



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: **AT 394 825 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 653/89

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **B29C 45/82**

(22) Anmeldetag: 21. 3.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.1991

(45) Ausgabetag: 25. 6.1992

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS2263797 DE-OS3743351 DE-AS2417986

(73) Patentinhaber:

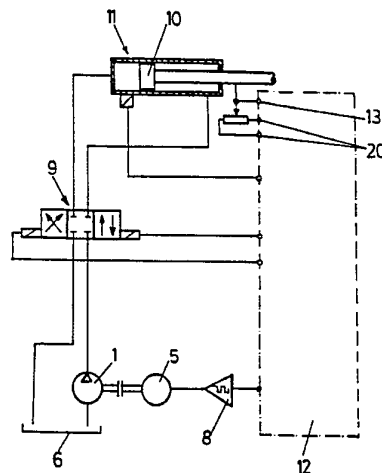
ENGEL MASCHINENBAU GESELLSCHAFT M.B.H.  
A-4311 SCHWERTBERG, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

MÖRWALD RUPERT ING.  
SCHWERTBERG, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) **STEUERUNGSEINRICHTUNG FÜR HYDRAULISCH BEAUFSCHLAGBARE MASCHINENTEILE EINER SPRITZGIESSMASCHINE**

(57) Eine Steuerungseinrichtung für die hydraulisch beaufschlagten Maschinenteile einer Spritzgießmaschine mit einer Druckkölleitung, einer Druckpumpe (1) und einem elektrischen Antriebsmotor (5) für die Druckpumpe (1). Die Drehzahl des Antriebsmotors ist während eines Arbeitszyklusses veränderlich steuerbar, sodaß die Leistung der Druckpumpe (1) dem jeweiligen Maschinenerfordernis angepaßt wird. Die Geschwindigkeiten der Hydraulikkolben (10) werden über die Drehzahl des Antriebssystems gesteuert bzw. geregelt. Der Antriebsmotor (5) ist vorzugsweise ein Synchronmotor, beispielsweise ein Drehstromservomotor. Es ist ein Sollwerte-Programmgeber zur Abgabe von Sollwerten an den Antriebsmotor (5), mit einem Istwertgeber und einer Auswerterschaltung vorgesehen. Abhängig von den Soll-Istwertdifferenzen ist die Stellgröße für den Antriebsmotor (5) korrigierbar.



AT 394 825 B

Die Erfindung betrifft eine Steuerungseinrichtung für hydraulisch beaufschlagbare Maschinenteile einer Spritzgießmaschine, wie Schließzylinder der bewegbaren Formträgerplatte, Plastifizierschnecke und Peripheriegeräte, wie Kernzüge, Gewinde aus Drehvorrichtungen u. dgl., mit einer Druckölleitung, einer Druckpumpe und einem elektrischen Antriebsmotor für die Druckpumpe, wobei die Drehzahl des Antriebsmotors während eines Arbeitszyklusses veränderlich steuerbar ist, so daß die Leistung der Druckpumpe dem jeweiligen Maschinenerfordernis angepaßt wird.

In Spritzgießmaschinen für die Herstellung von Kunststoffergezeugnissen müssen während eines Funktionsablaufes eine Vielzahl von Steuervorgängen ausgeführt werden. Hierbei werden für den Ablauf der einzelnen Arbeitsphasen, wie Plastifizieren, Formschließen, Einspritzen u. dgl., in entsprechenden Hydraulikkreisen angeordnete Ventile entsprechend den jeweiligen Erfordernissen eingestellt. Man verwendet hierfür im allgemeinen elektromagnetisch steuerbare Proportionalventile.

Eine herkömmliche Hydraulikpumpe fördert während des gesamten Funktionsablaufes, d. h. während eines Arbeitszyklusses, ständig mehr Hydraulikflüssigkeit als eigentlich gebraucht wird. Auch eine Regelpumpe muß im Leerlauf fördern und zwar in etwa ein Drittel der maximalen Energie (Spülbetrieb).

In sämtlichen Fällen wird von der Pumpe wesentlich mehr Energie aufgebracht als von den Hydraulikaggregaten der Spritzgießmaschine wirklich genützt wird. So entspricht bei Konstantpumpen die Leistung des Ölkühlers bis zur Hälfte der Hydraulikleistung der Spritzgießmaschine.

