

Ferner bietet die Schaltungsanordnung nach der vorliegenden Erfindung den Vorteil, daß, wie aus einem Vergleich der Figuren 1 und 3 bzw. 2 und 4 hervorgeht, bei allen Gerüsten einschließlich dem Leitgerüst weitgehend baugleiche Regelungselemente verwendet werden können.

Wie bereits ausgeführt, darf die Stellgröße σ_K^* nur jeweils einseitig wirken, d. h. nur die Austrittsmomente beeinflussen. Würde sie auch auf die Eintrittsmomente Einfluß nehmen, würden sich beide Einflüsse in Bezug auf die Fehlerkompensation in ihrer Wirkung aufheben.

Weitere Einzelheiten der Arbeitsweise der Walzstraße ergeben sich aus den Figuren 6, 7 und 8. Während der Anstichphase im Gerüst 1, d. h. während der Zeit vom Anstich des Walzgut-anfanges im Gerüst 1 bis zum Anstich im Gerüst 2 (Fig. 6), ist das vom Zug abhängige Moment des Gerüsts 1 $M_{z1} = 0$, weil $M_{E1} = M_{A1} = 0$ ist. Während der Anstichphase wird der Hebelarmfaktor K der Walzkraft für Gerüst 1 bestimmt, wie es in Verbindung mit Fig. 2 bzw. Fig. 4 erläutert ist.

Die Ermittlung des Hebelarmfaktors ist beendet, sobald das Zugmoment vom Gerüst 1 M_{z1} des Istwertrechners 1.16 gleich dem zugehörigen Sollwert (bei Gerüst 1 vor dem Anstich des Gerüsts 2 gleich Null) geworden ist. Für den Rest des Stiches wird der Hebelarmfaktor gespeichert. Die Ermittlung des Hebelarmfaktors muß vor dem Anstich des Gerüsts 2 abgeschlossen sein.

Mit dem Anstich im Gerüst 2 (Fig. 7) wird der Minimalzugregler 1.19 wirksam, an dessen Istwerteingang das zugabhängige Moment M_{z1} des Istwertrechners 1.16 ansteht und dessen Sollwert-Eingang einen zunächst konstanten Sollwert M_{z1}^* erhält. Die Ausgangsspannung des Minimalzugreglers 1.19 wird über ein Proportionalglied 1.33 mit Speicherverhalten dem Drehzahlregler des Antriebes des zweiten Gerüsts als Drehzahl-Zusatzsollwert Δn^{*2} zugeführt. Wenn der Regelabgleich des Minimalzugreglers 1.19

erreicht ist, gilt die Beziehung $M_{z1} = M_{E1} - M_{A1} = M_{z*1}$.

Folglich ist bei Gerüst 1 $M_{z*1} = -M_{A1}$, weil das eingangsseitige Moment M_{E1} vor dem Gerüst 1 stets Null ist.

Während der Anstichphase im Gerüst 2 wird in der gleichen Weise, wie in Verbindung mit Figur 6 beschrieben, der zugehörige Hebelarmfaktor ermittelt und gespeichert. Anschließend stellt sich am Ausgang des Istwert-Rechners 2.16 der Momenten-Istwert $M_{z2} = M_{E2}$ ein, da M_{A2} noch = 0 ist.

