



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 235 429 A1

4(51) B 23 F 5/02
B 24 B 51/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 23 F / 274 279 3

(22) 20.03.85

(44) 07.05.86

(71) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues Karl-Marx-Stadt, 9010 Karl-Marx-Stadt, Karl-Marx-Allee 4, DD

(72) Günther, Andreas, Dipl.-Ing.; Fränken, Joachim, Dipl.-Ing.; Weigel, Frank, Dipl.-Ing.; Meyer, Hermann, Dipl.-Ing., DD

(54) Einrichtung zum Steuern der Arbeitszyklen eines Werkstückträgers

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Steuerung von Arbeitszyklen eines Werkstückträgers beim Einflankenschliff eines Zahnrads im Teilwälzverfahren. Eine Umsteuervorrichtung aktiviert die jeweils nächste Zykluseinzelbewegung. Verwendung findet ein Programmdatenspeicher. Ziel der Erfindung ist es, die Arbeitszyklen bedarfsweise flexibel zu steuern. Es wird die Aufgabe gelöst, die Bahngeraden der ersten und der zweiten Wälzbewegung schnell, einfach sowie unabhängig voneinander mit unterschiedlichen Steigungen versehbar zu machen. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß im Programmdatenspeicher wenigstens ein erster Speicherbereich für Programmdaten für die erste Wälzbewegung und ein weiterer Speicherbereich für Programmdaten für die zweite Wälzbewegung vorgesehen, die Umsteuervorrichtung als Ringzähler mit einer der Anzahl der Zykluseinzelbewegungen entsprechenden Anzahl von Zählstellen ausgeführt und in einer ersten Zählstellung mit dem Lese-Aufrufeingang des ersten Speicherbereichs sowie in einer der ersten Zählstellung folgenden übernächsten Zählstellung mit dem Lese-Aufrufeingang des weiteren Speicherbereichs verbunden ist. Die Erfindung ist bei entsprechenden Zahnflankenschleifmaschinen anwendbar. Fig. 1

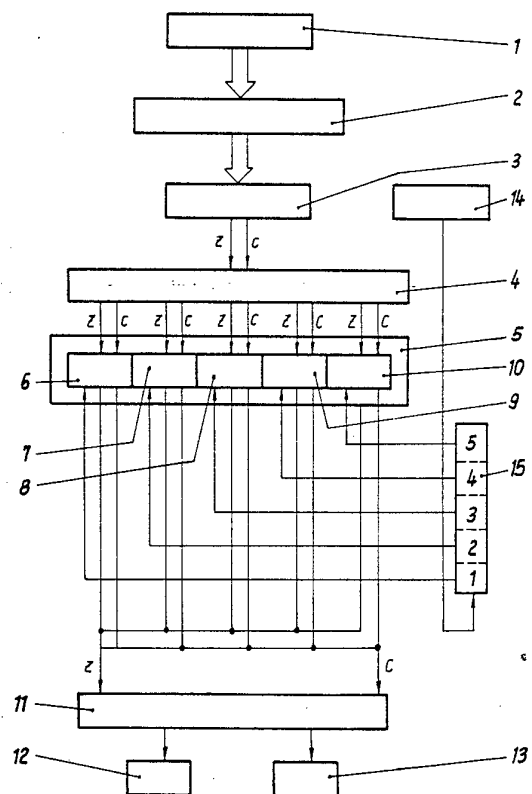


Fig. 1

Erfindungsanspruch:

Einrichtung zum Steuern der Arbeitszyklen eines Werkstückträgers beim Einflankenschliff eines Zahnrads auf einer nach dem Teilwälzverfahren arbeitenden Zahnflankenschleifmaschine, wobei jeder Arbeitszyklus aus mehreren Zykluseinzelbewegungen besteht, zu denen eine erste Wälzbewegung entlang der ersten Zahnflanke sowie eine zweite Wälzbewegung entlang der zweiten Zahnflanke gehören, mit einer Umsteuervorrichtung zum Aktivieren der jeweils nächsten Zykluseinzelbewegung, unter Verwendung eines Programmdatenspeichers sowie eines Linearinterpolators für Programmdaten in einer kartesischen Koordinatenachse und in einer als kartesische Koordinatenachse behandelten Rundachse, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Programmdatenspeicher (5) wenigstens ein erster Speicherbereich (6) für Programmdaten für die erste Wälzbewegung und ein weiterer Speicherbereich (8) für Programmdaten für die zweite Wälzbewegung vorgesehen, die Umsteuervorrichtung als Ringzähler (15) mit einer der Anzahl der Zykluseinzelbewegungen entsprechenden Anzahl von Zählstellungen ausgeführt und der Ringzähler (15) in einer ersten Zählstellung mit dem Lese-Aufruf-Eingang des ersten Speicherbereichs (6) sowie in einer der ersten Zählstellung folgenden übernächsten Zählstellung mit dem Lese-Aufrufeingang des weiteren Speicherbereichs (8) verbunden ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Steuern der Arbeitszyklen eines Werkstückträgers beim Einflankenschliff eines Zahnrads auf einer nach dem Teilwälzverfahren arbeitenden Zahnflankenschleifmaschine. Dabei besteht jeder Arbeitszyklus aus mehreren Zykluseinzelbewegungen, zu denen eine erste Wälzbewegung entlang der ersten Zahnflanke sowie eine zweite Wälzbewegung entlang der zweiten Zahnflanke einer Zahnflanke gehören. Die Einrichtung enthält eine Umsteuervorrichtung zum Aktivieren der jeweils nächsten Zykluseinzelbewegung. Verwendung finden ein Programmdatenspeicher sowie ein Linearinterpolator für Programmdaten in einer kartesischen Koordinatenachse und in einer als kartesische Koordinatenachse behandelten Rundachse.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Beim Einflankenschliff eines Zahnrads im Teilwälzverfahren läuft die Relativbewegung zwischen dem Werkstückträger und dem Schleifkörper in Form von Arbeitszyklen ab, wobei sich jeder Arbeitszyklus aus einer bestimmten Folge von Zykluseinzelbewegungen zusammensetzt. Das WMW-Handbuch „Wirtschaftliches Zahnflankenschleifen auf NILES-Zahnrad-Wälzschleifmaschinen“ verweist auf den bei diesen Maschinen üblichen Bewegungsablauf des Bettschlittens zur Erzeugung einer Zahnflanke. Als wesentliche Zykluseinzelbewegungen gelten eine erste Wälzbewegung zum Schleifen einer ersten Zahnflanke der Zahnflanke, ferner eine erste Spielauslagenbewegung, die die zweite Zahnflanke der Zahnflanke mit dem Schleifkörper in Eingriff bringt und dadurch die Differenz zwischen Zahnflankenweite und Schleifkörperdicke ausgleicht, weiterhin eine zweite Wälzbewegung zum Schleifen der zweiten Zahnflanke, eine zweite Spielauslagenbewegung, die erneut die erste Zahnflanke mit dem Schleifkörper in Eingriff bringt, und schließlich eine Teilbewegung zur nächsten Zahnflanke. Die Arbeitszyklen laufen automatisch ab. Sämtliche Bewegungen werden nur durch Wechselräder gesteuert. Ebenso mechanisch verläuft die Umsteuerung von einer Zykluseinzelbewegung zur nächsten Zykluseinzelbewegung.

Das Verhältnis der Längsbewegung des Bettschlittens zur Drehbewegung des Rundtisches ist durch die eingesetzten Wälzwechselräder in einer konstanten Größe bestimmt. Soll der Eingriffswinkel des Werkstücks verändert werden, dann ist nachteiligerweise ein Austausch von Wälzwechselrädern erforderlich. Dieser Austausch ist zeitaufwendig. Seine Handhabung unterliegt subjektiven Fehlereinflüssen. Ein umfangreiches Sortiment von Wechselrädern muß vorrätig sein, um alle gewünschten Übersetzungsverhältnisse realisieren zu können.

Der Eingriffswinkel des Werkstücks läßt sich auch dadurch verändern, daß bei einer konstanten Übersetzung im Wälzgetriebe der Eingriffswinkel des Werkzeugs verändert wird. Hierbei ist nachteiligerweise ein zumeist mehrmaliger und zeitaufwendiger Wechsel zwischen Abrichten des Werkzeugs und Ausmessen des Werkzeugeingriffswinkels erforderlich.

