



Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 23 Q 15/22
B 23 F 5/02

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD B 23 Q / 323 388 6

(22) 19.12.88

(45) 21.02.91

(71) siehe (73)

(72) Brandner, Gerhard, Dr.-Ing.; Günther, Andreas, Dr.-Ing., DE

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

(54) Schaltungsanordnung zum Ermitteln korrigierter Parameter für das Zustellen eines Zahnradwerkstücks

(55) Schaltungsanordnung; Zahnradwerkstück;
Schleifkörper; Zustellen; Bezugzustellung; Basisposition;
Bettschlittenendlage; Zielposition; Bezugswälzbahn;
Bettschlittenendlage, verändert; Bezugszustellung,
korrigiert; Basisposition, korrigiert;
Zahnflankenschleifmaschine

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das Zustellen eines Zahnradwerkstücks relativ zu einem eingelückten Schleifkörper. Es werden die korrigierten Bezugszustellungen sowie deren Basisposition in Abhängigkeit einer veränderten Bettschlittenendlage errechnet, damit eine für spätere Arbeitszustellungen eingesetzte Bezugswälzbahn konstant gehalten wird, auf der sich die Zielposition der jeweiligen Bezugszustellung befindet. Dabei wird eine auf der Bezugswälzbahn für die jeweilige Zahnflanke befindliche und vorher bestimmte Bezugsposition verwendet. Das Anwendungsgebiet der Erfindung sind Zahnflankenschleifmaschinen mit elektronisch gesteuerter Wälzbewegung. Fig. 1

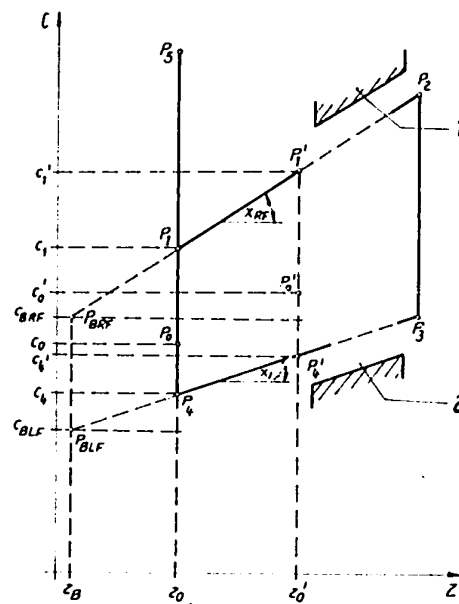


Fig 1

Patentanspruch:

1. Schaltungsanordnung zum Ermitteln korrigierter Parameter für das Zustellen eines Zahnradwerkstücks relativ zu einem eingelückten Schleifkörper bei einer CNC-gesteuerten Zahnflankenschleifmaschine mit elektronischem Getriebe, die nach dem Teilwälzverfahren arbeitet, wobei die Wälzbahnen grafisch als Wälzgeraden abbildbar sind und die auf den Wälzgeraden für die rechte und linke Zahnflanke liegenden und Bezugszustellungen begrenzenden Zielpositionen, die in einer Bettschlittenendlage von einer in der Zahnücke befindlichen Basisposition her bestimmbar sind, aus jeweils einer außerhalb dieser Bettschlittenendlage und auf der Wälzgeraden für die betreffende Zahnflanke befindlichen Bezugsposition hergeleitet werden, mit einem ersten Speicher für die Bezugszustellung an der rechten Zahnflanke, einem zweiten Speicher für die Bezugszustellung an der linken Zahnflanke und einem dritten Speicher für die Rundtischachskomponente der Basisposition, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reihenschaltung eines Addierglieds (19), eines Dividierglieds (21) mit seinem Nennereingang sowie eines Multiplizierglieds (24) mit seinem ersten Eingang vorgesehen und das Dividierglied (21) bei wenigstens einer der beiden von Null abweichenden Bezugszustellungen zum Multiplizierglied (24) verbunden ist, der erste Speicher (9) ausgangsseitig mit dem ersten Eingang des Addierglieds (19) sowie mit dem Zählereingang des Dividierglieds (21) und der zweite Speicher (10) ausgangsseitig mit dem zweiten Eingang des Addierglieds (19) verbunden ist, der Minuendeneingang eines ersten Subtrahierglieds (18) von der in an sich bekannter Weise ermittelten Rundtischachskomponente der Zielposition an der rechten Zahnflanke (1) bei veränderter Bettschlittenendlage und der zweite Eingang des Multiplizierglieds (24) sowie der Minuendeneingang eines zweiten Subtrahierglieds (25) vom vorab ermittelten gegenseitigen Abstand der Zielpositionen an beiden Zahnflanken (1; 2) in der veränderten Bettschlittenendlage beaufschlagt ist, der Subtrahendeneingang des ersten Subtrahierglieds (18) und des zweiten Subtrahierglieds (25) sowie der erste Speicher (9) am Multiplizierglied (24) angeschlossen sind und der zweite Speicher (10) dem zweiten Subtrahierglied (25) sowie der dritte Speicher (11) dem ersten Subtrahierglied (18) nachgeschaltet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Addierglied (19), das Dividierglied (21), das Multiplizierglied (24) und die Subtrahierglieder (18; 25) wenigstens ein Mikroprozessor sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Ermitteln korrigierter Parameter beim Zustellen eines Zahnradwerkstücks relativ zu einem eingelückten Schleifkörper. Korrigiert werden die in einer Bettschlittenendlage durchgeführten Bezugszustellungen hin zu beiden Zahnflanken und eine für dieselben zuständige Basisposition in der Zahnücke bei Änderung der Bettschlittenendlage. Ihre Anwendung ist bei CNC-gesteuerten und im Teilwälzverfahren arbeitenden Zahnflankenschleifmaschinen mit elektronischem Getriebe dann möglich und zweckmäßig, wenn in Verbindung mit einem Einflankenschliff die Zustellung von einer Zahnflanke zur anderen durch Veränderung nur der Rundtischposition vorgenommen wird.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei einer nach dem Teilwälzverfahren arbeitenden Zahnflankenschleifmaschine wird die Wälzbewegung von zwei Bettschlittenendlagen begrenzt, die üblicherweise für beide Zahnflanken gelten. Dadurch lassen sich die Zustellungen von ein und derselben Basisposition in der Zahnücke aus ermitteln. Erfolgt die Zustellung nur bis zu einer Zielposition, bei der eine anschließende Wälzbewegung zunächst noch kein Material abträgt, dann kann es sich um eine Bezugszustellung handeln, auf die eine CNC-Steuerung bei späteren Arbeitszustellungen zurückgreift. Eine Arbeitszustellung bleibt entlang der gesamten Zahnflanke konstant. Dadurch besteht eine Abhängigkeit der Bezugszustellungen und der zugehörigen Basisposition von der Bettschlittenposition. Sie äußert sich als Bezugswälzbahn, die parallel zu der von der betreffenden Zahnpaarungsgeometrie bestimmten Wälzbahn verläuft und unveränderbar sein muß, wenn sie ihre Bezugsfunktion erfüllen soll. In der DDR-Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen WP B 23 F/3149945 wurde bereits vorgeschlagen, wie eine Bezugswälzbahn zu ermitteln ist, wenn unterschiedliche Zahnpaarungsgeometrien beider Zahnflanken zu berücksichtigen sind. Der Bezugswälzbahn gehört eine Bezugsposition für beliebige Positioniervorgänge in der Zahnücke an. Dieser auch als Basisposition für Zustellungen verwandbare Bezugsposition ist eine unveränderliche Bettschlittenposition zugeordnet, damit die Bezugsfunktion gewährleistet bleibt. Aus diesem Sachverhalt läßt sich deshalb nicht ableiten, wie vorzugehen ist, wenn zur Vermeidung von Einbußen an Verzahnungsqualität Bezugszustellungen, die an einer Bezugswälzbahn enden, in Abhängigkeit veränderter Bettschlittenendlagen ermittelt werden sollen. Eine solche Situation tritt beim üblichen schrittweisen Herantasten

an eine endgültige Bettschlittenendlage ein, weil aus Gründen der Einrichtesicherheit zunächst ein etwas zu großer Wälzweg abgefahren und dementsprechend zunächst ein etwas zu großer Wälzweg abgefahren und dementsprechend zunächst auch nur eine vorläufige Bettschlittenendlage benutzt wird.