Bei einer Regelpumpe entspricht die Leistung des Ölkühlers immer noch einem Drittel der Maschinenleistung.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuerungseinrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, bei der die Hydraulikpumpe wesentlich ökonomischer arbeitet, so daß die der Spritzgießmaschine zugeführte Energie wesentlich besser genützt wird.

Dies wird erfindungsgemäß erreicht durch einen Sollwerte-Programmgeber zur Abgabe von Sollwerten an den Antriebsmotor, mit einem Istwertgeber und einer Auswerterschaltung, mittels welcher abhängig von den Soll-Istwertdifferenzen die Stellgröße für den Antriebsmotor korrigierbar ist.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wird die nichtlineare Kennlinie des gesamten Antriebssystems mit der Pumpe kompensiert. Die Kennlinie wird bei Inbetriebnahme der Maschine einmalig festgehalten. Anschließend werden die erhaltenen Istwerte eingegeben.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Steuerungseinrichtung sind: es erfolgt eine energieoptimierte Drehzahlsteuerung bzw. Regelung aller Bewegungen. Der Antriebsmotor stoppt, wenn keine Antriebsleistung benötigt wird, z. B. während der Kühlzeit. Durch die Verwendung von Konstantpumpen und Einsparung der Mengenproportionalventile kommt es zu einer Vereinfachung in der Hydraulik.

Die erfindungsgemäße Steuerungseinrichtung ist bei allen Maschinengrößen möglich.

Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung sieht vor, daß zwischen der Druckpumpe und dem beaufschlagbaren Maschinenteil, insbesondere der bewegbaren Formträgerplatte, ein Mengenregelventil angeordnet ist, wobei der Antriebsmotor parallel zum Mengenregelventil ansteuerbar ist und zwar derart, daß die Druckpumpe ständig um einen zumindest in etwa konstanten Prozentanteil mehr Hydraulikflüssigkeit liefert, als für die Bewegung des Maschinenteiles benötigt wird.

Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung stellt stufenlos ein Druckprofil ein. Drucke und Mengen werden ständig neu kalibriert.

Nachfolgend werden zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren der beiliegenden Zeichnung beschrieben.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen je ein Schaltschema einer Maschine, Fig. 5 zeigt ein Diagramm der Geschwindigkeitslinearisierung und Fig. 6 das Diagramm der Druckkalibrierung.

Mit (A), (B), (C), (D) sind in beiden Figuren die Verbraucherauslässe für das Drucköl bezeichnet, wobei beispielsweise der Auslaß (A) dem Schließzylinder für die bewegbare Formhälfte zugeordnet ist, der Auslaß (D) der Schnecke, der Auslaß (C) dem Hydromotor für das Dosieren und der Auslaß (B) den Nebenbewegungen.

Mit (1) ist die Druckpumpe und mit (2) die Öldruckleitung bezeichnet und in beiden Schaltkreisen ist ein Druckregler (3) angeordnet.

Die Bezugszeichen (5) kennzeichnen den erfindungsgemäßen Antriebsmotor.

Das Ölreservoir trägt das Bezugszeichen (6).

Über einen Verstärker (7) wird ein elektronisches Signal einer Steuereinrichtung (8) für den Antriebsmotor (5) zugeführt. Die Drehzahl des Antriebsmotors (5) variiert über den gesamten Funktionsablauf eines Arbeitszyklusses und zwar dem jeweiligen Energieverbrauch auf der Maschinenseite angepaßt. Ebenso ändert sich die Leistung der Pumpe (1) und somit die Menge der geförderten Hydraulikflüssigkeit.

Der Druckregler (3) regelt in herkömmlicher Weise den Systemdruck.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 lediglich durch die doppelte Anordnung der Pumpe (1) des Antriebsmotors (5) und der Steuereinrichtung (7). Zusätzlich zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 sind beim Hydraulikauslaß (A), der zur Schließseite der bewegbaren Formhälfte führt, ein Proportionalventil (9) angeordnet. Dieses Proportionalventil (9) ist ebenso mit der Steuerung verbunden und zwar derart, daß die Pumpe (1) immer um einen fixen Prozentanteil mehr Menge Hydraulikflüssigkeit fördert als für die Bewegung der Schließkolben benötigt wird.