Aus DE-PS 3033202 ist weiterhin ein Verfahren zur Werkzeugbahn-Interpolation bekannt, bei dem zwischen einer kartesischen Achse und einer Rundachse linear interpoliert und steuerungstechnisch die Rundachse wie eine kartesische Achse behandelt wird. Das Verfahren läuft rechnergestützt ab.

Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll erreicht werden, daß die Arbeitszyklen je nach Bedarf flexibel gesteuert werden können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen aufgezeigte Mangel hat seine Ursache in der fehlenden beziehungsweise nur unter erheblichem Aufwand erreichbaren eingeschränkten Flexibilität, wie sie sich beim Einsatz von Wechselrädern ergibt.

Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Steuern der Arbeitszyklen eines Werkstückträgers beim Einflankenschliff eines Zahnrads auf einer auf dem Teilwälzverfahren arbeitenden Zahnflankenschleifmaschine, wobei jeder Arbeitszyklus aus mehreren Zykluseinzelbewegungen besteht, zu denen eine erste Wälzbewegung entlang der ersten Zahnflanke sowie eine zweite Wälzbewegung entlang der zweiten Zahnflanke einer Zahnflanke

gehören, mit einer Umsteuervorrichtung zum Aktivieren der jeweils nächsten Zykluseinzelbewegung, unter Verwendung eines Programmdatenspeichers sowie eines Linearinterpolators für Programmdaten in einer kartesischen Koordinatenachse und in einer als kartesische Koordinatenachse behandelten Rundachse, so auszubilden, daß die Bahngeraden der ersten Wälzbewegung und der zweiten Wälzbewegung schnell, einfach sowie unabhängig voneinander mit unterschiedlichen Steigungen versehbar sind.

Erfindungsgemäße wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Programmdatenspeicher wenigstens ein erster Speicherbereich für Programmdaten für die erste Wälzbewegung und ein weiterer Speicherbereich für Programmdaten für die zweite Wälzbewegung vorgesehen, die Umsteuervorrichtung als Ringzähler mit einer der Anzahl der Zykluseinzelbewegungen entsprechenden Anzahl von Zählstellungen ausgeführt und der Ringzähler in einer ersten Zählstellung mit dem Lese-Aufrufeingang des ersten Speicherbereichs sowie in einer der ersten Zählstellung folgenden übernächsten Zählstellung mit dem Lese-Aufrufeingang des weiteren Speicherbereichs verbunden ist.

Ausführungsbeispiel

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

- Figur 1: ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Einrichtung
- Figur 2: einen Arbeitszyklus in Gestalt von Bahngeraden in einem Koordinatensystem
- Figur 3: einen Arbeitszyklus gemäß Figur 2 in einer modifizierten Ausführung
- Figur 4: einen Arbeitszyklus gemäß Figur 2 in einer weiteren modifizierten Ausführung.

