

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 884 476 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.⁶: **F04B 49/00**, F04B 49/06

(21) Anmeldenummer: **98105057.8**

(22) Anmeldetag: **20.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **12.06.1997 DE 19724870**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Leutner, Volkmar
71292 Frielzheim (DE)**

(54) **Druckbegrenzungsregelungskreis für den sicheren Betrieb einer verstellbaren hydraulischen Radial-, Axialkolbenpumpe oder Flügelzellenmaschine**

(57) Es wird eine verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) vorgeschlagen, die eine elektronisch zuschaltbare, hydraulische Sicherheitseinrichtung (60) aufweist. Die Sicherheitseinrichtung (60) verstellt die Arbeitsmaschine (11) bei einem Fehlverhalten der Verstelleinrichtung (14.1/2) auf konstanten Betriebsdruck und verhindert dadurch ein Leersaugen des Hydrauliksystems mit anschließender Selbstzerstörung der

Arbeitsmaschine (11) in Folge von Schmierstoffmangel, sowie eine unbeabsichtigte Anstellung der Arbeitsmaschine (11) auf volle Fördermenge bei hohem Druck. Die Sicherheitseinrichtung (60) ist kosten- und baumäßig günstig in das Regelventil (26) der Verstelleinrichtung (14.1/2) integrierbar.

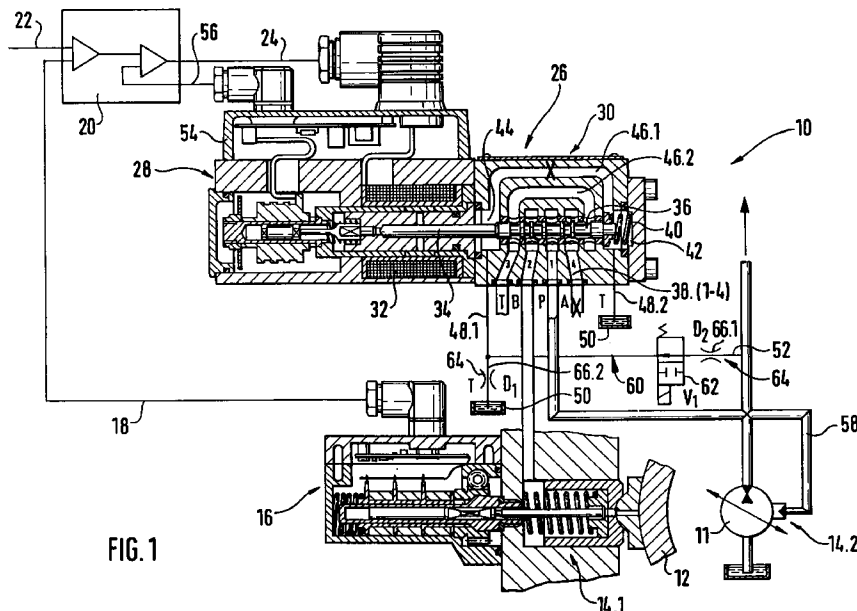


FIG. 1

EP 0 884 476 A2

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer verstellbaren hydraulischen Arbeitsmaschine entsprechend der Gattung des Anspruchs 1 aus. Eine derartige Arbeitsmaschine in Form einer Radialkolbenpumpe ist beispielsweise aus der DE 44 10 719.6 A1 bereits bekannt. Diese Radialkolbenpumpe ist mit einer Reihe von Sensoren ausgestattet, deren Signale in einem Steuergerät ausgewertet und zu einem Ansteuersignal für eine Verstelleinrichtung verarbeitet werden, die auf die Hubeinrichtung der Radialkolbenpumpe einwirkt. Ziel dieser Anordnung ist es, einen möglichst geräuscharmen Lauf der Radialkolbenpumpe zu erreichen. Kommt es dabei zu einem Fehlverhalten der Verstelleinrichtung, so kann die Radialkolbenpumpe auf maximale Fördermenge eingestellt werden. Im Extremfall, d.h. falls die Druckversorgung der Verstelleinrichtung nicht über den Pumpenauslaß sondern über eine externe Einrichtung erfolgt, kann dies zum Leersaugen des angeschlossenen hydraulischen Systems und danach durch Schmierstoffmangel zur Selbstzerstörung der Radialkolbenpumpe führen.

