



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **214 950 B1**

4(51) **G 05 B 19/18**
G 05 B 19/41

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP G 05 B / 250 201 4	(22)	26.04.83	(45)	05.08.87
				(44)	24.10.84

(71)	siehe (72)
(72)	Bittner, Peter, Dipl.-Ing.; 9047 Karl-Marx-Stadt, Wilhelm-Firl-Straße 30 Keller, Jochen, Dipl.-Ing.; Schleicher, Siegfried, Dipl.-Ing.; Uhlemann, Bernd, DD

(54)	Schaltungsanordnung zur Bildung eines Korrekturwertes in einer Anordnung zur Glättung von Bewegungssollwerten
------	--

Erfindungsanspruch:

Schaltungsanordnung zur Bildung eines Korrekturwerts in einer Anordnung zur Glättung von Bewegungssollwerten, die in einer mit einem Lagestellantrieb versehenen numerischen Steuerung von einem Interpolator erzeugt und dem Lagestellantrieb vorgegeben werden, mit einer zwischen dem Interpolator und dem Lagestellantrieb vorgesehenen Reihenschaltung eines Differenzbildners, eines Integrierglieds und eines Produktbildners, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang eines Funktionsbildners verbunden und dessen Ausgang auf den Lagestellantrieb sowie auf den Subtrahendeneingang des Differenzbildners geschaltet ist, unter Verwendung eines Addierglieds für ein von einem Richtungsdekoder gesteuertes richtungsabhängiges Zuaddieren eines Korrekturwerts aus einem Speicher, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Ausgangssignal des Funktionsbildners (7) auf den Eingang eines Reziprokwertbildners (10) geschaltet, am Ausgang des Reziprokwertbildners (10) ein Rundungs- und Dekrementierglied (11) angeschlossen und der Ausgang des Rundungs- und Dekrementierglieds (11) mit dem Eingang des Speichers (12) verbunden ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist eine mit einem Lagestellantrieb versehene numerische Steuerung, bei der die Bewegungssollwerte von einem Interpolator erzeugt und dem Lagestellantrieb vorgegeben werden, mit einer zwischen dem Interpolator und dem Lagestellantrieb vorgesehenen Reihenschaltung eines Differenzbildners, eines Integrierglieds und eines Produktbildners, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang eines Funktionsbildners verbunden und dessen Ausgang auf den Lagestellantrieb sowie auf den Subtrahendeneingang des Differenzbildners geschaltet ist. Verwendung findet dabei ein Addierglied für ein von einem Richtungsdekoder gesteuertes richtungsabhängiges Zuaddieren eines Korrekturwertes aus einem Speicher.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus DD 138448 ist bereits eine Schaltungsanordnung zur Glättung von Bewegungssollwerten bekannt. Diese Bewegungssollwerte werden vom Interpolator einer numerischen Steuerung erzeugt und einem Lageregelkreis als Führungsgröße vorgegeben. Zwischen dem Interpolator und dem Lageregelkreis ist die Reihenschaltung eines mit seinem Minuendeneingang angeschlossenen Differenzbildners, eines Integrierglieds und eines Produktbildners vorgesehen. Die Schaltungsanordnung enthält ferner einen Funktionsbildner, dessen erster und dessen zweiter Eingang getrennt jeweils mit einem der beiden Eingänge beziehungsweise mit dem Ausgang des Differenzbildners verbunden ist. Ein dritter Eingang des Funktionsbildners ist an eine Konstantsignalquelle angeschlossen und der Ausgang mit dem zweiten Eingang des Produktbildners verbunden. Der Produktbildner ist ausgangsseitig auf den Subtrahendeneingang des Differenzbildners rückgeführt.

Zur Wirkung dieser bekannten Schaltungsanordnung gehört, daß auch der Geschwindigkeitsübergang von einem vorgegebenen Sollweginkrement je Taktzeit zu einem veränderten Sollweginkrement je Taktzeit einen bestimmten, eingeglätteten Übergangsverlauf nimmt, der über mehrere Taktzyklen verteilt ist. Jedes reale Sollweginkrement enthält wenigstens ein Sollwegrasterinkrement, das als kleinste sollwertseitig vor- und ausgebbare Weeinheit zu verstehen ist. Diese bekannte Schaltungsanordnung erfüllt nachteiligerweise ihre Funktion während derjenigen kurzen Zeitspanne nicht, bei der nach einer erfolgten Richtungsumkehr des Bewegungssollwertes die ersten Sollwegrasterinkremente des veränderten Sollweginkrements ausgegeben werden. Während dieser Zeitspanne bleibt eine Glättung aus und die Wegbilanz wird verfälscht. Dieser Unempfindlichkeitseffekt ist umso größer, je mehr der Bewegungssollwertverlauf einzuglätten ist.

