

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 439 663 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **01.12.93**

(51) Int. Cl.⁵: **B21B 37/06**

(21) Anmeldenummer: **90102109.7**

(22) Anmeldetag: **02.02.90**

(54) **Verfahren zum Steuern einer kontinuierlichen, mehrgerüstigen Walzstrasse.**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.91 Patentblatt 91/32

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
01.12.93 Patentblatt 93/48

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 000 855
EP-A- 0 008 037
EP-A- 0 130 231
EP-A- 0 348 777
DE-A- 2 344 920

TECHN. MITT. AEG-TELEFUNKEN, Band 66,
Nr. 6, Juni 1976, Seiten 255-261, Berlin, DE; A.
BUXBAUM et al.: "Minimalzugregelung für
kontinuierliche Warmwalzstrassen"

IDEM

AEG-MITTELUNGEN, Band 56, Nr. 1, Januar
1966, Seiten 54-57, Berlin, DE; K. HERTLEIN:
"Regeleinrichtung zum zug- und druckfreien
Walzen in Knüppel- und Feinstahlstrassen"

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 12,
Nr. 464 (M-771)[3311], 6. Dezember 1988; &
Jp-A-63 188 414 (TOSHIBA) 04-08-1988

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-**
SCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

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

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 0 439 663 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein verfahren zum Steuern einer kontinuierlichen, mehrgerüstigen Walzstraße, insbesondere Stabstahlstraße, wobei in Abhängigkeit von den Ankerströmen der Walzmotoren in den einzelnen Gerüsten vor und nach dem Anstich des Walzguts in den jeweils folgenden Gerüsten Drehzahlzu-

satzsollwerte nach einer vorgegebenen Rechenregel erzeugt werden und wobei die Drehzahlen der einzelnen Gerüste über die Drehzahlzusatzsollwerte im Sinne einer Minimalzugregelung gesteuert werden. Ein derartiges Verfahren ist aus AEG-Mitteilungen, 56, (1966), Nr. 1, Seiten 54 - 57, oder Technische Mitteilungen AEG-TELEFUNKEN, 66 (1976), Nr. 6, Seiten 255 - 261, unter der Bezeichnung Minimalzugregelung bekannt. Dabei kann anstelle eines geschlossenen Regelkreises auch ein Abtastsystem vorgesehen sein, das in der Zeit zwischen den Anstichen zweier aufeinanderfolgender Gerüste nur einen einzigen Stellschritt zur Anpassung der Drehzahl an die Änderung des Motorstromes vor und nach dem Anstich ausführt. Dadurch soll ein zug- und druckfreies Walzen ermöglicht werden. Bei einem einzigen Stellschritt zur Drehzahlanpassung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Gerüsten ist jedoch mit einem mehr oder weniger hohen Restfehler zu rechnen, weswegen mehrere aufeinanderfolgende Stellschritte zwischen zwei Anstichen angestrebt werden. Hohe Durchlaufgeschwindigkeiten stehen dem jedoch entgegen.

Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, daß bei dem Verfahren der eingangs angegebenen Art die Drehzahlzusatzsollwerte zusätzlich in Abhängigkeit von einem Zugstromsollwert erzeugt werden, der als Erfahrungswert in Form eines spezifischen Sollzuges im Walzgut vorgegeben wird. Durch den vorgegebenen Sollzug wird das Auftreten von Druckkräften im Walzgut verhindert.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, anhand der Zeichnung und in Verbindung mit den Unteransprüchen.

In der Zeichnung zeigen:

FIG 1 die schematische Darstellung einer Walzstraße mit der Steuerung eines Gerüstes bei größeren Walzgutgeschwindigkeiten,

FIG 2 die schematische Darstellung einer Walzstraße mit der Steuerung eines Gerüstes bei kleineren Walzgutgeschwindigkeiten und

FIG 3 die Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung.