Das Ventil (4) ermöglicht das Zusammenschalten der beiden Pumpensysteme, wenn für eine bestimmte Bewegung (z. B. Dosieren oder Spritzen) die Fördermenge einer Pumpenstation nicht ausreicht.

In diesem Fall läuft eine Station auf Maximalfördermenge (= Drehzahl) und die zweite Station fördert die erforderliche Restmenge. Dadurch wird wiederum energieoptimiert gearbeitet.

In Fig. 3 sind zusätzlich zum Schaltschema die maschinenseitigen Hydraulikanschlüsse schematisch eingezeichnet. Die Spritzgießmaschine trägt das Bezugszeichen (14). Das Bezugszeichen (15) bezeichnet den Anschluß für den Schließzylinder der Schließeinrichtung, das Bezugszeichen (16) den Anschluß für Auswerfer, das Bezugszeichen (17) den Anschluß für die Dosiereinrichtung und das Bezugszeichen (18) den Anschluß für die Schnecke.

Im Schema ist noch ein Sicherheitsventil mit dem Bezugszeichen (19) eingezeichnet.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung (Fig. 4) wird die Nichtlinearität der Fördermenge der Pumpe bezogen auf die Motordrehzahl dadurch gemessen, daß während einer Kalibrierphase zu der jeweiligen Motordrehzahl die tatsächliche Verlaufs geschwindigkeit des Kolbens (10) im Hydraulikzylinder (11) gemessen und gespeichert wird.

Durch die Vorgabe einer Motordrehzahl, vorgegeben durch die Mikroprozessorensteuerung (12) wird der Kolben (10) nach vorne bewegt.

Nach der ersten Geschwindigkeitsmessung über den Wegsignalgeber (13) und Speicherung der Daten wird der Kolben (10) wieder zurückgezogen. Nun wird die zweite Drehzahlstufe vorgegeben und wieder die Vorlaufgeschwindigkeit des Kolbens (10) gemessen und zusammen mit dem Vorgabewert gespeichert.

Das Bezugszeichen (20) bezeichnet die Anschlüsse für den Ohmschen Weggeber (13).

Dies geschieht Stufe für Stufe so lange, bis die Maximalgeschwindigkeit erreicht ist. In einer Tabelle sind nach Abschluß dieses Vorganges die Vorgabewerte mit ihren jeweils dazugehörigen Istwerten gespeichert.

Der anschließende Betrieb der Spritzgießmaschine (14) erfolgt dann mit jeweils jenem Vorgabewert, welcher für die gewünschte Geschwindigkeit gemessen wurde.

#### Beispiel:

Die Maschine erreicht eine Maximalgeschwindigkeit bei 1000 U/min von 100 mm/s, welches einem Vorgabewert von 10 V entspricht.

Wenn ein linearer Zusammenhang zwischen Motordrehzahl und Geschwindigkeit vorhanden wäre, müßte bei einem Vorgabewert von 5 V und einer Drehzahl von 500 U/min der Zylinder 50 mm/s fahren.

Tatsächlich fährt dieser aber 45 mm/s. 50 mm/s werden z. B. bei 5,5 V erreicht. Dies würde bedeuten, daß bei einer Sollwerteinstellung von 50 mm/s die Steuerung (12) nicht 5 V sondern 5,5 V an den Antrieb ist.

Die Steuerung (12) lernt also die Kennlinie des Antriebes, speichert diesen und richtet sich anschließend nach der gelernten Kennlinie. Dieses ist sowohl für Menge (Geschwindigkeit) als auch für den Druck möglich.

Wenn die Pumpe (1) ihr Verhalten aufgrund von Abnützungserscheinungen oder Tausch von Komponenten ändert, kann das Kalibrierprogramm jederzeit wieder aktiviert werden, wodurch die neuen Kennlinien gespeichert werden, mit welchen dann gearbeitet wird.

Das Kalibrierprogramm ist also in der Lage, Abnützungserscheinungen automatisch zu kompensieren.