Rechtzeitig vor dem Anstich des Walzgutes 15 in Gerüst 3 wird das Proportionalglied 1.33 auf « Speichern » geschaltet, das Ausgangssignal des Minimalzugreglers 1.19 kurzfristig auf Null gesetzt und der Ausgang des Proportionalgliedes 2.33 (Fig. 8) anschließend über den Umkehrverstärker 29 (Fig. 2) als $\Delta n*1$ auf den Drehzahlregler 1.7 am Gerüst 1 geschaltet (Eigenverstellung für Gerüst 1). Der Drehzahl-Zusatzsollwert $\Delta n*2'$ wird dem Drehzahlregler 2.7 am Gerüst 2 weiterhin aus dem Speicher 1.33 vorgegeben. Dieser Drehzahl-Zusatzsollwert bleibt additiv überlagert, wenn gemäß Fig. 8 kurz vor dem Anstich des Walzgutes in Gerüst 4 der Korrekturregler 2.19 auf Eigenverstellung umgeschaltet wird und den Drehzahl-Zusatzsollwert $\Delta n*3'$ vorgibt. Der Drehzahl-Zusatzsollwert $\Delta n*3'$ des Korrekturreglers 2.19 (Fig. 5), der bis zum Anstich in Gerüst 4 auf den Drehzahlregler 3.7 von Gerüst 3 wirkte, wird dabei ebenfalls dem Gerüst 3 weiter als gespeicherter Wert $\Delta n*3$ vorgegeben, während der Ausgang von 2.19 nach vorherigem Nullsetzen mit umgekehrtem Vorzeichen als $\Delta n*2$ auf den Drehzahlregler von Gerüst 2 geschaltet wird. Dieser Ablauf bietet die Gewähr für einen stoßfreien Übergang auf Eigenverstellung.

Wie bereits in der Erläuterung der Umschaltung des Minimalzugreglers 2.19 auf Eigenverstellung beschrieben wurde, wiederholen sich an allen weiteren Gerüsten die in Verbindung mit dem Gerüst 2 beschriebenen Vorgänge. Der Ablauf am Gerüst 4 bzw. am letzten Gerüst m unterscheidet sich von diesen Vorgängen dadurch, daß dieses Gerüst nicht auf Eigenverstellung umgeschaltet, sondern nach erfolgter Einstellung durch das Proportionalglied 3.33 (Fig. 5) und abgeschlossener Hebelarmberechnung durch 4.16 mit konstanter Drehzahl betrieben wird. Darüberhinaus wird die vom Korrekturregler (32) berechnete Stellgröße σ_k^* als Korrekturwert für die austrittsseitig wirksamen spezifischen Zugspannungen $\sigma_{A1}^* \dots \sigma_{A(m-1)}^*$ der übrigen Gerüste benutzt.

Zur beschleunigten Einstellung der endgültigen Drehzahlrelationen werden zweckmäßigerweise während der Anstichphase die Drehzahl-Zusatzsollwerte nicht nur dem Drehzahlregler des jeweils folgenden Gerüsts (gestrichelt dargestellt), sondern den Drehzahlreglern aller nachgeordneten Gerüste zugeführt. Auf diese Weise können Drehzahlfehler eines Gerüsts durch Voreinstellung aller am Walzprozeß noch direkt beteiligten Gerüste berücksichtigt werden, was zu einer wesentlichen Verkürzung des Regelprozesses

beim späteren Anstich in diesen Gerüsten führt.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Regelung der im Walzgut übertragenen Zugkräfte zwischen den Gerüsten (Minimalzugregelung) sowie der Walzgeschwindigkeit einer Walzstraße mit m- bzw. 4 Gerüsten, von denen jedes mit Antriebsmitteln, einer Drehzahlregelung für jedes Antriebsmittel sowie einer Regelschaltung ausgerüstet ist, die aus einem Istwertrechner (16) zur Ermittlung der Istwerte der zugbedingten Drehmomente aus den jeweiligen Werten von Antriebs-Beschleunigungs- und Verformungsmomenten, sowie einem Sollwertrechner (17) zur Berechnung der Sollwerte der zugbedingten Drehmomente jedes einzelnen Gerüsts aus den vorgegebenen Werten von auf die Querschnittseinheit des Walzgutes bezogener (spezifischer) Zugspannung, dem Walzenradius und dem Querschnitt des Walzgutes für jedes Gerüst, wobei aus dem Soll-Istwert-Vergleich der zugbedingten Drehmomente ein Korrekturwert für den Sollwert der Drehzahlregler gebildet ist, sowie einem übergeordneten Korrekturregler besteht, der einen Korrekturwert σ_k^* bildet, der den Sollwertrechnern zur übergeordneten Korrektur der Sollwerte der zugbedingten Drehmomente zugeführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Stabilisierung der Walzgeschwindigkeit der Walzstraße während der Durchlaufphase des Walzgutes der Drehzahlregler (4.7) des letzten Gerüsts (m bzw. 4) mit einem fest vorgegebenen, nicht korrigierten Sollwert (n^*) betrieben wird und die Regelschaltung des letzten Gerüsts (4.16 ; 4.17 ; 32) so ausgebildet ist, daß sie aufgrund des Soll-Istwert-Vergleiches des zugbedingten Drehmomentes (ΔM_z) dieses Gerüsts einen Korrekturwert (σ_k^*) für die den Drehzahlreglern aller Gerüste (1.7 bis 4.7) zugeordneten überlagerten Regeleinrichtungen bildet, welche die Sollwerte für die austrittsseitigen spezifischen Zugspannungen (σ_A^*) der einzelnen Gerüste aufgrund des Korrekturwertes (σ_k^*) so beeinflusst, daß die Abweichung der Zugkraft zwischen dem vorletzten (m-1 bzw. 3) und dem letzten Gerüst (m bzw. 4) von einem vorgegebenen Sollwert kompensiert wird.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelzeitkonstante des Korrekturreglers (32) des letzten Gerüsts (m bzw. 4) größer gewählt ist, als diejenige der Regeleinrichtungen (1.19 bis 3.19) der übrigen Gerüste (1 bis m-1 bzw. 1 bis 3).

