(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

(12) **PATENTSCHRIFT**

(11) **DD 226 407 B5**

Patent beschränkt aufrechterhalten nach § 12 Abs. 3 ErstrG

(51) Int. Cl.[5]: **G 05 B 13/00**
G 05 B 15/02
G 05 D 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD G 05 B / 265 781 0	30. 07. 84	21. 08. 85	25. 08. 94

(30) Unionspriorität:
–

(72) Erfinder: Ebermann, Joachim, Dipl.-Ing., 09119 Chemnitz, DE; Reinhold, Dieter, Dipl.-Ing., 09120 Chemnitz, DE; Schleicher, Siegfried, Dipl.-Ing., 09113 Chemnitz, DE; Uhlemann, Bernd, 09127 Chemnitz, DE

(73) Patentinhaber: Ebermann, Joachim, Dipl.-Ing., 09119 Chemnitz, DE; Uhlemann, Bernd, 09127 Chemnitz, DE

(54) Lagegeregelter elektrohydraulischer Stellzylinderantrieb

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
Jacobs, M.; Roth, J.; Rechnerunterstützte Auslegung und Realisierung von Regelungskonzepten für elektrohydraulische Antriebe, in: o + p, ölhydraulik und pneumatik, 26. Jahrgang 1982, Nr. 8, S. 579–584
Schulte, A.; Zustandsregelung hydraulischer Schlittenantriebe für Werkzeugmaschinen und automatische Regleranpassung mit Hilfe adaptiver Systeme, in: o + p, ölhydraulik und pneumatik, 26. Jahrgang 1982, Nr. 7, S. 522–526

ISSN 0433-6461

8 Seiten

Patentansprüche:

1. Lagegeregelter elektrohydraulischer Stellzylinderantrieb, bestehend aus einem hydraulischen, einen Schlitten antreibenden Stellzylinder, dem ein mit oder ohne innere Rückführung ausgerüstetes Servoventil vorgeschaltet ist, wobei der Schlitten in einer rechnergestützt und getastet arbeitenden Anordnung mit einem inkrementalen Lage-Ist-Wert-Geber, der pro Tastzyklus ein eine Geschwindigkeit abbildendes Ist-Weg-Inkrement ausgibt, ausgerüstet ist, und der Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers mit dem Subtrahendeneingang eines Differenzbildners, dessen Minuendeneingang an einem Soll-Wert-Geber für das Soll-Wert-Inkrement des Tastzyklusses und dessen Ausgang über ein die Lageabweichung bildendes Integrierglied mit dem Eingang eines Lagereglers verbunden ist, dessen Ausgang auf den Minuendeneingang eines Geschwindigkeitsdifferenzbildners geschaltet ist, dessen Subtrahendeneingang über einen Produktbildner zur Verstärkungsbeeinflussung der Geschwindigkeitsrückführung ebenfalls am Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers angeschlossen ist, und der Ausgang des Geschwindigkeitsdifferenzbildners über einen Geschwindigkeitsregler mit dem Eingang des Servoventils verbunden ist, **gekennzeichnet dadurch,** daß ein erster Eingang eines Adaptionsglieds (13) mit dem Minuendeneingang des Differenzbildners (2) und mit dem Ausgang des Lage-Soll-Wert-Gebers (1), und ein zweiter Eingang des Adaptionsglieds (13) mit dem Subtrahendeneingang des Differenzbildners (2) und mit dem Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers (11) verbunden ist, und der Ausgang des Adaptionsglieds (13) über eine Signalquelle (14) für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung mit dem Verstärkungseingang des Produktbildners (12) verbunden ist.
2. Lagegeregelter elektrohydraulischer Stellzylinderantrieb, bestehend aus einem hydraulischen, einen Schlitten antreibenden Stellzylinder, dem ein mit oder ohne innere Rückführung ausgerüstetes Servoventil vorgeschaltet ist, wobei der Schlitten in einer rechnergestützt und getastet arbeitenden Anordnung mit einem inkrementalen Lage-Ist-Wert-Geber, der pro Tastzyklus ein eine Geschwindigkeit abbildendes Ist-Weg-Inkrement ausgibt, ausgerüstet ist, und der Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers mit dem Subtrahendeneingang eines Differenzbildners, dessen Minuendeneingang an einem Soll-Wert-Geber für das Soll-Weg-Inkrement des Tastzyklusses und dessen Ausgang über ein die Lageabweichung bildendes Integrierglied mit dem Eingang eines Lagereglers verbunden ist, dessen Ausgang auf den Minuendeneingang eines Geschwindigkeitsdifferenzbildners geschaltet ist, dessen Subtrahendeneingang über einen Produktbildner zur Verstärkungsbeeinflussung der Geschwindigkeitsrückführung ebenfalls am Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers angeschlossen ist, und der Ausgang des Geschwindigkeitsdifferenzbildners über einen Geschwindigkeitsregler mit dem Eingang des Servoventils verbunden ist, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Ausgang des Integrierglieds (3) an einem Betragsbildner (19) und dessen Ausgang über eine Signalquelle (14) für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung mit dem Verstärkungseingang des Produktbildners (12) verbunden ist.
3. Lagegeregelter elektrohydraulischer Stellzylinderantrieb nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß der erste Eingang des Adaptionsglieds (13) über einen ersten Betragsbildner (15) mit einem ersten Eingang eines Vergleichers (17) und mit einem ersten Eingang eines Umschalters (18) verbunden ist und der zweite Eingang des Adaptionsglieds (13) über einen zweiten Betragsbildner (16) mit einem zweiten Eingang des Vergleichers (17) und mit einem zweiten Eingang des Umschalters (18) verbunden ist und der Ausgang des Vergleichers (17) mit dem Steuereingang des Umschalters (18) verbunden ist und der Sternpunkt des Umschalters (18) den Ausgang des Adaptionsglieds (13) bildet.
4. Lagegeregelter elektrohydraulischer Stellzylinderantrieb nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Eingang der Signalquelle (14) für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung über einen Schwellwertschalter (20) auf den Steuereingang eines Umschalters (21) geführt ist, der Umschalter (21) über seinen ersten Eingang an einem ersten Signalgeber (22) für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors sowie über seinen zweiten Eingang an einem zweiten Signalgeber (23) für einen niedrigen Wert des Verstärkungsfaktors angeschlossen ist und der Sternpunkt des Umschalters (21) den Ausgang der Signalquelle (14) bildet.