Gemäß Figur 1 ist an einer Eingabevorrichtung 1 über einen Datenbus ein Basisdatenspeicher 2 angeschlossen, an diesem wiederum ein Rechenwerk 3. Dem Rechenwerk 3 ist über einen Datenverteiler 4 ein Programmdatenspeicher 5 nachgeschaltet, der fünf Speicherbereiche 6 bis 10 enthält. Jeder Speicherbereich 6 bis 10 ist für Wegstrecken z in einer kartesischen Koordinatenachse sowie für Wegstrecken c in einer Rundachse vorgesehen. Diese Rundachse wird in bekannter Weise wie eine kartesische Koordinatenachse behandelt. Ein Linearinterpolator 11 weist demzufolge einen Eingang für die Wegstrecken z sowie einen Eingang für die Wegstrecken c auf und ist mittels dieser Eingänge mit den entsprechenden Ausgängen der Speicherbereiche 6 bis 10 verbunden. Dem Linearinterpolator 11 sind ein Bettschlittenantrieb 12 sowie ein Rundtischantrieb 13 nachgeschaltet. An einem Zyklussteuerwerk 14 ist ein Ringzähler 15 angeschlossen, der fünf Zählstellungen aufweist. Der Ausgang in der ersten Zählstellung ist mit dem Lese-Aufrufeingang des ersten Speicherbereichs 6 verbunden, jeder Ausgang in den weiteren Zählstellungen mit dem entsprechenden Lese-Aufrufeingang der weiteren Speicherbereiche 7 bis 10. Mittels der Eingabevorrichtung 1 werden die zur Berechnung jeder Zykluseinzelbewegung in bekannter Weise benötigten und größtmäßig auf die Geometrie der herzustellenden Zähne zugeschnittenen Daten in den Basisdatenspeicher 2 eingeschrieben. Eingeschrieben hierbei sind Daten für unterschiedliche Übersetzungsverhältnisse in den beiden Wälzbewegungen für eine Linksflanke und für eine Rechtsflanke. Das Rechenwerk 3 entnimmt aus dem Basisdatenspeicher 2 die zur Berechnung der jeweiligen Zykluseinzelbewegung erforderlichen Daten, ermittelt für diese jeweilige Zykluseinzelbewegung nach Maßgabe der hierfür bekannten arithmetischen Beziehungen die Gesamtwegkomponente z in der kartesischen Koordinatenachse Z für den Bettschlittenantrieb 12 sowie die Gesamtwegkomponente c in der Rundachse C für den Rundtischantrieb 13 und gibt die jeweils zwei zusammengehörigen Gesamtwegkomponenten z und c aus. Über den Datenverteiler 4 gelangen diese Gesamtwegkomponenten z und c zum Programmdatenspeicher 5, wo sie im zugeordneten Speicherbereich 6 bis 10 abgelegt werden.

Der Speicherbereich 6 ist für die Gesamtwegkomponenten z und c der ersten Wälzbewegung vorgesehen, das heißt der Wälzbewegung an der ersten Zahnflanke einer Zahnücke. Für die Gesamtwegkomponenten z und c der ersten Spielauslagenbewegung ist der Speicherbereich 7 reserviert. Der Speicherbereich 8 ist in entsprechender Weise der zweiten Wälzbewegung zugeordnet, der Speicherbereich 9 der zweiten Spielauslagenbewegung und der Speicherbereich 10 der Teilbewegung zur nächsten Zahnücke.

Die fünf Zählstellungen des Ringzählers 15 entsprechen den fünf Zykluseinzelbewegungen. Das Zyklussteuerwerk 14 sorgt dafür, daß nach Abschluß jeder Zykluseinzelbewegung der Ringzähler 15 in die nächste Zählstellung fortgeschaltet wird. Die Zählstellung 1 ist der ersten Wälzbewegung im Arbeitszyklus zugeordnet. In dieser Zählstellung wird der Lese-Aufruf-Eingang des ersten Speicherbereichs 6 aktiviert. Dadurch gelangen die Gesamtwegkomponenten z und c der ersten Wälzbewegung zum Linearinterpolator 11. Dieser gibt die interpolierten Wegabschnitte der Gesamtwegkomponenten z an den Bettschlittenantrieb 12 aus, die zugehörigen interpolierten Wegabschnitte der Gesamtwegkomponenten c an den Rundtischantrieb 13. Die Gesamtwegkomponenten z und c der übrigen Zykluseinzelbewegungen werden in entsprechender Weise behandelt. Die Bewegung des Werkstückträgers im Arbeitszyklus läßt sich aus Figur 2 erkennen. Der Arbeitszyklus beginnt im Koordinatensystem, das von einer kartesischen Koordinatenachse Z und von einer Rundachse C gebildet wird, in einem Punkt P_1 , den der Werkstückträger am Ende eines zuvor stattgefundenen Einrichtevorgangs erreicht hat. Die Bahngerade $P_1 \rightarrow R_2$ bildet die erste Wälzbewegung ab. Ihr folgen mit der Bahngeraden $P_2 \rightarrow P_3$ die erste Spielauslagenbewegung, mit der Bahngeraden $P_3 \rightarrow P_4$ die zweite Wälzbewegung, mit der Bahngeraden $P_4 \rightarrow P_1$ die zweite Spielauslagenbewegung und mit der Bahngeraden $P_1 \rightarrow P_5$ die Teilbewegung zur nächsten Zahnücke. P_5 ist damit zugleich der für den Arbeitszyklus in der nächsten Zahnücke zuständige Punkt P_1 .