Claims

1. A circuit arrangement for the regulation of the tensile force transferred in the rolled stock between the stages (minimal tensile regulation) and the rolling speed of a mill train comprising m or 4 stages, each of which is equipped with driving means, a speed control unit for each

driving means and a control circuit which comprises an actual value calculator (16) for determining the actual values of the torque, which is conditional upon the tension, from the respective values of driving, accelerating and deforming moments, and which comprise a theoretical value calculator (17) for calculating the theoretical values of the torques, which are conditional upon the tension, of each individual stage from the predetermined values of the (specific) tensile stress which is related to the cross-sectional unit of the rolled stock, the roller radius and the cross-section of the rolled stock for each stage, where a correction value for the theoretical value of the speed regulator is formed from the theoretical/actual value comparison of the torques which are conditional upon the tension, and which comprises a superimposed correction regulator which forms a correction value σ_k^* which is fed to the theoretical value calculators for the superimposed correction of the theoretical values of the torques which are conditional upon the tension, characterised in that in order to stabilise the rolling speed of the mill train during the transit phase of the rolled stock the speed regulator (4.7) of the last stage (m or 4) is operated by means of a firmly predetermined, uncorrected theoretical value (n^*) and the control circuit of the last stage (4.16 ; 4.17 ; 32) is designed to be such that on the basis of the theoretical/actual value comparison of the tension-dependent torque (ΔM_z) of the stage it forms a correction value (σ_k^*) for the superimposed control devices assigned to the speed regulators of all stages (1.7 to 4.7), which influences the theoretical values for the output specific tensile force (σ_A^*) of the individual stages on the basis of the correction value (σ_k^*) in such a manner that the deviation of the tensile force between the penultimate (m-1 or 3) and the ultimate stage (m or 4) is compensated by a predetermined theoretical value.