5. Lagegeregelter elektrohydraulischer Stellzylinderantrieb nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Eingang der Signalquelle (14) für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung auf einen ersten Eingang eines Multiplizierglieds (24) und der Ausgang des Multiplizierglieds (24) auf den Subtrahendeneingang eines Subtrahiergliedes (25) geführt ist, ein erster Signalgeber (26) für einen Abschwächungsfaktor mit einem zweiten Eingang des Multiplizierglieds (24) sowie ein zweiter Signalgeber (27) für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors mit dem Minuendeneingang des Subtrahierglieds (25) verbunden ist und der Ausgang des Subtrahierglieds (25) den Ausgang der Signalquelle (14) bildet.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf einen lagegeregelten elektrohydraulischen Stellzylinderantrieb mit einem dem Stellzylinder vorgeschalteten Servoventil, das ohne interne Rückführung sein kann, einem dem Lageregelkreis unterlagerten Geschwindigkeitsregelkreis und einem zwischen Lageregler und Geschwindigkeitsregler angeordneten Geschwindigkeitsdifferenzbildner, wobei die Regelvorgänge rechnergestützt und getastet ablaufen sowie einem Differenzbildner des Lageregelkreises Soll-Weg-Inkremente und Ist-Weg-Inkremente zugeführt werden und ein Integrierglied nachgeschaltet ist, unter Verwendung eines inkrementalen Lage-Ist-Wert-Gebers, der im Tastzyklus ein Ist-Weg-Inkrement ausgibt, das einen Geschwindigkeits-Ist-Wert abbildet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

An einen lagegeregelten Stellzylinderantrieb wird die Forderung gestellt, daß er Positioniervorgänge schnell, überschwingfrei und auch bei kleinsten Vorschubgeschwindigkeiten stetig ausführen soll.
Um dieses dynamische Verhalten zu erreichen, ist es aus der Zeitschrift o + p „ölhydraulik und pneumatik" 1982 Nr.8 Seite 579–584 bereits bekannt, eine mehrschleifige Regelkreisstruktur vorzusehen. Mit der Anzahl der Regelschleifen steigt jedoch der Aufwand. Wird die Regelung rechnergestützt vorgenommen, trägt der Rechner im Umfang der ihm zugeordneten Regelungsaufgaben einen Teil dieses Aufwandes. Er ist aber nur dann wirtschaftlich eingesetzt, wenn er noch andere Aufgaben erfüllt. Das erfordert, die Regelung getastet vorzunehmen und zwischen den dafür reservierten Tastzeitpunkten möglichst große Zeitspannen für die anderen Aufgaben vorzusehen. Das obengenannte dynamische Verhalten des Stellzylinderantriebs läßt sich demgegenüber umso besser erreichen, je kürzer die Tastzeitpunkte für die Regelung voneinander entfernt sind, was nachteiligerweise eine unwirtschaftliche Ausnutzung des Rechners und somit einen zu großen Aufwand bringt.
Aus der Zeitschrift o + p „ölhydraulik und pneumatik" 1982 Nr.7 Seite 524 ist es weiterhin bereits bekannt, das beschriebene dynamische Verhalten dadurch zu erreichen, daß im Stellzylinderantrieb ein Servoventil mit besserer Dynamik eingesetzt wird. Ein solches Servoventil ist mit einer inneren Rückführung ausgestattet und aufwendiger als ein herkömmliches einfaches Servoventil.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist, das gewünschte dynamische Verhalten mit einem geringeren Aufwand zu erreichen und dabei auch mit einem einfachen Servoventil ohne innere Rückführung auszukommen.