Aus DD 235429 ist es auch bereits bekannt, die beim Einflankenschliff auf einer nach dem Teilwälzverfahren arbeitenden Zahnflankenschleifmaschine ablaufenden Wälzbewegungen, in denen die Längsbewegung des Bettschlittens und die Drehbewegung des Rundtisches überlagert sind, in einem kartesischen Koordinatensystem mit der Rundtischachse als Ordinate darzustellen. Dabei sind die Wälzbahnen als Wälzgeraden abgebildet.

In der DDR-Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen WP B 23 Q/306 242 4 wurde schließlich bereits vorgeschlagen, bei der Ermittlung der aktuellen Zustellung eines eingelückten Schleifkörpers die Zielposition auf einer von der Zahnpaarungsgeometrie bestimmten Wälzgeraden aus einer auf derselben befindlichen Position herzuleiten, wenn eine der beiden Achskomponenten dieser Position und die Steigung der Wälzgeraden bekannt sind.

Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll eine verbesserte Genauigkeit des Fertigschliffs bei Verzahnungen mit hohen Qualitätsansprüchen erreicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zum Ermitteln korrigierter Parameter für das Zustellen eines Zahnradwerkstücks gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs so auszubilden, daß die Bezugszustellungen und deren Basisposition in Abhängigkeit einer veränderten Bettschlittenendlage nachgeführt werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Reihenschaltung eines Addierglieds, eines Dividierglieds mit seinem Nennereingang sowie eines Multiplizierglieds mit seinem ersten Eingang vorgesehen und das Dividierglied bei wenigstens einer der beiden von Null abweichenden Bezugszustellungen zum Multiplizierglied verbunden ist, der erste Speicher ausgangsseitig mit dem ersten Eingang des Addierglieds sowie mit dem Zählereingang des Dividierglieds und der zweite Speicher ausgangsseitig mit dem zweiten Eingang des Addierglieds verbunden ist, der Minuendeneingang eines ersten Subtrahierglieds von der in an sich bekannter Weise ermittelten Rundtischachskomponente der Zielposition an der rechten Zahnflanke bei veränderter Bettschlittenendlage und der zweite Eingang des Multiplizierglieds sowie der Minuendeneingang eines zweiten Subtrahierglieds vom vorab ermittelten gegenseitigen Abstand der Zielpositionen an beiden Zahnflanken in der veränderten Bettschlittenendlage beaufschlagt ist, der Subtrahendeneingang des ersten Subtrahierglieds und des zweiten Subtrahierglieds sowie der erste Speicher dem zweiten Subtrahierglied sowie der dritte Speicher dem ersten Subtrahierglied nachgeschaltet ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung dieser Lösung besteht darin, daß das Addierglied, das Dividierglied, das Multiplizierglied und die Subtrahierglieder wenigstens ein Mikroprozessor sind.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: eine grafische Darstellung im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung bestehenden geometrischen Beziehungen,

Fig. 2: ein Blockschaltbild mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

In Figur 1 ist ein kartesisches Koordinatensystem dargestellt, auf dessen Nullpunkt sich ein aufgespanntes Zahnradwerkstück bezieht, das mittels des Bettschlittens und des Rundtisches einer im Teilwälzverfahren arbeitenden CNC-gesteuerten Zahnflankenschleifmaschine mit elektronischem Getriebe relativ zu einem eingelückten Schleifkörper bewegbar ist. Die Bettschlittenachse Z bildet die Abszisse und die Rundtischachse C die Ordinate des Koordinatensystems. Eine Basisposition P_0 mit den Achskomponenten z_0 und c_0 kennzeichnet eine anfängliche Relativlage, die ein ausgewählter Punkt eines angenommenen Schleifkörpers in einer abgebildeten Zahnücke einnimmt. Von ihr aus werden Zustellungen allein durch Drehung des Rundtisches vorgenommen, wobei in Richtung zur rechten Zahnflanke 1 eine Zielposition P_1 mit den Achskomponenten z_0 und c_1 und in Richtung zur linken Zahnflanke 2 eine Zielposition P_4 mit den Achskomponenten z_0 und c_4 erreicht wird. Bei diesen Zustellungen handelt es sich um Bezugszustellungen, da von den Zielpositionen P_1 und P_4 ausgehende Arbeitszustellungen folgen, die dann erst zum Materialabtrag an den Zahnflanken 1 und 2 führen. Die für die Basisposition P_0 und für beide Zielpositionen P_1 und P_4 gleichermaßen gültige Achskomponente z_0 kennzeichnet eine anfängliche Bettschlittenendlage, die ein Bediener wählt.