Vorteile der Erfindung

Demgegenüber weist die erfindungsgemäße Arbeitsmaschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 den Vorteil einer zuschaltbaren hydraulischen Sicherheitseinrichtung auf, die die Arbeitsmaschine im Fehlerfall in Notlaufbetrieb umschaltet. In diesem Notlaufbetrieb wird die Arbeitsmaschine auf einen konstanten Betriebsdruck geregelt, bei dem die Selbstzerstörung der Arbeitsmaschine ausgeschlossen ist. Die Sicherheitseinrichtung läßt sich auf relativ einfache Weise in das Regelventil der Verstelleinrichtung integrieren und ist aus verhältnismäßig einfachen und damit preisgünstigen hydraulischen Bauteilen aufgebaut. Die erforderlichen Bauteile vergrößern das Bauvolumen des Regelventils allenfalls unwesentlich. Weitere Vorteile oder vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen oder der Beschreibung.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Figur 1 zeigt einen Regelkreis zur Verstellung einer Arbeitsmaschine in einer schematischen Darstellung, wobei ein einfach wirkendes 4/4-Proportionalregelventil eingesetzt und erfindungsgemäß weitergebildet ist. In Figur 2 ist ein Regelkreis mit einem doppelwirkenden Regelventil dargestellt. Figur 3 zeigt die Regelcharakteristik des Regelkreises nach Figur 2 anhand eines Druckverlauf-

diagramms.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist mit 10 der schematisch dargestellte elektrohydraulische Regelkreis einer konventionellen Arbeitsmaschine 11 bezeichnet. Die an sich bekannte Arbeitsmaschine 11 ist symbolisch dargestellt und weist als Hubeinrichtung 12 einen angedeuteten Hubring auf. Die Hubeinrichtung 12 ist auf nicht dargestellte Weise im Gehäuse der Arbeitsmaschine 11 verschiebbar gelagert und wirkt mit einer Verstelleinrichtung aus zwei gegeneinanderwirkenden Kolben-/Zylindereinheiten 14.1 und 14.2 zusammen. Die Kolben-/Zylindereinheiten 14.1 und 14.2 unterscheiden sich in der Größe ihrer Kolbenflächen und sind hydraulisch beaufschlagt. Die Arbeitsmaschine nach Figur 1 ist als Radialkolbenmaschine bzw. als Flügelzellenmaschine gezeichnet, sie ist allerdings nicht auf diese Bauarten eingeschränkt. Beispielsweise ist die Erfindung auch auf Axialkolbenmaschinen übertragbar. Ebenso ist die Erfindung unabhängig davon, ob die Arbeitsmaschinen 11 als Pumpen oder Motoren betrieben werden.

Hauptsteuergröße des dargestellten Regelkreises 10 nach Figur 1 bildet die Momentanposition der Hubeinrichtung 12, zu deren Erfassung eine der Kolben-/Zylindereinheiten 14.1/2 mit einem Wegaufnehmer 16 versehen ist. Beim Wegaufnehmer 16 handelt es sich um ein herkömmlich bekanntes Bauteil, das ein von der Position der Hubeinrichtung 12 abhängiges elektrisches Signal 18 erzeugt. Dieses Signal 18 wird einem Verstärker 20 zugeführt, der dieses Signal 18 mit einem Sollwert 22 vergleicht. Aus den Abweichungen zwischen dem Sollwert 22 und dem Signal 18 bildet der Verstärker 20 ein elektrisches Ansteuersignal 24 für ein Regelventil 26. Das Regelventil 26 wandelt das Ansteuersignal 24 in ein hydraulisches Signal für die Hubeinrichtung 12 der Arbeitsmaschine 11 um.

Beim Regelventil 26 handelt es sich um ein aus dem Stand der Technik im wesentlichen bekanntes 4/4-Proportionalregelventil, das in ein Magnetteil 28 und ein damit gekoppeltes Hydraulikteil 30 gegliedert ist. Im Gehäuse des Magnetteils 28 ist ein Proportionalmagnet 32 angeordnet, der einen Anker 34 in eine Raumrichtung beaufschlagt. Der Anker 34 betätigt einen im Gehäuse des Hydraulikteils 30 beweglich geführten Ventilschieber 36. Der Ventilschieber 36 steuert mittels Steuerkannten, die quer zu seiner Längsachse angeordnet sind, den Druckmittelfluß von oder zu Hydraulikkämen und Hydraulikanschlüssen 38, die im Gehäuse des Hydraulikteils 30 ausgebildet sind. Mit den Hydraulikanschlüssen 38 sind Leitungen verbunden, die zu verschiedenen Verbrauchern, u.a. zu den Kolben-/Zylindereinheiten 14.1/2 der Verstelleinrichtung der Arbeitsmaschine 11 führen. Die Rückstellung des Ventilschiebers 36 bzw. des Ankers 34 erfolgt durch eine im Hydraulikteil 30 angeordnete Regelfeder 40. Diese Regelfeder 40 stützt sich auf der vom Anker 34