In FIG 1 sind die einzelnen Walzgerüste mit 1 und einem Index bezeichnet. Sie werden nacheinander von dem symbolisch dargestellten Walzgut in Pfeilrichtung durchlaufen. Die Minimalzugsteuerung durch die Steuereinrichtung 2 ist in diesem Beispiel zwischen den Walzgerüsten 1_m und 1_{m+1} dargestellt. Am Walzgerüst 1_m wird der Ankerstrom J_{A1} und J_{A2} gemessen und über den Signalweg 12 der Steuereinrichtung 2 aufgegeben. In der Steuereinrichtung 2 wird der Drehzahlzusatzsollwert n_z^* % ermittelt und über den Signalweg 13 dem Gerüst 1_{m+1} aufgegeben. Die Durchlaufzeit des Walzgutes zwischen den Gerüsten 1_m und 1_{m+1} ist in eine Beruhigungszeit t_{A1} zum Ausregeln des Anstichstoßes im Gerüst 1_m und eine Sicherheitszeit t_{S1} aufgeteilt, wobei nach der Beruhigungszeit t_{A1} die Sollwertänderung für das folgende Gerüst 1_{m+1} ermittelt wird. Die Regelrichtung kann alternativ zu dem gezeigten Signalweg 13 auch entsprechend der strichlierten Linie 14, also entgegengesetzt, verlaufen.

Die Verstellung der einzelnen Gerüste erfolgt bei hohen Walzgutgeschwindigkeiten, z.B. bei Walzgutkopflaufzeiten von Gerüst zu Gerüst unter ein bis zwei Sekunden, jeweils so, daß der Drehzahlzusatzsollwert n_z^* % erst beim nächsten Walzgutdurchlauf geändert wird. Der Regelzyklus erstreckt sich also von Stab zu Stab.

In FIG 2, in der die Walzgerüste mit 1_n bezeichnet sind, ist die Anordnung und Arbeitsweise der Steuereinrichtung 2 im Prinzip entsprechend FIG 1, jedoch erfolgt hier die Beeinflussung des nächstfolgenden Gerüstes 1_{n+1} bereits während des gleichen Walzgutdurchlaufes. Ermöglicht durch die niedrigere Walzgutgeschwindigkeit wird hier in einer Beruhigungszeit t_{A1} zunächst der Anstichstoß von Gerüst 1_n ausgeregelt, der Stromwert J_{A2} in der Steuereinrichtung 2_{n-1} gespeichert und eine Verstellung durchgeführt. Der dadurch entstehende erneute Laststrom wird in der Beruhigungszeit t_{B1} ausgeregelt und der Strom J_{A1} für die Rechnungen der Minimalzugregelung 2_n abgespeichert. Auch hier ist eine Sicherheitszeit t_{S1} vorgesehen, die eine zeitliche Überlappung vermeidet.

In FIG 3 bezeichnet 2 ebenfalls die erfindungsgemäße Steuereinrichtung, in dessen Rechnerteil 2' eine Walzgutwegnachbildung als Modell enthalten ist. Weiterhin weist die Steuereinrichtung 2 einen Sollwertstellteil 2'' auf, in dem der Drehzahlsollwert n^* gebildet wird, dessen Signal mit 11 bezeichnet ist. 2''' bezeichnet die Parametereingabeeinheit der Steuereinrichtung 2, der über den Signalweg 8 Signale aus einer Tastatur oder einem Monitor aufgegeben werden. Der Walzgutwegnachbildung werden über diverse Fotozellen etc. über den Signalweg 9 die jeweilige Position des Walzgutes eingegeben. So kann der Rechner 2 die, über das vorzugsweise sechspolige Butterworth-Filter 10 eingegebenen Ankerströme J_{A1} , J_{A2} , aufgeteilt in den zuglosen Zustand und den zugbehafteten Zustand, in die Speicher 3 und 4 positionsbezogen eingeben.

- Aus den Speichern 3 und 4 gelangen die Signale der Ankerströme J_{A1} , J_{A2} für den zuglosen und den zugbehafteten Zustand in die Differenzbildungs-Einrichtung 5, der auch der Zugstromsollwert ΔJ_A^* , ein Erfahrungswert, der drehzahlund walzprogrammabhängig ist, aus der Parametereingabe 2''' aufgegeben wird. In der Einheit 5 wird aus diesen Daten der Zugstromfehler ermittelt und zusammen mit dem Erfahrungswert K_E dem Multiplikator 6 aufgegeben, in dem der Drehzahlsollwert n_Z^* % gebildet wird. Die Übergabeeinheit, die dafür sorgt, daß das Signal geschwindigkeitsabhängig in einer Walzgutlücke oder beim laufenden Stab entsprechend FIG 2 als Verstellbefehl über den Sollwertsteller 2'' als Sollwert n^* gebildet wird, ist mit 7 bezeichnet. Die Einheiten 3,4,5, 6 und 7 bilden zusammen den Rechenteil der Steuereinrichtung 2 für die fortlaufende Ermittlung und zeitgerechte Abgabe des Drehzahlsollwertes n^* .
- Die Umrechnung des in Form einer spezifischen Zugkraft σ_{AZ}^* im Walzgut eingegebenen Zugstromsollwertes ΔJ_A^* in eine entsprechende Stromgröße erfolgt dabei entsprechend der Gleichung

