



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 286 996 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz der DDR vom 27. 10. 1983 in Übereinstimmung mit den entsprechenden Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 24 B 47/22
B 24 B 49/00
B 24 B 41/02
B 23 F 5/02

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 24 B / 331 352 3 (22) 01.08.89 (44) 14.02.91

(71) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues Karl-Marx-Stadt, Karl-Marx-Allee 4, O - 9010 Chemnitz, DE

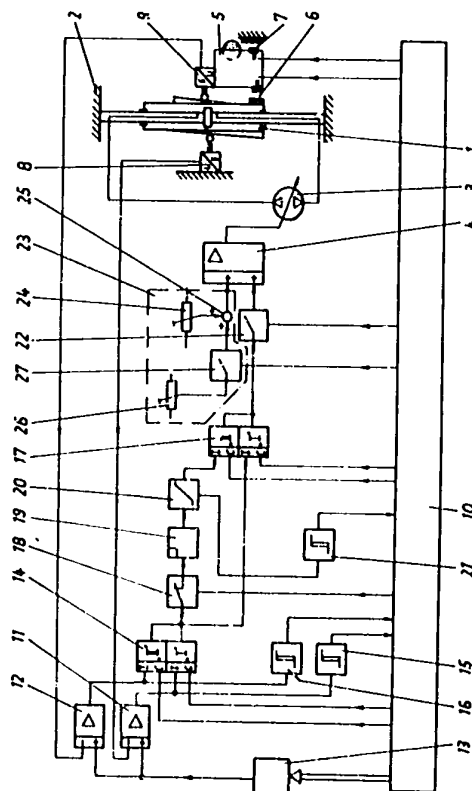
(72) Reinhold, Dieter, Dipl.-Ing.; Pfüller, Siegfried, Dipl.-Ing.; Schulze, Jörg, Dipl.-Ing.; Eigbrecht, Mathias, DE

(73) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues Karl-Marx-Stadt, O - 9010 Chemnitz; VEB Werkzeugmaschinenkombinat „7. Oktober“, O - 1120 Berlin, DE

(54) Schaltungsanordnung zur Verstellung eines Hubschlittens relativ zu seinem translatorischen Hydromotor an einer Zahnflankenschleifmaschine

(55) Hydromotor; Hubschlitten; zwei Wrg-Meßwertgeber; zwei Arretierungen; Soilwertgenerator; zwei Regler; zwei Analogschalter; servohydraulische Pumpenverstellung; Pumpe; Schwerkraft-Kompensationsschaltung; programmierbare Steuerung; Analogspeicher; Rampengenerator

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Verstellung eines Hubschlittens relativ zu seinem translatorischen Hydromotor an einer Zahnflankenschleifmaschine. Ein an sich bekannter Lagerregelkreis des Hydromotors ist ergänzt mit zwei dem Regler nachgeschalteten Analogschaltern und einer Regelkreiszuschaltung. Mittels zweier gesteuerter Arretierungen ist der Hubschlitten wahlweise mit dem Hydromotor oder mit dem Maschinengestell koppelbar. Ein zweiter Lagerregelkreis Hydromotor-Hubschlitten ist über die Analogschalter alternativ der servohydraulischen Pumpenverstellung aufschaltbar. Eine Schwerkraft-Kompensationsschaltung trägt dem jeweiligen Kopplungszustand des Hubschlittens Rechnung. Als Sollwertquelle beider Regelkreise dient ein mit einer programmierbaren Steuerung verbundener, rechnergestützter Sollwertgenerator. Figur



Patentanspruch:

1. Schaltungsanordnung zur Verstellung eines Hubschlittens relativ zu seinem translatorischen Hydromotor an einer Zahnflankenschleifmaschine, mit einer programmierbaren Steuerung sowie einer Sollwertquelle und aus einem ersten Weg-Meßwertgeber zwischen Hydromotor und Maschinengestell, einem Regler, einer servohydraulischen Pumpenverstellung und einer den Hydromotor beaufschlagenden Pumpe gebildeten Regelkreis sowie einem zwischen Hydromotor und Hubschlitten vorgesehenen zweiten Weg-Meßwertgeber und zwischen Hydromotor und Hubschlitten sowie zwischen Hubschlitten und Maschinengestell jeweils angeordneter, gesteuert lösbarer Arretierung, dadurch gekennzeichnet, daß in dem an sich bekannten Regelkreis dem Regler (11) in einem zur programmierbaren Steuerung (10) geführten Abzweig ein Nullkomparator (15) und in der Regelschleife ein Analogschalter (14) nachgeschaltet ist, dessen Steuereingang an einen Steuerausgang der programmierbaren Steuerung (10) angeschlossen ist und dessen Ausgang am Eingang eines zweiten Analogschalters (17) mit Steuerverbindung zur programmierbaren Steuerung (10) anliegt, wobei der Ausgang des zweiten Analogschalters (17) über eine von der programmierbaren Steuerung (10) ansteuerbare Regelkreiszuschaltung (22) der servohydraulischen Pumpenverstellung (4) aufgeschaltet ist und ein zweiter Lageregelkreis Hydromotor (1)–Hubschlitten (5), alternativ der servohydraulischen Pumpenverstellung (4) aufschaltbar vorgesehen ist und an einem weiteren Eingang der servohydraulischen Pumpenverstellung (4) eine Schwerkraft-Kompensationsschaltung (23) angeschlossen ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem zweiten Lageregelkreis der Ausgang des zweiten Weg-Meßwertgebers (9) auf einen zweiten Regler (12) geschaltet ist, an dessen zweiten Eingang eine Sollwertquelle angeschlossen ist, der Regler (12) ausgangsseitig parallel an einen zweiten Eingang des Analogschalters (14) und über einen Nullkomparator (16) an die programmierbare Steuerung (10) angelegt ist, von welcher ein Steuerausgang auf einen zugeordneten Steuereingang des Analogschalters (14) geschaltet ist, dessen zweiter Ausgang, mit dem ersten Ausgang verknüpft, über eine ansteuerbare Speicherzuschaltung (18) an einen Analogspeicher (19) angeschlossen und dieser mit seinem Ausgang über einen Rampengenerator (20), mit Steueranschluß über einen Nullkomparator (21) an die programmierbare Steuerung (10), an einen zweiten Eingang des zweiten Analogschalters (17) angelegt ist, dessen zweiter Ausgang mit dem ersten Ausgang verknüpft ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Sollwertquelle für den Lageregelkreis Maschinengestell (2)–Hydromotor (1) als auch für den Lageregelkreis Hydromotor (1)–Hubschlitten (5) ein mit der programmierten Steuerung (10) über einen Datenbus verbundener, rechnergestützter Sollwertgenerator (13) vorgesehen ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwerkraft-Kompensationsschaltung (23) eine Hydromotor-Schwerkraft-Kompensation und eine von der programmierbaren Steuerung (10) mittels eines ansteuerbaren Schalters (27) aktivierbare Hubschlitten-Schwerkraft-Kompensation besitzt, welche über ein Summierglied (25) miteinander verknüpft und durch einstellbare Potentiometer (24; 26) realisiert sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Verstellung eines Hubschlittens relativ zu seinem translatorischen Hydromotor an einer Zahnflankenschleifmaschine, mit einer programmierbaren Steuerung sowie einer Sollwertquelle und aus einem ersten Weg-Meßwertgeber zwischen Hydromotor und Maschinengestell, einem Regler, einer servohydraulischen Pumpenverstellung und einer den Hydromotor beaufschlagenden Pumpe gebildeten Regelkreis sowie einem zwischen Hydromotor und Hubschlitten vorgesehenen zweiten Weg-Meßwertgeber und zwischen Hydromotor und Hubschlitten sowie zwischen Hubschlitten und Maschinengestell jeweils angeordneter, gesteuert lösbarer Arretierung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Eine Einrichtung zur Verstellung eines Hubschlittens an einer Zahnradschleifmaschine ist aus dem DD-WP 250 284 sowie aus der DE-OS 37 18 162 bekannt, wobei der Hubschlitten mit einem angeordneten Schleifspindelschlitten in einem Schwenkteil geführt wird und die Kolbenstange für den Antrieb des Hubschlittens im Schwenkteil fest angeordnet ist. Oberhalb des Hubschlittens ist eine mit einem Arbeitszylinder gekoppelte Antriebs-Stell- und Meßplatte mit Verstellantrieben und Längenmeßwertgeber angeordnet und der Hubschlitten sowie die Antriebs-Stell- und Meßplatte weisen gleiche Führungsprofile des Schwenkteils auf.