Darstellung des Wesens der Erfindung

Die Ursache des in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen aufgezeigten Mangels besteht in der unzureichenden Aufwandsoptimierung zufolge entgegengesetzt wirkender Einflußfaktoren.
Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine rechnergestützt und getastet arbeitende Regelung für einen lagegeregelten elektrohydraulischen Stellzylinderantrieb, bestehend aus einem hydraulischen, einen Schlitten antreibenden Stellzylinder, dem ein mit oder ohne innere Rückführung ausgerüstetes Servoventil vorgeschaltet ist, wobei der Schlitten mit einem inkrementalen Lage-Ist-Wert-Geber,der pro Tastzyklus ein eine Geschwindigkeit abbildendes Ist-Weg-Inkrement ausgibt, ausgerüstet ist, und der Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers mit dem Subtrahendeneingang eines Differenzbildners, dessen Minuendeneingang an einem Sollwertgeber für das Sollweginkrement des Tastzyklusses und dessen Ausgang über ein die Lageabweichung bildendes Integrierglied mit dem Eingang eines Lagereglers verbunden ist, dessen Ausgang auf den Minuendeneingang eines Geschwindigkeitsdifferenzbildners geschaltet ist, dessen Subtrahendeneingang über einen Produktbildner zur Verstärkungsbeeinflussung der Geschwindigkeitsrückführung ebenfalls am Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers angeschlossen ist, und der Ausgang des Geschwindigkeitsdifferenzbildners über einen Geschwindigkeitsregler mit dem Eingang des Servoventils verbunden ist, so zu gestalten, daß bei langen Tastzeiten schnell und überschwingfrei positioniert werden kann und auch bei kleinsten Vorschubgeschwindigkeiten die Bewegung stetig verläuft.
In einer ersten erfindungsgemäßen Lösung wird das dadurch erreicht, daß ein erster Eingang eines Adaptionsglieds mit dem Minuendeneingang des Differenzbildners und mit dem Ausgang des Lage-Soll-Wert-Gebers, und ein zweiter Eingang des Adaptionsglieds mit dem Subtrahendeneingang des Differenzbildners und mit dem Ausgang des Lage-Ist-Wert-Gebers

verbunden ist, und der Ausgang des Adaptionsglieds über eine Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung mit dem Verstärkungseingang des Produktbildners verbunden ist.
Dabei ist das Adaptionsglied intern von seinem ersten Eingang aus über einen ersten Betragsbildner mit einem ersten Eingang eines Umschalters sowie von seinem zweiten Eingang aus über einen zweiten Betragsbildner mit einem zweiten Eingang des Vergleichers und mit einem zweiten Eingang des Umschalters verbunden, wobei der Ausgang des Vergleichers mit dem Steuereingang des Umschalters verbunden ist und der Sternpunkt des Umschalters den Ausgang des Adaptionsglieds bildet.
Die Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung ist in einer ersten vorteilhaften Ausführung intern von ihrem Eingang aus über einen Schwellwertschalter auf den Steuereingang eines Umschalters geführt, wobei der Umschalter über seinen ersten Eingang an einem ersten Signalgeber für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors sowie über seinen zweiten Eingang an einem zweiten Signalgeber für einen niedrigen Wert des Verstärkungsfaktors angeschlossen ist und der Sternpunkt des Umschalters den Ausgang der Signalquelle bildet.
Die Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung ist in einer zweiten vorteilhaften Ausführung intern von ihrem Eingang aus auf einen ersten Eingang eines Multiplizierglieds und der Ausgang des Multiplizierglieds auf den Subtrahendeneingang eines Subtrahiergliedes geführt, wobei ein erster Signalgeber für einen Abschwächungsfaktor mit einem zweiten Eingang des Multiplizierglieds sowie ein zweiter Signalgeber für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors mit dem Minuendeneingang des Subtrahierglieds verbunden ist und der Ausgang des Subtrahierglieds den Ausgang der Signalquelle bildet.
In einer zweiten erfindungsgemäßen Lösung wird das dadurch erreicht, daß der Ausgang des Integrierglieds an einem Betragsbildner und dessen Ausgang über eine Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung mit dem Verstärkungseingang des Produktbildners verbunden ist. Die weitere innere Ausgestaltung der Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung erfolgt in den gleichen vorteilhaften Ausführungen wie bei der ersten erfindungsgemäßen Lösung.
Die erfindungsgemäßen Lösungen beeinflussen in Abhängigkeit von der geschwindigkeitsgemäßen Aussteuerung des Servoventils den Stellzylinder derart, daß in der Nähe der geschlossenen Stellung des Servoventils eine sehr hohe Verstärkung besteht.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1: ein Blockschaltbild des Lageregelkreises mit dem elektrohydraulischen Stellzylinderantrieb
Fig. 2: einen Ausschnitt aus Fig. 1 mit einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Adaptionsglieds
Fig. 3: einen Ausschnitt aus Fig. 1 mit einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Adaptionsglieds
Fig. 4: eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung
Fig. 5: eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Signalquelle für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung.