$$\Delta J_A^* = \frac{\sigma_{AZ}^* \cdot A_A \cdot d_w \cdot n^* \cdot J_{AN}}{2 \cdot i \cdot P_N \cdot 9555},$$

- wobei A_A den Austrittsquerschnitt (mm^2), d_w den Walzendurchmesser (mm), n^* den aktuellen Drehzahlsollwert (Upm), J_{AN} den Ankernennstrom des Motors (A), i die Getriebeübersetzung und P_N die Motornennleistung (kW) bedeutet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer kontinuierlichen, mehrgerüstigen Walzstraße, insbesondere Stabstahlstraße, wobei in Abhängigkeit von den Ankerströmen (J_{A1} , J_{A2}) der Walzmotoren in den einzelnen Gerüsten ($m;n$) vor und nach dem Anstich des Walzguts in den jeweils folgenden Gerüsten ($m+1$; $n+1$) Drehzahlzusatzsollwerte (n_Z^* %) nach einer vorgegebenen Rechenregel erzeugt werden und wobei die Drehzahlen der einzelnen Gerüste über die Drehzahlzusatzsollwerte (n_Z^* %) im Sinne einer Minimalzugregelung gesteuert werden,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Drehzahlzusatzsollwerte (n_Z^* %) zusätzlich in Abhängigkeit von einem Zugstromsollwert (ΔJ_A^*) erzeugt werden, der als Erfahrungswert in Form eines spezifischen Sollzuges (σ_{AZ}^*) im Walzgut vorgegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Drehzahlzusatzsollwerte (n_Z^* %) nach der Rechenregel

$$n_Z^* \% = K_E \cdot (J_{A1} - J_{A2} - \Delta J_A^*)$$

gebildet werden, wobei K_E ein gespeicherter Erfahrungswert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Erfahrungswert K_E in Form einer prozentualen Drehzahländerung je N/mm^2 gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Erfahrungswert K_E nach Steuerungsbewegungen, die Grenzwerte übersteigen, erneut ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Zugstromsollwert (ΔJ_A^*) entsprechend der Gleichung

$$\Delta J_A^* = \frac{\sigma_{AZ}^* \cdot A_A \cdot d_W \cdot n^* \cdot J_{AN}}{2 \cdot i \cdot P_N \cdot 9555},$$

aus dem vorgegebenen spezifischen Zug σ_{AZ}^* gebildet wird, wobei A_A den Austrittsquerschnitt des Walzguts in mm^2 , d_W den Walzendurchmesser in mm, n^* den Drehzahlsollwert in Upm, J_{AN} den Ankerstrom des Walzmotors in A, i die Getriebeübersetzung und P_N die Motornennleistung in kW bezeichnet.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zugstromsollwert (ΔJ_A^*) anhand von Zugistwerttoleranzen bei mehreren ungeregelten Durchläufen ermittelt wird.

Claims

1. Method for controlling a continuous multi-stand rolling mill, in particular a steel bar mill, wherein in dependence upon the armature currents (J_{A1} , J_{A2}) of the rolling-mill motors in the individual stands ($m;n$) before and after the initial pass of the rolling-mill material in the respectively following stands ($m+1$; $n+1$), additional desired speed values (n_z^* %) are generated according to a specified computing rule and wherein the speeds of the individual stands are controlled by way of the additional desired speed values (n_z^* %) in the sense of minimum-tension control, characterized in that the additional desired speed values (n_z^* %) are additionally generated in dependence upon a desired tension-current value (ΔJ_A^*), which is specified as an empirical value in the form of a specific desired tension (σ_{AZ}^*) in the rolling-mill material.

