

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **89890030.3**

51 Int. Cl.⁴: **F 03 C 1/00**

22 Anmeldetag: **31.01.89**

30 Priorität: **08.04.88 AT 917/88**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.10.89 Patentblatt 89/41

84 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT SE**

71 Anmelder: **GFM Gesellschaft für Fertigungstechnik und Maschinenbau Gesellschaft m.b.H.**
Ennserstrasse 14
A-4403 Steyr (AT)

72 Erfinder: **Hein, Otto**
Schlühsemayrstrasse 89
A-4400 Steyr (AT)

74 Vertreter: **Hübscher, Heiner, Dipl.-Ing. et al**
Spittelwiese 7
A-4020 Linz (AT)

54 Verfahren zum Steuern einer hydrostatischen Maschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine.

57 Ein Verfahren zum Steuern einer hydrostatischen Maschine (1, 3), die an ein Drucknetz (6) mit eingprägtem Druck angeschlossen ist und verstellbares Hub- bzw. Schluckvolumen aufweist, wird in ihrer Drehzahl durch die Verstellung des Schluckvolumens geregelt.

Das Schluckvolumen des Hydraulikmotors (1) ist vor dem Auftreten eines Lastmomentes mittels zweier gemeinsam verstellbarer, im Zu- bzw. Ablauf (4, 7) des Motors (1) angeordneter Drosselventile (10, 11) auf einen vorbestimmten Wert einstellbar und die beiden Drosselventile (10, 11) werden beim Auftreten des Lastmomentes derart geöffnet, daß eine entsprechende Druckdifferenz am Motor (1) entsteht und er ohne wesentliche Änderung des Schluckvolumens das Lastdrehmoment übernehmen kann.

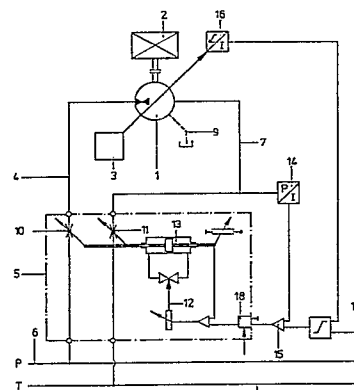


Fig. 1

Beschreibung

Verfahren zum Steuern einer hydrostatischen Maschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Maschine mit einer Verstelleinrichtung zum Einstellen des Hub- bzw. Schluckvolumens, einen sogenannten sekundärgeregelten hydrostatischen Antrieb.

Beim sekundärgeregelten Antriebssystem wird der Hydromotor von einem Druckölsystem, bestehend aus Pumpen und Hydrospeichern, mit einem eingepprägten Druck versorgt. Der Vorteil dieses Antriebssystems ist dadurch gegeben, daß von dem Drucknetz mehrere, unabhängig voneinander arbeitende Abtriebseinheiten gespeist werden können, während bei einem primär geregelten Antriebssystem für jede Abtriebseinheit eine Regelpumpe installiert werden muß.

Beim sekundärgeregelten Antriebssystem wird das Hubvolumen des Hydromotors durch einen Stellzylinder von Null nach beiden Richtungen stufenlos verstellt. Die Drehzahl des Hydromotors wird durch einen elektrischen Tachogenerator mit dem Drehzahlsollwert verglichen. Die Regelabweichung wird über einen Regler aufbereitet, der mit seinem Stellsignal über den Stellzylinder das Hubvolumen des Motors in der Weise ändert, daß bei Änderung des Antriebsmomentes die Last auf der gewünschten Sollzahl gehalten wird.

Bei diesem Antriebssystem ist bei vorgegebenem = eingepprägtem Druck am Motoreinlaß und bei einer gewünschten Drehzahl das Hubvolumen des Motors proportional dem Antriebsdrehmoment. Der Ölstrom zum oder bei Lastrichtungsumkehr vom Hydromoto ist gleich dem Produkt aus Hubvolumen und Drehzahl.

Bei entsprechender Auslegung ist die Abtriebsdrehzahl in weiten Bereichen feinfühlig regelbar, bei langsamen Änderungen des Abtriebsdrehmomentes ist die Dynamik dieses Antriebssystems für die meisten Anwendungsfälle ausreichend.