Da die Arbeitszustellung während einer Wälzbewegung konstant bleibt, gehören die Zielpositionen P_1 und P_4 jeweils einer Bezugswälzbahn an, die parallel zur jeweiligen Zahnflanke verläuft und als Bezugswälzgerade mit dem Steigungswinkel k_{RF} für die rechte Zahnflanke 1 beziehungsweise k_{LF} für die linke Zahnflanke 2 abgebildet ist.

Mit der Achskomponente z_0 versehen befindet sich außerhalb der Bettschlittenendlage z_0 eine Bezugsposition P_{BRF} auf der Bezugswälzgeraden mit der Zielposition P_1 und eine Bezugsposition P_{BLF} auf der Bezugswälzgeraden mit der Zielposition P_4 . Mit diesen Bezugspositionen P_{BRF} und P_{BLF} lassen sich beliebige Positionen auf der betreffenden Bezugswälzgeraden bestimmen, wenn eine der beiden Achskomponenten dieser Positionen festliegt.

Eine Korrektur der anfänglich eingestellten Bettschlittenendlage z_0 hat eine Verschiebung der Basisposition P_0 nach P_0' mit den Achskomponenten z_0' und c_0' , der Zielposition P_1 nach P_1' mit den Achskomponenten z_0 und c_1' sowie der Zielposition P_4 nach P_4' mit den Achskomponenten z_0' und c_4' zur Folge. Die Bezugsfunktion der Bezugswälzbahnen für Arbeitszustellungen ist nur bei

unveränderter Lage dieser Bezugswälzbahnen gewährleistet. Deshalb ist mit dieser Verschiebung der Basisposition eine Größenänderung der Bezugszustellungen verbunden, wenn ungleiche Steigungswinkel κ_{RF} und κ_{LF} vorliegen. Sie erstrecken sich nun von P_0' nach P_1' beziehungsweise von P_0' nach P_4' .

Die in Abhängigkeit einer veränderten Bettschlittenendlage vorzunehmende Korrektur der Basisposition für die Bezugszustellungen sowie dieser Bezugszustellungen selbst wird von der in Figur 2 gezeigten Schaltungsanordnung selbsttätig ermittelt. Diese enthält ein Speicherglied 3 für die Bettschlittenachskomponente c_B der Bezugspositionen P_{BRF} und P_{BLF} , ein Speicherglied 4 für die Rundtischachskomponente c_{BRF} der Bezugsposition P_{BRF} , ein Speicherglied 5 für die Rundtischachskomponente c_{BLF} der Bezugsposition P_{BLF} , ein Speicherglied 6 für die Steigung $\tan \kappa_{RF}$ der Wälzgeraden für die rechte Zahnflanke 1, ein Speicherglied 7 für die Steigung $\tan \kappa_{LF}$ der Wälzgeraden für die linke Zahnflanke 2, eine Lagemeßwertgeber 8 für die jeweils eingestellte Bettschlittenendlage z_0 bzw. z_0' , einen ersten Speicher 9 für die Bezugszustellung $\overline{P_0 P_1}$ bzw. $\overline{P_0' P_1'}$ zur rechten Zahnflanke 1, einen zweiten Speicher 10 für die Bezugszustellung $\overline{P_0 P_4}$ bzw. $\overline{P_0' P_4'}$ zur linken Zahnflanke 2 und einen dritten Speicher 11 für die Rundtischachskomponente c_0 der Basisposition P_0 .

