

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 207 053
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 86890139.8

(51)

Int. Cl.⁴: **B21B 37/00** , //B21B35/00

(22)

Anmeldetag: 14.05.86

(30)

Priorität: 11.06.85 AT 1742/85

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.86 Patentblatt 86/52

(84)

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

(71)

Anmelder: VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft
Friedrichstrasse 4
A-1011 Wien(AT)

(72)

Erfinder: Brettbacher, Franz
Wankmüllerhofstrasse 66
A-4020 Linz(AT)
Erfinder: Faltejsek, Karl Dipl.-Ing.
Lüfteneggerstrasse 6
A-4020 Linz(AT)
Erfinder: Fogel, Reinhold Dipl.-Ing.
Reuchlinstrasse 20
A-4020 Linz(AT)
Erfinder: Moshhammer, Karl
Lokalbahnweg 8
A-4060 Leonding(AT)
Erfinder: Ossoinig, Walter, Dipl.-Ing.
Oberbayringerstrasse 18
A-4040 Linz(AT)
Erfinder: Urban, Hubert, Ing.
Wüstenrotstrasse 7
A-4020 Linz(AT)

(74)

Vertreter: Haffner, Thomas M., Dr. et al
Patentanwaltskanzlei Dipl.-Ing. Adolf
Kretschmer Dr. Thomas M. Haffner
Schottengasse 3a
A-1014 Wien(AT)

(54)

Verfahren und Vorrichtung zum Regeln des Antriebes von drehbaren Maschinenteilen,
insbesondere der Walzen von Walzstrassen.

(57)

Das Verfahren zum Antrieb von drehbaren Maschinenteilen, insbesondere Walzen von Walzstrassen, arbeitet mit Hydromotoren (1), deren Schwenkwinkel durch ein Stellglied (2) zur Veränderung des Schluckvolumens und damit des übertragbaren Momentes verstellt wird. Zusätzlich ist eine Drossel (4) in die Fluidzufuhr eingeschaltet, deren Öffnungsquerschnitt veränderlich ist. Die Regelung erfolgt derart, daß vor dem Auftreten eines Lastmomentes in von der Drehzahlregelung entkoppelter Verstellbewegung der Schwenkwinkel zur

Übertragung eines vorgegebenen Drehmomentes verstellt wird, wobei die Drehzahlregelung ausschließlich durch Änderung der Energiezufuhr zum Hydromotor erfolgt, worauf für die Aufrechterhaltung der Arbeitsdrehzahl nach Auftreten eines Lastmomentes die Drehzahlregelung unter Einbeziehung der Stellvorrichtung für die Verstellung, insbesondere der Winkelverstellung, des Hydromotors in die Drehzahlregelung erfolgt.

EP 0 207 053 A2

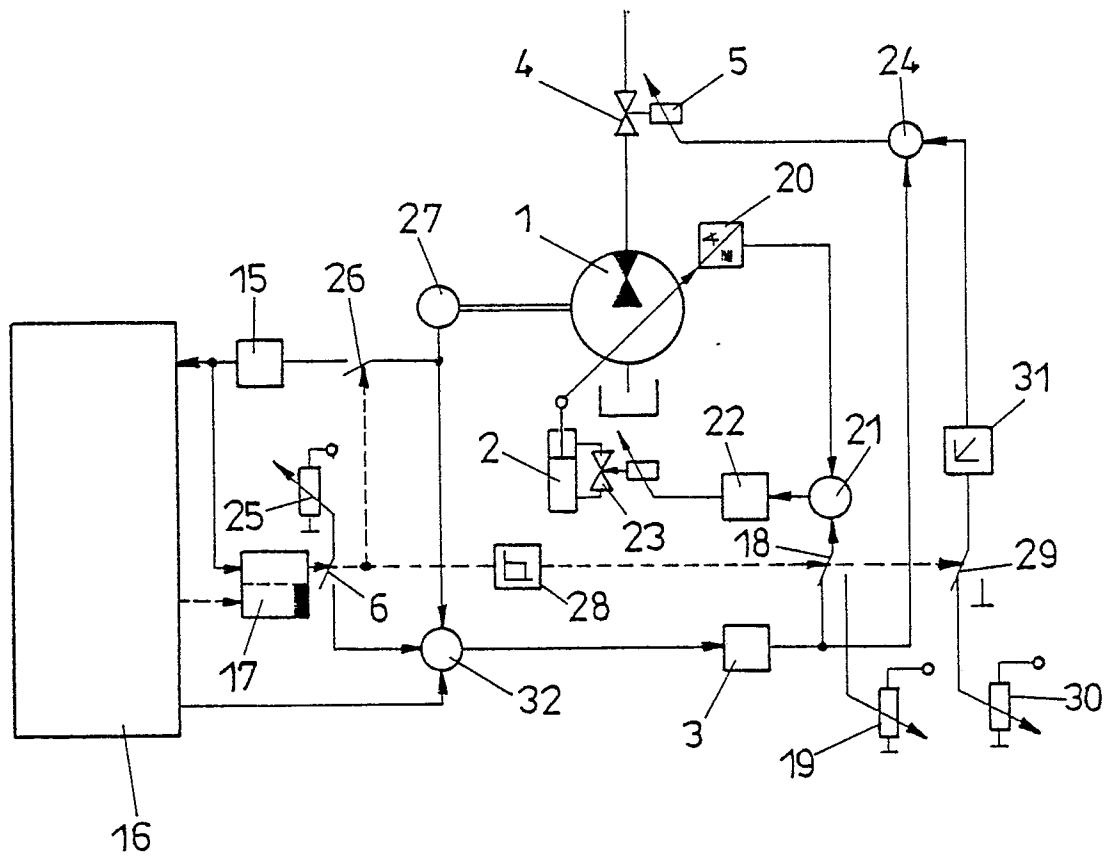


FIG. 2

Verfahren und Vorrichtung zum Regeln des Antriebes von drehbaren Maschinenteilen, insbesondere der Walzen von Walzstraßen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Antrieb von drehbaren Maschinenteilen, insbesondere der Walzen von Walzstraßen, wobei mit den drehbaren Maschinenteilen, insbesondere Walzen, regelbare Hydromotoren, insbesondere Axialkolbenmotoren, verbunden sind, wobei die Drehzahl durch Verstellen des Hydromotors oder Drosselung des Fluiddurchflusses regelbar ist, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, wobei in die Fluidzufuhr zu einem Axialkolbenmotor eine regelbare Drossel oder eine Stellvorrichtung für den Schwenkantrieb des Axialkolbenmotors eingeschaltet ist.

Insbesondere für Walzwerksantriebe werden bisher aufwendige und platzraubende Antriebssysteme verwendet, bei welchen Elektromotoren, insbesondere Gleichstrommotoren, eingesetzt werden.

Die DE-OS 2 326 115 zeigt und beschreibt eine Regelanordnung für Walzwerke, wobei der Vorschub des Vorderendes des Walzgutes zwischen benachbarten Walzenpaaren gemessen wird und der Ankerstrom des Antriebsmotors eines nachfolgenden Walzenpaares hinaufgesteuert wird, wenn das Vorderende des Walzgutes dieses Walzenpaar erreicht. Aus der DE-AS 1 427 926 ist eine Drehzahlregelung für Walzen eines Walzgerüstes bekanntgeworden, wobei die Differenz der Leerlaufdrehzahl der Walzen vor dem Antrieb und der Lastdrehzahl für eine schwingungsfreie Regelung der Drehzahl herangezogen wird.

Sekundär geregelte Hydromotoren könnten eine wesentliche Einsparung an Antriebsleistung der Versorgungsstation, eine kompaktere Bauweise und geringeren Raumbedarf mit sich bringen, womit auch die Gerüstabstände in Walzwerken verkleinert werden könnten. Die Schwierigkeiten beim Einsatz von sekundär geregelten Hydromotoren liegen jedoch darin, daß nach dem Anstich nicht rasch genug ein hinreichendes Moment aufgebracht werden kann.