abgewandten Seite des Ventilschiebers 36 an diesem Ventilschieber 36 selbst und am Grund einer gehäuseseitigen Federkammer 42 ab. Gegenüberliegend zur Federkammer 42 weist das Regelventil 26 eine Druckkammer 44 auf. Die beiden Enden des Ventilschiebers 36 ragen mit ihren Stirnseiten in die Federkammer 42 bzw. in die Druckkammer 44 hinein.

Am Gehäuse des Hydraulikteils 30 sind vier hydraulische Anschlüsse 38.1 bis 4 ausgebildet, wobei der Anschluß 38.1 den Zulauf P des Regelventils 26 bildet. Der Anschluß 35.2 wirkt als Arbeitsanschluß B und ist mit der Kolbenzylindereinheit 14.1 verbunden, während der Anschluß 38.3 als Rücklauf T mit einem Vorratsbehälter 50 verbunden ist. Der mit A bezeichnete Arbeitsanschluß 38.4 wird im Ausführungsbeispiel nicht benötigt und ist nach außen, beispielsweise durch einen nicht dargestellten Stopfen verschlossen. Im Gehäuse des Hydraulikteils 30 sind zudem Längskanäle 46.1 und 2 ausgebildet, die eine Wechselwirkung zwischen den einzelnen Anschlüssen 38.1 bis 4 ermöglichen. Erfindungsgemäß ist das an sich bekannte Hydraulikteil 30 des Regelventils 26 dahingehend modifiziert, daß der Längskanal 46.1, der normalerweise eine Verbindung von der Federkammer 42 zur gegenüberliegenden Druckkammer 44 herstellt, druckdicht verschlossen ist. Hierzu kann beispielsweise ein nicht gezeichneter Verschußstopfen eingesetzt werden. Desweiteren sind am Regelventil 26 Zusatzkanäle 48.1 und 2 ausgebildet, die die Federkammer 42 bzw. die Druckkammer 44 hydraulisch kontaktieren. Die Federkammer 42 ist über den Zusatzkanal 48.2 mit dem Vorratsbehälter 50 verbunden und wird dadurch belüftet, während die Druckkammer 44 über den Zusatzkanal 48.1 mit einem Druckmittelkanal 52 verbunden ist.

Zur Erfassung der Momentanposition des Ankers 34 bzw. des Ventilschiebers 36 ist am Magnetteil 28 ein zweiter Wegaufnehmer 54 angebracht. Dieser Wegaufnehmer 54 erzeugt in bekannter Weise ein Positionssignal 56, das ebenfalls dem Verstärker 20 zugeführt und von diesem ausgewertet wird.

Der beschriebene elektrohydraulische Regelkreis 10 wird durch einen Verbindungskanal 58 vervollständigt, der von der Hochdruckseite der Arbeitsmaschine 11 zur zweiten Kolben-/Zylindereinheit 14.2 führt. Ein derartiger Regelkreis 10 erlaubt die Verstellung bzw. Regelung einer Arbeitsmaschine 11 entsprechend ihren Einsatzbedingungen. Der Praxisbetrieb hat allerdings gezeigt, daß es in Ausnahmefällen zu Störungen oder Fehlern im elektrischen Teil des Regelkreises 10 kommen kann, die im Extremfall zu einer Maximalverstellung der Arbeitsmaschine 11 führen können. Dabei kann die Arbeitsmaschine 11 den angeschlossenen Hydraulikkreis entleeren und sich danach aufgrund von Schmierstoffmangel selbst zerstören. Ein helfender Zugriff in einem solchen Fall ist lediglich durch eine rechtzeitige Unterbrechung der Stromversorgung des Antriebsmotors möglich. Um eine Selbstzerstörung der Arbeitsmaschine 11 im Störfall sicher ausschließen zu

können, weist der Regelkreis 10 eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung 60 auf, die sich in das Hydraulikteil 30 des Regelventils 26 integrieren läßt. Die Sicherheitseinrichtung 60 wird nach Erkennung eines Fehlers elektrisch zugeschaltet und verstellt die Arbeitsmaschine 11 in einen hydraulisch geregelten unkritischen Betriebszustand.

