

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 148 870

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 29 Absatz 1 des Patentgesetzes

Int. Cl.³

(11) 148 870 (45) 17.06.81 3(51) B 30 B 15/14
(21) WP B 30 B / 219 469 (22) 17.02.78

(71) siehe (72)

(72) Zeidler, Rolf, Dipl.-Ing.; Schmidt, Gerhard; Zemmann, Gerd, Dr.-Ing.; Porsch, Heinz; Miethbauer, Peter; Kummer, Klaus, Dr.-Ing.; Dietze, Rolf; Heinke, Dieter, Dipl.-Ing.; Morgenstern, Karlheinz, Dipl.-Ing.; Rohland, Jörg, Dipl.-Ing.; Schramm, Helmut, Dipl.-Ing.; Thormann, Rolf, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Werner Kurpiela, VEB Kombinat Umformtechnik „Herbert Warnke“ Erfurt, 5010 Erfurt, Schwerborner Straße 1

(54) Pressenstraße

(57) Automatische Pressenstraße zur Herstellung von Blechteilen in mehreren Arbeitsstufen, bestehend aus einer Kopfpresse und mehreren Folgepressen, wobei an jeder Presse eine Zuführeinrichtung und eine Entnahmeeinrichtung sowie zwischen zwei benachbarten Pressen jeweils eine Transporteinrichtung angeordnet ist und die Steuerung in Abhängigkeit vom Werkstückfluß erfolgt. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Pressenstraße zu schaffen, bei der gegenüber einer synchronisierten Pressenstraße bei gleicher Produktivität ein wesentlich geringerer Steuerungsaufwand erforderlich ist und die Verwendung allgemein üblicher Einzelpressen mit normal dimensionierten Antrieben möglich ist und gegenüber einer Pressenstraße mit im Einzelhub betriebenen Pressen eine höhere Produktivität bei gleichzeitiger Erhöhung der Lebensdauer der hochbeanspruchten Antriebsgruppen erreichbar ist. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zum Ausgleich der auftretenden Phasen- und Drehzahldifferenzen die Hubzeit jeder der Folgepressen gegenüber der jeweils vorhergehenden Presse in Abhängigkeit vom Werkstückfluß steuer- bzw. regelbar ist. - Fig.1 -

2 1 9 4 6 9 - 1 -

a) Titel der Erfindung
Pressenstraße

b) Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine automatische Pressenstraße zur Herstellung von Blechteilen in mehreren Arbeitsstufen, bestehend aus einer Kopfpresse und mehreren Folgepressen, wobei an jeder Presse eine Zuführeinrichtung und eine Entnahmeeinrichtung sowie zwischen zwei benachbarten Pressen jeweils eine Transporteinrichtung angeordnet ist und die Steuerung in Abhängigkeit vom Werkstückfluß erfolgt.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind bereits zahlreiche Varianten von automatisch betriebenen Pressenstraßen bekannt, denen im wesentlichen zwei im Prinzip unterschiedliche Systeme zugrunde liegen. Zu dem einen System gehören automatische synchronisierte Pressenstraßen mit im Dauerhub betriebenen Pressen auf der Grund-

lage eines strengen Taktsystems zum Transport der Werkstücke von Station zu Station durch die gesamte Straße, wie z.B. in den DE-Offenlegungsschriften Nr. 1 463 080, 1 563 803, 1 602 570, 1 552 032 und 1 945 172 beschrieben. Voraussetzung dazu ist eine Vollsynchronisation aller Pressen mit einer bestimmten einzuhaltenden Toleranz der Phasenlage, bezogen auf den Kurbelwinkel aller Pressen und ständiges Regeln der Antriebe im Vergleich zu einem Leitaggregat. Ein Nachteil derartiger Pressenstraßen besteht darin, daß sie einen hohen Aufwand an elektronischer Steuer- und Regeltechnik erfordern. Um die technologisch und konstruktiv bedingte Winkeltoleranz im Betrieb einzuhalten, ist eine Überdimensionierung der Hauptantriebe der Pressen gegenüber im Einzelbetrieb arbeitenden Pressen zur Erreichung der für die Regelung notwendigen Beschleunigungs- und Verzögerungsmomente erforderlich. Außerdem erfordert eine solche Regelung den Einsatz von teuren thyristorgesteuerten 4-Quadrantenantrieben.

Auf Grund der Kompliziertheit solcher Pressenstraßen ist für deren Wartung, Instandhaltung und Umrüstung beim Anwender ein hoher Aufwand sowie hochqualifiziertes Personal erforderlich, was eigentlich im Widerspruch zu den robusten Einsatzbedingungen in Hochleistungspressereien steht.

Zum zweiten System gehören automatische Pressenstraßen, bei welchen alle Pressen im Einzelhub betätigt werden, wie z.B. in der DE-OS 2 209 233 und in der Zeitschrift "Sheet Metal Industries", März, 1962, S. 209-211 beschrieben oder bei denen die Kopfpresse im Dauerhub und die Folgepressen im Einzelhub betrieben werden, wie z.B. in der DE-AS 1 271 067 beschrieben. Bei diesen Pressenstraßen ist ebenfalls ein Taktsystem zum Transportieren der Werkstücke von Station zu Station erforderlich. Die Steuerung der Pressenstraße erfolgt durch eine relativ einfache Folgesteuerung.

