



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

214 951

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) G 05 B 19/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 B/ 2502 022

(22) 26.04.83

(44) 24.10.84

(71) FZ DES WERKZEUGMASCHINENBAUES KARL-MARX-STADT, DD  
(72) BITTNER, PETER, DIPL.-ING.; KELLER, JOCHEN, DIPL.-ING.; SCHLEICHER, SIEGFRIED, DIPL.-ING.;  
UHLEMANN, BERND, DD;

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR VERBESSERUNG DER POSITIONIERGENAUIGKEIT

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen getasteten betriebenen Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung. Dem Differenzbildner zur Ermittlung der Regelabweichung ist der Lageregler nachgeschaltet, der ein Integrierglied und ein Addierglied enthält. Am Ausgang des Integrierglieds ist ein Richtungsdekoder angeschlossen. Verwendung finden eine Konstantsignalquelle zur Generierung eines Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors sowie ein Produktbildner zur Verrechnung des Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors. Ziel der Erfindung ist es, die Verbesserung der Positioniergenauigkeit weiter auszudehnen. Es wird die Aufgabe gelöst, die im Lageregler strukturell begründete und im Zusammenhang mit einer Umkehr der Bewegungsrichtung auftretende Positioniergenauigkeit abzubauen. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß zwischen der Konstantsignalquelle und dem zweiten Eingang des Addierglieds die Reihenschaltung eines Signalformungsglieds und eines Richtungsmodifikators vorgesehen, der Richtungsmodifikator steuerseitig mit dem Ausgang des Richtungsdekoders verbunden, der Produktbildner dem Addierglied ausgangsseitig angefügt und ein Selektionsglied dem Produktbildner nachgeschaltet ist. Die Erfindung ist bei einem getastet betriebenen Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung anwendbar. Figur

(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

# PATENTSCHRIFT



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

214 951

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) G 05 B 19/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 B/ 2502 022

(22) 26.04.83

(44) 24.10.84

(71) FZ DES WERKZEUGMASCHINENBAUES KARL-MARX-STADT, DD  
(72) BITTNER, PETER, DIPL.-ING.; KELLER, JOCHEN, DIPL.-ING.; SCHLEICHER, SIEGFRIED, DIPL.-ING.;  
UHLEMANN, BERND, DD;

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR VERBESSERUNG DER POSITIONIERGENAUIGKEIT

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen getasteten betriebenen Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung. Dem Differenzbildner zur Ermittlung der Regelabweichung ist der Lageregler nachgeschaltet, der ein Integrierglied und ein Addierglied enthält. Am Ausgang des Integrierglieds ist ein Richtungsdekoder angeschlossen. Verwendung finden eine Konstantsignalquelle zur Generierung eines Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors sowie ein Produktbildner zur Verrechnung des Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors. Ziel der Erfindung ist es, die Verbesserung der Positioniergenauigkeit weiter auszudehnen. Es wird die Aufgabe gelöst, die im Lageregler strukturell begründete und im Zusammenhang mit einer Umkehr der Bewegungsrichtung auftretende Positioniergenauigkeit abzubauen. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß zwischen der Konstantsignalquelle und dem zweiten Eingang des Addiergliedes die Reihenschaltung eines Signalformungsglieds und eines Richtungsmodifikators vorgesehen, der Richtungsmodifikator steuerseitig mit dem Ausgang des Richtungsdekoders verbunden, der Produktbildner dem Addierglied ausgangsseitig angefügt und ein Selektionsglied dem Produktbildner nachgeschaltet ist. Die Erfindung ist bei einem getastet betriebenen Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung anwendbar. Figur

Zur PS Nr. 214 951

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd. Ges. z. Pat. Ges.)

... ..

## Titel der Erfindung

Schaltungsanordnung zur Verbesserung der Positioniergenauigkeit

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist ein getastet betriebener Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung. Die Regelabweichung wird von einem Differenzbildner ermittelt, dem ein Lageregler nachgeschaltet ist, der seriell angeordnet ein Integrierglied und ein Addierglied enthält. Die Schaltungsanordnung enthält weiterhin einen Richtungsdekoder.