Hierzu besteht die Sicherheitseinrichtung 60 aus einem Druckmittelkanal 52, der die Hochdruckseite der Arbeitsmaschine 11 im Störfall mit dem Vorratsbehälter 50 verbindet. Im Druckmittelkanal 52 ist ein Schaltventil 62 angeordnet, das einen Druckmittelfluß durch den Druckmittelkanal 52 erst im Störfall freigibt. Im störungsfreien Betrieb der Arbeitsmaschine 11 ist dieser Druckmittelfluß gesperrt. Die Umschaltung des Schaltventils 62 erfolgt durch ein elektrisches Störsignal, das vom Verstärker 20 beispielsweise im Falle einer Unplausibilität zwischen dem Signal 18 und dem Sollwert 22 ausgegeben wird. Gleichzeitig wird durch dieses Störsignal der Stromfluß zur Magnetspule des Proportionalmagneten 32 des Regelventils 26 unterbrochen.

In den Druckmittelkanal 52 ist in Reihe mit dem Schaltventil 62 ein Druckteiler 64 geschaltet. Dieser Druckteiler 64 wird von zwei Drosseleinrichtungen 66.1 und 2 gebildet, wobei die erste Drosseleinrichtung 66.1 dem Schaltventil 62 vorgeschaltet ist. Das im Bereich zwischen den beiden Drosseleinrichtungen 66.1 und 2 herrschende Druckniveau wird über den Zusatzkanal 48.1 abgegriffen und der Druckkammer 44 des Regelventils 26 zugeführt.

Dadurch wird es erreicht, daß im Fehlerfall der Ventilschieber 36 mit einer hydraulischen Kraft in Richtung seiner Längsachse beaufschlagt wird. Die hydraulische Kraft wirkt der Kraft der Regelfeder 40 entgegen und wird in ihrer Größe von der druckbeaufschlagten Stirnfläche des Ventilschiebers 36 bestimmt. Aufgrund des Druckteilers 64 verhält sich die Kraft auf den Ventilschieber 36 proportional zum Systemdruck der Arbeitsmaschine 11. Infolge dieser Kraft wird der Ventilschieber 36 des Regelventils 26 in Richtung der Regelfeder 40 gedrückt, wodurch seine Steuerkanten den Druckmittelfluß vom Anschluß 38.1 zum Anschluß 38.2 des Hydraulikteils 30 verändern. Damit wird in der Kolben-/Zylindereinheit 14.1 das Druckniveau erhöht, was eine weitere Anstellung der Hubeinrichtung 12 der Arbeitsmaschine 11 bewirkt.

Der beschriebene Regelkreis ist durch die aufeinander abgestimmte Dimensionierung der Stirnfläche des Ventilschiebers 26, der Regelfeder 40 und der Drosseleinrichtung 66.1/2 derart ausgelegt, daß die Arbeitsmaschine 11 im Fehlerfall in einen Betriebszustand verstellt wird, in dem sie ein Druckniveau auf ihrer Hochdruckseite einregelt, das dem zwischen den beiden Drosseleinrichtungen 66.1/2 des Druckteilers 64 herrschenden Druckniveau entspricht. Vorteilhafterweise wird dieses Druckniveau im Bereich zwischen 10 und 20 bar geregelt.