Der Nachteil dieser Pressenstraßen besteht in einer geringeren Leistung gegenüber synchronisierten Pressenstraßen und einer Höchstbelastung der Haupt- und Nebenantriebe, wie z.B. Kuppelung und Bremse sowie Antriebsgetriebe der Automatisierungseinrichtungen. Diese Höchstbelastung ist mit einem sehr hohen Verschleiß, erhöhten Energieverbrauch und großer Lärmentwicklung verbunden.

d) Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, bei Erreichung gleicher Leistungsparameter, wie bei synchronisierten Pressenstraßen, den fertigungstechnischen Aufwand bei der Herstellung sowie die Kosten für Wartung und Instandhaltung beim Anwender gegenüber den bekannten technischen Lösungen zu verringern.

e) Wesen der Erfindung

Ausgehend vom Ziel der Erfindung stellt sich die Aufgabe, eine Pressenstraße zu schaffen, bei der gegenüber einer synchronisierten Pressenstraße ein wesentlich geringerer Steuerungsaufwand erforderlich und die Verwendung allgemein üblicher Einzelpressen mit normal dimensionierten Antrieben möglich ist und gegenüber einer Pressenstraße mit im Einzelhub betriebenen Pressen bzw. mit im Dauerhub betriebener Kopfpresse und im Einzelhub betriebenen Folgepressen eine höhere Produktivität durch Abbau der zwischen den einzelnen Pressenhüben auftretenden Stillstandszeiten und bei gleichzeitiger Verringerung der Schaltheufigkeit der Pressen und Automatisierungseinrichtungen und damit eine Erhöhung der Lebensdauer der hochbelasteten Baugruppen, wie z.B. Kupplung und Bremse sowie Antriebsgetriebe der Automatisierungseinrichtungen, erreichbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zum Ausgleich der auftretenden Phasen- und Drehzahldifferenz die Hubzeit jeder der Folgepressen gegenüber der Kopfpresse bzw. der jeweils vorhergehenden Presse zwischen einer oberen und unteren Grenze in Abhängigkeit von der rechtzeitigen Bereitstellung eines Werkstückes auf dem Übergabeplatz der der Presse vorgelagerten Transporteinrichtung und in Abhängigkeit vom rechtzeitigen Vorhandensein eines freien Ablageplatzes auf der der Presse nachfolgenden Transporteinrichtung steuer- bzw. regelbar ist. Da die Hubzeit jeder der Pressen bzw. jeder der Folgepressen gegenüber der Kopfpresse in Abhängigkeit der Belegung der Transporteinrichtung steuer- bzw. regelbar ist, ist entweder als

Steuer- oder Regelorgan zwischen Schwungrad und Kurbelwelle eine Doppelkupplung mit zwei unterschiedlichen Getriebestufen angeordnet, die wahlweise diese Getriebestufen als obere und untere Grenze schaltet bzw. zur Hubzeitregelung jeder Presse eingesetzt ist, oder zur Einstellung der oberen Grenze ein Einguadrantenantrieb, vorzugsweise mit einer Drehzahlmeßeinrichtung und zur Einstellung der unteren Grenze eine Zusatzbremse oder die Pressenbremse verwendet wird, wobei die jeweilige Bremse mit einer Drehzahlmeßeinrichtung in Wirkverbindung steht und daß die Kombination Einguadrantenantrieb mit Drehzahlmeßeinrichtung und Zusatzbremse oder Pressenbremse auch mit einer Drehzahlmeßeinrichtung in Wirkverbindung als Stellglied für die Hubzeitregelung der Pressen eingesetzt ist.

f) Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel von Pressenstraßen mit verschiedenen Lösungsvarianten näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen Lösungsvarianten des Erfindungsgegenstandes. Es zeigen:

Fig. 1.1., 1.2.

und 1.3.: Pressenstraße aus Kopfpresse mit mehreren Folgepressen mit zu jeder Presse gehöriger Zuführ- und Entnahmeeinrichtung in Ausführung einer Transporteinrichtung als Taktförderer mit Transport- und Wendeeinrichtung zwischen Kopf- und erster Folgepresse und einer Transporteinrichtung zwischen erster und zweiter Folgepresse sowie einer weiteren Transporteinrichtung zwischen zweiter und dritter Folgepresse, wobei die erste Folgepresse die Prinziplösung einer Doppelkupplung mit zwei Getriebestufen zwischen Schwungrad und Kurbelwelle, die zweite Folgepresse die Prinziplösung der Kombination von Einguadrantenantrieb und Zusatzbremse und die dritte Folgepresse die Prinziplösung der Kombination von Einguadrantenantrieb und Pressenbremse zeigt.

Fig. 1.4.: Darstellung der Drehzahlverhältnisse beim Betrieb einer Pressenstraße, deren Folgepressen zwischen einer oberen und unteren Drehzahlgrenze gesteuert bzw. geregelt werden.

Fig. 2.1.

und 2.2.: Blockschaltbild der Drehzahlregelung aller Pressen für eine Pressenstraße über die Werkstückbereitstellung auf den jeder Presse vor- und nachgelagerten Werkstückübergabepätzen unter Verwendung folgender Stellglieder:
gemäß Fig. 2.1. Doppelkupplung und
gemäß Fig. 2.2. Kombination thyristorgesteuerter Einguadrantenantrieb und Bremse (Zusatz- oder Pressenbremse) in Wirkverbindung mit einem Grenzwertschalter.