Die Bahngeraden $P1 \rightarrow P2$ und $P3 \rightarrow P4$ weisen eine unterschiedliche Steigung auf. Das kennzeichnet unterschiedliche Wälzbewegungen für die Rechtsflanke und die Linksflanke. Beide Spielauslagenbewegungen werden durch Bewegungsanteile sowohl des Bettschlittens als auch des Rundtisches erzeugt.

Der in Figur 3 gezeigte modifizierte Arbeitszyklus enthält Wälzbewegungen mit veränderten Steigungen der Bahngeraden. Außerdem werden die Spielauslagenbewegungen allein durch Bewegungen des Rundtisches erzeugt.

Der modifizierte Arbeitszyklus gemäß Figur 4 läßt Wälzbewegungen erkennen, die wiederum abgeändert Steigungen der Bahngeraden aufweisen. Hier ist der Wälzkreisdurchmesser für beispielsweise die Rechtsflanke nicht mehr größer, sondern kleiner als der Wälzkreisdurchmesser für die Linksflanke. Außerdem werden die Spielauslagenbewegungen allein durch Bewegungen des Bettschlittens realisiert. Weitere nicht gezeigte Modifikationen lassen sich ableiten und bilden insgesamt eine Vielzahl möglicher und damit flexibel gestaltbarer Arbeitszyklen. Die Bahngeraden der ersten und der zweiten Wälzbewegung sind jeweils schnell und einfach sowie unabhängig voneinander mit den unterschiedlichen Steigungen versehbar.