Für manche Anwendungsfälle ist es erforderlich, doppeltwirkende, d.h. in gegenüberliegende Richtungen wirkende Regelventile 26a einzusetzen. Ein derartiges Regelventil 26a ist in Figur 2 dargestellt. Das Regelventil 26a weist in seinem Magnetteil 28a einen Doppelhubmagneten 70 auf, der von einem elektronischen Steuergerät 72 angesteuert wird. Der Doppelhubmagnet 70 wirkt mit einem Anker 34 zusammen, der den Ventilschieber 36 im Hydraulikteil 30 betätigt. Dieser Ventilschieber 36 weist an beiden Enden eine Regelfeder 40 auf, die sich jeweils am Ventilschieber 36 selbst und am Grund ihrer Federkammer 42 abstützt. Am Ventilschieber 36 sind quer zu seiner Längsachse verlaufende Steuerkanten ausgebildet, die Hydraulikkannäle und Hydraulikanschlüsse 38 steuern, die im Gehäuse des Hydraulikteils 30 ausgebildet sind. Das Hydraulikteil 30 des Ausführungsbeispiels hat insgesamt vier Hydraulikanschlüsse 38.1 bis 4, die als Zulauf 38.1, als Rücklauf 38.2 und als Arbeitsanschlüsse 38.3 und 38.4 wirken. Bezüglich der Kontaktierung der Anschlüsse 38.1 bis 4 sei auf Figur 1 verwiesen, um Wiederholungen zu vermeiden. Ebenfalls identisch mit dem ersten Ausführungsbeispiel ist, daß der die Federkammern 42 verbindende Längskanal 46 druckdicht verschlossen ist, und daß die Federkammern 42 hydraulisch über Zusatzkanäle 48.1/2 kontaktiert sind. Aufwendiger ausgebildet ist demgegenüber die Sicherheitseinrichtung 60a. Diese Sicherheitseinrichtung 60a besteht aus einem Druckmittelkanal 52a, der auf der Hochdruckseite der Arbeitsmaschine 11 beginnt. Der Druckmittelkanal 52a ist bei störungsfreiem Betrieb der Arbeitsmaschine 11 durch ein Schaltventil 62 abgesperrt. Im Störfall wird das Schaltventil 62 elektrisch umgeschaltet und gibt den Druckmittelfluß frei. Nach dem Schaltventil 62 verzweigt sich der Druckmittelkanal 52a in zwei Kanalzweige 74.1/2, die parallel zueinander zum Vorratsbehälter 50 führen. In beiden Kanalzweigen 74.1/2 ist jeweils ein Druckteiler 64.1/2 aus zwei hintereinander geschalteten Drosseleinrichtungen 66.1/2 angeordnet. Das Druckniveau in den Druckteilern 74.1/2 wird abgegriffen und durch die Zusatzkanäle 48.1/2 den Federkammern 42 des Regelventils 26a zugeführt. Der Kanalzweig 74.2, dessen Druck im Druckteiler 64.2 der dem Anker 34 zugewandten Federkammer 42 zugeführt wird, weist im Bereich zwischen dem Druckabgriff und der dem Vorratsbehälter 50 zugewandten Drosseleinrichtung 66.2 einen Stichkanal 76 auf, der von einem Druckbegrenzungsventil 78 geschaltet wird. Dieses Druckbegrenzungsventil 78 weist eine Rückstellfeder auf und wird vom Druck im Druckteiler 64.2 angesteuert.

Eine derartig ausgebildete Sicherheitseinrichtung 60a erzeugt eine Regelcharakteristik, wie sie in Figur 3 dargestellt ist. In Figur 3 ist dazu der Druck 80.1/2 in den Druckteilern 64.1/2 in Abhängigkeit vom Systemdruck 82 der Arbeitsmaschine 11 aufgetragen. Das Diagramm zeigt, daß mit steigendem Systemdruck 82 der Druck 80.2 des Druckteilers 64.2 zunächst schneller

steigt, als der Druck 80.1 des Druckteilers 64.1. Erst nach Überschreiten einer durch das Druckbegrenzungsventil 78 (Figur 2) festgelegten Druckschwelle 84 verbleibt der Druck 80.2 im Druckteiler 64.2 auf einem konstanten Niveau, während der Druck 80.1 im Druckteiler 64.1 unverändert weiter ansteigt und damit das Niveau des Druckteilers 64.2 übersteigt. Für die Arbeitsmaschine 11 bedeutet diese Regelcharakteristik, daß deren Hubeinrichtung 12 durch das Regelventil 26a solange ausgestellt wird, solange der Druck 80.2 im Druckteiler 64.2 größer ist als der im Druckteiler 64.1 herrschende Druck. Bei Gleichheit der Drücke in den Druckteilern 64 bleibt die Ausstellung der Hubeinrichtung 12 konstant, während sie bei entgegengesetzten Druckverhältnissen zurückgenommen wird. Durch diese Regelcharakteristik wird die Arbeitsmaschine 11 im Störfall hydraulisch in einen Betriebszustand verstellt und darin gehalten, in dem die Arbeitsmaschine einen Systemdruck 82 liefert, der im Bereich zwischen dem 2-bis 3-fachen des Einstelldrucks am Druckbegrenzungsventil 78 liegt.