Im Diagramm Fig. 5 ist auf der Abszisse die Istgeschwindigkeit des Kolbens (11) eingezeichnet, während die Ordinate die Spannung (Volt) für den Elektromotor (5) angibt. Die Gerade (a) gibt den linearen Zusammenhang an. Die Kurve (b) bezeichnet den tatsächlichen nichtlinearen Zusammenhang zwischen Sollwert und Istwert.

Nach dem gleichen Prinzip wie die Geschwindigkeitskalibrierung kann auch die Druckkennlinie des Systems ermittelt werden.

Der Hydraulikkolben (10) wird bis zum vorderen Anschlag gefahren. Anschließend wird die Motordrehzahl in kleinen Stufen so lange erhöht, bis ein Minimaldruck im Zylinder (11) erreicht und gemessen wird (z. B. 5 bar).

Nun wird wiederum das Ansteuersignal und der dazugehörige Istdruck in der Steuerung (12) gespeichert. Anschließend wird die Drehzahl der Pumpe (1) nun eine kleine Stufe erhöht und die Werte gespeichert usw., so lange, bis der Maximaldruck (z. B. 160 bar) erreicht ist.

Das System arbeitet nach dieser Kalibrierphase mit den gespeicherten Werten und zwar dann, wenn die Druckvorgabe Priorität hat (z. B. beim Nachdruck). Aus dem Diagramm der Fig. 6 ist die Druckkennlinie des Systems entnehmbar.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Steuerungseinrichtung für hydraulisch beaufschlagbare Maschinenteile einer Spritzgießmaschine, wie Schließzylinder der bewegbaren Formträgerplatte, Plastifizierschnecke und Peripheriegeräte, wie Kernzüge, Gewinde aus Drehvorrichtungen u. dgl., mit einer Druckölleitung, einer Druckpumpe und einem elektrischen Antriebsmotor für die Druckpumpe, wobei die Drehzahl des Antriebsmotors während eines Arbeitszyklusses veränderlich steuer-

AT 394 825 B

bar ist, so daß die Leistung der Druckpumpe dem jeweiligen Maschinenerfordernis angepaßt wird, **gekennzeichnet durch** einen Sollwerte-Programmegeber zur Abgabe von Sollwerten an den Antriebsmotor (5), mit einem Istwertgeber und einer Auswerterschaltung, mittels welcher abhängig von den Soll-Istwertdifferenzen die Stellgröße für den Antriebsmotor (5) korrigierbar ist.

5

2. Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Druckpumpe (1) und dem beaufschlagbaren Maschinenteil, insbesondere der bewegbaren Formträgerplatte, ein Mengenregelventil (9) angeordnet ist, wobei der Antriebsmotor (5) parallel zum Mengenregelventil (9) ansteuerbar ist und zwar derart, daß die Druckpumpe (1) ständig um einen zumindest in etwa konstanten Prozentanteil mehr Hydraulikflüssigkeit liefert, als für die Bewegung des Maschinenteiles benötigt wird.