Verwendung finden eine Konstantsignalquelle zur Generierung eines Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors und ein Produktbildner zur Verrechnung des Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Vordringliches Anliegen bei einem lagegeregelten Antrieb ist es, ein günstiges dynamisches Verhalten im gesamten Geschwindigkeitsbereich zu sichern. Dabei sollen kurze Verfahrzeiten realisiert werden, ohne daß hierbei kurzzeitig eine zu hohe Anfahr- und Bremsbeschleunigung und in der Zielposition ein Überschwingen eintritt. Diesem Anliegen ist der Geschwindigkeitsverstärkungsfaktor im Lageregelkreis anzupassen. Das schließt die Verstärkungsfaktoren im Lage-

regler ein. Unter Umständen wird eine dabei entstehende Positionierungengenauigkeit in Kauf genommen. Diese Positionierungengenauigkeit ist in der Existenz des Lageregelkreises, das heißt schaltungsstrukturell begründet. Sie entsteht unabhängig von solchen Positionierfehlern, deren Ursache physikalische Eigenschaften mechanischer, elektrischer oder elektronischer Bauelemente oder Baugruppen sind (z.B. Getriebeleose, Drift von D/A-Wandlern).

Zum Abbau von Positionierungengenauigkeiten, die von den letztgenannten physikalischen Bauteileigenschaften verursacht werden, sind bereits Lösungen bekannt. So ist beispielsweise in DD 150 805 ein getastet betriebener Lageregelkreis beschrieben, der einen Differenzbildner zur Ermittlung der Regelabweichung sowie einem dem Differenzbildner nachgeschalteten Lageregler enthält. Zwischen beiden sind in serieller Anordnung ein Integrierglied und ein Addierglied vorgesehen, die bei entsprechender Interpretation als zum Lageregler gehörig aufgefaßt werden können. Mit dem Minuendeneingang des Differenzbildners ist der Eingang eines Richtungsdekoders verbunden, der ein richtungsabhängiges Steuerungssignal ausgibt. Dem Addierglied wird als Summand ein Korrekturwert zugeführt, wodurch sich die Positionierungengenauigkeit einer numerischen Steuereinrichtung verbessert, der der Lageregelkreis angehört. Der Korrekturwert reduziert die von mechanischen Gliedern verursachten richtungsabhängigen Positionierungengenauigkeiten sowie gleichzeitig die von elektrischen und elektronischen Bauelementen und Baugruppen verursachten temperaturabhängigen Positionierfehler.

Nachteiligerweise beschränken sich die Korrekturmaßnahmen auf die genannten Fehler und schließen die im Lageregelkreis strukturell begründeten Positionierungengenauigkeiten nur für diejenige Lageregelkreiseinstellung ein, bei der sie ermittelt wurden. Eine Veränderung dieser Einstellung müßte bei jeder neuen Antriebsoptimierung erfolgen, was tatsächlich aber in der Praxis meist unterbleibt, so daß dann die Korrektur fehlerbehaftet ausgeführt wird.

Obwohl diese Positionierungengenauigkeiten bei eingestelltem

Lageregelkreis mit in die bekannten Korrekturmaßnahmen einbezogen werden, ist nicht gewährleistet, daß der Nachlaufweg im Lageregler bei Stillstand zu Null wird. Somit kann der Nachlaufweg, der die Differenz zwischen Sollweg und Istweg darstellt, nicht als sicheres Kennzeichen für den Abgleich im Lageregelkreis dienen.

Aus DD 138 448 ist es bereits weiterhin bekannt, den einem Lageregelkreis zugeführten Geschwindigkeitssollwert mit einem Verstärkungsfaktor zu beaufschlagen, der von einer Konstantensignalquelle erzeugt und nach erfolgter Modifikation seitens eines Funktionsbildners in einen Produktbildner eingegeben wird.

#### Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll erreicht werden, die Verbesserung der Positioniergenauigkeit weiter auszudehnen.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen beschriebene Mangel hat seine Ursache in der unvollständigen Berücksichtigung der verschiedenartigen Ursachen für die Positionierungenauigkeit.

Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur Verbesserung der Positioniergenauigkeit, die ein getastet betriebener Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung erreicht, mit einem Differenzbildner zur Ermittlung der Regelabweichung, einem dem Differenzbildner nachgeschalteten Lageregler, der seriell angeordnet ein Integrierglied und ein Addierglied enthält, und mit einem Richtungsdekoder, unter Verwendung einer Konstantensignalquelle zur Generierung eines Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors und eines Produktbildners zur Verrechnung des Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors, zu schaffen, die die im Lageregler strukturell begründete und im Zusammenhang mit einer Umkehr der Bewegungsrichtung auftretende Positionierungenauigkeit abbaut.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß zwischen der Konstantensignalquelle und dem zweiten Eingang des Addierglieds die Reihenschaltung eines Signalformungsglieds und eines Richtungsmodifikators vorgesehen, der Steuereingang des Richtungsmodifikators mit dem Ausgang des Richtungsdekoders verbunden, der Produktbildner dem Addierglied ausgangsseitig angefügt und ein Selektionsglied dem Produktbildner nachgeschaltet ist.

In vorteilhafter Weise ist das Signalformungsglied aus der Reihenschaltung eines Reziprokwertbildners, eines Rundungsglieds oder Dekrementierglieds sowie eines Speichers zusammengesetzt.

Die Lösung bewirkt, daß auch bei Richtungsumkehr durch jedes vom Interpolator ausgegebene Sollweginkrement verschieden von Null ein verändertes Steuersignal für den Antrieb gebildet wird, demzufolge jede noch bestehende Wegdifferenz bis zur Zielposition abgebaut wird.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an nachfolgendem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die Figur zeigt ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

An einem Interpolator 1 einer numerischen Steuerung ist der Minuendeneingang eines Differenzbildners 2 angeschlossen. Dem Differenzbildner 2 folgt ausgangsseitig die Reihenschaltung eines Integrierglieds 3, eines mit seinem ersten Eingang angeschlossenen Addierglieds 4, eines ebenfalls mit seinem ersten Eingang angeschlossenen Produktbildners 5, eines Selektionsglieds 6, eines D/A-Wandlers 7 und eines Antriebs 8. Das Integrierglied 3, das Addierglied 4, der Produktbildner 5 und das Selektionsglied 6 sind Bestandteile eines Lagereglers 9. Eine mit dem Antrieb 8 gekoppelte Wegmeßeinrichtung 10 ist ausgangsseitig mit dem Subtrahendeneingang des Differenzbildners 2 verbunden.

An einer Konstantensignalquelle 11 sind der zweite Eingang des Produktbildners 5 sowie ein Signalformungsglied 12 angeschlossen, das die Reihenschaltung eines Reziprokwertbild-

ners 13, eines Rundungsgliedes 14 und eines Speichers 15 enthält. Dem Signalformungsglied 12 ist ein Richtungsmodifikator 16 nachgeschaltet, zu dem ein Vorzeichenwandler 17 gehört. Der Ausgang des Richtungsmodifikators 16 ist mit dem zweiten Eingang des Addierglieds 4 verbunden, der Steuereingang des Richtungsmodifikators 16 an einem Richtungsdekoder 18 angeschlossen, der dem Integrierglied 3 nachgeschaltet ist.

Die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung ist wie folgt: Vor Beginn der ersten Bewegung wird, gesteuert durch eine nicht dargestellte Ablaufsteuerung, die Unempfindlichkeit des Lageregelkreises automatisch ermittelt, um sie dann bei Bewegung korrigierend zu berücksichtigen. Dazu wird im rückgesetzten Zustand des Integrierglieds 3 und des Speichers 15 auf Null das Signalformungsglied 12 aktiviert. Dieses übernimmt den Geschwindigkeitsverstärkungsfaktor  $k$ , der gleichzeitig auch am zweiten Eingang des Produktbildners 5 ansteht, und bildet im Reziprokwertbildner 13 den Wert  $1/k > 1$ . Dieser Wert wird im Rundungsglied 14 auf den nächst kleineren ganzzahligen Wert abgerundet und danach im Speicher 15 abgelegt.