Selbstverständlich sind Änderungen oder Ergänzungen am Ausführungsbeispiel möglich ohne vom Grundgedanken der Erfindung abzuweichen. Erfindungswesentlich dabei ist, daß herkömmlich bekannte elektrohydraulische Regelungen für Arbeitsmaschinen 11 durch relativ einfach herzustellende Maßnahmen am Regelventil 26 mit Sicherheitseinrichtungen 60 ausgestattet werden können, die eine Selbstzerstörung und eine unbeabsichtigte Anstellung auf volle Fördermenge der Arbeitsmaschine 11 im Fehlerfall sicher verhindern. Die Sicherheitseinrichtung 60 läßt sich ohne das Bauvolumen zu vergrößern in das Hydraulikteil 30 des Regelventils 26 integrieren. Zudem ist die Sicherheitseinrichtung 60 aus preisgünstigen und wartungsfreien Hydraulikbauteilen aufgebaut.

Patentansprüche

1. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) mit einer auf eine Hubeinrichtung (12) einwirkenden Verstelleinrichtung (14.1/2), die von einem elektrohydraulischen Regelventil (26) das einen Ventilschieber (36) aufweist, angesteuert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Regelventil (26) mit einer Sicherheitseinrichtung (60) zusammenwirkt, die den Ventilschieber (36) des Regelventils (26) bei Störungen in der Ansteuerung der Verstelleinrichtung (14.1/2) mit einer hydraulischen Kraft derart beaufschlagt, daß das Regelventil (26) die angeschlossene Verstelleinrichtung (14.1/2) in eine Stellung verbringt und darin regelt, in der die Arbeitsmaschine (11) einen zumindest annähernd konstanten Systemdruck erzeugt.
2. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß die Sicherheitseinrichtung (60) ein Schaltventil (62) und wenigstens einen Druckteiler (64) aus mindestens zwei Drosseleinrichtungen (66) aufweist, und daß das Schaltventil (62) und der Druckteiler (64) in einem Druckmittelkanal (52) hintereinandergeschaltet sind, der die Hochdruckseite der Arbeitsmaschine (11) mit der Niederdruckseite verbindet. 5

3. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheitseinrichtung (60) in das Gehäuse des Regelventils (26) integriert ist. 10

4. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Regelventil (11) Kammern (42,44) ausgebildet sind, in die der Ventilschieber (36) mit den Stirnflächen seiner Enden hineinragt, daß diese Kammern (42,44) hydraulisch voneinander entkoppelt sind, und daß im Störfall wenigstens eine der Kammern (42,44) mit Druckmittel befüllt wird. 15 20

5. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das die wenigstens eine Kammer (42,44) befüllende Druckmittel unter einem Druck steht, der dem Druck im Druckteiler (64) entspricht. 25 30

6. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsmaschine (11) eine Kolbenmaschine, insbesondere eine Radialkolben- oder eine Axialkolbenmaschine ist. 35

7. Verstellbare hydraulische Arbeitsmaschine (11) (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsmaschine (11) eine Flügelzellenmaschine ist. 40