Nachteilig an dieser Einrichtung ist der große zusätzliche Aufwand, die vergrößerte reversierend zu bewegendende Masse und die Kraftübertragung vom Arbeitszylinder in den Hubschlitten. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Verstellung des Hubschlittens manuell mit Sichtkontrolle durchgeführt werden muß.

Ursachen dafür sind die mit dem Arbeitszylinder gekoppelte Antriebs-Stell- und Meßplatte mit ihren beiden Verstellantrieben und den erforderlichen Axiallagerungen und die Übertragung der Beschleunigungs- bzw. Verzögerungskräfte sowie der Schnittkräfte über Spindel und Spindelmutter der Verstellantriebe. Für die Lagebestimmung des Hubschlittens sind keinerlei Meß- oder Schaltmittel vorgesehen.

Eine weitere Einrichtung zur Verstellung eines Hubschlittens an einer Zahnradschleifmaschine ist aus dem DD-WP 250 283 sowie aus der DE-OS 37 18 163 bekannt, wobei der Hubschlitten mit einem angeordneten Schleifspindelschlitten in einem Schwenkteil geführt wird und die Kolbenstange für den Antrieb des Hubschlittens im Schwenkteil fest angeordnet ist. Zu einem verschiebbaren klemm- und lösbaren Antriebszylinder sind im Hubschlitten eine Klemmhülse und eine Klemmglocke angeordnet, wobei zu der beidseitigen Beaufschlagung der Klemmglocke mit den hydraulischen Steuerleitungen der Klemmglocke und der Klemmhülse mit Federn beaufschlagte Hebel beigeordnet sind. Zur Lagebestimmung des Hubschlittens ist an dem mit Antriebsleitungen versehenen Antriebszylinder ein Meßwertaufnehmer angeordnet und an dem Hubschlitten zwei Meßwertgeber und eine Zahnstange befestigt. Am Schwenkteil ist eine Rasteinrichtung für die Zahnstange und ein Meßwertaufnehmer für den Meßwertgeber angeordnet.

Nachteilig an dieser Einrichtung ist das Auftreten von Lageabweichungen und -toleranzen mit dadurch bedingten Verspannungen bei zweifachen Arretierung bzw. beim Wechsel der Arretierung des Hubschlittens vom Antriebszylinder zum Schwenkteil und umgekehrt.