Bei realer Bewegung wird im Differenzbildner 2 die Differenz aus dem Sollweginkrement des Interpolators 1 und dem Istweginkrement der Wegmeßeinrichtung 10 gebildet und im Integrierglied 3 als Nachlaufweg des Lageregelkreises aufsummiert. Im Addierglied 4 wird zu den aufsummierten Nachlaufwegrasterinkrementen der Inhalt des Speichers 15 in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Richtungsdekorders 18 unnegiert oder negiert addiert.

Der Richtungsdekoder 18 steuert den Richtungsmodifikator 16 so, daß der Inhalt des Speichers 15 bei positiv gerichteten Sollweginkrementen ungleich Null des Interpolators 1 unnegiert an den zweiten Eingang des Addierglieds 4 geführt wird, bei negativ gerichteten Sollweginkrementen ungleich Null des Interpolators 1 dagegen negiert. Gibt der Interpolator 1 ein Sollweginkrement der Größe Null aus, so bleibt die im Richtungsdekoder 18 zuletzt festgestellte Richtung bestimmend.

Im Produktbildner 5 wird die vom Addierglied 4 ausgegebene Summe mit dem Geschwindigkeitsverstärkungsfaktor  $k$  multipliziert. Das Produkt wird vom Selektionsglied 6 nur in den höherwertigen Bitstellen durchgelassen, die der Auflösung des D/A-Wandlers 7 entsprechen.

Die Schaltungsanordnung bewirkt, daß durch jedes vom Interpolator 1 vorgegebene Sollwegrasterinkrement auch bei Richtungsumkehr über den D/A-Wandler 7 ein verändertes Steuersignal für den Antrieb 8 gebildet wird. Ansprechschwelle für die Bildung dieses Steuersignals ist ein Sollwegrasterinkrement. Dies geschieht unabhängig von der gewählten Lageregelkreisverstärkung, von der Auflösung des D/A-Wandlers 7 und von der zulässigen maximalen Verfahrensgeschwindigkeit. Strukturbedingte Positionierungenauigkeiten bei Richtungsumkehr treten nicht mehr auf.

Anstelle des Rundungsglieds 14 kann auch ein Dekrementierglied eingesetzt werden. In diesem Fall wird der vom Reziprokwertbildner 13 ausgegebene Wert  $1/k > 1$  um ein ganzzahliges Wegrasterinkrement reduziert und die dekrementierte Zahl im Speicher 15 abgelegt.

## Erfindungsanspruch

1. Schaltungsanordnung zur Verbesserung der Positioniergenauigkeit, die ein getastet betriebener Lageregelkreis in einer numerischen Steuereinrichtung erreicht, mit einem Differenzbildner zur Ermittlung der Regelabweichung, einem dem Differenzbildner nachgeschalteten Lageregler, der seriell angeordnet ein Integrierglied und ein Addierglied enthält, und mit einem Richtungsdekoder, unter Verwendung einer Konstantesignalquelle zur Generierung eines Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors und eines Produktbildners zur Verrechnung des Geschwindigkeitsverstärkungsfaktors, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen der Konstantesignalquelle (11) und dem zweiten Eingang des Addierglieds (4) die Reihenschaltung eines Signalformungsglieds (12) und eines Richtungsmodifikators (16) vorgesehen, der Steuereingang des Richtungsmodifikators (16) mit dem Ausgang des Richtungsdekoders (18) verbunden, der Produktbildner (5) dem Addierglied (4) ausgangsseitig angefügt und ein Selektionsglied (6) dem Produktbildner (5) nachgeschaltet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Signalformungsglied (12) aus der Reihenschaltung eines Reziprokwertbildners (13), eines Rundungsglieds (14) oder Dekrementierglieds sowie eines Speichers (15) zusammengesetzt ist.