Aus DD 150805 ist es bereits weiterhin bekannt, in einem Lageregelkreis einen Summator vorzusehen, der die von einem Subtrahierglied von Taktzyklus zu Taktzyklus aktuell errechnete Regelabweichung in den Nachlaufweg umwandelt. Dem Summator ist ein Addierer nachgeschaltet, der das Ausgangssignal des Summators mit Korrekturwerten beaufschlagt, um die mit der Lageregelung angestrebte Positioniergenauigkeit zu verbessern. Die richtungsabhängigen Anteile dieser Korrekturwerte berücksichtigen damit die bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung eines Maschinenteils in unterschiedlicher Größe auftretenden Positionierfehler, die durch elektrische, elektronische sowie mechanische Bauelemente und Baugruppen lageabhängig und lageunabhängig verursacht werden. Die Korrekturwertanteile sind in einer Vielzahl abhängiger Größen bei Meßfahrten mit Vergleichspositionsmeßsystem ermittelt und in einer Speichereinrichtung abgelegt. Welche von diesen Korrekturwertanteilen im jeweiligen Taktzyklus hinsichtlich der aktuellen Bewegungsrichtung verwendbar sind, entscheidet insoweit ein Modifikator, der von einem Richtungsdekoder angesteuert wird. Diesem Richtungsdekoder wird das gleiche Eingangssignal zugeführt wie dem Minuendeneingang des Subtrahierglieds.

Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll erreicht werden, die Ansprechempfindlichkeit der Schaltungsanordnung zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen beschriebene Mangel hat seine Ursache in der fehlenden schaltungsstrukturellen Berücksichtigung der Besonderheiten, die bei der Glättung von Bewegungssollwerten unter der Bedingung eines dabei stattfindenden Richtungswechsels auftreten.

Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur Bildung eines Korrekturwerts in einer Anordnung zur Glättung von Bewegungssollwerten gemäß dem Oberbegriff des Erfindungsanspruchs so auszubilden, daß eine Korrekturgröße bereitgestellt wird, die für die Korrektur der bei der Glättung infolge Richtungsumkehr im Bewegungssollwert vorhandenen falschen Wegbilanz geeignet ist.

Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß das Ausgangssignal des Funktionsbildners auf den Eingang eines Reziprokwertbildners geschaltet, am Ausgang des Reziprokwertbildners ein Rundungs- und Dekrementierglied angeschlossen und der Ausgang des Rundungs- und Dekrementierglieds mit dem Eingang des Speichers verbunden ist.

Diese Lösung gewährleistet eine unverfälschte Wegbilanz bei der Glättung für jede aktuelle Größe der Bewegungsgeschwindigkeit und somit auch derjenigen Bewegungssollwerte, die im Zusammenhang mit einer Umkehr der Bewegungsrichtung auftreten. Meßfahrten mit Vergleichsmeßsystem sind für die Korrekturwertermittlung nicht erforderlich.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an nachfolgenden Ausführungsbeispielen 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 angeschlossen Addierglieds 4 und eines ebenfalls mit seinem ersten Eingang angeschlossen Produktbildners 5, dessen Ausgang auf einen Lagestellantrieb 6 geführt sowie auf den Subtrahendeneingang des Differenzbildners 2 rückgeführt ist.

Ein Funktionsbildner 7 ist mit seinem ersten Eingang am Interpolator 1, mit seinem zweiten Eingang am Ausgang des Differenzbildners 2 sowie mit seinem dritten Eingang an der Konstantensignalquelle 8 angeschlossen und ausgangsseitig mit dem zweiten Eingang des Produktbildners 5 verbunden.

Am Ausgang des Funktionsbildners 7 ist die als Signalformungsglied 9 bezeichnbare Reihenschaltung eines Reziprokwertbildners 10 sowie eines Rundungs- und Dekrementierglieds 11 angeschlossen. Der Ausgang des Rundungs- und Dekrementierglieds 11 ist mit dem Eingang eines Speichers 12 verbunden. Am Ausgang des Speichers 12 ist ein Richtungsmodifikator 13 angeschlossen, der einen Vorzeichenwandler 14 enthält.