Schwierigkeiten bereitet dieses Antriebssystem bei plötzlichen Änderungen des Abtriebsdrehmomentes. Dies tritt z.B. bei hydraulisch angetriebenen Bohr- und Fräswerkzeugen auf, wenn das Werkzeug vom Leerlauf in den Schnitt fährt oder wenn bei hydraulisch angetriebenen Walzen das Walzgut in das mit der vorgegebenen Drehzahl rotierende Walzenpaar einläuft. Momentenänderungen vom Leerlaufmoment auf das Lastmoment erfolgen hier in wenigen Millisekunden, ein großer Drehzahleinbruch ist dabei unerwünscht.

Leerlaufbetrieb bedeutet, daß zwar die vorgegebene Drehzahl eingehalten wird, das Hubvolumen des Hydromotors auf Grund des kleinen Leerlaufmomentes auf einen kleinen Wert eingeregelt ist. Bei einem aufkommenden Drehmomentenstoß muß der Hydromotor auf ein Hubvolumen schwenken, das dem Lastmoment entspricht. Auf Grund der Massenträgheit der zu verstellenden Motorteile ist dies jedoch meist nicht in der kurzen Momentenanstiegszeit möglich.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht deshalb darin, ein Verfahren zu schaffen, um die Ausregelzeit einer sekundärgeregelten hydro-

statischen Maschine zu verkürzen.

Bei der vorliegenden Erfindung ist diese Aufgabe mittels zweier, gemeinsam verstellbarer, im Motorzu- bzw. Motorablauf angeordneter Drosseln gelöst.

Drosseln in der Zu- und/oder Abflußleitung eines Hydromotors sind aus der DE-OS 28 28 277 oder aus der DE-OS 22 63 924 bekanntgeworden. Die dort beschriebenen Drosseln sind jedoch einem Hydromotor mit konstantem Hubvolumen zugeordnet, d. h. es handelt sich um einen primärgeregelten hydrostatischen Kreis. Mittels der dort beschriebenen Drosseln wird der Pumpendruck so weit angehoben, daß nach Öffnen der Drosseln der Hydromotor das Lastmoment übernehmen kann.

Aus der AT-PS 383 059 ist ein Verfahren bekanntgeworden, bei dem die Verstellung des Hydromotors vor dem Auftreten eines Lastmomentes in von der Drehzahlregelung entkoppelter Stellbewegung auf einen Schwenkwinkel vorgenommen wird und die Drehzahlregelung ausschließlich durch Änderung der Fluidzufuhr zum Hydromotor erfolgt und erst nach Auftreten des Lastmomentes die Drehzahlregelung wieder zugeschaltet wird.

Bei der vorliegenden Erfindung wird jedoch zu keinem Zeitpunkt die Drehzahlregelung entkoppelt, sondern sie bleibt immer im Sinne des sekundärgeregelten Antriebes aktiv.

Aus der DE-OS 35 25 097 ist ein Verfahren bekanntgeworden, bei dem entweder im Motorzu- oder im Motorablauf ein Druckregelventil vorgesehen oder im Motorablauf ein Druckregelventil angeordnet ist. Stromregel- bzw. Druckreduzierventile vermindern den eingepprägten Druck im Leitungsteil zwischen den Ventilen und dem Motoreinlaß so weit gegen Null, damit der Motor - nur mit dem Leerlaufmoment belastet - auf den gewünschten Schwenkwinkel auslenkt. Beim plötzlichen Momentenanstieg werden diese Ventile schnell geöffnet, wobei der Druck im Motoreinlaß schlagartig auf das eingepprägte Druckniveau ansteigt. Mit dem Druckregelventil am Motorauslaß wird gemäß DE-OS 35 25 097 der auslaufseitige Motordruck so lange erhöht, bis das Hubvolumen des Motors auf einem vorbestimmten Wert eingeregelt ist. Ist das Leerlaufdrehmoment gering, erreicht dieser Druck Werte annähernd denen des eingepprägten Systemdruckes. Die Axialkräfte im Motortriebwerk erreichen daher im Leerlaufbetrieb ca. zweifach höhere Werte als im Lastbetrieb.

Bei der vorliegenden Erfindung werden die oben beschriebenen Nachteile mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches angeführten Merkmalen vermieden.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand der Zeichnung, Fig. 1, näher erläutert.