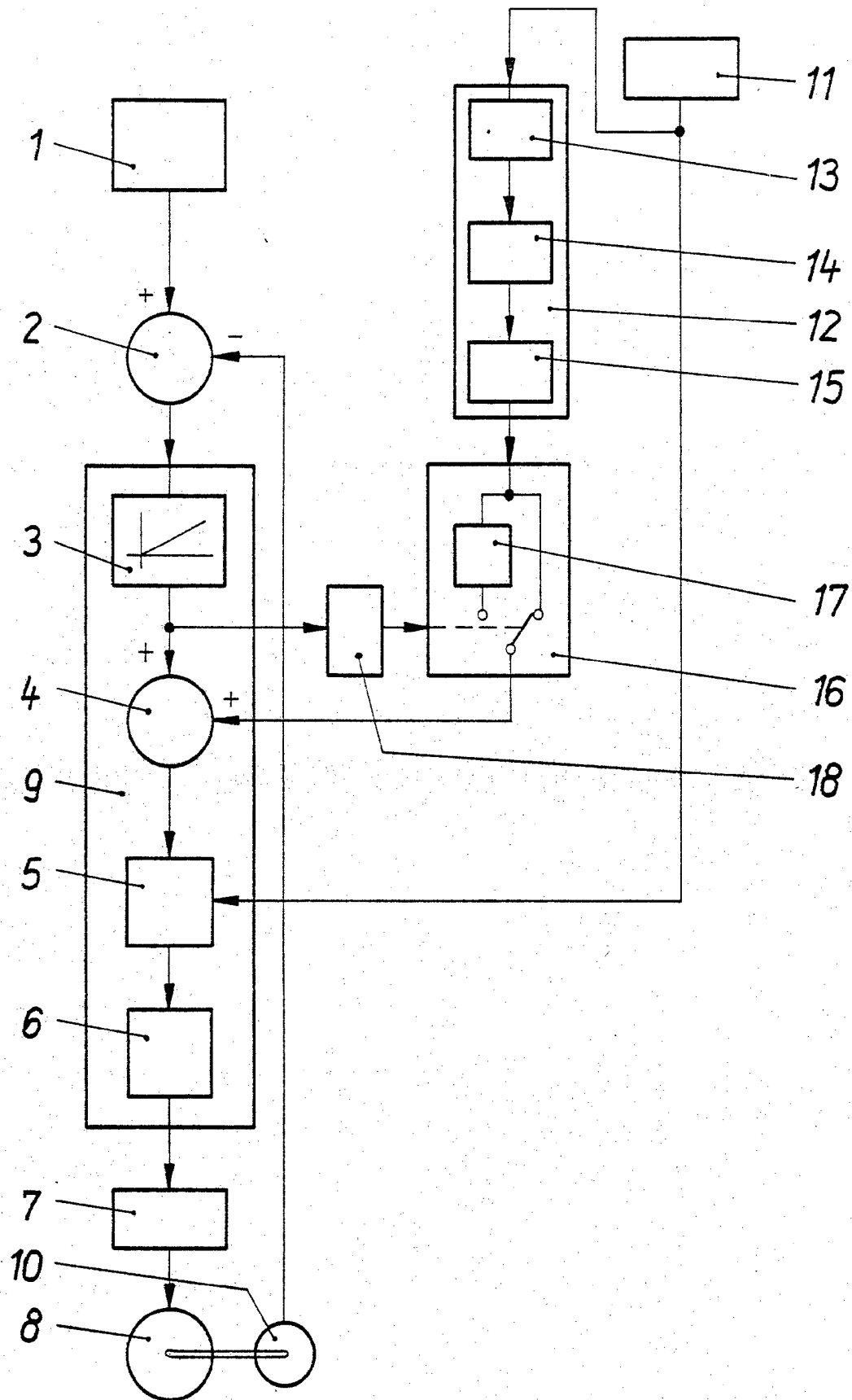


Fig.