Hydromotoren, beispielsweise Axialkolbenmotoren, können, wie dies beispielsweise der AT-PS 356 622 oder der EP-A2-108 557 entnommen werden kann, durch Verstellung des Schwenkwinkels und damit des Schluckvolumens zur Übertragung höherer Momente verstellt werden, jedoch erfordert die Schwenkwinkelverstellung bei entsprechend großen Motoren eine zu hohe Verstellzeit, um rasch genug das geforderte Moment zur Verfügung stellen zu können. Die Schwenkwinkelverstellung aus einer Leerlage, welche in der Regel einem Öffnungswinkel von etwa 3° entspricht, auf eine Arbeitslage von beispielsweise 25° erfordert Stellzeiten in der Größenordnung von 0,3 s und eine

derartige Stellzeit ist für eine exakte Regelung zu groß. Prinzipiell könnte die Schwenkwinkelverstellzeit dadurch verkürzt werden, daß die Antriebsleistung auf mehrere kleinere Motoren verteilt wird, wodurch allerdings die Vorteile einer kompakten Bauweise wiederum aufgegeben würden. Um einen Hydromotor unter Aufrechterhalten einer Leerlaufdrehzahl bei großem Schwenkwinkel und damit der Möglichkeit der Übertragung großer Momente betreiben zu können, kann in die Zu- und/oder Abflußleitung zu dem Hydromotor eine Drossel eingeschaltet werden, wie dies aus der DE-OS 2 828 277 oder aus der DE-OS 2 263 924 bekanntgeworden ist. Unmittelbar nach dem Anstich kann das erforderliche höhere Moment bei einer solchen Anordnung durch rasches Öffnen der Drossel zur Verfügung gestellt werden, wodurch eine wesentliche Einsparung an erforderlicher Verstellzeit für die Aufbringung des erforderlichen Momentes erzielt werden kann. Für eine derartige Anordnung ist allerdings eine spezielle Verfahrensweise zu entwickeln, um eine hinreichend rasche Regelung und eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches es ermöglicht, sekundär geregelte Hydromotoren zum Antrieb von drehbaren Maschinenteilen geeignet zu machen, bei welchen es auf rasche Anpassung des zu übertragenden Momentes bei hoher Drehzahlkonstanz ankommt. Im besonderen zielt die Verfahrensweise hierbei auf den Antrieb der Walzen von Walzstraßen oder auch auf andere Verformungslinien wie Buntmetallwalzwerke, Treiber- und Haspelantrieb in Kaltverformungs- und Inspektionslinien, Recklinien in der Folienproduktion oder die Rohrwalztechnik ab.

Die erfindungsgemäße Verfahrensweise besteht hierbei im wesentlichen darin, daß die Verstellung des Hydromotors, insbesondere die Verstellung des Schwenkwinkels des Axialkolbenmotors, vor dem Auftreten eines Lastmomentes in von der Drehzahlregelung entkoppelter Verstellbewegung auf einen Schwenkwinkel zur Übertragung eines vorgegebenen Drehmomentes vorgenommen wird, wobei die Drehzahlregelung ausschließlich durch Drosselung der Fluidzufuhr zum Hydromotor erfolgt, worauf für die Aufrechterhaltung der Arbeitsdrehzahl nach Auftreten eines Lastmomentes die Drehzahlregelung unter Einbeziehung der Stellvorrichtung für die Verstellung, insbesondere der Winkelverstellung, des Hydromotors in die Drehzahlregelung erfolgt. Dadurch, daß vor dem Auftreten eines Lastmomentes in von der Drehzahlregelung entkoppelter Verstellbewegung der Verstellantrieb

des Hydromotors in eine Position gebracht wird, in welcher bei entsprechender Fluiddurchflußmenge das erforderliche Drehmoment aufgebracht werden kann, wird die Voraussetzung geschaffen, die nachfolgende Regelung für die Übertragung des erforderlichen Momentes in entsprechend kurzer Zeit vornehmen zu können. Die Regelung der Leerlaufdrehzahl erfolgt hierbei ausschließlich durch Änderung der Fluidzufuhr zum Hydromotor und es muß naturgemäß bei einem Vergrößern des Schwenkwinkels eines Axialkolbenmotors die Fluidzufuhr zum Hydromotor gedrosselt werden. Dadurch, daß nach Auftreten eines Lastmomentes die Drehzahlregelung auf die Stellvorrichtung für die Verstellung des Hydromotors umgestellt wird, kann für die Aufrechterhaltung der Arbeitsdrehzahl die konventionelle Schwenkwinkelverstellung eines Axialkolbenmotors herangezogen werden, wobei die Verluste dadurch gering gehalten werden können, daß bei einem Betrieb mit Arbeitsdrehzahl die vorgeschaltete Drossel in die volle Offenstellung gebracht wird. Auf diese Weise ergibt sich ein verlustarmer Betrieb bei Arbeitsdrehzahl und durch die entkoppelte Verstellbewegung des Hydromotors kann der der jeweiligen Momentenanforderung entsprechend günstigste Verstellwinkel des Hydromotors vorgegeben werden.

Um eine sichere Einhaltung der geforderten Drehzahl bei der Umschaltung von der Regelung des Fluiddurchflusses auf Regelung des Verstellwinkels zu gewährleisten, wird mit Vorzug das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt, daß nach Auftreten eines Lastmomentes die Fluidzufuhr durch Öffnen eines Ventiles und/oder einer Drossel auf eine gegenüber der Stellung für die Aufrechterhaltung der Arbeitsdrehzahl im Betrieb gedrosselte Zwischenstellung rasch vergrößert wird, daß anschließend die Drehzahlregelung auf die Verstellung des Hydromotors, insbesondere die Schwenkwinkelverstellung des Axialkolbenmotors, aufgeschaltet wird und der Fluiddurchflußquerschnitt mit geringerer, konstanter, auf die Schwenkwinkelstellgeschwindigkeit abgestimmter Vergrößerungsgeschwindigkeit auf den vollen Fluiddurchflußquerschnitt vergrößert wird, wobei der Arbeitsdrehzahlsollwert konstant gehalten wird. Hierbei kann eine Drossel vor dem Laststoß bzw. Anstich die Regelung der Leerlaufdrehzahl übernehmen, wobei während dieser Phase der Schwenkwinkel eines Axialkolbenmotors auf einem etwas höheren Wert gehalten werden kann als jener, der dem während des nachfolgenden Lastensatzes einzustellenden Schwenkwinkel entspricht, worauf unmittelbar nach dem erfolgten Anstich die Drossel mit höchster Stellgeschwindigkeit in eine durch das Lastmoment und den noch immer in seinem vorgegebenen Schwenkwinkel gehaltenen Hydromotor definierte Zwischenlage

gefahren wird und dort angehalten wird. Bei der nachfolgenden Umschaltung der Drehzahlregelung auf die Schwenkwinkelverstellung kann die Stellgeschwindigkeit in die Solloffenstellung der Drossel in besonders einfacher Weise so vorgenommen werden, daß bei der Umschaltung der Stellvorrichtung für die Verstellung des Hydromotors auf die Drehzahlregelung ein Hochlaufgeber für die konstante Ansteuerung der Drossel auf die betriebliche Offenstellung an die Steuerleitung für den Stellantrieb der Drossel aufgeschaltet wird, wodurch sichergestellt werden kann, daß der Drehzahlregler mit der gegebenen Stellgeschwindigkeit des Öffnungswinkels am Hydromotor die Sollarbeitsdrehzahl trotz der stetigen Änderung des Arbeitsdruckes in den Motoren konstant halten kann. Im Falle der Anordnung eines zusätzlichen Ventiles ist dieses bereits in der Offenstellung.

Für das sichere und rasche Erreichen eines Sollwertes für die Arbeitsdrehzahl kann mit Vorteil die Leerlaufdrehzahl höher gewählt werden als die Arbeitsdrehzahl, wobei in vorteilhafter Weise so vorgegangen wird, daß für die Regelung der Drehzahlen gesonderte Sollwerte für Leerlauf- und Arbeitsdrehzahl vorgegeben werden, wobei der Leerlaufdrehzahlsollwert größer als der Arbeitsdrehzahlsollwert eingestellt wird, und daß die Sollwertvorgabe umstellbar ist.

Für das Erkennen des Auftretens eines Lastmomentes kommen prinzipiell Druckmeßdosen od. dgl. an den Gerüsten in Betracht. Mit Rücksicht auf die Drehzahlregelung sind neben Schwenkwinkelsensoren für die Winkelverstellung auch Drehzahlgeber, wie beispielsweise Tachogeneratoren, anlagentechnisch vorgesehen und bei Vorhandensein von Drehzahlsensoren kann in vorteilhafter Weise für die Feststellung des Auftretens eines Lastmomentes ein Lastmomentsignal aus dem Drehzahlabfall zwischen Leerlaufdrehzahl und Arbeitsdrehzahl, insbesondere bei einer zwischen diesen Drehzahlen liegenden Drehzahl, gewonnen werden. Die Umstellung von Leerlaufdrehzahlsollwert auf Arbeitsdrehzahlsollwert erfolgt hierbei in besonders einfacher Weise in Abhängigkeit vom Lastmomentsignal oder gegenüber dem Lastmomentsignal zeitverzögert. Ein zeitverzögertes Umschalten des Arbeitsdrehzahlsollwertes auf die Regelung des Schwenkwinkels des Hydromotors hat hierbei den Vorteil, daß in der Übergangsphase noch die raschere Regelung über die Drossel zur Verfügung steht.