Die technischen Ursachen dafür sind, daß der Verstellvorgang bei abgeschaltetem Arbeitskreis des Antriebszylinders mittels externer Wegeventile gesteuert wird und hierbei Leckage und Druckänderungen aufgrund sich ändernder Schwerkraftbelastungen in Abhängigkeit vom Arretierungszustand des Hubschlittens auftreten.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, unter Vermeidung zusätzlichen Antriebsaufwandes die Verstellung des Hubschlittens verspannungsfrei sowohl während des Momentanzustandes der Doppelarretierung des Hubschlittens als auch unabhängig von den vom Arretierungszustand bedingten Einflüssen in die Maschinensteuerung integriert durchzuführen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur Verstellung eines Hubschlittens relativ zu seinem translatorischen Hydromotor an einer Zahnflankenschleifmaschine, mit einer programmierbaren Steuerung sowie einer Sollwertquelle und aus einem ersten Weg-Meßwertgeber zwischen Hydromotor und Maschinengestell, einem Regler, einer servohydraulischen Pumpenverstellung und einer den Hydromotor beaufschlagenden Pumpe gebildeten Regelkreis sowie einem zwischen Hydromotor und Hubschlitten vorgesehenen zweiten Weg-Meßwertgeber und zwischen Hydromotor und Hubschlitten sowie zwischen Hubschlitten und Maschinengestell jeweils angeordneter, gesteuert lösbarer Arretierung, zu schaffen, welche unter Verzicht auf einen separaten Verstellantrieb für den Hubschlitten, mit dem hydromotoreigenen Antrieb selbst und unter Anwendung dessen Lagerregelkreises die Verstellung des Hubschlittens bei Gewährleistung der Schwerkraftkompensation des im wesentlichen senkrecht angeordneten Hydromotors, unabhängig vom Arretierungszustand des Hubschlittens und der sich daraus ergebenden Last, aus der Mittelstellung des Hydromotors sowie das Anfahren des Arbeitshubes nach der Verstellung aus der neuen Position des Hydromotors im automatischen Betrieb realisiert. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in dem an sich bekannten Regelkreis dem Regler in einem zur programmierbaren Steuerung geführten Abzweig ein Nullkomparator und in der Regelschleife ein Analogschalter nachgeschaltet ist, dessen Steuereingang an einen Steuerausgang der programmierbaren Steuerung angeschlossen ist und dessen Ausgang am Eingang eines zweiten Analogschalters mit Steueranbindung zur programmierbaren Steuerung anliegt, wobei der Ausgang des zweiten Analogschalters über eine von der programmierbaren Steuerung ansteuerbare Regelkreiszuschaltung der servohydraulischen Pumpenverstellung aufgeschaltet ist und ein zweiter Lagerregelkreis Hydromotor-Hubschlitten, alternativ der servohydraulischen Pumpenverstellung aufschaltbar vorgesehen ist und an einem weiteren Eingang der servohydraulischen Pumpenverstellung eine Schwerkraft-Kompensationsschaltung angeschlossen ist. Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß bei dem zweiten Lagerregelkreis der Ausgang des zweiten Weg-Meßwertgebers auf einen zweiten Regler geschaltet ist, an dessen zweiten Eingang eine Sollwertquelle angeschlossen ist, der Regler ausgangsseitig parallel an einen zweiten Eingang des Analogschalters und über einen Nullkomparator an die programmierbare Steuerung angelegt ist, von welcher ein Steuerausgang auf einen zugeordneten Steuereingang des Analogschalters geschaltet ist, dessen zweiter Ausgang, mit dem ersten Ausgang verknüpft, über eine ansteuerbare Speicherzuschaltung an einen Analogspeicher angeschlossen und dieser mit seinem Ausgang über einen Rampengenerator, mit Steueranschluß über einen Nullkomparator an die programmierbare Steuerung, an einen zweiten Eingang des zweiten Analogschalters angelegt ist, dessen zweiter Ausgang mit dem ersten Ausgang verknüpft ist. Ein Vorzug in der Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß als Sollwertquelle für den Lagerregelkreis Maschinengestell-Hydromotor als auch für den zweiten Lagerregelkreis Hydromotor-Hubschlitten ein mit der programmierbaren Steuerung über einen Datenbus verbundener, rechnergestützter Sollwertgenerator vorgesehen ist. Als weiteres bevorzugtes Ausgestaltungsmerkmal ist vorgesehen, daß die Schwerkraft-Kompensationsschaltung eine Hydromotor-Schwerkraft-Kompensation und eine von der programmierbaren Steuerung mittels eines ansteuerbaren Schalters aktivierbare Hubschlitten-Schwerkraft-Kompensation besitzt, welche über ein Summierglied miteinander verknüpft und durch einstellbare Potentiometer realisiert sind.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung ist der Schaltplan der Lageregelung des Hydromotors mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Verstellung des Hubschlittens dargestellt.