Gemäß Figur 1 ist an einem Soll-Wert-Geber 1 der Minuendeneingang eines Differenzbildners 2 angeschlossen. Dem Differenzbildner 2 sind seriell ein Integrierglied 3 und ein Lageregler 4 nachgeordnet. Ein Geschwindigkeitsdifferenzbildner 5 ist über seinen Minuendeneingang am Lageregler 4 angeschlossen und ausgangsseitig auf einen Geschwindigkeitsregler 6 geführt. Ein elektrohydraulischer Antrieb enthält ein Servoventil 7, eine Dämpfungsdrossel 8 und einen Stellzylinder 9. Das Servoventil 7 ist am Geschwindigkeitsregler 6 angeschlossen und der Stellzylinder 9 mit dem Schlitten 10 einer Werkzeugmaschine gekoppelt. Von einem inkrementalen Lage-Ist-Wert-Geber 11, dessen verschiebbarer Teil fest mit dem Schlitten 10 verbunden ist, führt eine Verbindung zum Subtrahendeneingang des Differenzbildners 2 zurück und schließt den Lageregelkreis.
Dem Lageregelkreis ist ein Geschwindigkeitsregelkreis unterlagert, wobei ein Produktbildner 12 mit seinem ersten Eingang am Lageistwertgeber 11 angeschlossen und ausgangsseitig mit dem Subtrahendeneingang des Geschwindigkeitsdifferenzbildners 5 verbunden ist.
Ein Adaptionsglied 13 ist mit zwei Eingängen versehen. Der erste Eingang ist am Soll-Wert-Geber 1 und der zweite Eingang am Lage-Ist-Wert-Geber 11 angeschlossen. Eine Signalquelle 14 für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung verbindet den Ausgang des Adaptionsglieds 13 mit dem zweiten Eingang des Produktbildners 12.
Das Adaptionsglied 13 weist gemäß Figur 2 am ersten Eingang einen ersten Betragsbildner 15 und am zweiten Eingang einen zweiten Betragsbildner 16 auf. Ein Vergleicher 17 und ein erster Umschalter 18 sind jeweils mit ihrem ersten Eingang parallel am ersten Betragsbildner 15 sowie jeweils mit ihrem zweiten Eingang parallel am zweiten Betragsbildner 16 angeschlossen. Der Ausgang des Vergleichers 17 ist mit dem Steuereingang des ersten Umschalters 18 verbunden, dessen Sternpunkt den Ausgang des Adaptionsglieds 13 bildet.
Gemäß Figur 3 setzt sich das Adaptionsglied 13 in einer alternativen Ausführungsform aus dem Differenzbildner 2 und dem nachgeschalteten Integrierglied 3 zusammen.
Dabei sind sowohl der Lageregler 4 als auch die Signalquelle 14 für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung am Integrierglied 3 angeschlossen, da dessen Ausgang den Ausgang des Adaptionsglieds 13 bildet.
Die Signalquelle 14 für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung enthält gemäß Figur 4 eingangsseitig einen dritten Betragsbildner 19. Diesem ist ein Schwellwertschalter 20 mit einstellbarer Schaltschwelle nachgeordnet. Ein zweiter Umschalter 21 ist mit seinem ersten Eingang an einem ersten Signalgeber 22 für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors sowie mit seinem zweiten Eingang an einem zweiten Signalgeber 23 für einen niedrigen Wert des Verstärkungsfaktors angeschlossen. Der Sternpunkt des zweiten Umschalters 21 bildet den Ausgang der Signalquelle 14.
Gemäß Figur 5 ist dem dritten Betragsbildner 19 in einer alternativen Ausführungsform der Signalquelle 14 für den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung der erste Eingang eines Multiplizierglieds 24 nachgeschaltet. Der Ausgang des Multiplizierglieds 24 ist mit dem Subtrahendeneingang eines Subtrahierglieds 25 verbunden. Der zweite Eingang des