Für alle erfindungsgemäßen Merkmale wird folgendes vorbemerkt:
Zur Anpassung an unterschiedliche technologische Arbeitsbedingungen ist es vorteilhaft, jede der in der Straße angeordnete Presse mit einem drehzahlstellbaren Antrieb auszurüsten. Dabei wird in zunehmendem Maße dem Gleichstromantrieb der Vorzug gegeben. Die Ansteuerung des Motors erfolgt vielfach über Einguadranten-Thyristorsteuerungen. Der Stellbereich der Hub- oder Drehzahl $n_{\min}$ bis $n_{\max}$ einer solchen Pressenstraße bewegt sich im Verhältnis von etwa 1:2.

Die Hubzahlstellung gleicht jedoch nicht die durch die unterschiedliche Arbeitsentnahme der Pressen und der Stellungenauigkeiten für die Antriebe eintretenden Hubzeitunterschiede aus. Diese Hubzeitunterschiede rufen eine Änderung der Phasenlage der Pressen zueinander, auch wenn der Start der Pressen ohne Phasendifferenz erfolgte, hervor. Bei jeder technologischen Umstellung auf ein anderes Werkstück treten neue unterschiedliche Arbeitsentnahmen auf, die wiederum zu anderen Hubzeiten führen.

Durch die erfindungsgemäße Lösung, die Folgepressen mit einer oberen und unteren Grenze zur Drehzahl der Kopfpresse auszurüsten, werden die Hubzeitunterschiede ausgeglichen. Die Pressen arbeiten im Dauerhub, obwohl größere Phasendifferenzen auftreten.

Die Zuführung der Blechplatten zur Zuführeinrichtung 1 der Kopfpresse 4 erfolgt mittels einer an sich bekannten Platinenzuführeinrichtung 27. Zwischen benachbarten Pressen 4; 5 ist jeweils eine getaktete Transporteinrichtung 22 angeordnet. Die Entnahmeeinrichtung 2 der Kopfpresse 4 übergibt das Werkstück 3 auf den Beladeplatz der Transporteinrichtung 22. Die Transporteinrichtung 22 fördert das Werkstück 3 getaktet zum Entnahmeplatz 7. Die Transporteinrichtung 22 kann sowohl von vor- als auch nachgelagerter Presse 4,5 angetrieben bzw. mittels Eigenantrieb getaktet betrieben werden. Je nach der Art des ausgeführten Antriebes der Transporteinrichtung 22 befindet sich der Übergabeplatz von Presse 4 oder 5 zu Presse 5 entweder auf dem Beladeplatz oder auf dem Entnahmeplatz 7 der Transporteinrichtung 22. In der Auswerteschaltung 21 werden die Informationen über die Bereitstellung eines Werkstückes 3 auf dem Übergabeplatz der der Presse 5 vorgelagerten Transporteinrichtung 22 mit der Bewegung der Zuführeinrichtung 1 verglichen und ebenfalls das Vorhandensein des freien Übergabeplatzes der der Presse 4,5 nachgelagerten Transporteinrichtung 22 in die Auswertung einbezogen. In den Fig. 1.1. bis 2.2. sind mehrere Ausführungsvarianten für das Liniensteuerprinzip einer Pressenstraße dargestellt. Das charakteristische Merkmal dieses Steuerprinzips besteht darin, daß die Hubzeit der Folgepressen 5 gegenüber der Hubzeit der Kopfpresse 4 in Intervallen zwischen einer oberen und einer unteren Hubzeitgrenze pendelt. Die Hubzeitdifferenzen (bzw. δ) der Kopfpresse 4 zur oberen und unteren Hubzeitgrenze der Folgepressen 5 sind nur annähernd konstant, da die obere und untere Hubzeitgrenze durch einen konstanten Drehzahlsprung i gebildet wird. Dieser Drehzahlsprung i kann sowohl für alle Folgepressen 5 der Pressenstraße gleich, wie beispielsweise in Fig. 1.4. gezeigt, als auch für jede der einzelnen Folgepressen der Pressenstraße unterschiedlich vorgegeben werden. Bedingt durch die unterschiedlichen Arbeitsentnahmen der Pressen 4,5 sowie durch Einstellungenauigkeiten treten Hubzeitdifferenzen α, β an der Kopfpresse 4 und $\gamma, \delta, \epsilon, \zeta$ an den Folgepressen 5 auf. Die Pressen 4,5 sind mit Drehzahlstellantrieben, vorzugsweise