Mit Vorteil wird nach Auftreten des Lastmomentsignales die Auswerteschaltung, welche das Lastmomentsignal erzeugt hat, abgeschaltet und der Wegfall eines Lastmomentes lediglich dadurch erkannt, daß die Drehzahl neuerlich ansteigt. Einem derartigen neuerlichen Anstieg der Drehzahl kann durch Verstellung des Schwenkwinkels des Hydro-

motors nur in Grenzen gefolgt werden und es wird daher in diesem Fall mit Vorteil so vorgegangen, daß nach Wegfall eines Lastmomentes und/oder bei Erhöhung der Drehzahl die Regelung der Drehzahl zunächst über die Schwenkwinkelverstellung des Axialkolbenmotors erfolgt und die Drosselung der Fluidzufuhr zusätzlich zur Schwenkwinkelverstellung bei Überschreiten eines Drehzahlgrenzwertes vorgenommen wird. Nach dem Aufschalten der Drehzahlregelung auf den Stellantrieb der Drossel kurz vor dem erwarteten Laststoß kann gleichzeitig wiederum der Leerlaufdrehzahlwert vorgegeben werden und in entkoppelter Weise, d.h. von der Drehzahlregelung unabhängig, die notwendige Position des Schwenkantriebes des Hydromotors neuerlich vorgewählt werden, wie sie in der Folge für einen neuerlichen Laststoß erforderlich ist. Mit Vorteil wird überdies so vorgegangen, daß bei der Umschaltung der Stellvorrichtung für die Verstellung des Hydromotors auf die Drehzahlregelung ein Hochlaufgeber für die konstante Ansteuerung der Drossel bzw. des Ventils auf die betriebliche Offenstellung an die Steuerleitung für den Stellantrieb der Drossel oder des Ventils aufgeschaltet wird.

Die Überwachung der Position der Stellvorrichtung der Hydromotoren bietet hierbei in einfacher Weise die Möglichkeit, eine Zugkompensation über eine Mehrzahl von aufeinanderfolgenden Walzen einer Walzstraße vorzunehmen, wofür mit Vorteil die Position der Stellvorrichtung der Hydromotoren überwacht wird und in Abhängigkeit von der Position bzw. der Änderung der Position dieser Stellvorrichtung nach Auftreten des Lastmomentes an den Hydromotoren des Nachfolgegerüsts die Drehzahlsollwertvorgabe der Hydromotoren des Nachfolgegerüsts korrigiert wird. Um bei einem derartigen Momentenvergleich noch die rasche Regelung durch Verstellung der Drossel zur Verfügung zu halten, kann in bevorzugter Weise die Aufschaltung der Drehzahlsollwertvorgabe auf die Schwenkwinkelverstellung bei gegenüber dem Lastmomentsignal verzögerter Aufschaltung innerhalb des Zeitraumes vorgenommen werden, welchen das Material bis zum Erreichen eines unmittelbar nachfolgenden drehbaren Maschinenteils benötigt. Hierbei kann die Momentenänderung an einem Gerüst nach erfolgtem Anstich noch über die Regelung der Drossel im nachfolgenden Gerüst in einer Weise ausgeglichen werden, welche einen vorgegebenen Zug, insbesondere einen minimalen Zug, ergibt.

Die Verwendung von Hydromotoren erlaubt gegenüber den konventionellen Elektromotoren einen besonders vorteilhaften Reversierbetrieb, da die rotierenden Massen der Motoren relativ gering sind. Zu diesem Zweck wird vorgeschlagen, daß für einen Reversierbetrieb der drehbaren Maschinenteile, insbesondere Walzen, der Schwenk-

winkel der Axialkolbenmotoren über die Null-Lage in entgegengesetzte Richtung verstellt wird, wobei vorzugsweise die Fluidzufuhr für die Richtungsänderung der Drehbewegung des Hydromotors gedrosselt oder unterbrochen wird, worauf während der entkoppelten Verstellung der Schwenklage des Hydromotors in die Gegenrichtung nach Überschreiten der Winkel-Null-Lage die Fluidzufuhr wiederum geöffnet und in Abhängigkeit von der Drehzahl geregelt wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist hiebei im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß in die Fluidzufuhr zu einem Axialkolbenmotor wenigstens eine regelbare Drossel eingeschaltet ist und eine Stellvorrichtung für den Schwenkantrieb des Axialkolbenmotors vorgesehen ist, daß mit dem Axialkolbenmotor ein Drehzahlgeber und ein Schwenkwinkelgeber verbunden ist, daß die Signale der Drehzahlgeber und/oder der Schwenkwinkelgeber über Signalleitungen mit einem Steuer- bzw. Schaltwerk, insbesondere einem Mikroprozessor, verbunden sind, daß die Steuersignale des Schaltwerkes über Leitungen den Drosseln und dem Schwenkantrieb des Axialkolbenmotors zugeführt sind, daß ein Signalgeber für die Erfassung eines Lastmomentes mit einer Drehzahlregeleinrichtung verbunden ist, und daß die Drehzahlregeleinrichtung mit der regelbaren Drossel in der Fluidleitung des Hydromotors verbunden ist und wahlweise von dieser, insbesondere durch einen Schalter, trennbar ist und/oder mit einer Stellvorrichtung für die Winkelverstellung eines Hydromotors verbindbar ist. Durch den Schalter wird hierbei die Möglichkeit geboten die Drehzahlregelung von der Regelung des Verstellweges der Drossel auf die Regelung des Verstellwinkels des Motors umzuschalten und insbesondere die Drehzahlregeleinrichtung von der Stellvorrichtung für die Winkelverstellung eines Hydromotors abzuschalten, um einen vorgegebenen Schwenkwinkel ohne Beeinflussung durch die Drehzahlregelung erreichen zu können. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit und um den unterschiedlichen Regelungscharakteristiken für den Anstich und die Drehzahlregelung sicher Rechnung tragen zu können, können in die Fluidzufuhr des Axialkolbenmotors wenigstens zwei parallele Drosseln mit unterschiedlicher Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit eingeschaltet sein, wobei vorzugsweise ein Auf/Zu-Schaltventil mit gegenüber dem Offenquerschnitt der parallel geschalteten regelbaren Drossel größerem Offenquerschnitt vorgesehen ist. Das Auf/Zu-Schaltventil kann hierbei bei auf großem Winkel verstelltem Axialkolbenmotor nach dem Anstich hinreichend rasch die erforderliche Momentübertragung sicherstellen und in besonders einfacher Weise auch einen effektiven Überdrehzahlschutz bieten. Zur Ermittlung des

Lastmomentsignales ist der Drehzahlgeber mit einem Differenzierglied verbunden, um die für den Laststoß charakteristische Drehzahländerung zu erfassen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Auswerteschaltung mit einem Schalter verbunden, der das Differenzierglied vom Drehzahlgeber trennt. Bei Auftreten eines Lastmomentsignales soll in der Folge nicht nur die Drehzahlregeleinrichtung von der Drossel auf die Stellvorrichtung für die Winkelverstellung des Hydromotors, vorzugsweise Zeitverzögerung, umgestellt werden, sondern es soll mit Vorteil auch ein anderer Drehzahlsollwert vorgegeben werden, wofür mit Vorteil die Auswerteschaltung für das Lastmomentsignal mit einem Schalter für die Verstellung des Drehzahlsollwertes vom Leerlaufdrehzahlsollwert auf Arbeitsdrehzahlsollwert verbunden ist. Um unmittelbar nach dieser Umschaltung noch die rasche Regelung über die Drossel zu ermöglichen, ist in vorteilhafter Weise zwischen der Auswerteschaltung für das Lastmomentsignal und den Schalter für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors ein Verzögerungsglied eingeschaltet.

Zur Vereinfachung der Schaltungsanordnung können eine Mehrzahl von Schaltern miteinander unmittelbar gekoppelt sein, wobei beispielsweise der Schalter für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors mit einem Schalter zur Umschaltung eines Drehzahlsollwertes von Leerlaufdrehzahl auf Betriebsdrehzahl, insbesondere unter Zwischenschaltung des Zeitgliedes, gekoppelt ist und in einer Stellung, in welcher der Drehzahlwählschalter die Leerlaufdrehzahl vorgibt, mit einem Festwertgeber für die Winkelverstellung des Schwenkwinkels des Hydromotors verbunden ist. Auf diese Weise wird während der Leerlaufdrehzahlsollwertvorgabe die gewünschte Position des Stellantriebes der Winkelverstellung des Schwenkwinkels des Hydromotors eingenommen, welche für den nachfolgenden Laststoß die günstigsten Betriebsbedingungen ergibt. Der Festwertgeber für die Winkelverstellung kann hiebei naturgemäß in Anpassung an die jeweiligen Erfordernisse zuvor auf einen beliebigen Anstellwert gebracht werden. Der Schalter für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors ergibt in seiner Position, in welcher er mit einem Festwertgeber für die Winkelverstellung des Schwenkwinkels des Hydromotors verbunden ist, eine von der Drehzahlvorgabe unabhängige Verstellung des Schwenkwinkels und damit eine entkoppelte Einstellung des notwendigen Schwenkwinkels.