2. Method according to claim 1, characterized in that the additional desired speed values (n_z^* %) are formed according to the computing rule

$$n_z^* \% = K_E \cdot (J_{A1} - J_{A2} - \Delta J_A^*),$$

wherein K_E is a stored empirical value.

3. Method according to claim 2, characterized in that the empirical value K_E is formed as a percentage speed change per N/mm^2 .
4. Method according to claim 2 or 3, characterized in that the empirical value K_E is determined anew according to control movements which exceed limiting values.
5. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the desired tension-current value (ΔJ_A^*) is formed according to the equation

$$\Delta J_A^* = \frac{\sigma_{AZ}^* \cdot A_A \cdot d_W \cdot n^* \cdot J_{AN}}{2 \cdot i \cdot P_N \cdot 9555},$$

from the predetermined specific tension σ_{AZ}^* , wherein A_A denotes the exit cross section of the rolling-mill material in mm^2 , d_W the rolling-mill diameter in mm, n^* the desired speed value in r.p.m., J_{AN} the armature current of the rolling-mill motor in A, i the gear transmission ratio and P_N the rated motor power in kW.

6. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the desired tension-current value (ΔJ_A^*) is determined with the aid of actual tension value tolerances during several non-controlled passes.

5 Revendications

1. Procédé pour commander un laminoir continu à plusieurs cages, notamment un laminoir pour barres, selon lequel, en fonction des courants d'induit (J_{A1} , J_{A2}) des moteurs du laminoir, des valeurs de consigne supplémentaires de la vitesse de rotation (n_z^* %) sont produites, selon une règle de calcul prédéterminée, dans les différentes cages (m;n) en amont et en aval de l'insertion du produit à laminier dans les cages respectives suivantes (m+1;n+1), et selon lequel les vitesses de rotation des différentes cages sont commandées par l'intermédiaire des valeurs de consigne supplémentaires de la vitesse de rotation (n_z^* %), dans le sens du réglage de la traction minimale, caractérisé par le fait que les valeurs de consigne supplémentaires de la vitesse de rotation (n_z^* %) sont produites en supplément en fonction d'une valeur de consigne ($D J_A^*$) du courant de tirage, qui est prédéterminée en tant que valeur empirique sous la forme d'une traction de consigne spécifique (σ_{AZ}^*) dans le produit à laminier.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que les valeurs de consigne supplémentaires de la vitesse de rotation (n_z^* %) sont formées selon la règle de calcul $N_z^* \% = K_E \cdot (J_{A1} - J_{A2} - D J_A^*)$, K_E étant une valeur empirique mémorisée.
3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que la valeur empirique K_E est formée sous la forme d'une variation en pourcentage de la vitesse de rotation pour chaque N/mm².
4. Procédé suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que la valeur empirique K_E est à nouveau prédéterminée après les déplacements de commande, qui dépassent des valeurs limites.
5. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la valeur de consigne (ΔJ_A^*) du courant de tirage est formée conformément à la relation

$$\Delta J_A^* = \frac{\sigma_{AZ}^* \cdot A_A \cdot d_w \cdot n^* \cdot J_{AN}}{2 \cdot i \cdot P_N \cdot 9555},$$

d'après la traction spécifique prédéterminée σ_{AZ}^* , A_A représentant la section transversale de sortie du produit laminé en mm², d_w le diamètre des cylindres en mm, n^* la valeur de consigne de la vitesse de rotation tr/mn, J_N le courant d'induit du moteur du laminoir en A, i le rapport de transmission et P_N la puissance nominale du moteur en kW.

6. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la valeur de consigne (ΔJ_A^*) du courant de tirage est déterminée sur la base de tolérances de valeurs réelles de traction, sur plusieurs passes non réglées.