über Stromrichter 26 gespeisten Einguadranten-Thyristorantrieben 14, ausgerüstet. Entsprechend den technologischen Bedingungen wird für alle Pressen der Pressenstraße ein gleicher Sollwert innerhalb eines Drehzahlstellbereiches $11 S_{WK}$ bzw. $S_{WF1} \dots S_{WFn}$ mittels zentralem Sollwertgeber 10 vorgegeben. Der Ausgleich der Hubzeitunterschiede zwischen den Pressen 4,5 erfolgt durch installierte Zweipunktregler an den Folgepressen 5. In den Zeichnungen 1.1 bis 1.3 sind einige Ausführungsvarianten des Reglers in einer Pressenstraße dargestellt, wobei selbstverständlich in der Praxis alle Pressen einer Pressenstraße nach einer Variante ausgeführt sind. Der Regler in der Folgepresse F_1 gemäß Fig. 1.1 besteht aus einer Doppelkupplung 13, durch welche zwei unterschiedliche Getriebestufen 17;18 abwechselnd geschaltet werden. Das erforderliche Übersetzungsverhältnis der beiden Getriebestufen 17;18 zueinander ergibt sich aus der Hubzeitdifferenz χ der Kopfpresse 4 bei kleinster Drehzahl n_{min} . Zweckmäßigerweise ist die Doppelkupplung 13 zwischen dem Schwungrad 19 und der Kurbelwelle 20 der Folgepressen 5 angeordnet, so daß die gespeicherte Energie des Schwungrades 19 zum schnellen Beschleunigen auf die höhere Drehzahl bzw. die Trägheit des Schwungrades 19 zum Abbremsen der bewegten Massen auf die untere Drehzahl, genutzt wird.

An der Folgepresse F_2 gemäß Fig. 2.2 besteht der Regler aus einer Kombination von Einguadrantenantrieb 14 und Zusatzbremse 15, an der Folgepresse F_3 , wie in Fig. 1.3 dargestellt, aus einer Kombination von Einguadrantenantrieb 14 und Pressenbremse 16. Der Einguadrantenantrieb 14 ist vorzugsweise mit einer Drehzahlmeßeinrichtung 6 versehen und dient zur Einstellung der oberen Grenze. Zur Einstellung der unteren Grenze ist entweder eine zusätzliche Bremse 15 angeordnet oder die Pressenbremse 16 wird kurzzeitig betätigt, wobei die jeweilige Bremse mit einer Drehzahlmeßeinrichtung 8 in Wirkverbindung steht. Für die Auswertung der eingehenden Steuerinformationen und die Auslösung der Schaltbefehle ist eine gesonderte Auswerteschaltung 21 vorgesehen durch die das Einschalten der Bremse 15 oder 16 und das gleichzeitige Abschalten des Drehzahlsollwertes $S_{WF1} \dots S_{WFn}$ für den Einguadranten-Thyristorantrieb 14 bei Erreichen der oberen

Drehzahlgrenze bzw. ein Abschalten der Bremse 15 oder 16 und die Einschaltung des Einguadranten-Thyristorantriebes 14 bei Erreichen der unteren Drehzahlgrenze erfolgt.

Bei den letztgenannten Ausführungen zur Einstellung der oberen und unteren Hubzeitgrenze ist eine Drehzahländerung des Schwungrades 19 erforderlich. Dadurch ist gegenüber der sehr kurzen Zeitspanne von ca. 0,5 Sekunden für das Ändern der Hubzeit von der oberen Hubzeitgrenze zur unteren Hubzeitgrenze und umgekehrt bei der Ausführung mit Doppelkupplung 13 für das Ändern der Hubzeit von der oberen zur unteren Hubzeitgrenze eine Zeitspanne von etwa 1,5 Sekunden und von der unteren zur oberen Hubzeitgrenze eine Zeitspanne von etwa 5-10 Sekunden erforderlich, d.h. die letztgenannten Varianten der Regelung arbeiten nicht so schnell, sind aber für die vorgegebenen Bedingungen durchaus ausreichend.

Erfindungsanspruch:

1. Pressenstraße, bestehend aus einer Kopfpresse und mehreren Folgepressen, wobei an jeder Presse eine Zuführeinrichtung und eine Entnahmeeinrichtung sowie zwischen zwei benachbarten Pressen jeweils eine Transporteinrichtung angeordnet ist und die Steuerung in Abhängigkeit vom Werkstückfluß erfolgt, gekennzeichnet dadurch, daß zum Ausgleich der auftretenden Phasen- und Drehzahldifferenz die Hubzeit jeder der Folgepressen (5) gegenüber der Kopfpresse (4) bzw. der jeweils vorhergehenden Presse (4;5) zwischen einer oberen und unteren Grenze in Abhängigkeit von der rechtzeitigen Bereitstellung eines Werkstückes (3) auf dem Übergabeplatz der der Presse vorgelagerten Transporteinrichtung (22) und in Abhängigkeit vom rechtzeitigen Vorhandensein eines freien Ablageplatzes auf der der Presse nachfolgenden Transporteinrichtung (22) steuer- bzw. regelbar ist.
2. Pressenstraße nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Steuer- oder Regelorgan zwischen Schwungrad (19) und Kurbelwelle (20) eine Doppelkupplung (13) mit zwei unterschiedlichen Getriebestufen (17;18) angeordnet ist, die wahlweise diese Getriebestufen (17;18) als obere und untere Grenze schaltet bzw. zur Hubzeitregelung jeder Presse (4;5) eingesetzt ist.
3. Pressenstraße nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß zur Einstellung der oberen Grenze ein Einquadrantenantrieb (14), vorzugsweise mit einer Drehzahlmeßeinrichtung (6) und zur