Ein Axialkolbenmotor 1 treibt eine nicht näher zu beschreibende Arbeitsmaschine 2. Bei der Verstelleinrichtung 3 des Axialkolbenmotors 1 handelt es sich um eine bekannte Einheit, mit der der Schwenkwinkel und damit das Schluckvolumen des Motors 1, abhängig vom Lastmoment und der Motordrehzahl,

regelbar ist. Druckseitig ist der Motor 1 über eine Leitung 4 und einem Ventilblock 5 an eine Druckleitung 6 mit einem eingepprägten Systemdruck P angeschlossen. Ablaufseitig ist der Motor 1 über eine Leitung 7 und dem Ventilblock 5 an eine zum Tank T führende Niederdruckleitung 8 verbunden. Mit 9 ist eine Leckölleitung bezeichnet.

Der Ventilblock weist zwei Drosselventile auf, wobei die Drossel 10 in der Zuflußleitung 4 und die Drossel 11 in der Ablaufleitung 7 angeordnet ist. Mit Hilfe des Steuerventiles 12 und des Stellzylinders 13 lassen sich die beiden Drosseln 10, 11 gemeinsam auf einen gleich großen Öffnungs querschnitt einstellen. Im Leerlaufbetrieb des Motors 1, bei dem lediglich das Leerlaufdrehmoment, meist Reibungsmoment, aufzubringen ist, sind beide Drosseln 10, 11 auf den maximalen Öffnungsquerschnitt gestellt. Am Motor 1 steht die volle Druckdifferenz an, da der Systemdruck aus Leitung 6 am Motoreinlaß und der Niederdruck aus der Leitung 8 am Motorauslaß herrscht. Auf Grund der hohen Druckdifferenz und des geringen Abtriebsdrehmomentes des Motors hat die Verstelleinrichtung 3 den Motor 1 auf ein kleines Schluckvolumen verstellt. Der Ölstrom aus der Druckleitung 6 über die Leitung 4, den Hydromotor 1, der Leitung 7 und zurück zur Niederdruckleitung 8 ist gegeben durch die Motordrehzahl und das Motorschluckvolumen. Da letzteres klein ist, ist auch der Ölstrom relativ klein.

Erfindungsgemäß werden, rechtzeitig bevor das Lastdrehmoment am Motor 1 erwartet wird, die Öffnungsquerschnitte der beiden Drosseln 10 und 11 schrittweise verringert. Bei einem Schließschritt verringert sich nun auf Grund des momentanen Ölstroms der Druck in der Leitung 4 und erhöht sich der Druck in der Leitung 7. Am Hydromotor 1 steht nun ein verringerter Differenzdruck an, die Verstelleinrichtung 3 des Motors 1 vergrößert nun das Schluckvolumen des Motors 1, um mit dem verringerten Differenzdruck das Leerlaufdrehmoment aufzubringen. Durch das nun vergrößerte Schluckvolumen des Motors hat sich auch, da die Motordrehzahl gleichbleibt, der Ölstrom durch den Motor 1 vergrößert. Der vergrößerte Ölstrom über die beiden Drosseln 10 und 11 hat a priori einen zusätzlichen Druckabfall in der Leitung 4 und einen zusätzlichen Druckanstieg in der Leitung 7 zur Folge. Um diese zusätzlichen Druckänderungen zu kompensieren, ist nach Fig. 1 ein Drucksensor 14 in der Leitung 7 vorgesehen, der über den Differenzverstärker 15 auf die Stelleinrichtung 12, 13 der beiden Drosseln 10, 11 dahingehend einwirkt, daß durch geringfügiges Vergrößern der beiden Drosselquerschnitte die zusätzlichen Druckänderungen durch den vergrößerten Ölstrom abgebaut werden.

Erfindungsgemäß werden schrittweise die Öffnungsquerschnitte der beiden Drosseln nun so lange verringert, bis das Schluckvolumen des Motors 1 auf einen Wert gebracht ist, den er im Beharrungszustand unter dem Lastmoment haben müßte. Dieses Schluckvolumen und der entsprechende Schwenkwinkel des Motors können vorher bestimmt werden und sind somit bekannt. Mit Hilfe des Schwenkwinkelgebers 16 auf dem Motor 1 wird der momentane Schwenkwinkel des Motors erfaßt

und mit dem Sollwert 17 des Schwenkwinkels verglichen. Hat der Istwert des Schwenkwinkels den Sollwert 17 erreicht, wird das weitere Schließen der beiden Drosseln 10, 11 unterbrochen.