10

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

15

Fig. 1

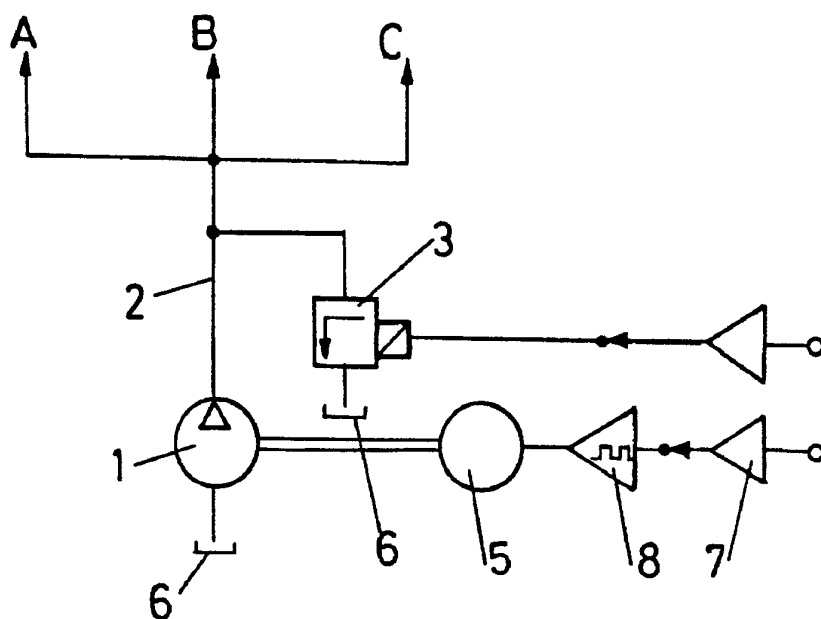
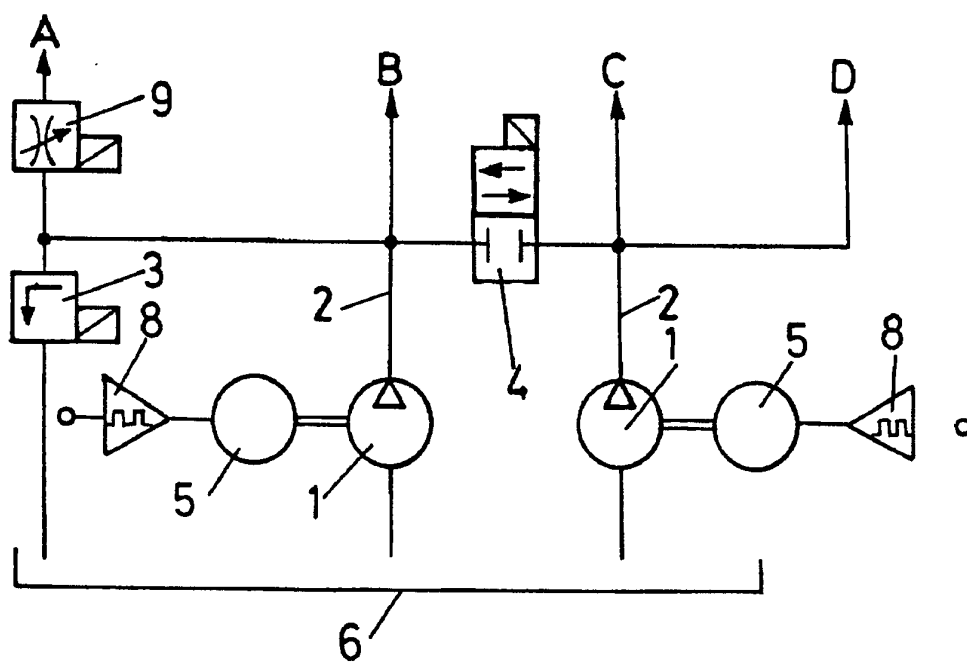