Multiplizierglieds 24 ist an einem dritten Signalgeber 26 für einen Abschwächungsfaktor angeschlossen, der Minuendeneingang des Subtrahierglieds 25 an einem vierten Signalgeber 27 für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors. Der Ausgang des Subtrahierglieds 25 bildet den Ausgang der Signalquelle 14.
Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Lösung ist wie folgt:
Der Lageregelkreis wird getastet betrieben. Dadurch entspricht jeweils ein Geschwindigkeitswert dem vom Soll-Wert-Geber 1 pro Tastzyklus ausgegebenen Soll-Weg-Inkrement beziehungsweise dem vom Lage-Ist-Wert-Geber 11 pro Tastzyklus ausgegebenen Ist-Weg-Inkrement. Tastzeitbezogen ermittelt der Differenzbildner 2 somit eine Differenzgeschwindigkeit. Das Integrierglied 3 ist ein Summationsregister, bildet das Integral der Differenzgeschwindigkeit und erzeugt ein Ausgangssignal, das dem Lagefehler entspricht. Dieser ist bei einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit des Schlittens 10 groß und beim Bewegungsstillstand Null.
Das Adaptionsglied 13 paßt den Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung, der von der Signalquelle 14 erzeugt wird, an die jeweilige Bewegungsgeschwindigkeit des Stellzylinderantriebs an.
Das Adaptionsglied 13 erfaßt zur komplexen Berücksichtigung dieser Bewegungsgeschwindigkeit sowohl deren Ist-Wert als auch deren Soll-Wert. Es gibt bei einer großen Ist-Wert-mäßigen oder Soll-Wert-mäßigen Bewegungsgeschwindigkeit einen großen Wert aus und umgekehrt.
In seiner Ausführungsform gemäß Figur 2 geschieht das dadurch, daß der Vergleicher 17 den ersten Umschalter 18 jeweils in diejenige Stellung bringt, in der der jeweils größere Betrag der Eingangsgrößen, das heißt des Soll-Weg-Inkrements und des Ist-Weg-Inkrements, im jeweiligen Tastzyklus zum Ausgang des Adaptionsglieds 13 gelangt.
Dieser größere Betrag wird indirekt in der Größe des Lagefehlers abgebildet und gemäß Figur 3 in einer anderen Form genutzt.
Der Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung wird in der Signalquelle 14 erzeugt. Weist diese die Ausführungsform gemäß Figur 4 auf, dann handelt es sich um zwei diskrete Werte des Verstärkungsfaktors. Der zweite Umschalter 21 verbindet in seiner Ruhelage den ersten Signalgeber 22 für einen hohen Wert des Verstärkungsfaktors mit dem Ausgang der Signalquelle 14. Erst wenn das Ausgangssignal des Adaptionsglieds 13 eine bestimmte Größe erreicht und dadurch die eingestellte Schaltschwelle des Schwellwertschalters 20 überschritten wird, wechselt der zweite Umschalter 21 vom ersten Signalgeber 22 zum zweiten Signalgeber 23, der einen Verstärkungsfaktor mit niedrigem Wert ausgibt.
In der Ausführungsform gemäß Figur 5 wird anstelle zweier diskreter Verstärkungsfaktoren ein einziger, jedoch in beliebiger Größe einstellbarer Verstärkungsfaktor wirksam. Der Grundwert dieses Verstärkungsfaktors wird vom vierten Signalgeber 27 geliefert. Seine beliebig reduzierbare Größe entsteht mit Hilfe des dritten Signalgebers 26, der einen einstellbaren Abschwächungsfaktor erzeugt und denselben über das Multiplizierglied 24 im Subtrahierglied 25 wirksam macht.
Der von der Signalquelle 14 ausgegebene Verstärkungsfaktor hat eine zum Ausgangssignal des Adaptionsglieds 13 umgekehrt proportionale Größe. Je geringer beispielsweise der Lagefehler ist, desto größer kommt der Verstärkungsfaktor der Geschwindigkeitsrückführung zustande. Der Funktionskomplex des Adaptionsglieds 13 und der Signalquelle 14 arbeitet gleichermaßen, wenn anstelle des Lagefehlers von der Bewegungsgeschwindigkeit ausgegangen wird. Die Bedingung zur Realisierung einer erhöhten Geschwindigkeitsrückführverstärkung ist bei niedrigen Vorgabe- und Ist-Werten für die Bewegungsgeschwindigkeit des Schlittens 10 erfüllt und bewirkt dort eine hohe Bewegungsstetigkeit. Sie ist damit auch in oder nahe der Zielposition erfüllt und verhindert dort ein Überschwingen.
Die Länge der Tastzeit kann durch die eingeführten Schaltungsveränderungen im Lageregelkreis verlängert werden. Damit entstehen in einem Tastzyklus freie Zeitanteile, die bei einer rechnergestützten Ausführung des Lageregelkreises vom Rechner für andere Aufgaben genutzt werden können, so daß zugleich ein wirtschaftlicher Einsatz des Rechners gesichert wird.