Ein Differenzbildner 12 ist mit seinem Minuendeneingang dem Lademeßwertgeber 8 und mit seinem Subtrahendeneingang dem Speicherglied 3 nachgeschaltet. Ein Produktbildner 13 ist am Speicherglied 6 und am Differenzbildner 12 angeschlossen, ein Produktbildner 14 am Speicherglied 7 und gleichfalls am Differenzbildner 12. Ein Summationsglied 15 ist eingangsseitig mit dem Speicherglied 4 sowie mit dem Produktbildner 13 verbunden und ein Summationsglied 16 eingangsseitig mit dem Speicherglied 5 sowie mit dem Produktbildner 14. Dem Summationsglied 15 sind jeweils der Minuendeneingang eines Differenzbildners 17 und eines ersten Subtrahierglied 18 nachgeschaltet, dem Summationsglied 16 der Subtrahendeneingang des Differenzbildners 17.

Am ersten Speicher 9 und am zweiten Speicher 10 ist ein Addierglied 19 angeschlossen, das ausgangssseitig über ein Tor 20 mit dem Nennereingang eines Dividierrglieds 21, über einen Nullindikator 22 mit dem Steuereingang des Tors 20 sowie mit dem Steuereingang eines Umschalters 23 und direkt mit dessen erstem Eingang verbunden ist. Das Dividierrglied 21 ist mit seinem Zählereingang am ersten Speicher 9 angeschlossen und ausgangssseitig mit dem zweiten Eingang des Umschalters 23 verbunden. Ein Multiplizierglied 24 ist mit dem einen Eingang dem Differenzbildner 17 sowie mit dem anderen Eingang dem Umschalter 23 nachgeordnet und ausgangssseitig mit dem Eingang des ersten Speichers 9, mit dem Subtrahendeneingang des ersten Subtrahierglieds 18 sowie mit dem Subtrahendeneingang eines zweiten Subtrahierglieds 25 verbunden. Der Minuendeneingang dieses zweiten Subtrahierglieds 25 ist am Differenzbildner 17 angeschlossen. Der zweite Speicher 10 ist dem zweiten Subtrahierglied 25 nachgeschaltet und der dritte Speicher 11 dem ersten Subtrahierglied 18.

Mit Ausnahme des Lagemeßwertgebers 8 können die vorgenannten Funktionselemente und Rechenglieder durch einen einzigen Mikroprozessor oder durch mehrere Mikroprozessoren realisiert sein.

Die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung ist wie folgt:

Die gewählte Basisposition P_0 bestimmt das Datum c_0 . Es wird in den Speicher 11 eingeschrieben. Der Speicher 9 wird mit dem Datum der Bezugszustellung $\overline{P_0 P_1}$ und der Speicher 10 mit dem Datum der Bezugszustellung $\overline{P_0 P_4}$ gefüllt, die Speicherglieder 6 und 7 mit den zahnpaarungsgeometrisch bedingt feststehenden Daten $\tan \kappa_{RF}$ beziehungsweise $\tan \kappa_{LF}$ und das Speicherglied 3 mit dem gewählten Datum für z_B .

Mit der Einstellung der anfänglichen Bettschlittenendlage steht das Datum z_0 am Lagemeßwertgeber 8 zur Verfügung. Aus ihm, aus vorab bestimmten Daten von c_1 über c_{10} und $\overline{P_0 P_1}$ und von c_4 über c_0 und $\overline{P_0 P_4}$ sowie aus vorab durchgeführten Ermittlungen von

$$\overline{c_{BRF} c_1} = (z_0 - z_B) \cdot \tan \kappa_{RF} \quad (1)$$

und von

$$\overline{c_{BLF} c_4} = (z_0 - z_B) \cdot \tan \kappa_{LF} \quad (2)$$

sind auch die Daten für c_{BRF} und c_{BLF} bekannt und im Speicherglied 4 beziehungsweise im Speicherglied 5 eingeschrieben.

Die Rechenglieder mit den Bezugszeichen 12 bis 18 sowie 24 und 25 bleiben seitens eines nicht dargestellten Steuerwerks ohne Aktivierung, solange die anfängliche Bettschlittenendlage z_0 beibehalten wird.

Während dieser Zeit ermittelt das Addierglied 19 den gegenseitigen Abstand der Zielpositionen P_1 und P_4 unabhängig von den Bezugspositionen P_{BRF} und P_{BLF} gemäß der Beziehung

$$\overline{P_1 P_4} = \overline{P_0 P_1} + \overline{P_0 P_4} \quad (3)$$

Solange dieser Abstand $\overline{P_1 P_4}$ ungleich Null ist, bleibt das Tor 20 durchlässig, das Dividierrglied 21 errechnet das Datum

$$\frac{\overline{P_0 P_1}}{\overline{P_1 P_4}} = \frac{\overline{P_0 P_1}}{\overline{P_0 P_1} + \overline{P_0 P_4}} \quad (4)$$

und der in der Schaltstellung II befindliche Umschalter 23 beaufschlagt den einen Eingang des Multiplizierglieds 24.