5 Erfolgt jetzt der plötzliche Drehmomentenanstieg von Leerlaufdrehmoment auf das Lastdrehmoment, so werden erfindungsgemäß mit Hilfe des Funktionselementes 18, der Stelleinrichtung 12 und 13 die Öffnungsquerschnitte der beiden Drosseln 10, 11 proportional dem Momentenanstieg vergrößert und der Motor erhält in zunehmendem Maße die volle Druckdifferenz. Da der Motor bereits auf ein großes Schluckvolumen eingestellt ist, kann er mit der vollen Druckdifferenz das Lastmoment übernehmen. Es entfällt somit der Zeitverlust, der ohne die erfindungsgemäße Einrichtung zum Verstellen des Motors 1 vom Leerlauf- auf Lastbetrieb erforderlich wäre.

20 Eine abgeänderte Ausführungsform zeigt Fig. 2, bei der statt des Schwenkwinkelgebers 16 ein Ölstromsensor 19 in der Leitung 7 vorgesehen ist. Die übrige Anordnung entspricht der Fig. 1.

25 Mit dieser Ausführungsvariante werden, wie bei Fig. 1, die Öffnungsquerschnitte der beiden Drosseln ebenfalls so lange verringert, bis das Schluckvolumen des Motors 1 auf einen Wert gebracht ist, den er im Beharrungszustand unter dem Lastmoment haben müßte. Da dieses Schluckvolumen vorher bestimmt werden kann und die Motordrehzahl bekannt ist, läßt sich der Ölstrom durch den Motor vorausberechnen. Mit Hilfe des Ölstromsensors 19 in der Leitung 7 wird während des Schließens der Drosseln 10 und 11 der momentane Ölstrom in der Leitung 7 erfaßt und mit dem vorberechneten Ölstromsollwert 20 verglichen. Hat der Istwert des Ölstromes den Sollwert erreicht, wird das weitere Schließen der beiden Drosseln 10, 11 unterbrochen.

30 Bei plötzlichem Drehmomentenanstieg werden, wie bei der Anordnung nach Fig. 1, die Öffnungsquerschnitte der beiden Drosseln 10 und 11 proportional dem Momentenanstieg vergrößert.

45 Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer hydrostatischen Maschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine, die an ein Drucknetz mit eingepprägtem Druck angeschlossen ist, ein verstellbares Hub- bzw. Schluckvolumen hat und deren Drehzahl durch die Verstellung des Schluckvolumens geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Schluckvolumen des Hydromotors (1) vor dem Auftreten eines Lastmomentes mittels zweier, gemeinsam verstellbarer, im Zu- bzw. Ablauf (4, 7) des Motors angeordneter Drosselventile (10, 11) auf einen vorbestimmten Wert einstellbar ist und beim Auftreten des Lastmomentes die beiden Drosselventile (10, 11) derart geöffnet werden, daß eine entsprechende Druckdifferenz am Motor (1) entsteht und er ohne wesentliche Änderung des Schluckvolumens das Lastdrehmoment übernehmen kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß im Ablauf (7) des Motors (1) ein Drucksensor (14) eingebaut ist, über den die Stelleinrichtung (13) der beiden Drosseln (10, 11) in Abhängigkeit von den auftretenden Druckänderungen ansteuerbar sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die im Zulauf (4) zum Motor (1) liegende Drossel (10) mit der im Ablauf (7) vom Motor (1) liegende Drossel (11) mechanisch verbunden ist und die Öffnungsquerschnitte beider Drosselventile (10, 11) mittels eines elektrohydraulischen Stellgliedes (12, 13) einstellbar sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verringern der Öffnungsquerschnitte der Drosselventile (10, 11) dann beendet wird, wenn der dem Schluckvolumen des Hydromotors (1) proportionale Schwenkwinkel einem vorausberechneten Wert entspricht.

ten Wert entspricht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verringern der Öffnungsquerschnitte der Drosselventile (10, 11) dann beendet wird, wenn der Ölstrom durch den Hydromotor (1) einem vorausberechneten Wert entspricht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungsgeschwindigkeit der Drosselventile (10, 11) proportional dem Momentenanstieg gewählt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten eines Drehzahlgrenzwertes des Hydromotors (1) die Drosselventile (10, 11) vollständig geschlossen werden können.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