Einstellung der unteren Grenze eine Zusatzbremse (15) oder die Pressenbremse (16) verwendet wird, wobei die jeweilige Bremse mit einer Drehzahlmeßeinrichtung in Wirkverbindung steht und daß die Kombination Einguadrantenantrieb (14) mit Drehzahlmeßeinrichtung (6) und Zusatzbremse (15) oder Pressenbremse (16) auch mit einer Drehzahlmeßeinrichtung (8) in Wirkverbindung als Stellglied für die Hubzeitregelung der Pressen (4;5) eingesetzt ist.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

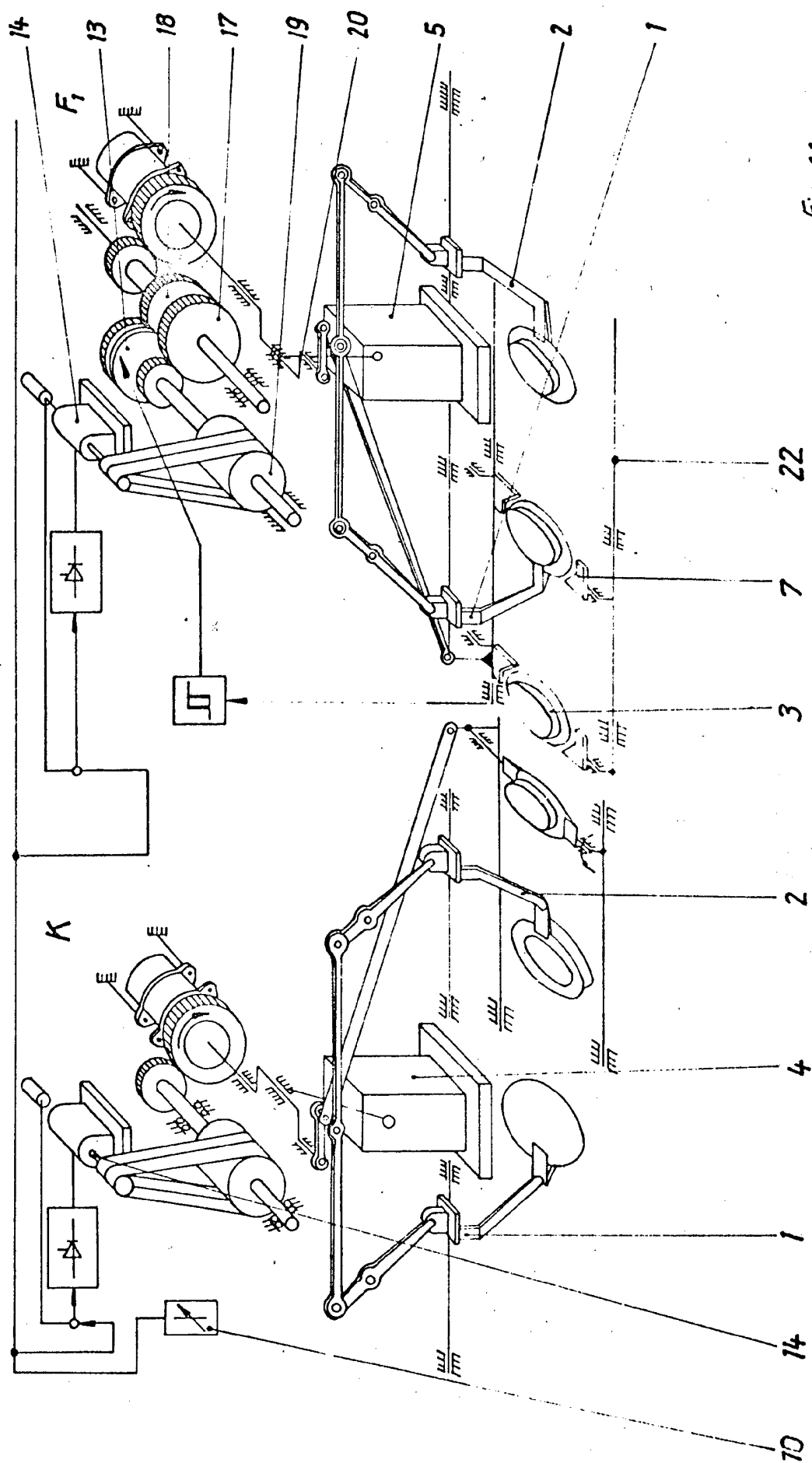
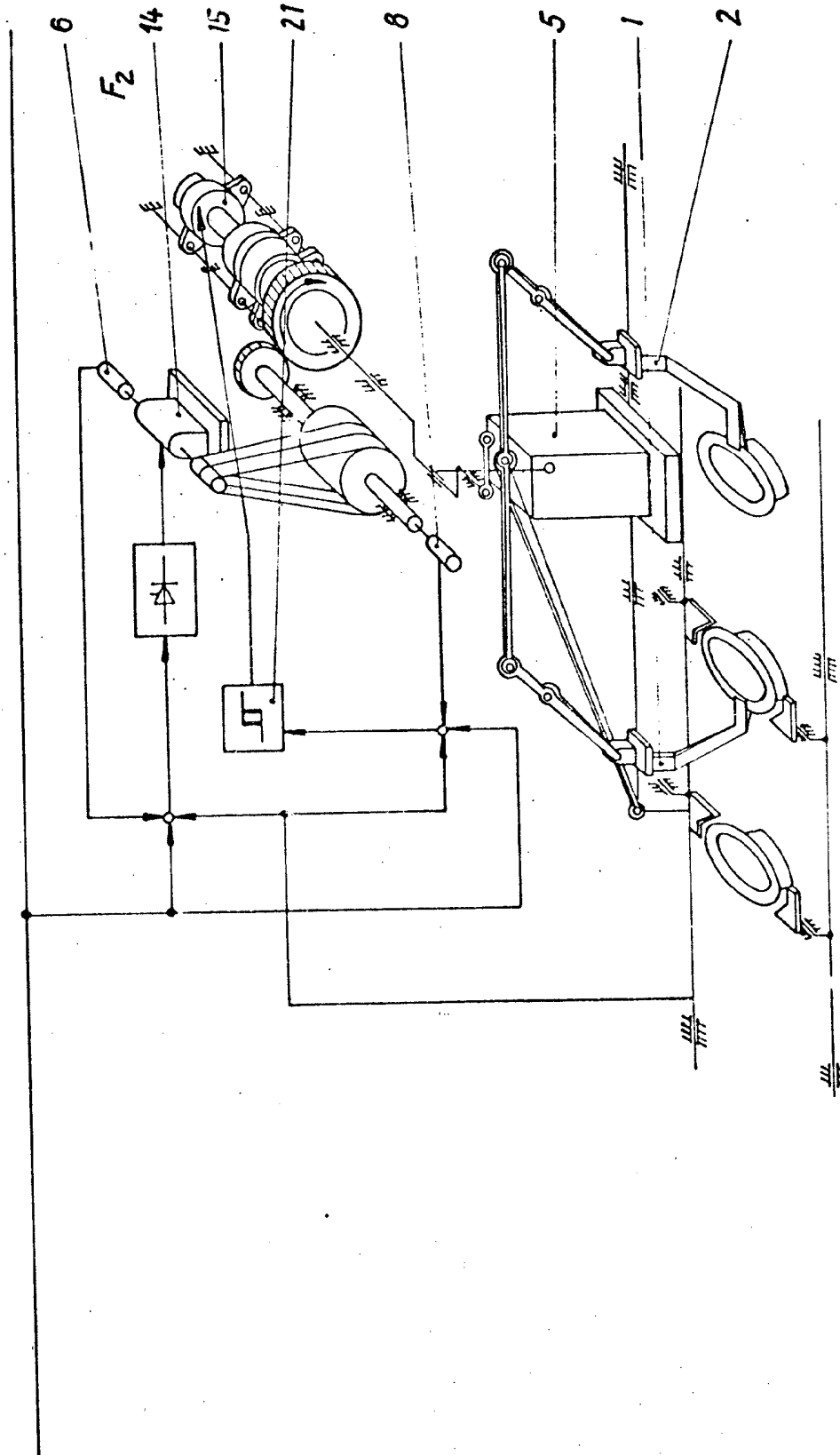