Bei einem Wechsel der Bettschlittenendlage von z_0 nach z_0' aktiviert das Steuerwerk die Rechenglieder mit den Bezugszeichen 12 bis 18 sowie 24 und 25. Dabei entstehen

- am Ausgang des Summationsglieds 15 das Datum

$$c_1' = c_{BRF} + (z_0' - z_B) \cdot \tan \kappa_{RF} \quad (5)$$

- am Ausgang des Summationsglieds 16 das Datum

$$c_4' = c_{BLF} + (z_0' - z_B) \cdot \tan \kappa_{LF} \quad (6)$$

- am Ausgang des Differenzbildners 17 das Datum

$$\overline{P_1'P_4'} = c_1' - c_4' \quad (7)$$

Diese Daten erzeugen zusammen mit den schon vorher verfügbaren Daten

- am Ausgang des Multiplizierglieds 24 die korrigierte Bezugszustellung an der rechten Zahnflanke 1 gemäß der Beziehung

$$\overline{P_0'P_1'} = \overline{P_1'P_4'} \cdot \frac{\overline{P_0P_1}}{\overline{P_1P_4}} \quad (8)$$

- am Ausgang des zweiten Subtrahierglieds 25 die korrigierte Bezugszustellung an der linken Zahnflanke 2 gemäß der Beziehung

$$\overline{P_0'P_4'} = \overline{P_1'P_4'} - \overline{P_0'P_1'} \quad (9)$$

- am Ausgang des ersten Subtrahierglieds 18 die Rundtischachskomponente der korrigierten Basisposition P_0' gemäß der Beziehung

$$c_0' = c_1' - \overline{P_0'P_1'} \quad (10)$$

Das Steuerwerk veranlaßt, daß im Speicher 9 das Datum $\overline{P_0P_1}$ durch $\overline{P_0'P_1'}$, im Speicher 10 das Datum $\overline{P_0P_4}$ durch $\overline{P_0'P_4'}$ und im Speicher 11 das Datum c_0 durch c_0' überschrieben wird und die Rechenglieder mit den Bezugszeichen 12 bis 18 sowie 24 und 25 entaktiviert werden. Dadurch wird ein Zustand wie in der Ausgangssituation erreicht, wobei die veränderte Bettschlittenendlage z_0' den Platz der anfänglichen Bettschlittenendlage z_0 einnimmt.

Da die Ermittlung der korrigierten Parameter nur in einem endlichen Zahlenformat möglich ist, stößt die erreichbare Verzahnungsqualität auf eine dadurch bedingte Grenze. Die Lösung weist aber die vorteilhafte Eigenschaft auf, daß der durch Zahlenrundung entstehende Restfehler sich nicht mit der Anzahl der Änderungen der Bettschlittenendlage erhöhen kann, weil in die Ermittlung der Parameter jedesmal die gleiche Bezugsposition P_{BRF} beziehungsweise P_{BLF} einbezogen ist.

Die Schaltungsanordnung behält ihre Funktionsfähigkeit auch bei dem Sonderfall, daß die Bezugszustellungen $\overline{P_0P_1}$ und $\overline{P_0P_4}$ gleich Null sind. Hierbei gibt das Addierglied 19 den Abstand $\overline{P_1P_4}$ gleich Null aus. Der Nullindikator 22 spricht an, schaltet das Tor 20 undurchlässig und bringt den Umschalter 23 in die Schaltstellung I. Dadurch wird das Multiplizierglied 24 mit dem Datum Null beaufschlagt und gibt das Datum $\overline{P_0'P_1'}$ gleich Null aus. Als Folge wird im Speicher 9 das Datum Null beibehalten, im Speicher 10 das Datum Null durch $\overline{P_1'P_4'}$ und im Speicher 11 das Datum c_0 durch c_1' überschrieben. Diese Speicherinhalte versetzen die Schaltungsanordnung in die Lage, auf weitere Änderungen der Bettschlittenendlage zu reagieren.