Fig. 2



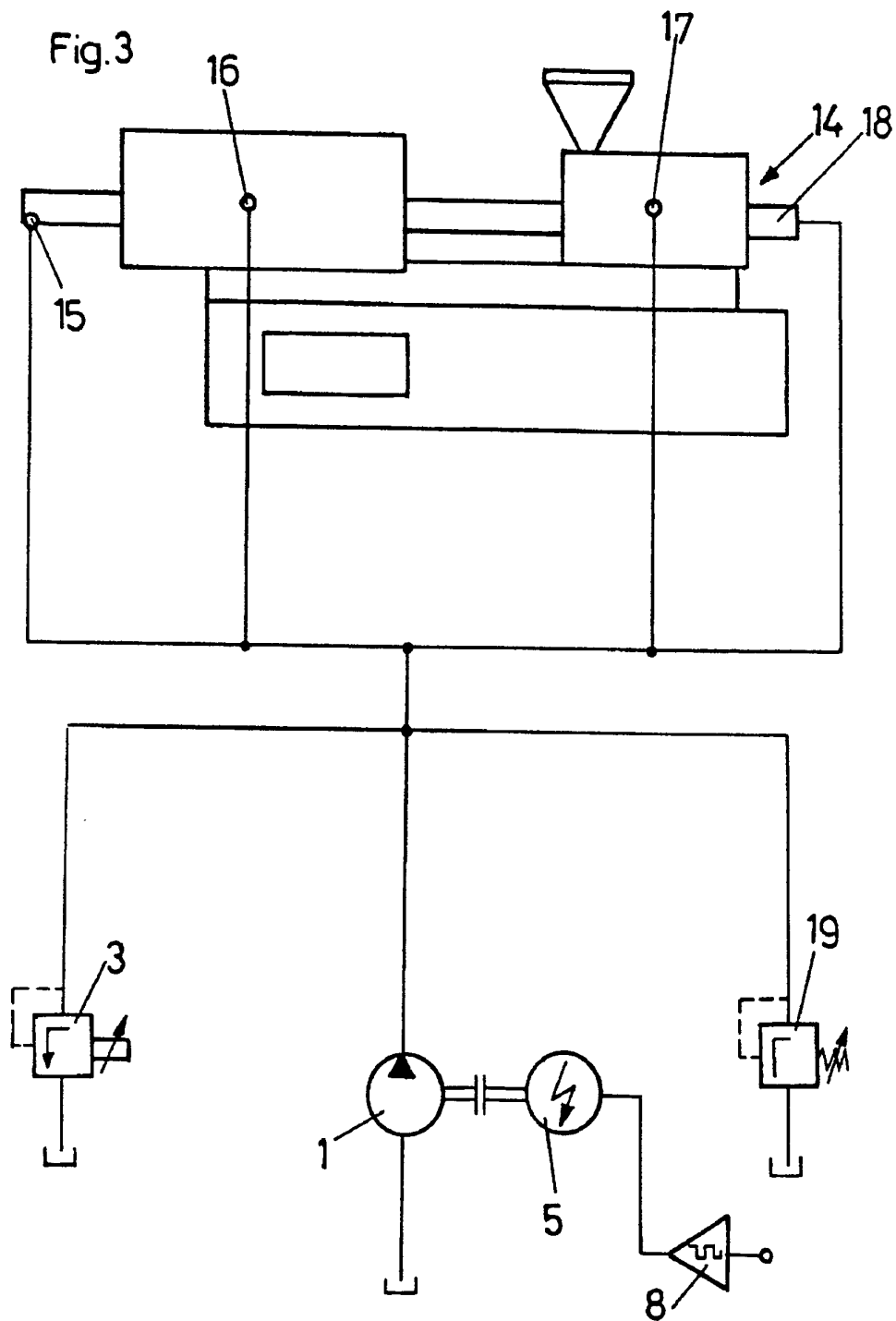


Fig. 4

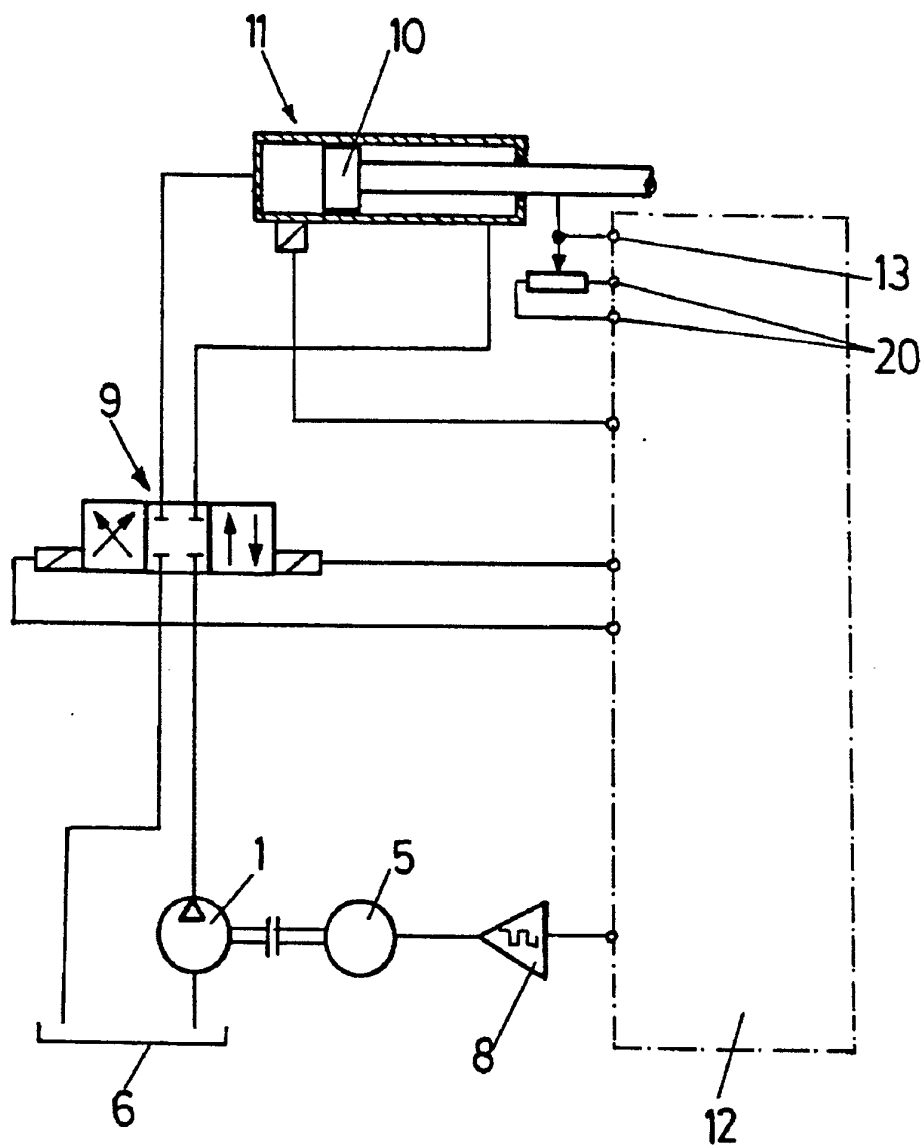