Da es vorteilhaft erscheint, vor der Umschaltung der Drehzahlvorgabe auf die Stellvorrichtung für die Winkelverstellung des Hydromotors noch eine Regelreserve durch die Drossel sicherzustellen, wird mit Vorteil vor dieser Umschaltung der Drehzahlregelung auf Verstellwinkelregelung die Drossel noch nicht vollständig geöffnet. Um bei der Arbeitsdrehzahl und damit unter Last eine verlustfreie Verfahrensweise sicherzustellen, ist die Schaltungsanordnung vorzugsweise so ausgebildet, daß mit dem Schalter für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors ein weiterer Schalter gekoppelt ist, welcher in derjenigen Schaltstellung, in welcher die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors erfolgt, einen Hochlaufgeber zur Erzeugung eines konstant steigenden Steuersignales mit dem Drosselantrieb zur vollständigen Öffnung der Drossel verbindet.

Ein wirksamer Überdrehzahlschutz und gleichzeitig ein einfaches Rücksetzen der Vorrichtung nach Wegfall des Lastmomentes auf eine Leerlaufdrehzahl bei, gegebenenfalls gleichzeitiger, Entkopplung des Schwenkantriebes für die Winkelverstellung des Schwenkwinkels des Hydromotors aus der Drehzahlregelung kann dadurch geschaffen werden, daß mit dem Drehzahlsensor ein Schwellwertschalter verbunden ist, welcher die Drossel und/oder das Schaltventil bei Überdrehzahl schließt. Das Signal für das Rücksetzen auf Leerlaufdrehzahl und Entkoppeln des Schwenkantriebes des Hydromotors kann jedoch nicht nur aus einer Überdrehzahl abgeleitet werden, sondern kann beispielsweise durch einen in der Walzstraße angeordneten Durchlaufsensor bzw. Materialdetektor gegeben werden. Ein derartiger in einer Walzstraße vor dem Walzenantrieb angeordneter Durchlaufsensor bzw. Materialdetektor kann über eine Signalleitung mit dem frei programmierbaren Schaltwerk verbunden sein, wodurch die Vorrichtung in eine Bereitschaftstellung gebracht werden kann.

Um nach dem Auftreten des Lastmomentes eine rasche Drehmomentabgabe sicherzustellen, ist es erforderlich, die Drosselung der Fluidzufuhr bei großem Schwenkwinkel des Hydromotors rasch abzubauen. Zu diesem Zweck kann das Schaltventil zusätzlich zur Steuerleitungsverbindung zu einem Schwellwertschalter mit einem Schalt- bzw. Steuerwerk für die Umschaltung der Leerlaufdrehzahlsollwertes auf Arbeitsdrehzahlsollwert verbunden sein.

Für die Regelung des Bandzuges über eine Mehrzahl von Gerüsten können die Stellantriebe der Hydromotoren mit Schwenkwinkelsensoren verbunden sein, wie sie ohnedies für die Drehzahlregelung im Betrieb verwendet werden, wobei die Schwenkwinkelsensoren benachbarter Hydromotoren mit wenigstens einem gemeinsamen Schalt-

werk, insbesondere einem Mikroprozessor, verbunden sind. Auf diese Weise können die Schwenkwinkelwerte vor bzw. nach dem Anstich des nachfolgenden Gerüstes herangezogen werden und jeweils aufeinanderfolgende Gerüste so nachgeregelt werden, daß in bezug auf die von ihnen übertragenen Momente sie sich gegenseitig nicht unzulässig beeinflussen. Auf diese Weise wird unerwünschter Zug bzw. das gefährliche Stauchen des Walzgutes vermieden, da das nachfolgende Gerüst den richtigen Drehzahlsollwert hat.

In besonders einfacher Weise ist in einer Walzstraße vor dem Walzenanstich ein Durchlaufsensor bzw. Materialdetektor angeordnet, welcher über eine Signalleitung mit dem Steuer- bzw. Schaltwerk verbunden ist.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen: Fig. 1 ein Blockschaltbild für den Antrieb von Walzgerüsten mit sekundär geregelten Hydromotoren, Fig. 2 ein Detail einer Schaltungsanordnung für die Antriebsregelung, Fig. 3 eine abgewandelte Ausbildung der Schaltungsanordnung nach Fig. 2, Fig. 4 ein Zeitdiagramm für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und Fig. 5 ein entsprechendes Zeitdiagramm für den Reversivorgang bei Umkehr der Drehrichtung der Antriebsmotoren der Walzgerüste.

In Fig. 1 sind vier Walzgerüste dargestellt, deren Hydromotoren mit 1 bezeichnet sind. Jedem Hydromotor, welcher als Axialkolbenmotor ausgebildet ist, ist ein Stellantrieb 2 für die Verstellung des Hydromotors zugeordnet. Durch Verstellung des Schwenkwinkels des Axialkolbenmotors wird das Schluckvolumen des Hydromotors verändert, gleichzeitig wird das übertragbare Moment und die Drehzahl durch Verstellung der Schwenklage beeinflusst. Es sind Drehzahlregelungen 3 vorgesehen, welche sowohl auf den Stellantrieb 2 für die Winkellage des Axialkolbenmotors oder auf eine Drossel 4 in der Fluidzuleitung zur Wirkung gelangen können. Der Stellantrieb für die Drossel 4 ist hierbei mit 5 bezeichnet. Jedem Drehzahlregler ist ein Schalter 6 zugeordnet, welcher zwischen Drehzahlsollwert unter Last und Leerlaufsollwert umschaltbar ist. Die Druckmittelversorgung erfolgt über eine Druckschiene 7 und eine Saugschiene 8 und es sind Pumpen 9 für die Aufrechterhaltung eines konstanten Druckes in der Druckschiene vorgesehen. Die Pumpen 9 sind hierbei entsprechend überdimensioniert und arbeiten gegen einen Druckspeicher 10. Zur Aufrechterhaltung eines konstanten Druckes sind ein Druckregler 11 und ein Saugdruckregler 12 vorgesehen. Der Ölbehälter ist mit 13 bezeichnet, wobei das Öl aus dem Ölbehälter über eine Vorspannpumpe 14 und eine Pumpe 9 in die Druckschiene eingebracht wird.

Die Prozeßsteuerung erfolgt in einfacher Weise wie in Fig. 2 schematisch dargestellt. Bei der Darstellung nach Fig. 2 sind alle Schalter in der Betriebslage gezeichnet. Eine Differenzierschaltung 15 hat einen erfolgten Laststoß registriert und der Schalter 6 ist durch Abschalten des Differenzwertes für die höhere Leerlaufdrehzahl bereits abgeschaltet. Die Drehzahlsollwertvorgabe kommt nunmehr aus einer Prozeßsteuerung 16, welche Schalterwerke bzw. Mikroprozessoren enthält. Die Steuersignale werden einem Speicher 17 entnommen.

Vor Auftreten eines Lastmomentsignales liegt der mit dem Schalter 6 gekoppelte Schalter 18 an einem Festwertgeber 19 für die Winkelstellung des Stellantriebes 2 an. In dieser Stellung wird in von der Drehzahlregelung 3 entkoppelter Weise ein Schwenkwinkel voreingestellt, wobei für die Verstellung des Schwenkwinkels ein von einem hydraulischen Zylinder-Kolben-Aggregat gebildetes Stellglied Verwendung findet. Die jeweils erreichte Winkellage wird durch einen Sensor 20 erfaßt und über einen Summierer 21 einer Regelungsstufe 22 zugeführt, welche auf ein Hydraulikventil 23 wirkt. Durch den Festwertgeber 19 wird somit eine präzise vorgegebene Winkellage eingestellt. Während dieser Zeit wird die Drehzahlregelung über den Drehzahlregler 3 und einen Summierer 24 unmittelbar auf das Stellglied 5 einer Drossel 4 wirksam. Da in dieser in Fig. 2 nicht eingezeichneten Schalterstellung auch der Schalter 6 umgelegt ist, wird ein entsprechender Leerlaufdrehzahl-Zusatzwert durch den Festwertgeber vorgegeben. Dieser Drehzahlzusatzwert wird auf die im Betrieb einzuhaltende Solldrehzahl aufaddiert, die von der Prozeßsteuerung 16 vorgegeben wird. In dieser nicht dargestellten Schalterstellung ist auch der Schalter 26 in der Leitung zwischen einem Tachogenerator 27 und dem Differenzglied 15 geschlossen, so daß das Auftreten eines Lastmomentes durch Drehzahländerung erkannt werden kann.

Nach dem Lastsignal und dem diesem Lastsignal folgenden Steuerimpuls wird zunächst der Schalter 6 und der Schalter 26 umgelegt, worauf durch eine abfallverzögerte Zeitstufe 28 zeitverzögert der Schalter 18 in die gezeichnete Position umgelegt wird, in welcher die Drehzahlregelung 3 nunmehr auf die Schwenkwinkelverstellung des Hydromotors zu Wirkung gelangt. Gleichzeitig wird auch ein Schalter 29 umgelegt, welcher nunmehr unter Vorgabe eines Festwertes durch den Festwertgeber 30 einen Hochlaufgeber 31 aktiviert, welcher in der Folge die vollständige Öffnung des Drosselventiles 4 und damit eine verlustarme Betriebsweise bei der Arbeitsdrehzahl sicherstellt. Die Drehzahlvorgabe wird dem Drehzahlregler 3 über einen Summierer 32 zur Verfügung gestellt.