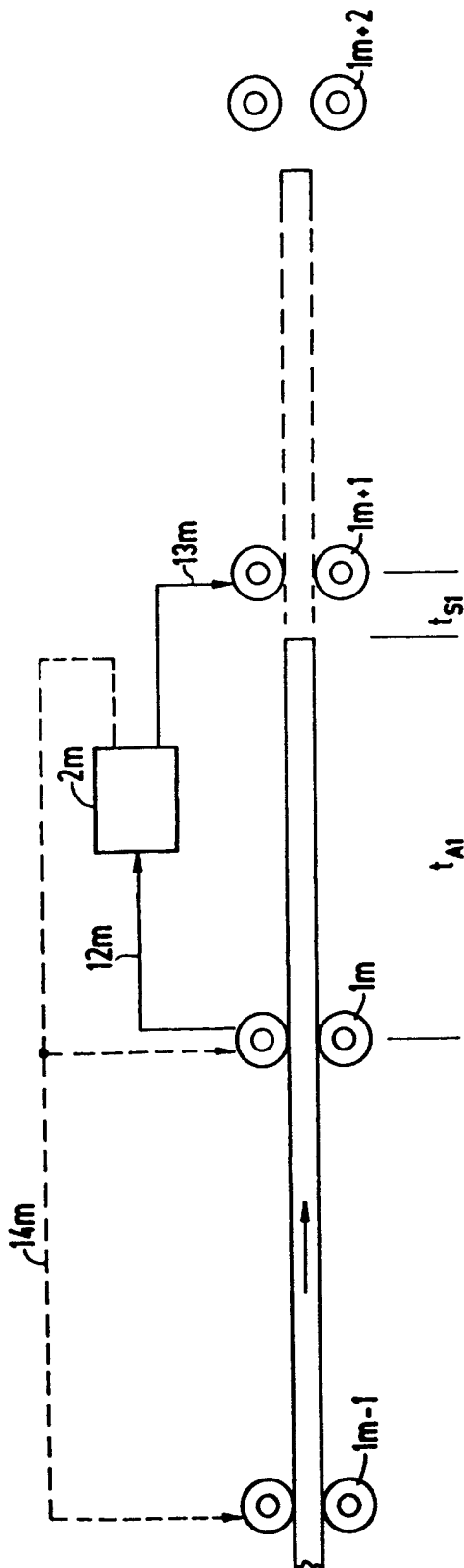


FIG 1

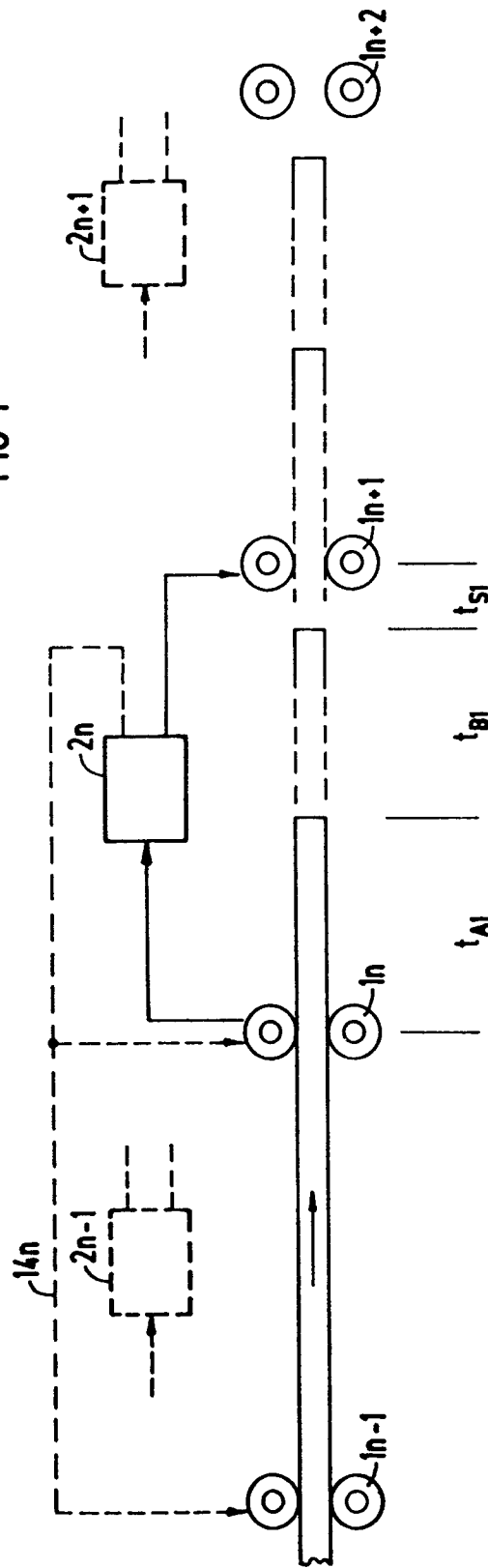