Der Steuereingang des Richtungsmodifikators 13 ist mit dem Ausgang eines Richtungsdekoders 14 verbunden, der eingangsseitig am Interpolator 1 angeschlossen ist. Der Ausgang des Richtungsmodifikators 13 ist auf den zweiten Eingang des Addierglieds 4 geführt. Die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung ist wie folgt:

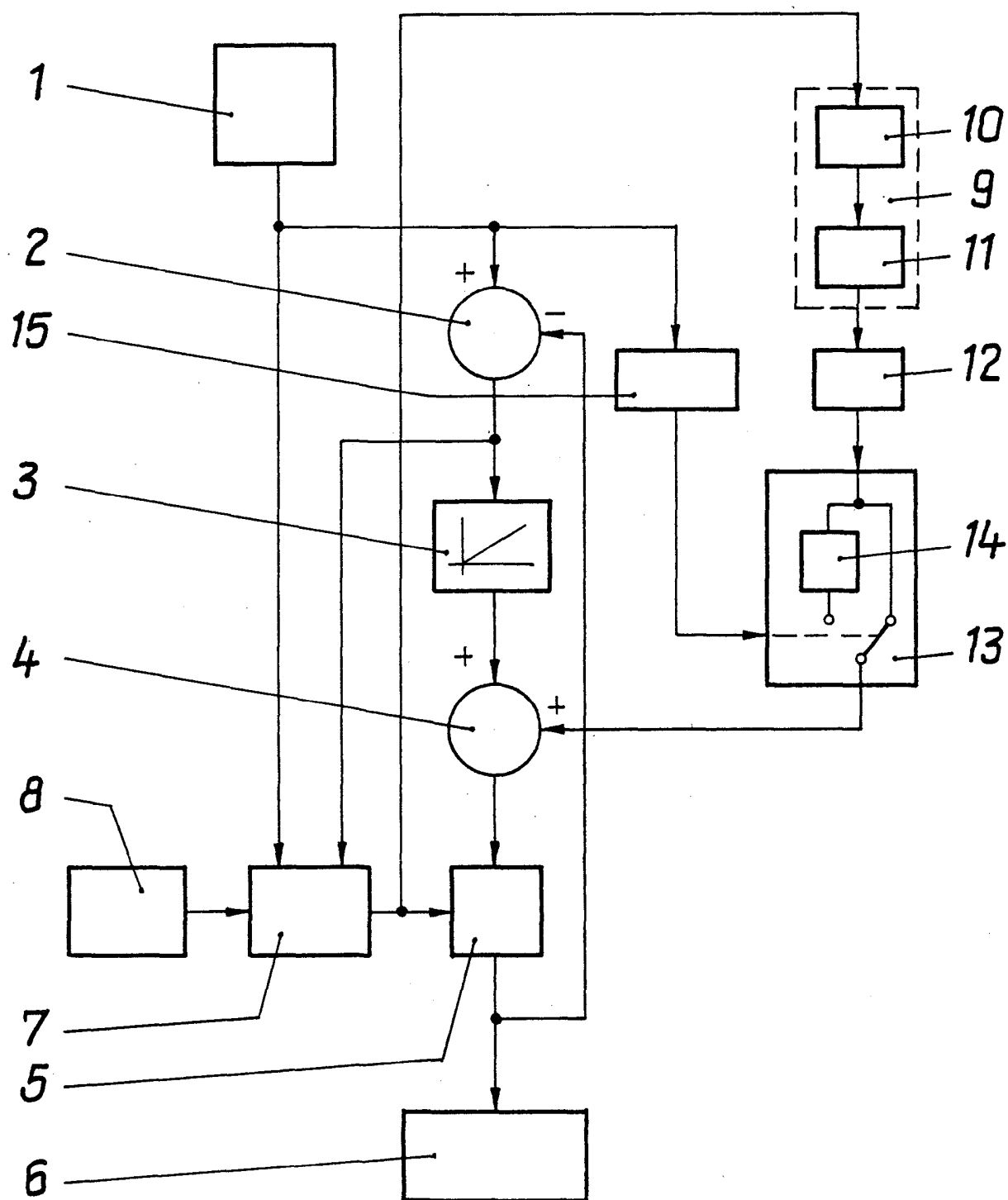
Vor Beginn der ersten Bewegung wird die Unempfindlichkeit der Glättung der Bewegungssollwerte automatisch ermittelt, um sie dann bei der Bewegung berücksichtigen zu können.