Bei einer derartigen Regelung ergeben sich bei einem Einzelgerüst folgende Verfahrensabläufe: Vor dem Anstich dreht das Gerüst mit Leerlaufdrehzahl. Beim Anstich sackt die Drehzahl ab, wobei noch vor Erreichen der Arbeitsdrehzahl ein Lastmomentsignal abgegeben wird. In der Folge läuft die Drossel 4 mit höchster Verstellgeschwindigkeit in eine geöffnete Stellung. Je nach Zeitverzögerung erfolgt unmittelbar anschließend oder aus Gründen der Dynamik einige Millisekunden verspätet die Umschaltung des Drehzahlreglers 3 auf die Schwenkwinkelverstellung, wobei nur mehr die Arbeitsdrehzahlsollwertvorgabe allein zur Wirkung gelangt. Der Anstich erfolgt hierbei ohne nennenswerte und vor allen Dingen ohne längere Drehzahleinbrüche. Zur Zugregelung des nachfolgenden Gerüstes kann diese Verzögerung in der Größenordnung von 500 msek liegen. Jedenfalls muß am Gerüst N die Umschaltung erfolgt sein, bevor das Gerüst N + 2 ansticht.

Nach dem Auslaufen des Walzgutes fehlt das Gegenmoment und das Gerüst wird trotz des Gegenregelimpulses des Drehzahlreglers auf die Schwenkwinkelverstellung beschleunigt. Sobald der Tachogenerator 27 eine kritische Grenzdrehzahl meldet, kann ein Schließsignal auf die Drossel zur Wirkung gelangen. Sofern keine Umstellung auf Leerlaufdrehzahl vorgenommen wurde, ist der Drehzahlregler immer noch mit der Sollwertvorgabe für die Betriebsdrehzahl beaufschlagt, wobei der Verstellantrieb 2 des Schwenkwinkels des Hydromotors den Schwenkwinkel weiter in Richtung der Nullstellung bewegt.

Es ist somit ein Signal erforderlich, welches als Folge der Rückführung des Schwenkwinkels auf großen Schwenkwinkel ein entsprechend langsames Schließen der Drossel bewirkt. Dieses Signal kann aus dem Flip-Flop 17 zur Verfügung gestellt werden und beispielsweise von einem in Fig. 3 dargestellten Durchlaufsensor, beispielsweise einer Lichtschranke, oder aber vom Prozeßrechner selbst abgegeben werden. Bei Auftreten dieses Signales erfolgt die Umstellung auf Leerlaufdrehzahlvorgabe, wobei die Leerlaufdrehzahlvorgabe 5 bis 15 % oberhalb der Betriebsdrehzahlvorgabe liegt. Der Schalter 18 gelangt wiederum in eine Stellung, in welcher die Verstellung des Schwenkwinkels von der Drehzahlregelung 3 entkoppelt ist, und die Drehzahlregelung wird ausschließlich über die Drossel 4 bewirkt.

Bei der Darstellung nach Fig. 3 ist in der Fluidzuleitung 33 zusätzlich zur Drossel 4 ein Schaltventil 34 parallelgeschaltet. Das Schaltventil weist eine gegenüber der Drossel wesentlich verschiedene Öffnungs- bzw. Schließzeit auf und ist so dimensioniert, daß durch Öffnen des Schaltventiles 34 bei auf großen Schwenkwinkel verstelltem Hydromotor 1 rasch ein hohes Moment übertragen

werden kann. Die Steuerleitung vom Flip-Flop 17 ist hierbei über ein Logikglied 35 mit dem Schaltventil 34 verbunden, so daß bei Umstellung des Schalters in eine Stellung, in welcher der Arbeitsdrehzahlsollwert vorgegeben wird, gleichzeitig auch das Schaltventil 34 rasch geöffnet wird. Vom Tachogenerator 27 wird ein Signal einem Schwellwertschalter 36 zugeführt, welcher bei Auftreten einer unzulässig hohen Drehzahl das Schaltventil 34 rasch schließt. Die Steuerleitung führt hierbei auch zu dem Summierer 24, so daß gleichzeitig die Drossel 4 geschlossen werden kann. Eine Signalleitung 37 führt das Signal des Tachogenerators dem Rechner zu. Die erforderliche Bereitschaft für einen neuen Anstich wird durch den schematisch mit 38 angedeuteten Durchlaufsensor in vorbeschriebener Weise herbeigeführt.

Die Regelvorgänge, wie sie in zeitlicher Reihenfolge beobachtet werden, sind in Fig. 4 schematisch angedeutet. Bei Wegfall eines Lastmomentes, wie es durch die Stufe des Lastmomentes im obersten Kurvenzug a angedeutet ist, ist zunächst ein Anstieg der Drehzahl entsprechend dem Kurvenzug c zu beobachten. Diesem Anstieg der Drehzahl wird durch Rücknahme des Schwenkwinkels entsprechend dem Kurvenzug b Rechnung getragen. Das Ventil bleibt hierbei in geöffneter Stellung, da die Drehzahlregelung wie im Lastfall zunächst von der Schwenkwinkelverstellung des Hydromotors übernommen wird. In der Folge erfolgt das Rücksetzen auf Leerlaufdrehzahlregelung durch Vorgabe eines Leerlaufdrehzahlsollwertes, wobei dieser Zeitpunkt mit t_1 auf der Abszisse bezeichnet ist. Mit der Leerlaufdrehzahlsollwertvorgabe wird nun der Schwenkwinkel des Hydromotors entsprechend dem Kurvenzug b auf einen Sollschwenkwinkel angehoben. Nach dem neuerlichen Anstich zum Zeitpunkt t_2 erfolgt ein charakteristischer Drehzahleinbruch, welcher ein Lastmomentsignal generiert. Bei entsprechend geöffnetem, vorzugsweise sogar über die Betriebslage hinaus verstelltem Schwenkwinkel wird nun das erforderliche Moment durch rasches Öffnen des Ventiles anschließend an den Zeitpunkt t_2 entsprechend dem Kurvenzug d erzielt. Nach einer bestimmten Zeitverzögerung durch das Zeitglied erfolgt zum Zeitpunkt t_3 das vollständige Öffnen des Ventiles über den Hochlaufgeber, wobei von der Drehzahlregelung der Schwenkwinkel geringfügig zurückgenommen wird, um die Drehzahl konstant zu halten. Wie sich aus Fig. 4 ergibt, zeichnet sich die Verfahrensweise durch eine hohe Dynamik beim Anstich ohne nennenswerten Drehzahleinbruch aus.

In Fig. 5 sind analoge Kurven a, b, c, d mit auf der Abszisse aufgetragener Zeitskala für den Reversierbetrieb dargestellt. Mit c_1 und c_2 sind hierbei die entsprechenden Sollwertvorgaben für die

Drehzahl der gegenläufigen Bewegungen eingetragen, wobei c_1 die Arbeitsdrehzahlvorgabe in eine Richtung und c_2 die Leerlaufdrehzahlvorgabe in die Gegenrichtung darstellt. Sobald die die Istdrehzahl entsprechend der Kurve c über die Arbeitsdrehzahl c_1 ansteigt, wird Entlastung signalisiert und das Gerüst kann auf Reversivorgang umschalten. Zu diesem Zweck wird der Schwenkwinkel zurückgenommen und über die Nullpunktlage hinaus in die Gegenrichtung verstellt, wie dies durch die Kurve b angedeutet wird. Während der Zurücknahme des Schwenkwinkels wird das zunächst geöffnete Ventil geschlossen, um die Drehzahlabenkung zu unterstützen. Nach Durchlauf des Schwenkwinkels durch die Null-Lage wird das Ventil durch die Null-Lage wird das Ventil entsprechend der Kurve d wiederum geöffnet, um eine Beschleunigung in die Gegenrichtung zu erzielen. Nach Erreichen einer gegenläufigen Istdrehzahl entsprechend der Leerlaufdrehzahlvorgabe c_2 in die Gegenrichtung wird wiederum analog wie in Fig. 4 vorgegangen, wobei in dieser Position die Schwenkwinkelverstellung bereits auf einen gegenüber der Betriebslage überhöhten gegensinnigen Wert vorgenommen wurde. Die Zeitpunkte t_1 , t_2 und t_3 entsprechen wiederum der Darstellung in Fig. 4.

Ansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Antriebes von drehbaren Maschinenteilen, insbesondere der Walzen von Walzstraßen, wobei mit den drehbaren Maschinenteilen, insbesondere Walzen, regelbare Hydromotoren, insbesondere Axialkolbenmotoren (1), verbunden sind, wobei die Drehzahl durch Verstellen (2) des Hydromotors oder Drosselung (4) des Fluiddurchflusses regelbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung des Hydromotors (1), insbesondere die Verstellung (2) des Schwenkwinkels des Axialkolbenmotors (1), vor dem Auftreten eines Lastmomentes in von der Drehzahlregelung entkoppelter Verstellbewegung auf einen Schwenkwinkel zur Übertragung eines vorgegebenen Drehmomentes vorgenommen wird, wobei die Drehzahlregelung ausschließlich durch Änderung der Fluidzufuhr zum Hydromotor (1) erfolgt, worauf für die Aufrechterhaltung der Arbeitsdrehzahl nach Auftreten eines Lastmomentes die Drehzahlregelung unter Einbeziehung der Stellvorrichtung (2) für die Verstellung, insbesondere der Winkelverstellung, des Hydromotors (1) in die Drehzahlregelung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Auftreten eines Lastmomentes die Fluidzufuhr durch Öffnen eines Ventiles (34) und/oder einer Drossel (4) auf eine gegenüber

der Stellung für die Aufrechterhaltung der Arbeitsdrehzahl im Betrieb gedrosselte Zwischenstellung rasch vergrößert wird, daß anschließend die Drehzahlregelung auf die Verstellung des Hydromotors (1), insbesondere die Schwenkwinkelverstellung (2) des Axialkolbenmotors, aufgeschaltet wird und der Fluiddurchflußquerschnitt mit geringerer, konstanter, auf die Schwenkwinkelverstellungsgeschwindigkeit abgestimmter Vergrößerungsgeschwindigkeit auf den vollen Fluiddurchflußquerschnitt vergrößert wird, wobei der Arbeitsdrehzahlsollwert konstant gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Regelung der Drehzahlen gesonderte Sollwerte für Leerlauf- und Arbeitsdrehzahl vorgegeben werden, wobei der Leerlaufdrehzahlsollwert größer als der Arbeitsdrehzahlsollwert eingestellt wird, und daß die Sollwertvorgabe umstellbar ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Feststellung des Auftretens eines Lastmomentes ein Lastmomentsignal aus dem Drehzahlabfall zwischen Leerlaufdrehzahl und Arbeitsdrehzahl, insbesondere bei einer zwischen diesen Drehzahlen liegenden Drehzahl gewonnen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umstellung von Leerlaufdrehzahlsollwert auf Arbeitsdrehzahlsollwert in Abhängigkeit vom Lastmomentsignal oder gegenüber dem Lastmomentsignal zeitverzögert vorgenommen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß nach Wegfall eines Lastmomentes und/oder bei Erhöhung der Drehzahl die Regelung der Drehzahl zunächst über die Schwenkwinkelverstellung (2) des Axialkolbenmotors erfolgt und die Drosselung der Fluidzufuhr zusätzlich zur Schwenkwinkelverstellung bei Überschreiten eines Drehzahlgrenzwertes vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Umschaltung der Stellvorrichtung (2) für die Verstellung des Hydromotors (1) auf die Drehzahlregelung ein Hochlaufgeber für die konstante Ansteuerung der Drossel bzw. des Ventils auf die betriebliche Offenstellung an die Steuerleitung für den Stellantrieb der Drossel oder des Ventils aufgeschaltet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Position der Stellvorrichtungen der Hydromotoren (1) überwacht wird und in Abhängigkeit von der Position bzw. Änderung der Position dieser Stellvorrichtung nach Auftreten des Lastmomentes an den Hydromotoren

des Nachfolgeberüstes die Drehzahlsollwertvorgabe der Hydromotoren des Nachfolgeberüstes korrigiert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufschaltung der Drehzahlsollwertvorgabe auf die Schwenkwinkelverstellung spätestens nach bei gegenüber dem Lastmoment-signal verzögerter Aufschaltung innerhalb des Zeitraumes vorgenommen wird, welchen das Material bis zum Erreichen eines unmittelbar nachfolgenden drehbaren Maschinenteils benötigt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Reversierbetrieb der drehbaren Maschinenteile, insbesondere Walzen, der Schwenkwinkel der Axialkolbenmotoren (1) über die Null-Lage in entgegengesetzte Richtung verstellt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidzufuhr für die Richtungsänderung der Drehbewegung des Hydromotors gedrosselt oder unterbrochen wird, worauf während der entkoppelten Verstellung der Schwenklage des Hydromotors in die Gegenrichtung bei oder nach Überschreiten der Winkel-Null-Lage die Fluidzufuhr wiederum geöffnet und in Abhängigkeit von der Drehzahl geregelt wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei in die Fluidzufuhr (33) zu einem Axialkolbenmotor (1) eine regelbare Drossel (4) oder eine Stellvorrichtung (2) für den Schwenkantrieb des Axialkolbenmotors (1) eingeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Fluidzufuhr (33) zu einem Axialkolbenmotor (1) wenigstens eine regelbare Drossel (4) eingeschaltet ist und eine Stellvorrichtung (2) für den Schwenkantrieb des Axialkolbenmotors (1) vorgesehen ist, daß mit dem Axialkolbenmotor (1) ein Drehzahlgeber (27) und ein Schwenkwinkelgeber (20) verbunden ist, daß die Signale der Drehzahlgeber (27) und/oder der Schwenkwinkelgeber (20) über Signalleitungen mit einem Steuer- bzw. Schaltwerk (16), insbesondere einem Mikroprozessor, verbunden sind und daß die Steuersignale des Schaltwerkes (16) über Leitungen den Drosseln (4) und dem Schwenkantrieb (2) des Axialkolbenmotors (1) zugeführt sind, daß ein Signalgeber für die Erfassung eines Lastmomentes mit einer Drehzahlregeleinrichtung (3) verbunden ist, und daß die Drehzahlregeleinrichtung (3) mit einer regelbaren Drossel (4) in der Fluidleitung des Hydromotors (1) verbunden ist und wahlweise von dieser, insbesondere durch einen Schalter (6), trennbar ist und/oder mit einer Stellvorrichtung (2) für die Winkelverstellung eines Hydromotors (1) verbindbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in die Fluidzufuhr (33) des Axialkolbenmotors (1) wenigstens zwei parallele Drosseln (4, 34) mit unterschiedlicher Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit eingeschaltet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Auf/Zu-Schaltventil (34) mit gegenüber dem Offenquerschnitt der parallel geschalteten regelbaren Drossel (4) größerem Offenquerschnitt vorgesehen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlgeber (3) mit einem Differenzierglied (15) zur Ableitung eines Lastmomentsignales verbunden ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteschaltung mit einem Schalter (6) verbunden ist, der das Differenzierglied (15) vom Drehzahlgeber (3) trennt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung für das Lastmomentsignal mit einem Schalter (18) für die Verstellung des Drehzahlsollwertes vom Leerlaufdrehzahlsollwert auf Arbeitsdrehzahlsollwert verbunden ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Auswerteschaltung für das Lastmomentsignal und dem Schalter (18) für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb (2) der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors (1) ein Verzögerungsglied (28) eingeschaltet ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (18) für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb (2) der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors (1) mit einem Schalter (29) zur Umschaltung eines Drehzahlsollwertes von Leerlaufdrehzahl auf Betriebsdrehzahl, insbesondere unter Zwischenschaltung des Zeitgliedes (28), gekoppelt ist und in einer Stellung, in welcher der Drehzahlwählschalter die Leerlaufdrehzahl vorgibt, mit einem Festwertgeber (19) für die Winkelverstellung des Schwenkwinkels des Hydromotors (1) verbunden ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Schalter (18) für die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb (2) der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors (1) ein weiterer Schalter (29) gekoppelt ist, welcher in derjenigen Schaltstellung, in welcher die Aufschaltung der Drehzahlvorgabe auf den Stellantrieb der Schwenkwinkelverstellung eines Hydromotors erfolgt, einen Hochlaufgeber (31) zur Erzeugung eines konstant

steigenden Steuersignals mit dem Drosselantrieb - (5) zur vollständigen Öffnung der Drossel (4) verbindet.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Drehzahlsensor (27) ein Schwellwertschalter (36) verbunden ist, welcher die Drossel (4) und/oder das Schaltventil (34) bei Überdrehzahl schließt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltventil (34) zusätzlich zur Steuerleitungsverbindung zu einem Schwellwertschalter (36) mit einem Steuer-bzw. Schaltwerk (35) für die Umschaltung des Leerlaufdrehzahlsollwertes auf Arbeitsdrehzahlsollwert verbunden ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellantriebe (2) der Hydromotoren (1) mit Schwenkwinkelsensoren (20) verbunden sind und daß die Schwenkwinkelsensoren (20) benachbarter Hydromotoren (1) mit wenigstens einem gemeinsamen Steuer-bzw. Schaltwerk, insbesondere einem Mikroprozessor, verbunden sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Walzstraße vor dem Walzenantrieb ein Durchlaufsensor bzw. Materialdetektor angeordnet ist, welcher über eine Signalleitung mit dem Steuer-bzw. Schaltwerk verbunden ist.