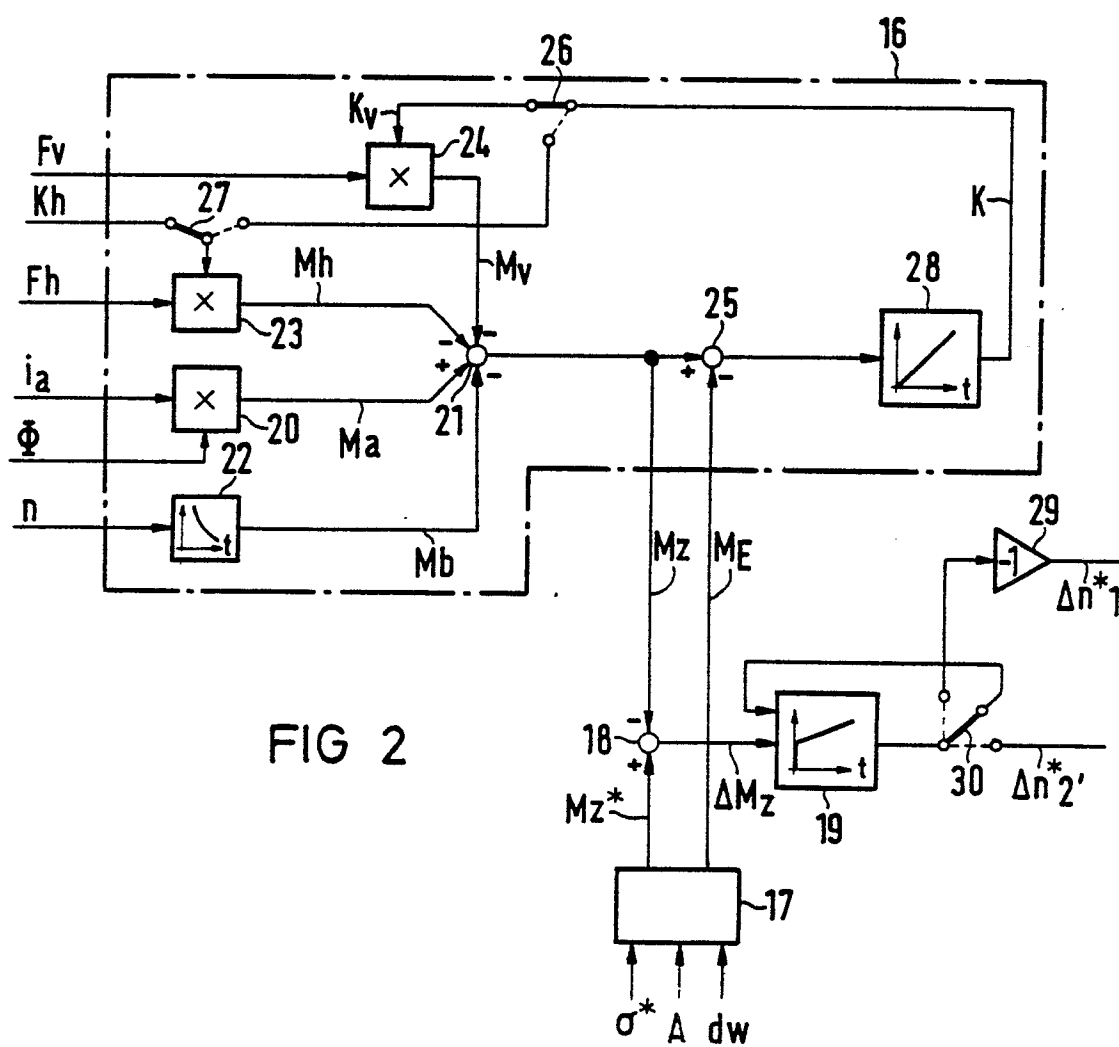
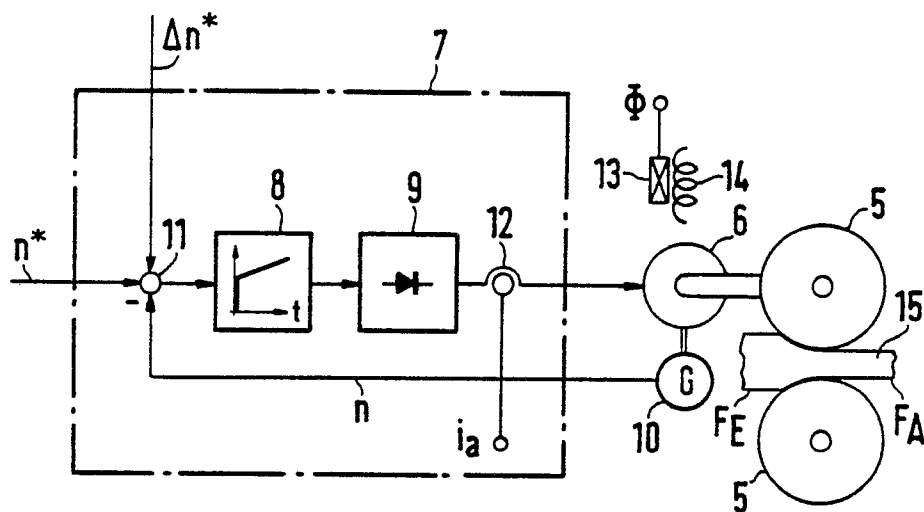
2. A circuit arrangement as claimed in claim 1, characterised in that the control time constant of the correction regulator (32) of the last stage (m or 4) is selected to be greater than that of the control devices (1.19 to 3.19) of the remaining stages (1 to m or 1 to 3).