Fig. 5

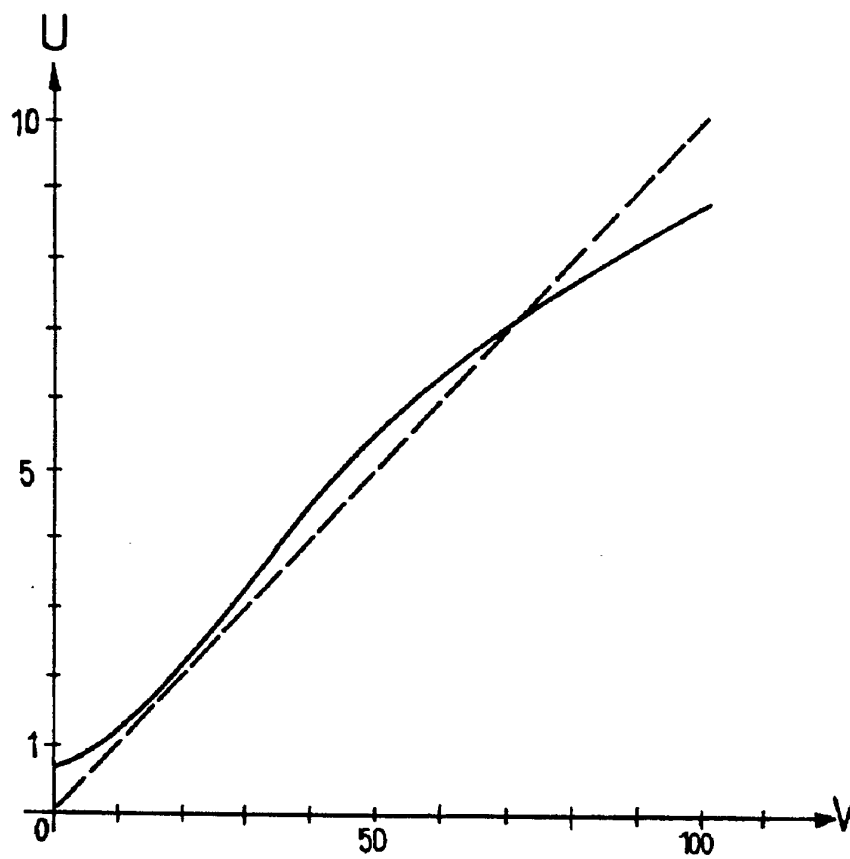




Fig. 6