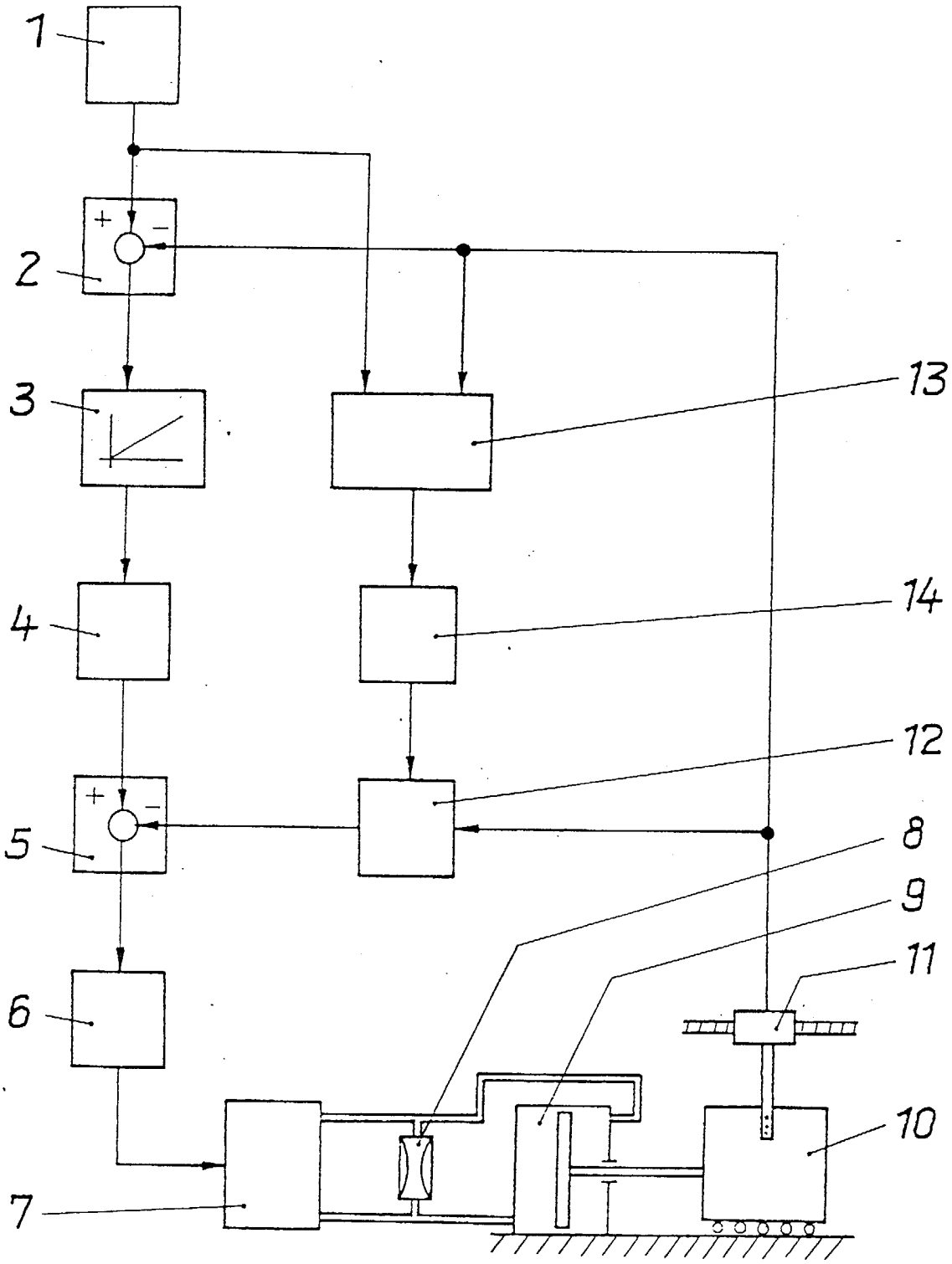


Fig. 1

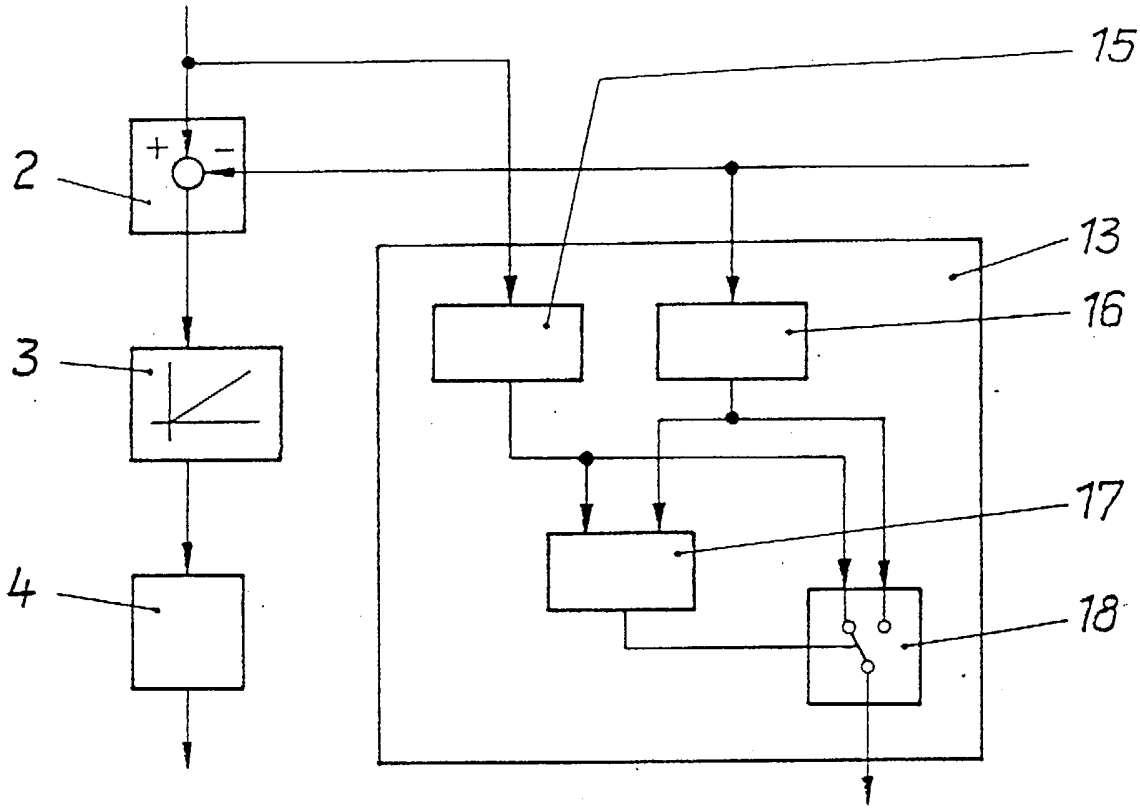