Revendications

1. Montage pour régler les forces de traction transmises au produit laminé entre les cages (réglage de la traction minimale) ainsi que la vitesse de laminage d'un train de laminoir comportant m ou 4 cages, dont chacune est

équipée de moyens d'entraînement, d'un dispositif de réglage de la vitesse de rotation pour chacun des moyens d'entraînement ainsi que d'un circuit de réglage qui est constitué par un calculateur de valeurs réelles (16) servant à déterminer les valeurs réelles des couples produits par la traction, à partir des valeurs respectives des couples d'accélération des moyens d'entraînement et des couples de déformation, ainsi que par un calculateur de valeurs de consigne (17) servant à calculer les valeurs de consigne des couples, produits par la traction, de chaque cage individuelle à partir des valeurs prédéterminées de la contrainte de traction (spécifique) rapportée à l'unité de section transversale du produit laminé, à partir du rayon du cylindre et à partir de la section transversale du produit laminé pour chaque cage, une valeur de correction de la valeur de consigne du régulateur de la vitesse de rotation étant formée à partir de la comparaison valeur de consigne-valeur réelle des couples produits par la traction, ainsi que par un dispositif de réglage de correction de rang supérieur, qui forme une valeur de correction σ_k^* qui est envoyée au calculateur des valeurs de consigne pour réaliser la correction de rang supérieur des valeurs de consigne des couples produits par la traction, caractérisé par le fait que pour la stabilisation de la vitesse de laminage du train de laminoir pendant la phase de circulation du produit laminé, le régulateur de la vitesse de rotation (4.7) de la dernière cage (m ou 4) est piloté par une valeur de consigne (n^*) prédéterminée de façon fixe et non corrigée et que le circuit de réglage de la dernière cage (4.16 ; 4.17 ; 32) est agencé de telle sorte qu'il forme, sur la base de la comparaison valeur de consigne-valeur réelle du couple (ΔM_z), produit par la traction, de cette cage, une valeur de correction (σ_k^*) pour les dispositifs de réglage de rang supérieur associés aux régulateurs de la vitesse de rotation de toutes les cages (1.7 à 4.7), qui influe sur les valeurs de consigne pour les contraintes de traction spécifiques (σ_A^*), présentes du côté sortie, des différentes cages sur la base de la valeur de correction (σ_k^*) de telle sorte que la différence de la force de traction entre l'avant-dernière ((m-1)-ème ou 3-ème) cage et la dernière (m-ème ou 4-ème) cage est compensée par une valeur de consigne prédéterminée.

2. Montage suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la constante de temps de réglage du régulateur de correction (32) de la dernière (n-ème ou 4-ème) cage est choisie supérieure à la constante de temps de réglage du dispositif de réglage (1.19 à 3.19) des autres (1-ère à (m-1)-ème ou 1-ère à 3-ème) cages.