Ein translatorischer Hydromotor 1 ist mit seiner beidseitigen Kolbenstange am Maschinengestell 2 einer Zahnflankenschleifmaschine fest angeordnet. Der Hydromotor 1 ist an eine Pumpe 3 doppelseitig beaufschlagbar angeschlossen, welche von einer servohydraulischen Pumpenverstellung 4, bestehend aus einem Servoventil, einer Über-Null-Verstelleinrichtung, einem Summierglied und einem rückgeführten Weg-Meßwertgeber, gesteuert wird. Ein Hubschlitten 5 ist mittels einer gesteuert lösbaren Arretierung 6 mit dem Hydromotor 1 und andererseits mittels einer gesteuert lösbaren Arretierung 7 mit dem Maschinengestell 2 koppelbar. Des Weiteren ist ein Weg-Meßwertgeber 8 Hydromotor 1 – Maschinengestell 2 sowie ein zweiter Weg-Meßwertgeber 9 Hydromotor 1 – Hubschlitten 5 vorgesehen. Die Steuerung der Arretierungen 6; 7 erfolgt durch eine programmierbare Steuerung 10. Der Weg-Meßwertgeber 8 ist auf einen ersten Eingang eines Reglers 11 und der Weg-Meßwertgeber 9 ist auf einen ersten Eingang eines zweiten Reglers 12 geschaltet. An den jeweils zweiten Eingang des Reglers 11 und des zweiten Reglers 12 ist ein rechnergestützter Sollwertgenerator 13 angeschlossen, welcher eingangsseitig über einen Datenbus mit der programmierbaren Steuerung 10 verbunden ist. Mit seinem Ausgang ist der Regler 11 parallel an eine Stellung „I“ eines Analogschalters 14 und über einen Nullkomparator 15 an die programmierbare Steuerung 10 angelegt, während der zweite Regler 12 parallel auf eine Stellung „II“ des Analogschalters 14 und über einen Nullkomparator 16 auf die programmierbare Steuerung 10 geschaltet ist. An Steuereingängen der Stellungen „I“ und „II“ des Analogschalters 14 liegt jeweils eine Steuerung 10 an. Die Ausgänge der Stellungen „I“ und „II“ des Analogschalters 14 sind miteinander verknüpft und auf einen Eingang einer Stellung „I“ eines zweiten Analogschalters 17 und parallel dazu eingangsseitig auf eine Speicherzuschaltung 18 geschaltet, deren Ausgang über einen Analogspeicher 19 auf einen Rampengenerator 20 geführt ist, welcher mit seinem Ausgang an einem Eingang einer Stellung „II“ des zweiten Analogschalters 17 anliegt. Ein zweiter Ausgang des Rampengenerators 20 ist über einen Nullkomparator 21 der programmierbaren Steuerung 10 aufgeschaltet. Die Ausgänge der Stellungen „I“ und „II“ des zweiten Analogschalters 17 sind miteinander verknüpft und an eine Regelkreiszuschaltung 22 angelegt, welche mit ihrem Ausgang an die servohydraulische Pumpenverstellung 4 angeschlossen ist. Über Steuerleitungen sind sowohl die Steuereingänge der Stellungen „I“ und „II“ des Analogschalters 17 als auch der Steuereingang der Regelkreiszuschaltung 22 mit der programmierbaren Steuerung 10 verbunden. Eine die Kopplungszustände des Hubschlittens 5 berücksichtigende Schwerkraft-Kompensationsschaltung 23 besitzt eine Hydromotor-Schwerkraftkompensation, welche in Gestalt eines einstellbaren Potentiometers 24 auf ein Summierglied 25 geschaltet ist, das ausgangsseitig an die servohydraulische Pumpenverstellung 4 angeschlossen ist, und eine Hubschlitten-Schwerkraftkompensation, mit einem einstellbaren Potentiometer 26 und einem an dieses angeschlossenen und von der programmierbaren Steuerung 10 ansteuerbaren Schalter 27, welcher mit seinem Ausgang einem weiteren Eingang des Summiergliedes 25 aufgeschaltet ist.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist folgende:

In der Ausgangsstellung bei abgeschalteter Maschine sind die beiden Arretierungen 6; 7 zwischen Hydromotor 1 und Hubschlitten 5 sowie zwischen Hubschlitten 5 und Maschinengestell 2 geschlossen und die Regelkreiszuschaltung 22 geöffnet. Zur Inbetriebnahme der Maschine wird von der programmierbaren Steuerung 10 der Sollwertgenerator 13 angesteuert, der ein stetiges Sollwertsignal an den Regler 11 ausgibt, in dem es mit dem anliegenden Lageistwert des Weg-Meßwertgebers 8 verglichen wird. Die Regelabweichung am Ausgang des Reglers 11 erreicht bei Synchronität zwischen Sollwert und Lageistwert ein Minimum, welches mittels des Nullkomparators 15 die programmierbare Steuerung 10 aktiviert und diese daraufhin die Sollwertausgabe am Sollwertgenerator 13 stoppt. In diesem erreichten Zustand aktiviert die programmierbare Steuerung 10 die Regelkreiszuschaltung 22 und anschließend das Lösen der Arretierung 7 zwischen Hubschlitten 5 und Maschinengestell 2. Mit erneuter Ansteuerung des Sollwertgenerators 13 durch die programmierbare Steuerung 10, absolviert, durch Ausgabe entsprechender Sollwertverläufe des Sollwertgenerators 13, der translatorische Hydromotor 1 gemeinsam mit Hubschlitten 5 und der Schleifscheibe das Arbeitsprogramm.