Fig. 11

Fig. 12



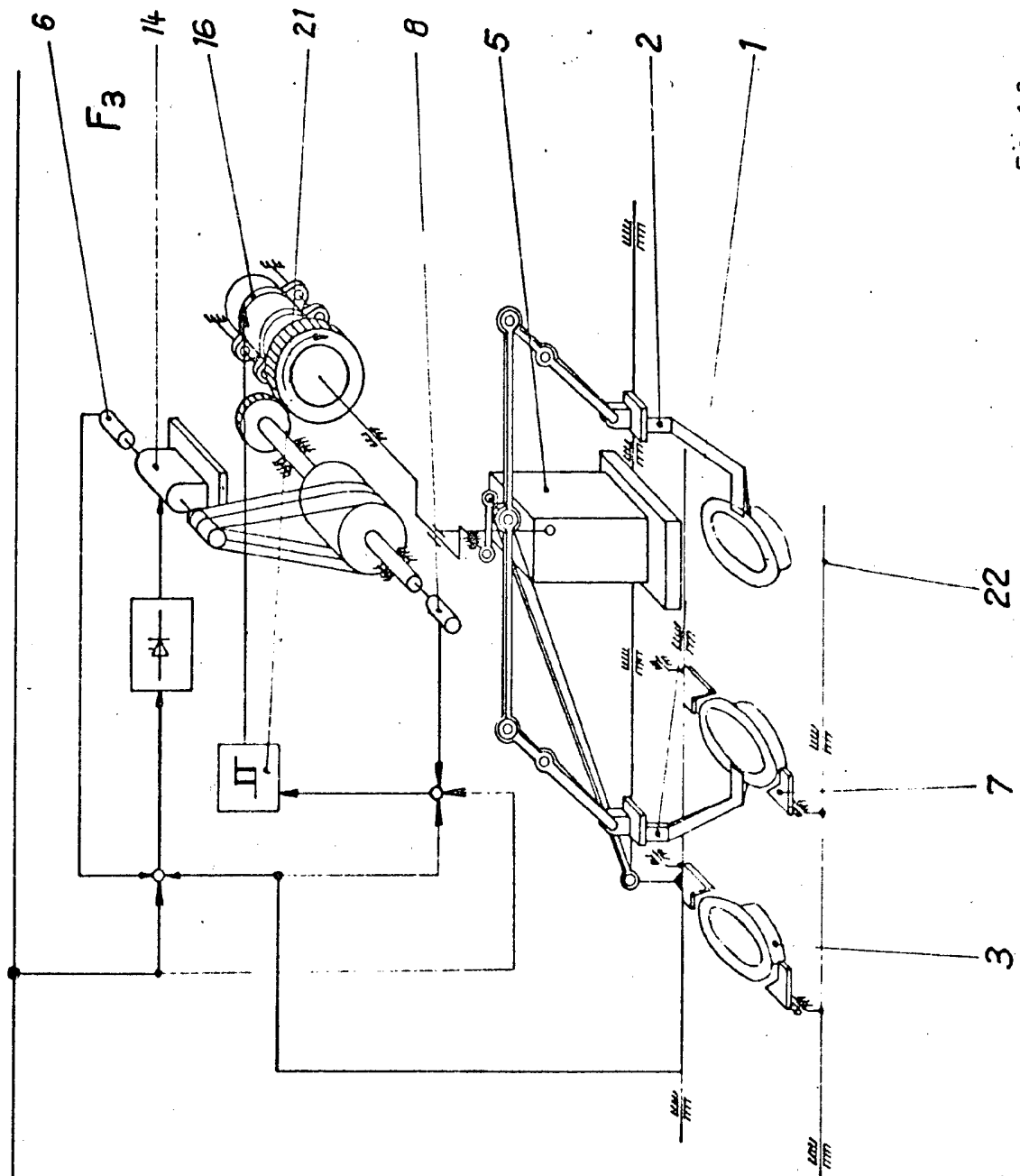


Fig. 1.3

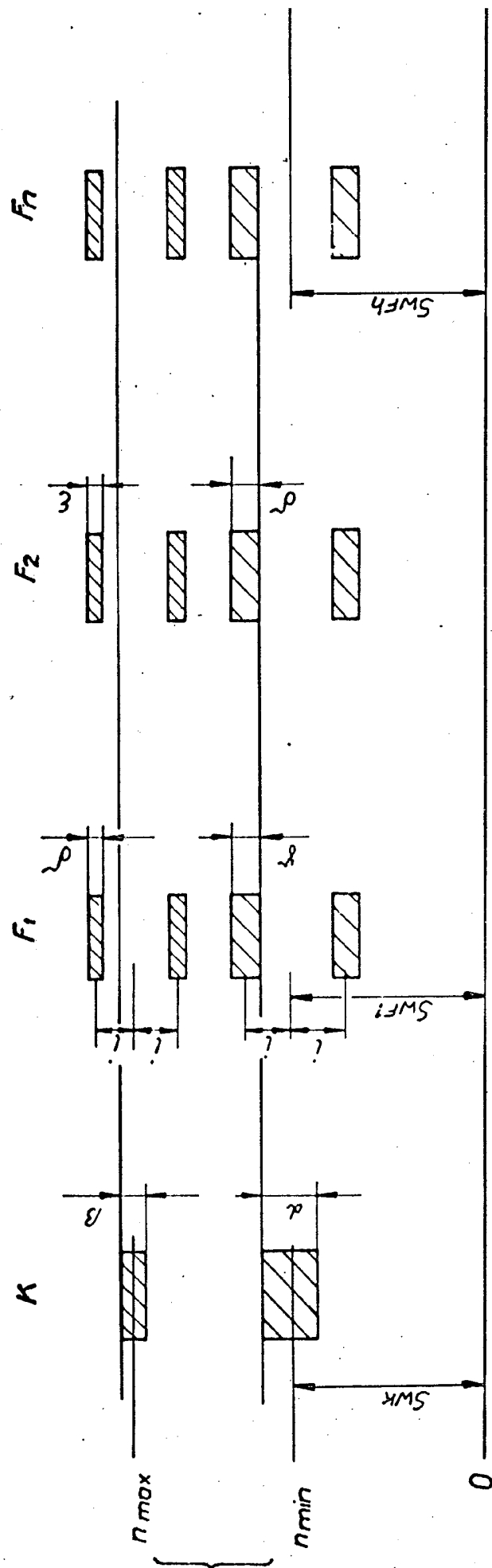