45

50

55

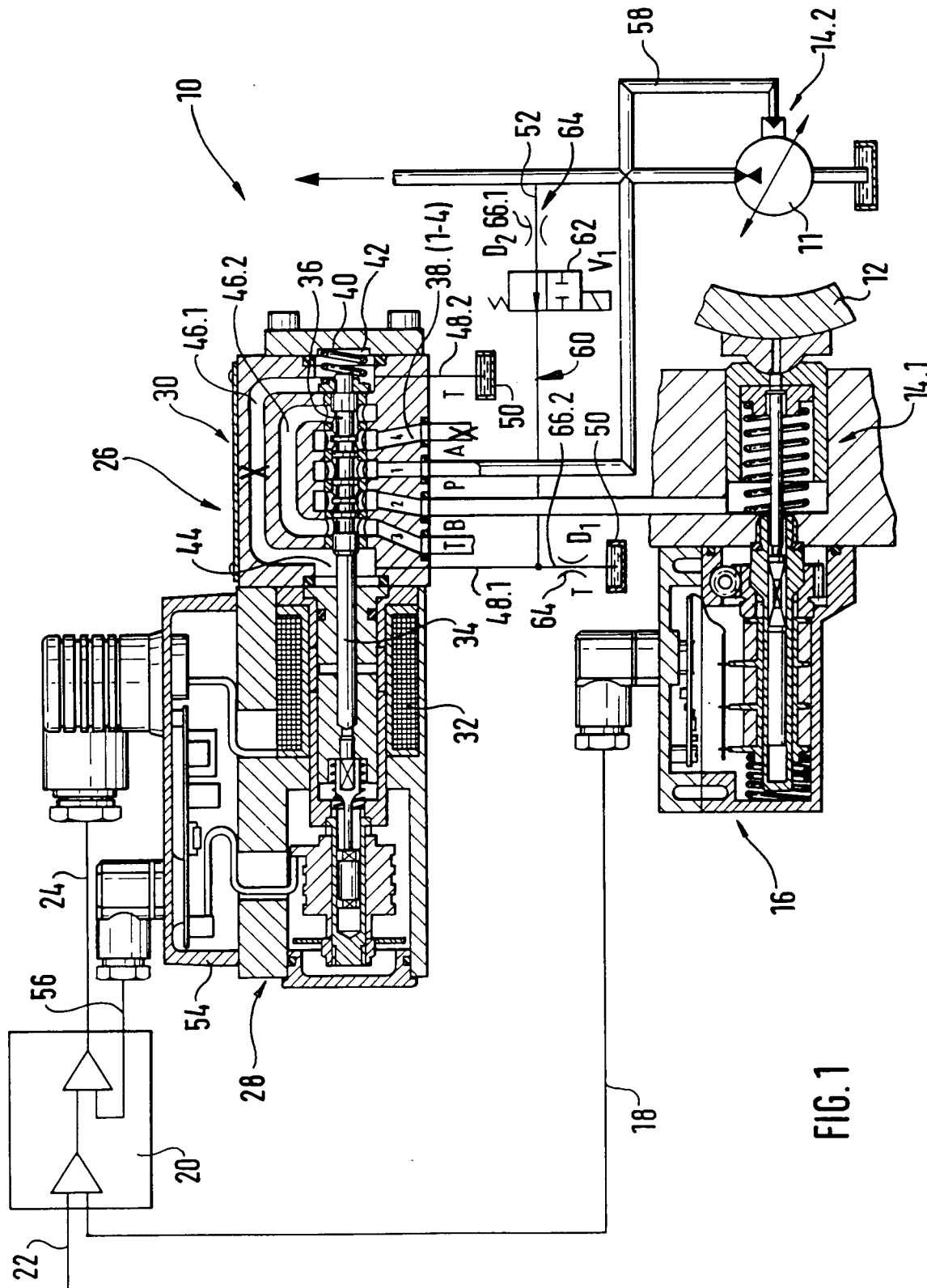
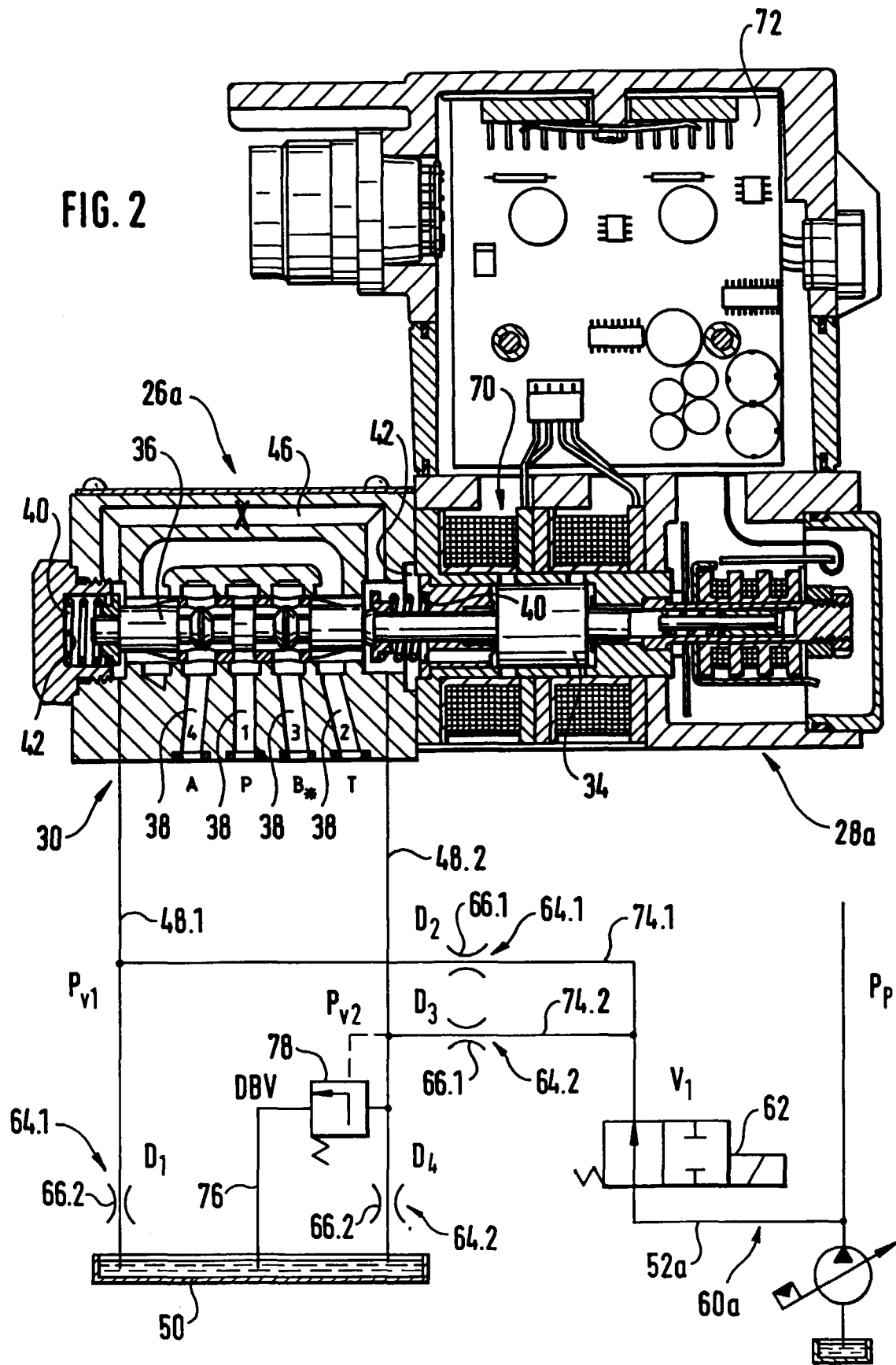