Zu diesem Zweck wird im rückgesetzten Zustand des Integrierglieds 3 und des Speichers 12 auf Null das Signalformungsglied 9 aktiviert. Dieses übernimmt den vom Funktionsbildner 7 ausgegebenen Wert, der jetzt noch unverändert dem Verstärkungsfaktor k entspricht, in den Reziprokwertbildner 10. Derselbe Ausgangswert des Funktionsbildners 7 steht gleichzeitig auch am zweiten Eingang des Produktbildners 5 an.

Der Ausgangswert $1/k > 1$ des Reziprokwertbildners 10 ergäbe, wenn er mit dem bei Sollgeschwindigkeit gleich Null wirksamen Wert des Verstärkungsfaktors k im Produktbildner 5 multipliziert werden würde, einen Geschwindigkeitssollwert, den ein Sollwegrasterinkrement je Taktzeit darstellen würde. Das Rundungs- und Dekrementierglied 11 verkleinert die numerische Größe des Reziprokwertes $1/k$, den der Reziprokwertbildner 10 ausgibt. Diese Verkleinerung kann entweder eine Abrundung auf den nächsten ganzzahligen Wert sein oder eine Verminderung um ein ganzzahliges Rasterinkrement. Diese abgerundete beziehungsweise dekrementierte Zahl wird im Speicher 12 abgelegt und stellt einen Korrekturwert dar. Die Korrekturwertgröße entspricht der jeweils bei Null beginnenden, in eine Richtung wirkenden Unempfindlichkeit der Glättung der Bewegungssollwerte. Diese Ermittlung der Unempfindlichkeit braucht, von einer nicht dargestellten Ablaufsteuerung gesteuert, nur einmal vor Beginn der ersten Bewegung abzulaufen. Für den Fall, daß mit variierender Bewegungsgeschwindigkeit gearbeitet wird und die Bildung des Verstärkungsfaktors k im Funktionswertbildner 7 geschwindigkeitsabhängig erfolgt, ist auch eine durch die Ablaufsteuerung bestimmte Arbeitsweise im Tastrhythmus möglich, wodurch dann jeweils aktuelle angepaßte Korrekturwerte zur Verfügung stehen.

Bei realer Bewegung wird mit jeder Tastung im Differenzbildner 2 die Differenz aus den Sollweginkrementen des Interpolators 1 und denen des Produktbildners 5 ermittelt und im Integrierglied 3 aufsummiert. Im Addierglied 4 wird zu diesen aufsummierten Sollwegrasterinkrementen der im Speicher 12 abgelegte Korrekturwert in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Richtungsdekoders 15 unnegiert oder negiert addiert. Der Richtungsdekoder 15 steuert den Richtungsmodifikator 13 so, daß der Korrekturwert 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 15 zuletzt festgestellte Richtung bestimmend.

Im Produktbildner 5 wird die vom Addierglied 4 ausgegebenen Summe mit dem wirksamen Verstärkungsfaktor k multipliziert, der im Funktionsbildner 7 aus dem Interpolatorsollweginkrement sowie aus der Differenz aus dem Interpolatorsollweginkrement und eingeglättetem Sollweginkrement des vorangegangenen Tastzyklus gebildet wird. Als Produkt entsteht das neue eingeglättete Sollweginkrement, das im Ausgang des Produktbildners 5 gespeichert bleibt und von dort dem Lagestellantrieb 6 zugeführt wird. Die Schaltungsanordnung ermittelt somit die bei der Glättung der Bewegungssollwerte auftretende Unempfindlichkeit in einer Richtung nur einmal vor Beginn der ersten Bewegung, speichert sie als Korrekturwert und schaltet denselben in jedem Tastzyklus richtungsabhängig den im Integrierglied 3 aufsummierten Rasterinkrementen auf. Dadurch ist gewährleistet, daß diejenigen beim Interpolatorsollweginkrement Null nach Abgleich im Integrierglied 3 verbleibenden Restwegrasterinkremente verschwinden, die nach Multiplikation im Produktbildner 5 nur ein solches Sollweginkrement ergeben, das kleiner als ein Sollwegrasterinkrement ist. Erreicht wird, daß jedes vom Interpolator 1 ausgegebene Sollwegrasterinkrement an den Eingang des Lagestellantriebes 6 gelangt. Die durch die Unempfindlichkeit hervorgerufene Hysterese bei der Einglättung der erzeugte Bewegungssollwerte wird beseitigt. Die Positioniergenauigkeit bei Vorgabe eingeglätteter Sollwerte wird erhöht.

*Fig.*