15

20

25

30

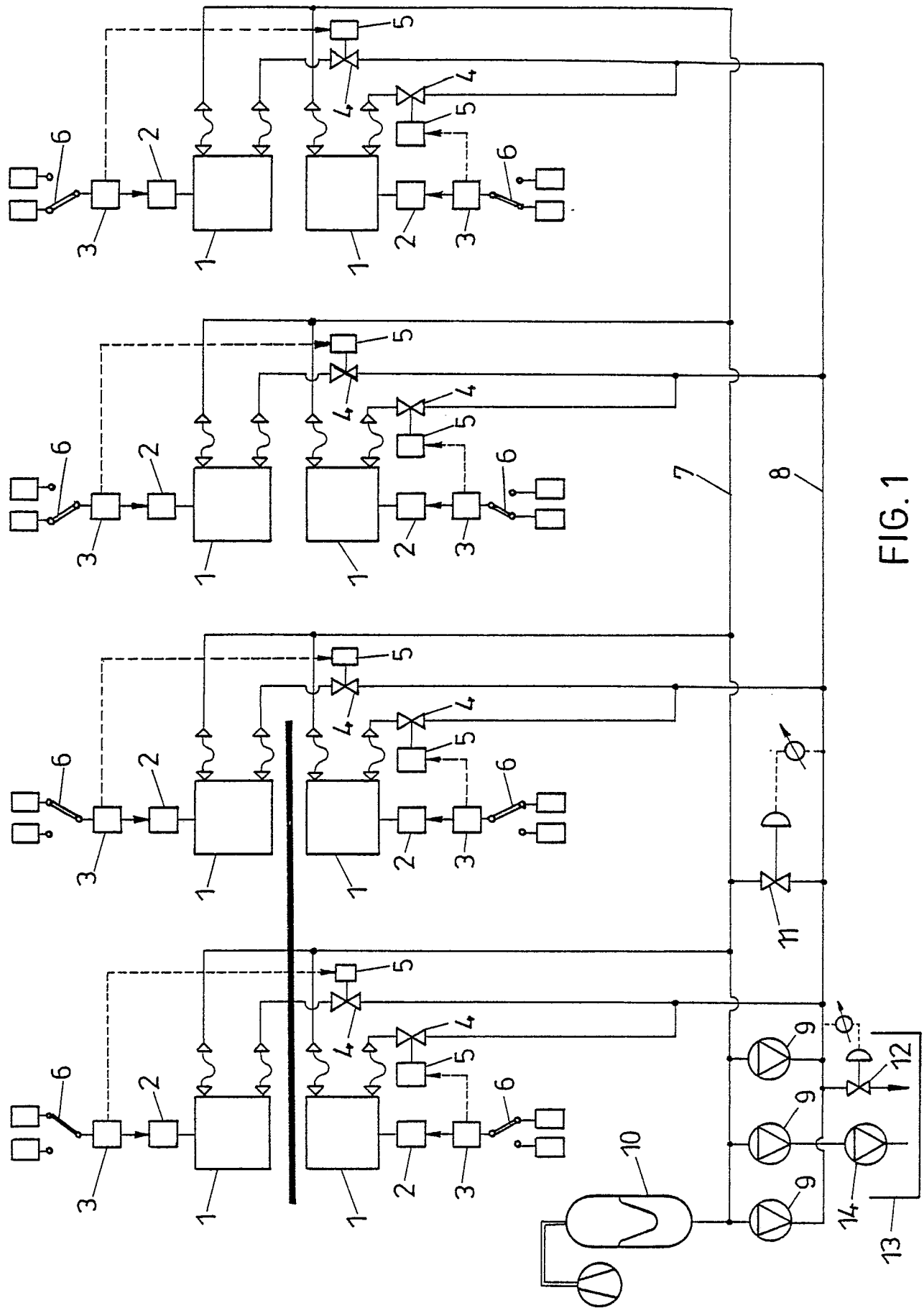
35

40

45

50

55



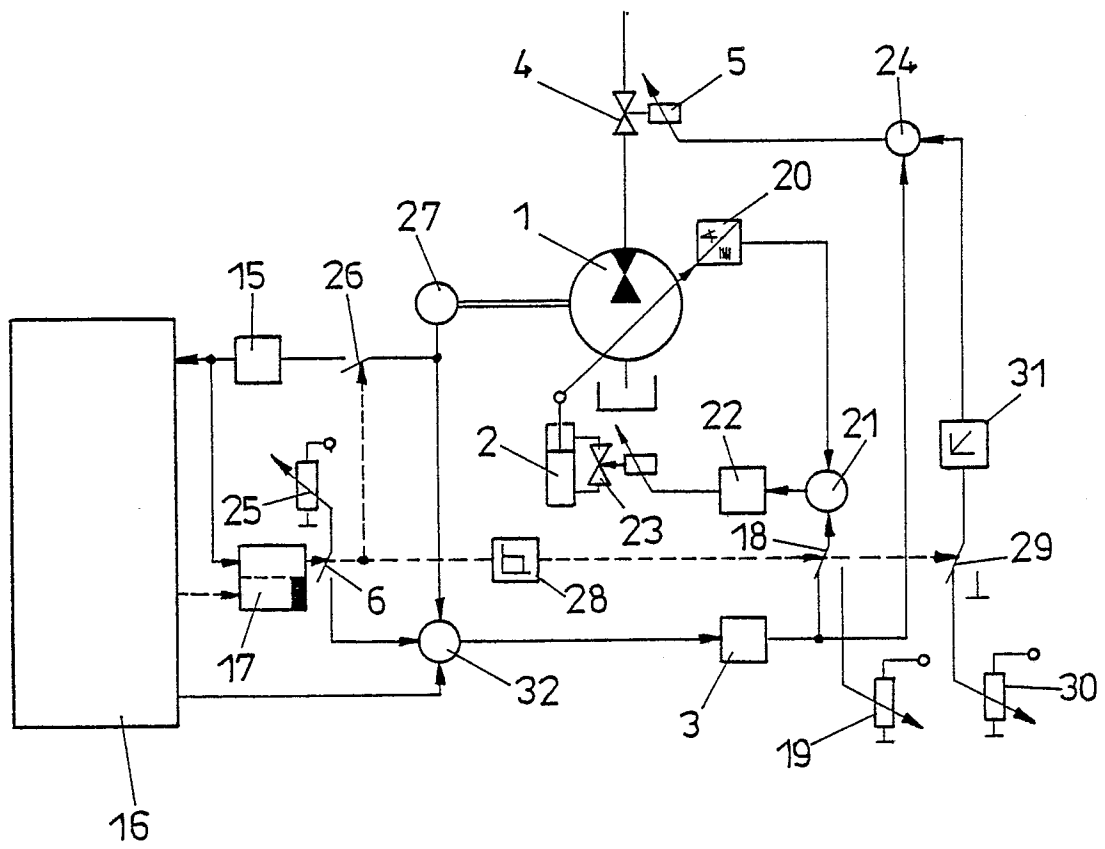


FIG. 2