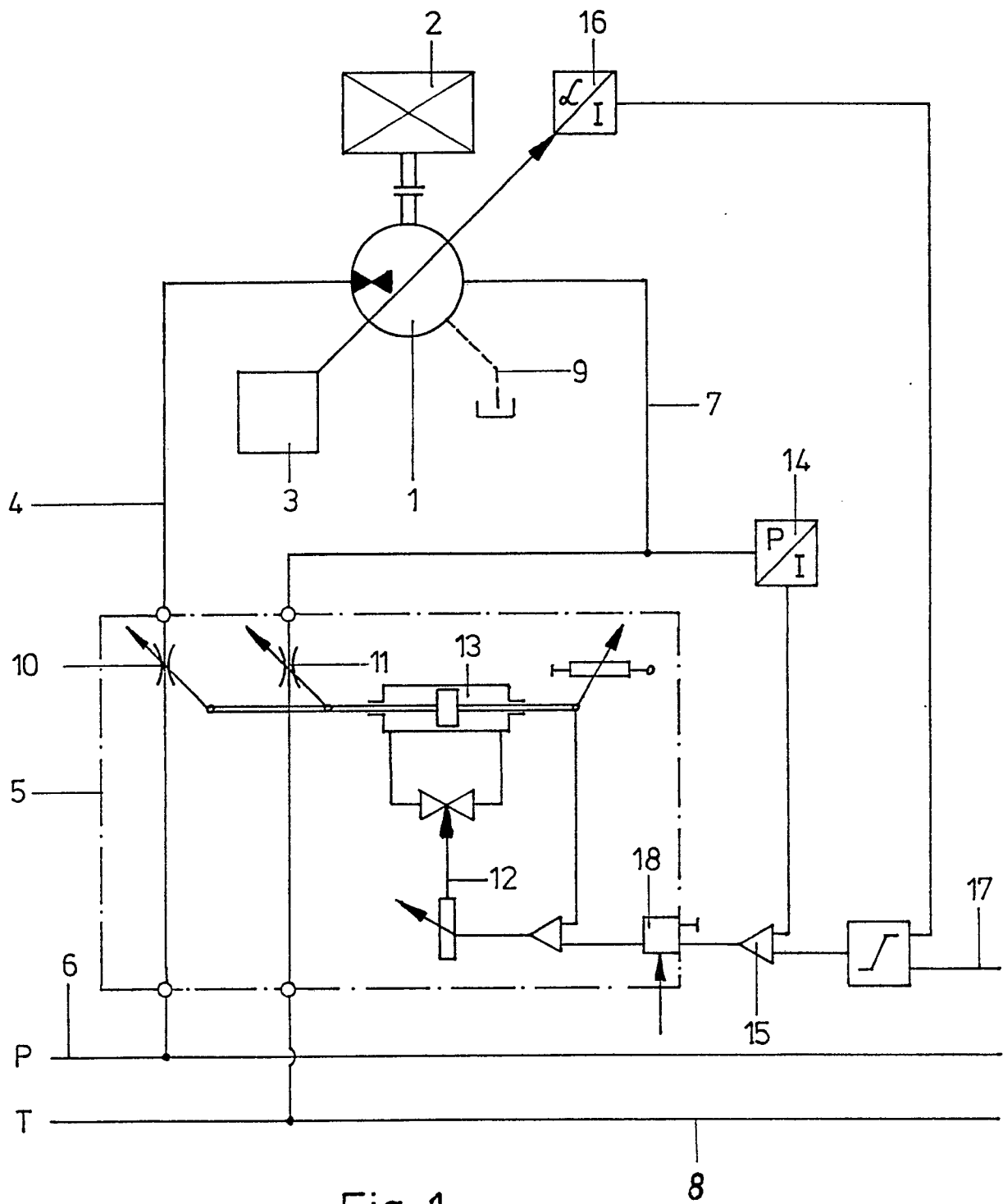


Fig. 1

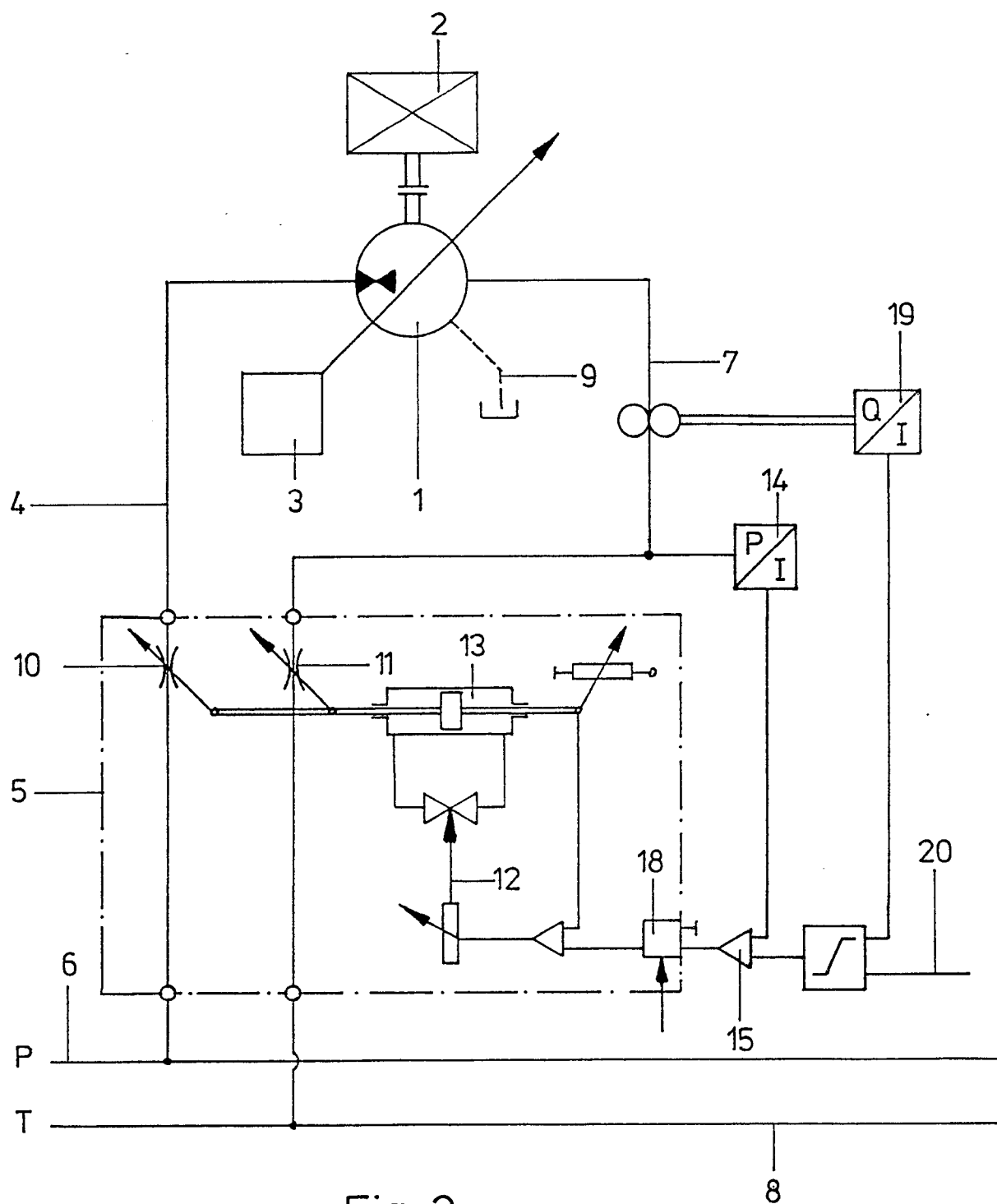


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 89 0030

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	DE-A-3 107 991 (KAMAG) * Seite 5, Absatz 2 - Seite 7, Absatz 6; Figur 1 * ---	1	F 03 C 1/00
A,D	AT-B- 383 059 (VOEST ALPINE) * Seite 6, Zeile 39 - Seite 8, Zeile 4; Figuren 1,2 * ---	1	
A,D	DE-A-2 263 924 (HISHIKAWA) * Seite 4, Absatz 11 - Seite 6, Absatz 3; Figuren 1,5 * ---	1	
A	FR-A-2 444 513 (GFM) * Seite 4, Zeile 32 - Seite 6, Zeile 6; Figuren 1,2 * -----	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 03 C F 04 B F 16 H B 21 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 07-07-1989	Prüfer BERTRAND G.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			