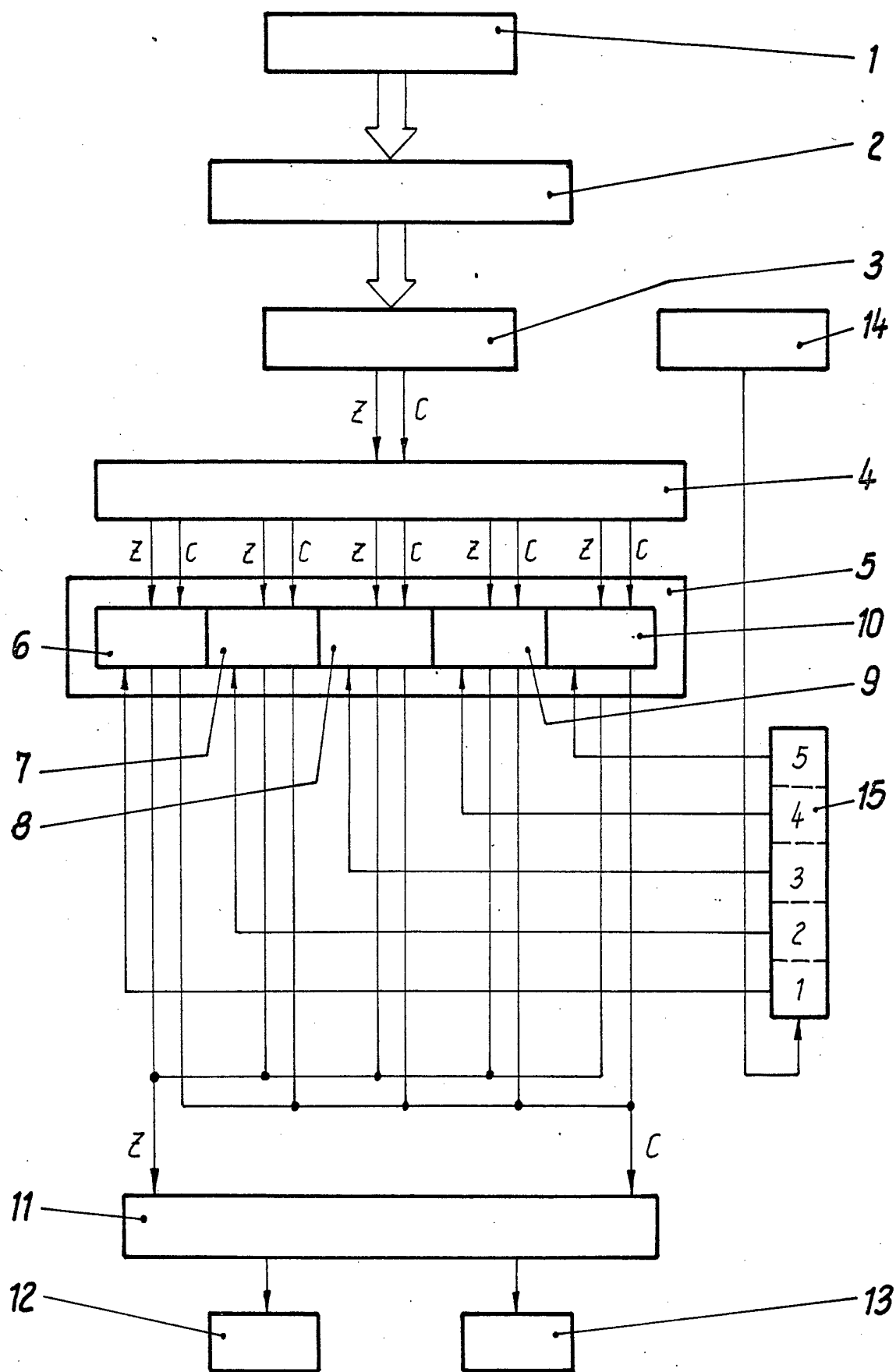


Fig. 1

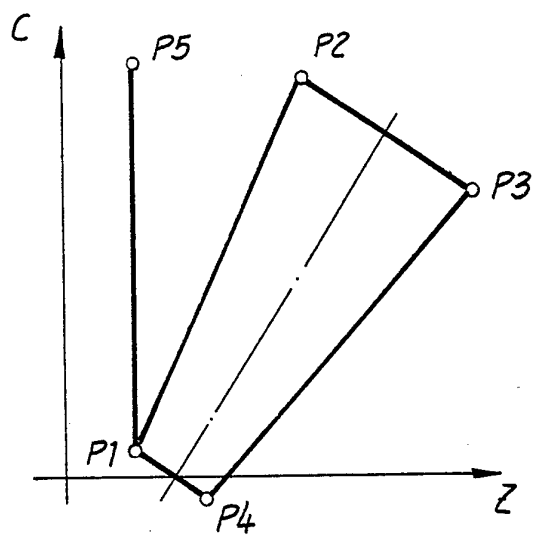


Fig. 2

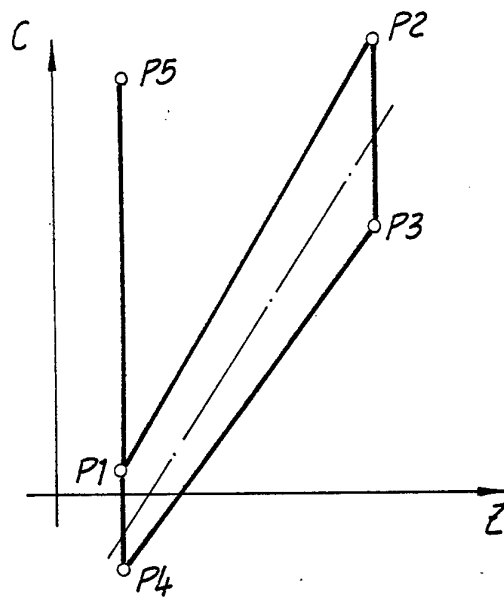


Fig. 3

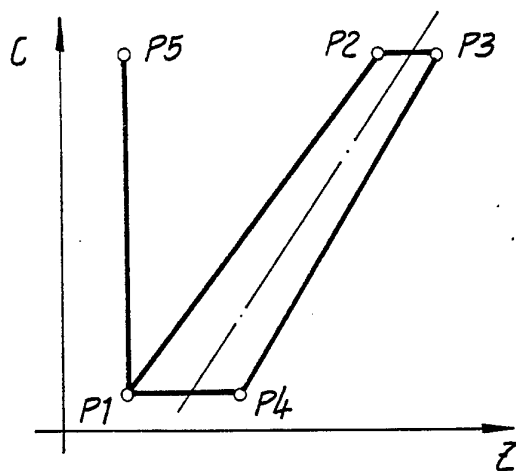


Fig. 4