Zwecks Einleitung der Verstellung des Hubschlittens 5 am translatorischen Hydromotor 1 hält dieser Antrieb in der Mittelstellung mit dem Lageistwert = 0 an. In dieser Stellung wird von der programmierbaren Steuerung 10 die Arretierung 7 zwischen Hubschlitten 5 und Maschinengestell 2 schließsinnig angesteuert. Gleichzeitig damit wird von der programmierbaren Steuerung 10 der zweite Analogschalter 17 in Stellung „II“ geschaltet und die Speicherzuschaltung 18 aufgetrennt. Damit wird während der zweifachen Arretierung mit dem letzten Wert der Regelabweichung vom aufgeladenen Analogspeicher 19 eine konstante Stellgröße an der servohydraulischen Pumpenverstellung 4 gewährleistet. Danach wird von der programmierbaren Steuerung der Analogschalter 14 in Stellung „I“ geschaltet. Nach erneuter Ansteuerung durch die programmierbare Steuerung 10 gibt der Sollwertgenerator 13 einen stetigen Sollwert an den zweiten Regler 12 aus, an dem auch der Hubschlittenistwert vom Weg-Meßwertgeber 9 anliegt. Die Regelabweichung am Ausgang des Reglers 12 erreicht bei Synchronität zwischen Sollwert und Hubschlittenistwert ein Minimum, das über den Nullkomparator 16 die programmierbare Steuerung 10 aktiviert, worauf diese die Sollwertausgabe am Sollwertgenerator 13 stoppt. Nunmehr werden von der programmierbaren Steuerung 10 die Arretierung 6 zwischen Hydromotor 1 und Hubschlitten 5 sowie der Schalter 27 der Schwerkraft-Kompensationsschaltung 23 im öffnenden Sinne angesteuert. Die entaktivierte geschlossene Speicherzuschaltung 18 bewirkt die Übernahme der Regelabweichung vom Ausgang des zweiten Reglers 12 über den Analogschalter 14 in den Analogspeicher 19 und die stetige Einblendung dieser Stellgröße mittels Rampengenerator 20. Das Ende des Rampenverlaufes wird vom Nullkomparator 21 an die programmierbare Steuerung 10 gemeldet, worauf die Umschaltung des Analogschalters 17 in Stellung „II“ ausgelöst wird. Nunmehr kann ein vom Sollwertgenerator 13 ausgegebener Sollwert den Hydromotor 1 in eine neue Position zum Hubschlitten 5 verfahren. In der erreichten neuen Position erfolgt zunächst durch die programmierbare Steuerung 10 die Ansteuerung der Speicherzuschaltung 18 und die Umschaltung des Analogschalters 17 in Stellung „II“. Anschließend wird von der programmierbaren Steuerung 10 die Arretierung 6 zwischen Hydromotor 1 und Hubschlitten 5 schließsinnig angesteuert und darauffolgend das Schließen des Schalters 27 der Schwerkraft-Kompensationsschaltung 23 ausgelöst. Von der programmierbaren Steuerung 10 aktiviert, erfolgt eine weitere Sollwertausgabe am Sollwertgenerator 13 und im Regler 11 der

Vergleich mit dem Lageistwert des Weg-Meßwertgebers 8. Bei Synchronität bewirkt das Minimum der Regelabweichung durch Nullkomparator 16 die Aktivierung der programmierbaren Steuerung 10, welche ihrerseits das Öffnen der Arretierung 7 zwischen Hub Schlitten 5 und Maschinengestell 2 bewirkt. Die von der Speicherzuschaltung 18 in den Speicher 19 eingegebene aktuelle Regelabweichung wird vom Rampengenerator 20 eingeblendet und mit Erreichen des Minimums vom Nullkomparator 21 an die programmierbare Steuerung 10 signalisiert, die ihrerseits die Umschaltung des Analogschalters 17 in Stellung „I“ sowie die Ausgabe des Sollwertverlaufes für das normale Arbeitsprogramm am Sollwertgenerator 13 bewirkt.