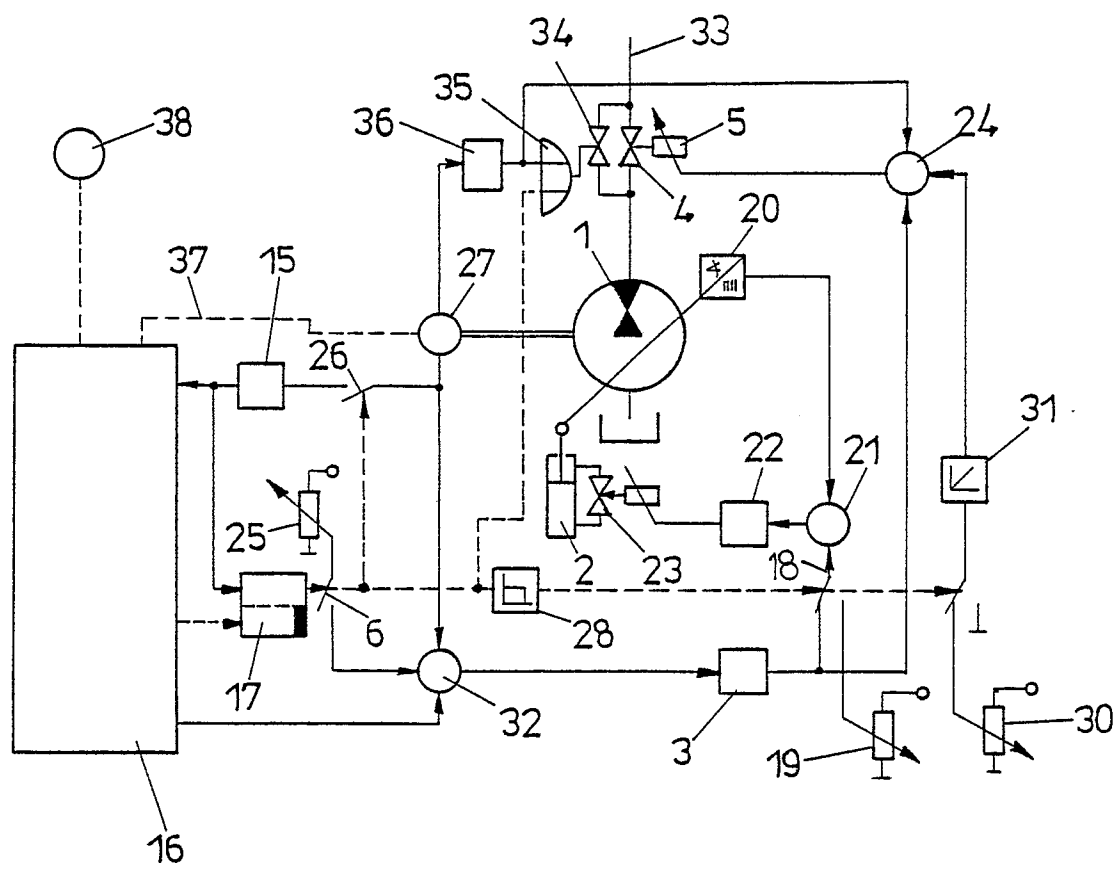


FIG. 3

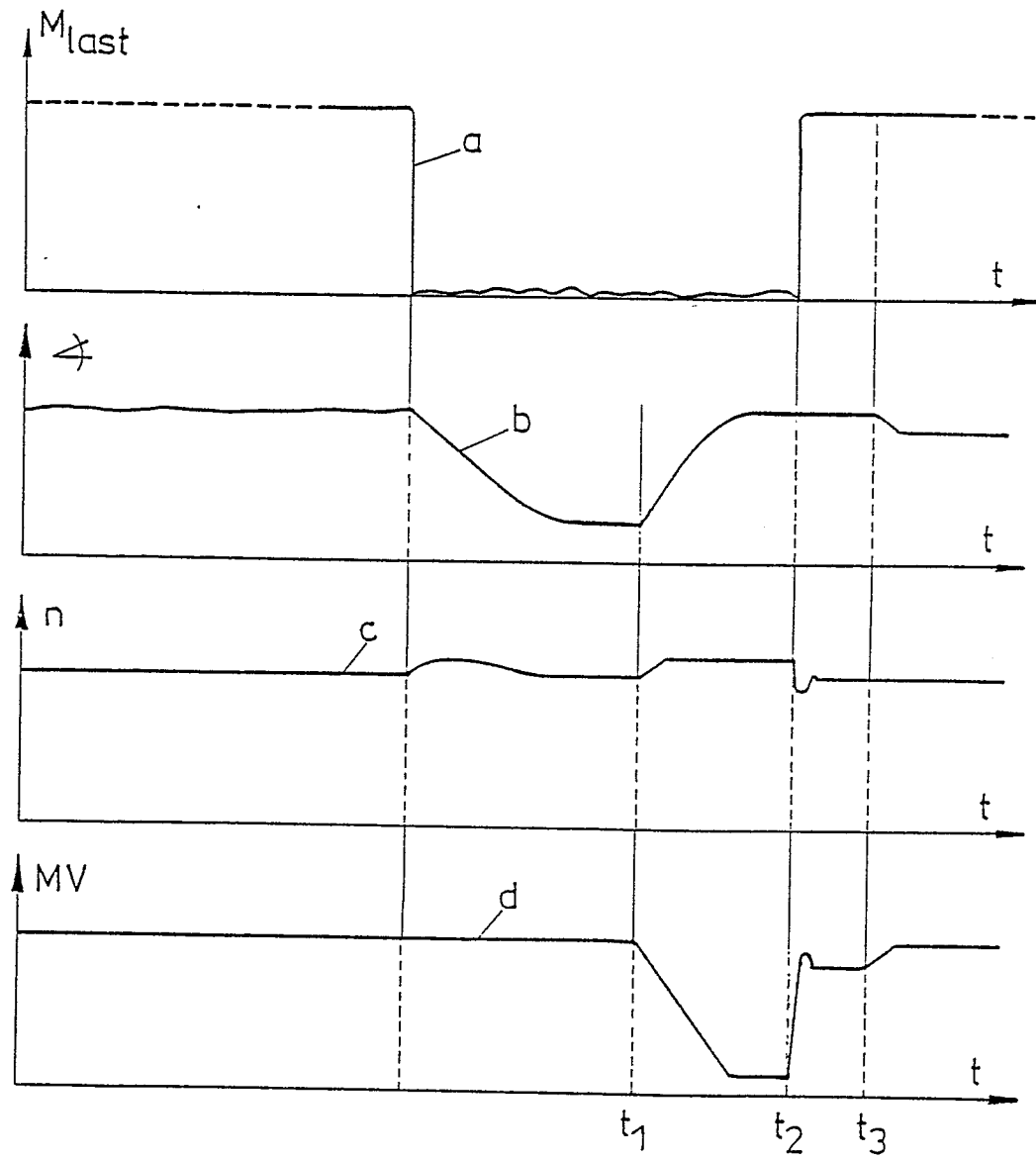


FIG. 4

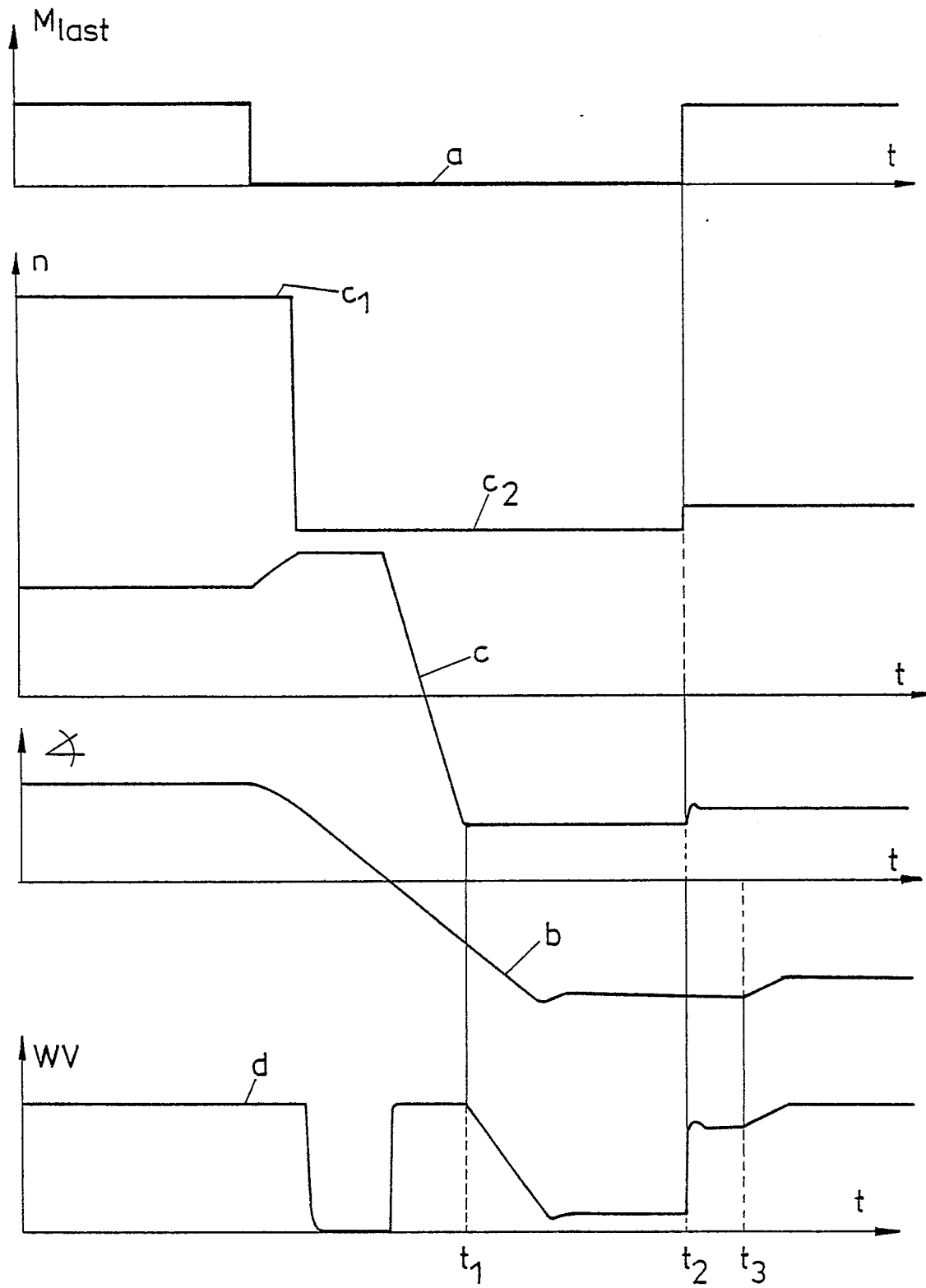


FIG. 5