Fig. 2

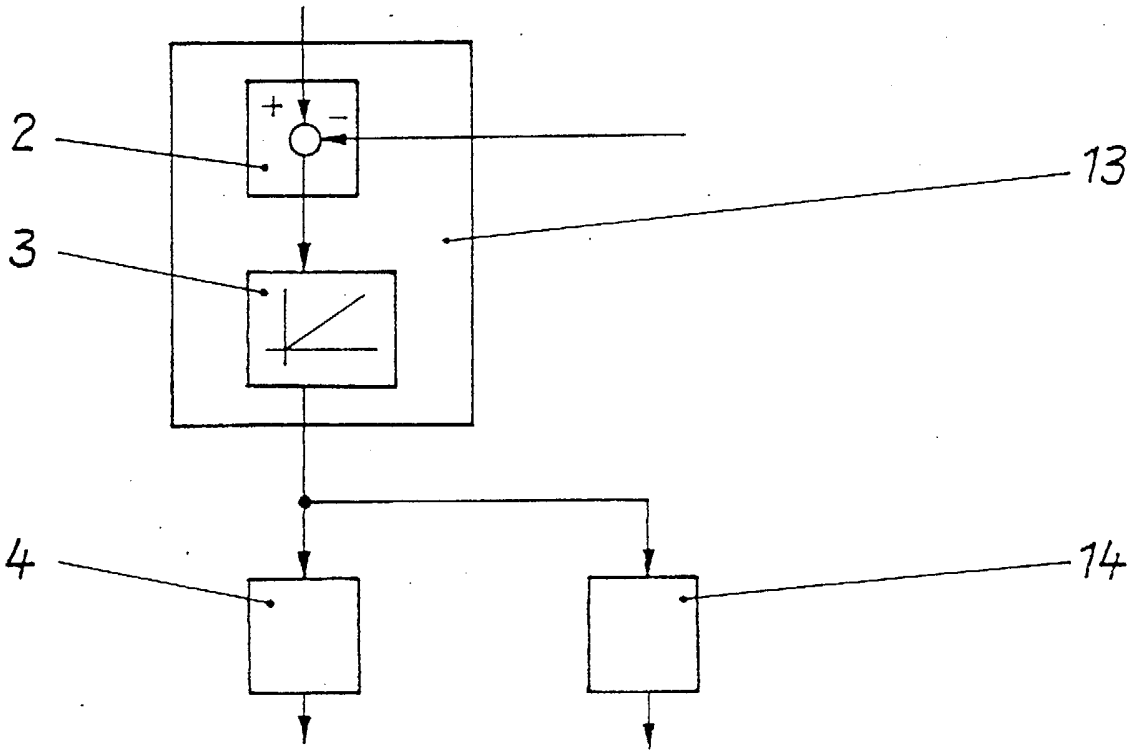


Fig. 3