Im Hinblick auf Figur 1 wird darauf hingewiesen, daß die Lösung auch dann anwendbar ist, wenn anstelle der anfänglichen Bettschlittenendlage z_0 , in der sich die Zielpositionen P_1 und P_4 befinden, die entgegengesetzte anfängliche Bettschlittenendlage tritt, der die Zielpositionen P_2 und P_3 angehören, die zusammen mit P_1 , P_4 und P_5 einen Arbeitszyklus kennzeichnen.

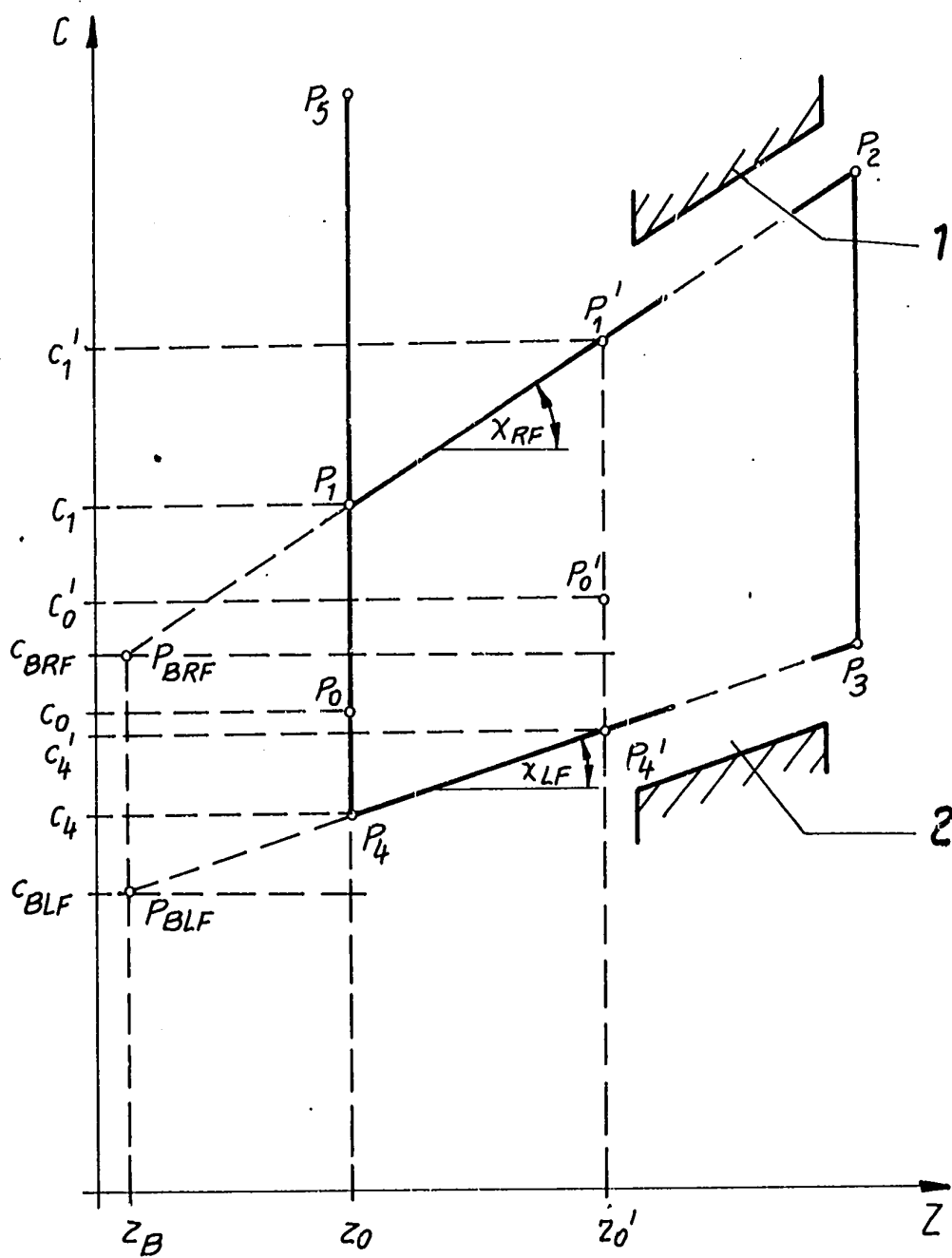


Fig. 1

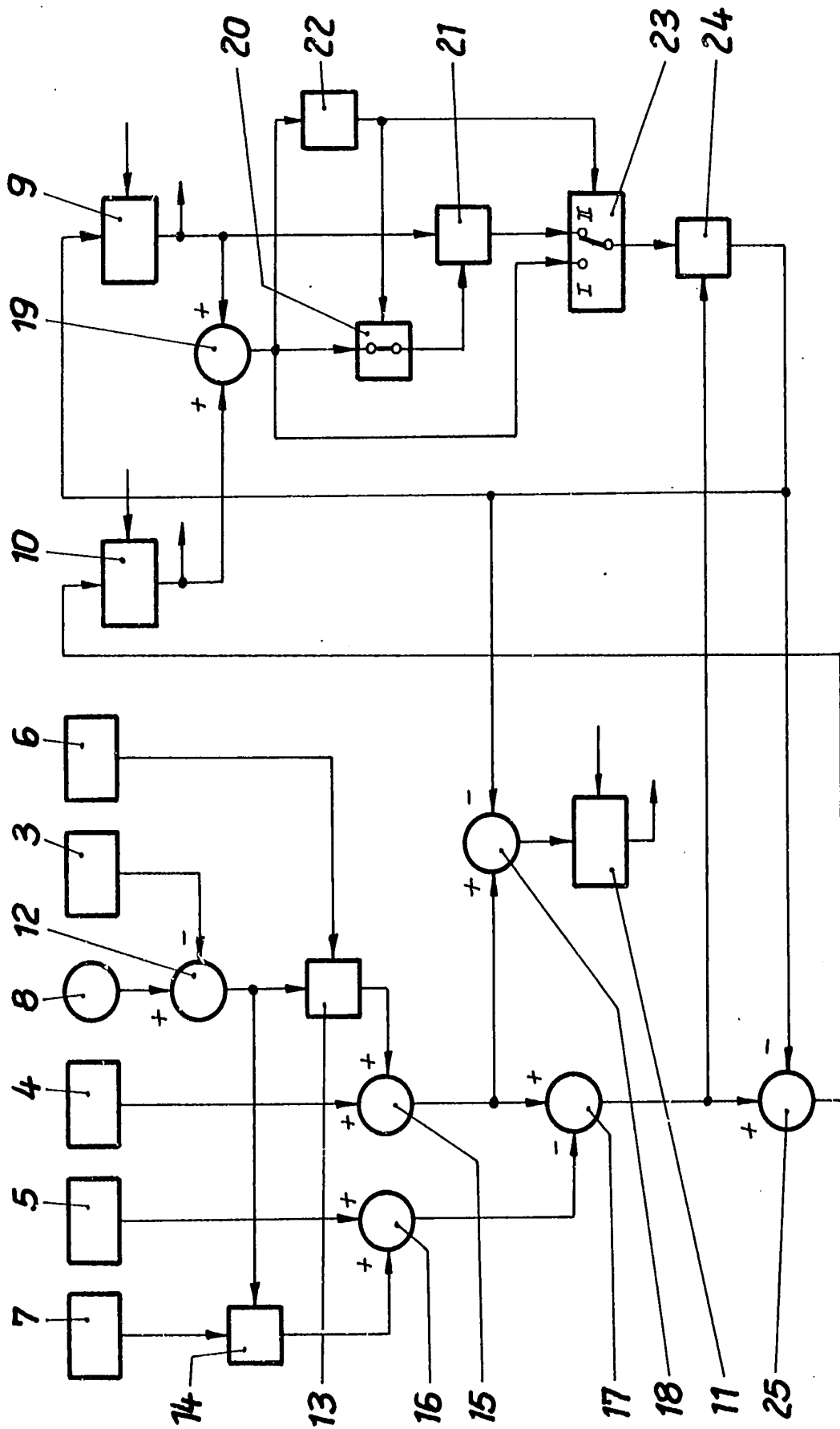


Fig. 2