Fig. 1.4

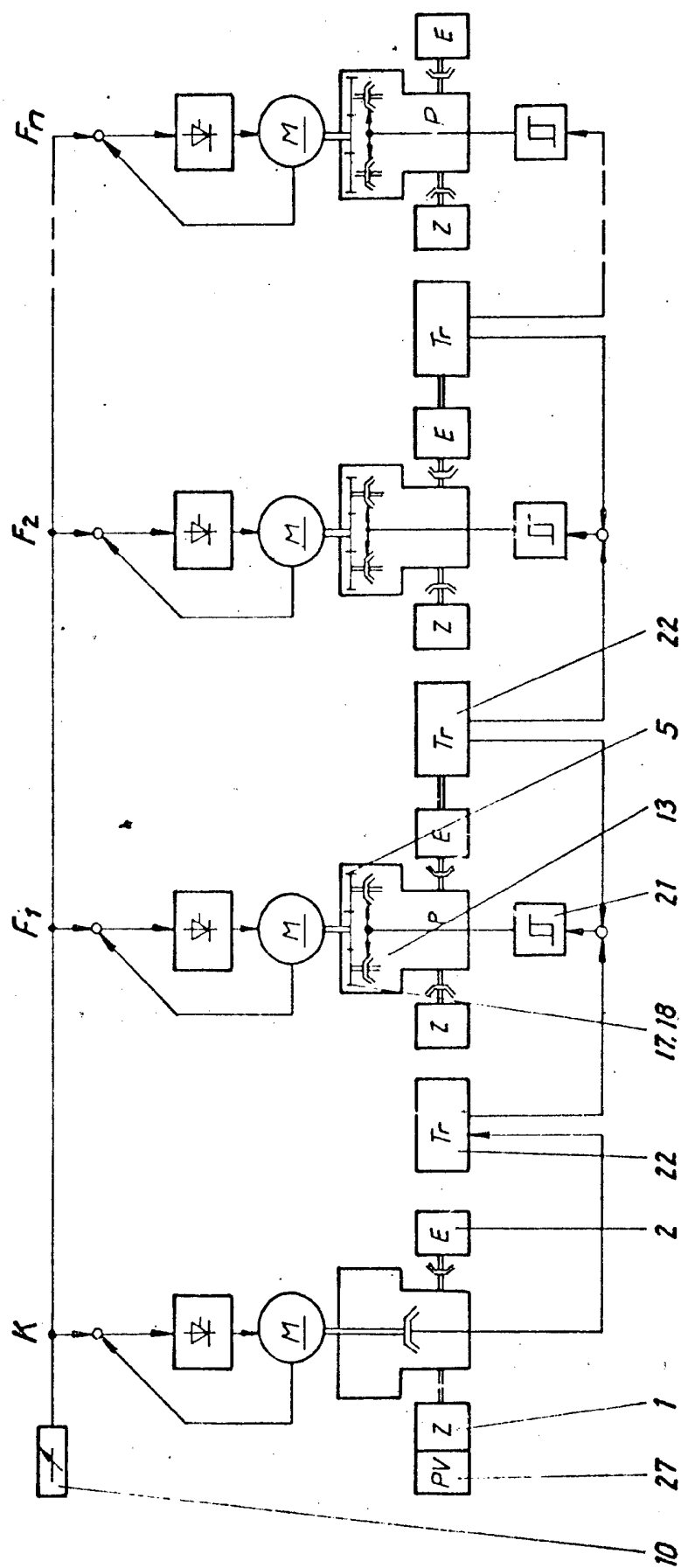


Fig. 2.1

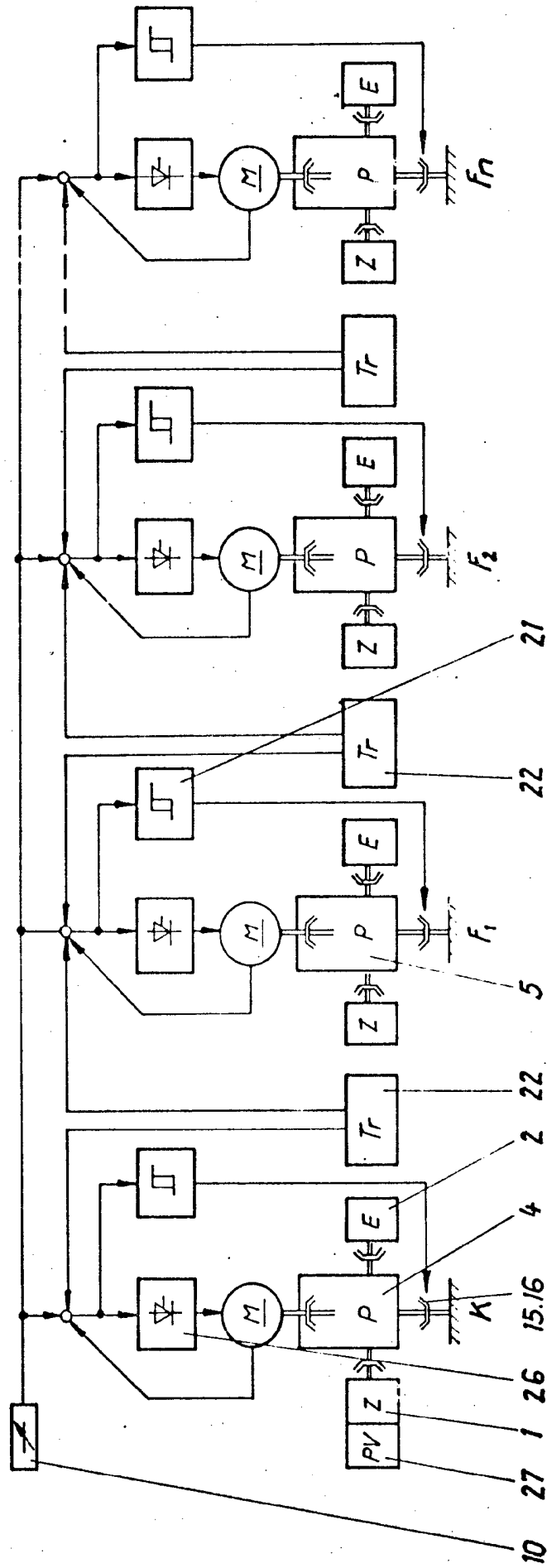


Fig. 2.2