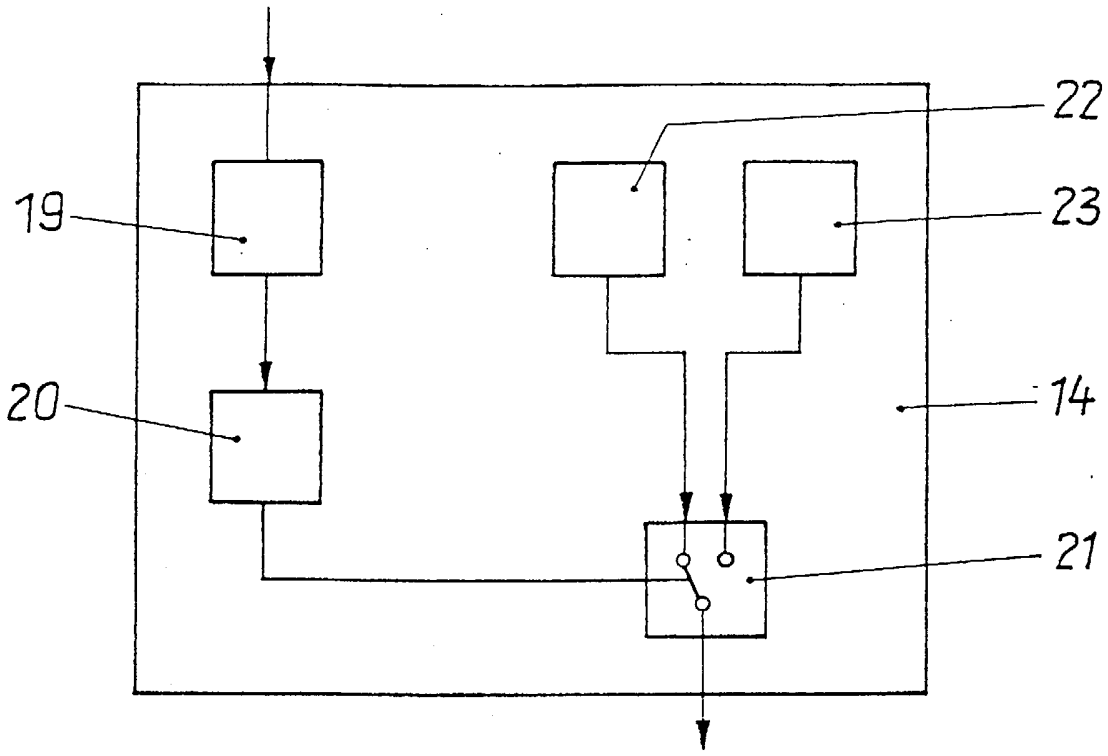


Fig. 4

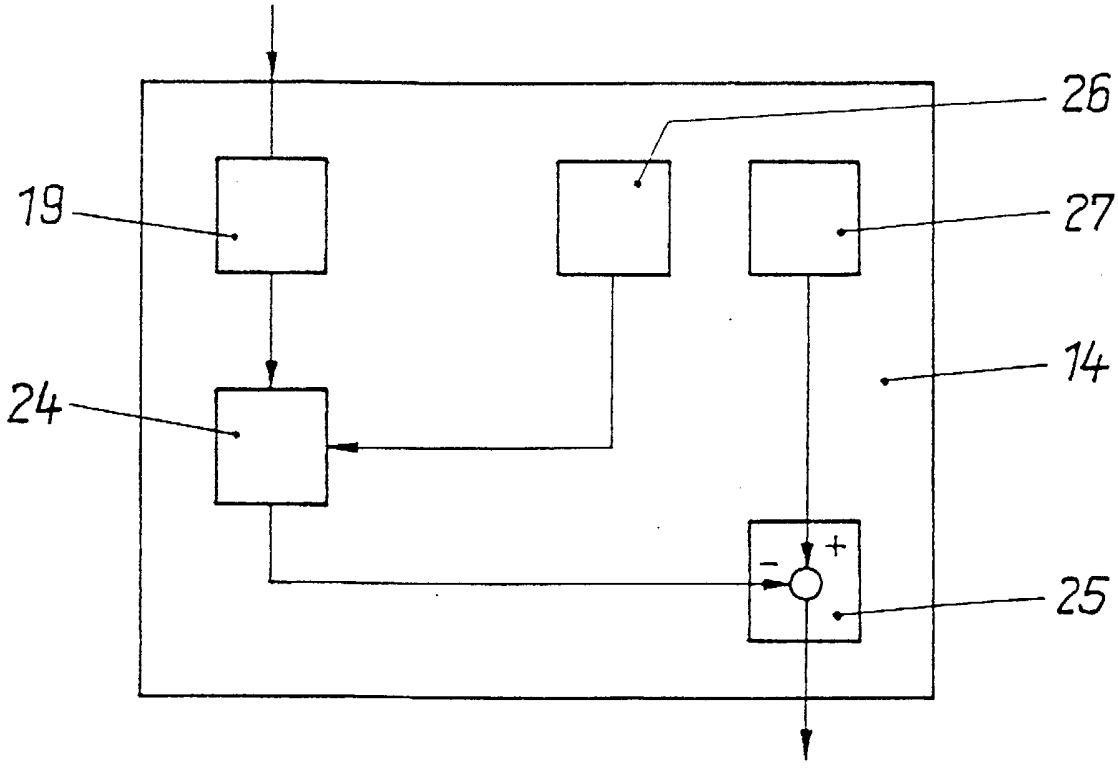


Fig. 5