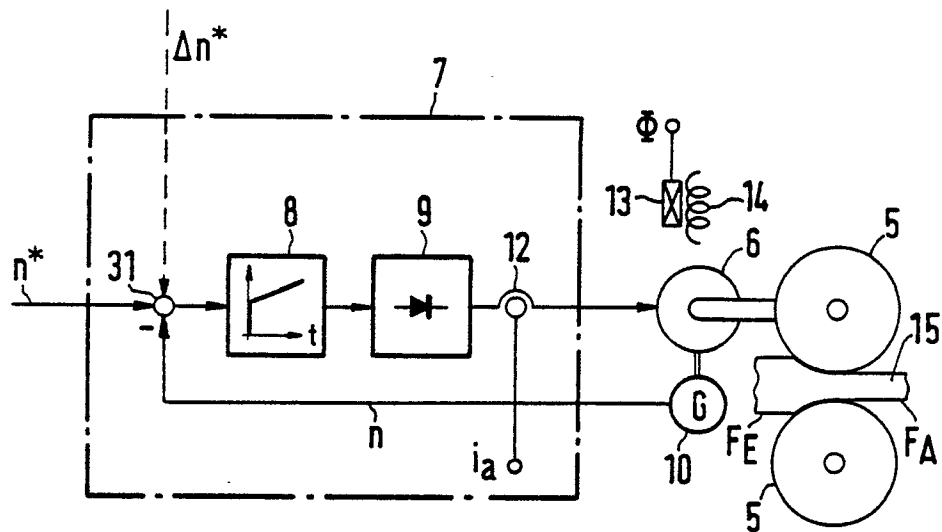


FIG 3

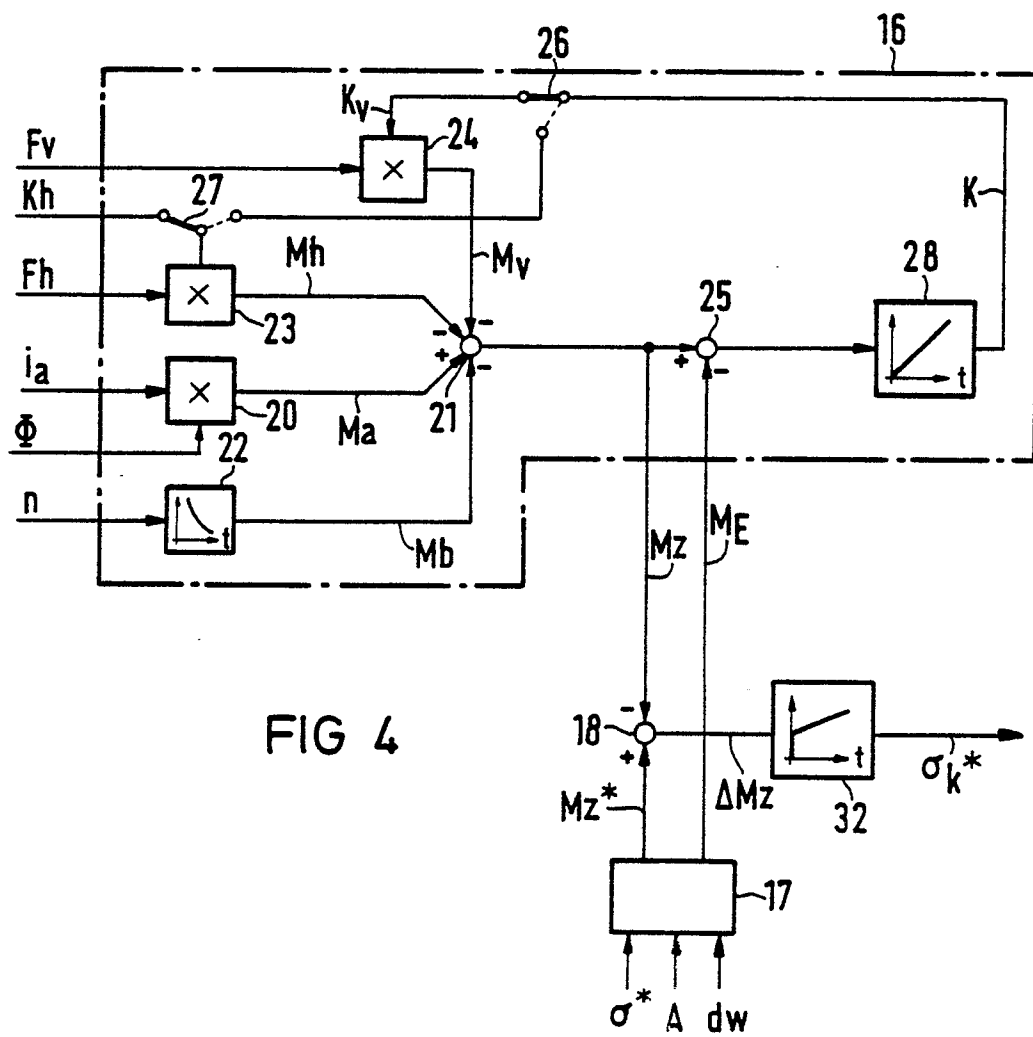