FIG 2

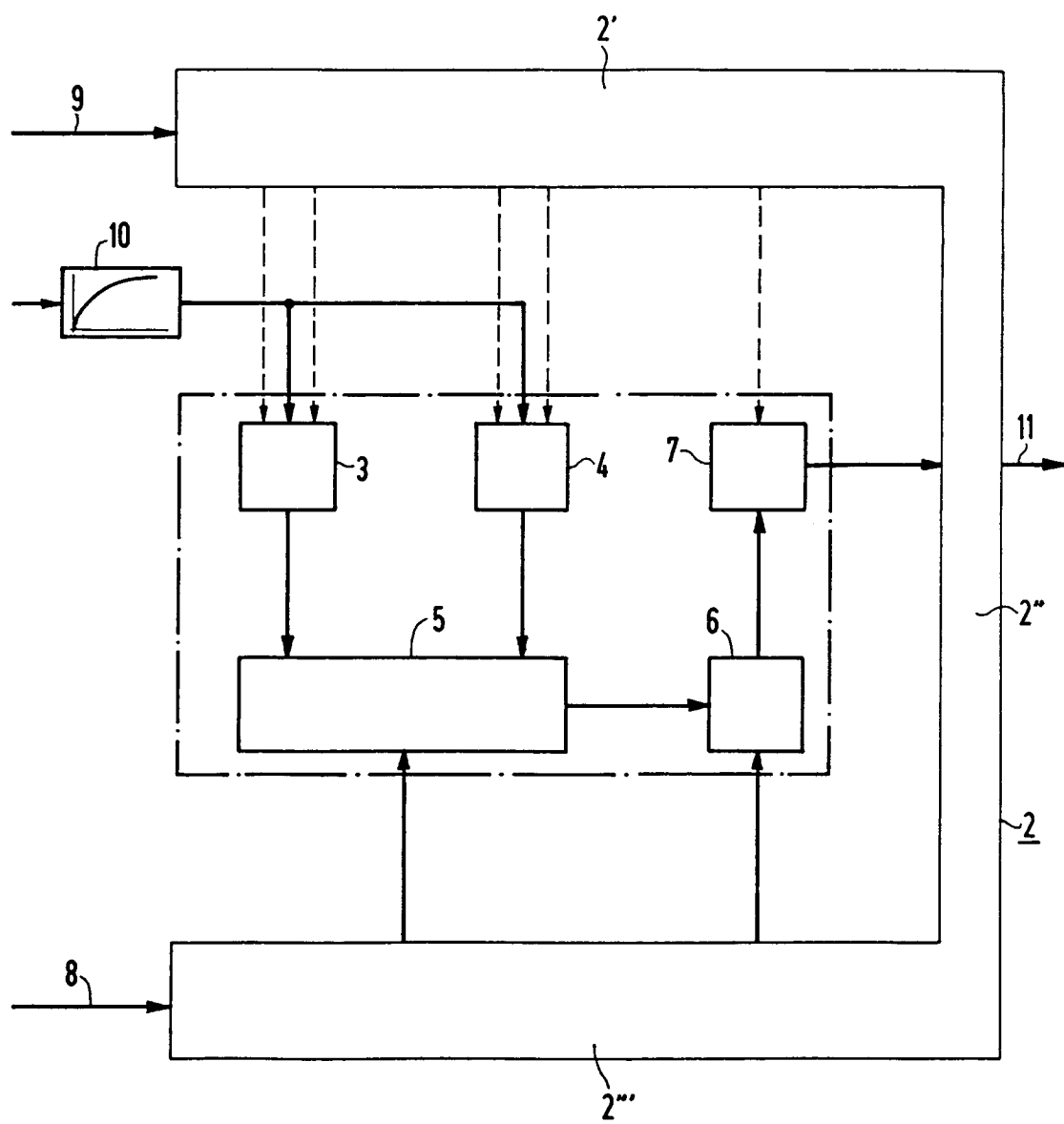


FIG 3