FIG. 1



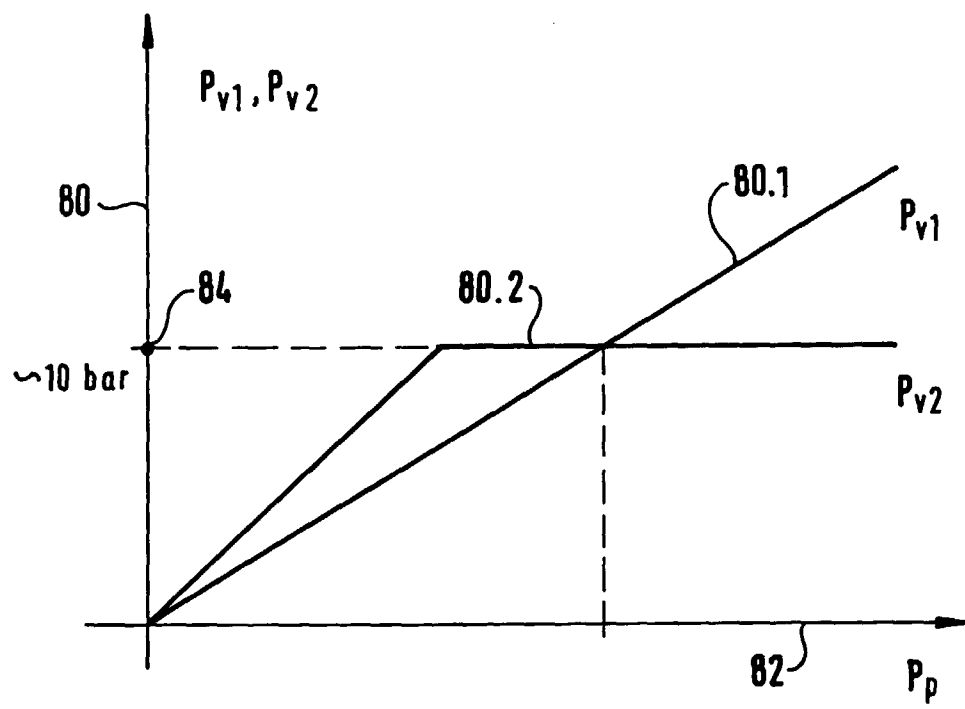


FIG. 3