FIG 4

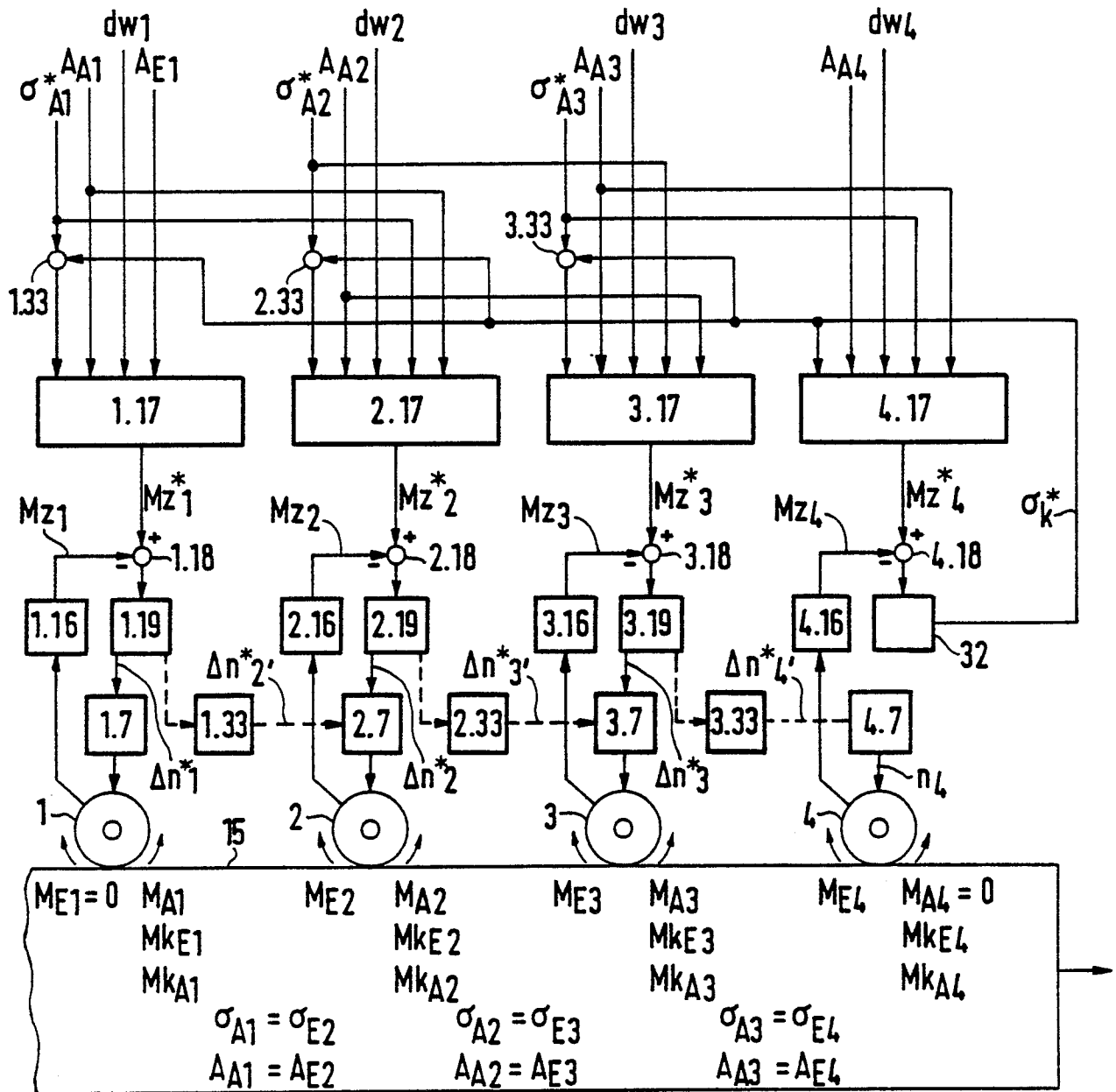


FIG 5

