

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 2014/2000 (51) Int. Cl.⁷: **F15B 11/024**
 (22) Anmeldetag: 2000-11-30 F15B 11/044, F04B 49/00
 (42) Beginn der Patentdauer: 2005-10-15
 (45) Ausgabetag: 2006-06-15

(30) Priorität:
03.12.1999 DE 19958257 beansprucht.
 (56) Entgegenhaltungen:
US 3913453A

(73) Patentinhaber:
MANNESMANN REXROTH AG
D-97816 LOHR (DE).

(54) HYDRAULIKKREISLAUF

(57) Hydraulikkreislauf mit einem hydraulischen Verbraucher (1), mit einer einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweisenden Pumpe (2) zur Versorgung des Verbrauchers (1) mit Druckmittel über eine mit dem Druckanschluss verbundene Zulaufleitung (6), mit einem Wegeventil (4) zur wechselweisen Verbindung zweier Anschlüsse des hydraulischen Verbrauchers (1) mit der Zulaufleitung (6) und mit einer mit einem Tank (T) verbundenen Ablaufleitung (24), in der ein Bremsventil (18) mit einem Ventilkörper, der in Öffnungsrichtung gegen eine Gegenkraft vom Druck in der Zulaufleitung (6) beaufschlagt ist, und stromab des Bremsventils (18) ein zum Tank (T) hin öffnendes Rückschlagventil (32) angeordnet sind, wobei der Sauganschluss der Pumpe zwischen dem Bremsventil (18) und dem Rückschlagventil (32) an die Ablaufleitung (24) angeschlossen ist; der hydraulische Verbraucher (1) ist dabei ein Differentialzylinder, und zwischen dem Sauganschluss der Pumpe (2) und dem Tank (T) ist ein weiteres, zum Sauganschluss hin öffnendes Rückschlagventil (28) angeordnet.

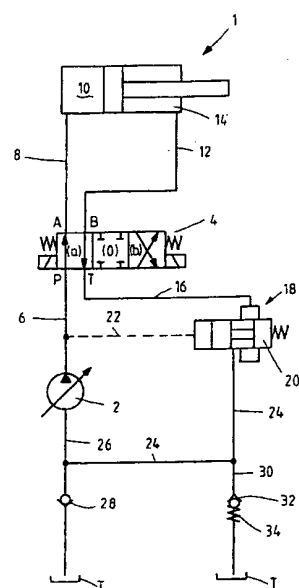


FIG.1

Die Erfindung betrifft einen Hydraulikkreislauf gemäß dem einleitenden Teil von Anspruch 1.

Ein halboffener (halbgeschlossener) Kreislauf ist beispielsweise in der Druckschrift „Fluidtechnik von A-Z“; Vereinigte Fachverlage Mainz; 1995; Seite 162 offenbart. Diese Schaltung wird zur Ansteuerung von Differenzialzylindern eingesetzt, wobei die Volumendifferenz zwischen einem Zylinderraum und einem Ringraum des Differenzialzylinders dadurch ausgeglichen wird, dass einer Pumpe saugseitig Druckmittel über eine Nachsaugereinrichtung aus einem Tank zugeführt wird. Der Zulauf zum und der Rücklauf vom Zylinder sind mit den Ausgangs- bzw. Eingangsanschlüssen der Pumpe verbunden. Die Zulauf- und Rücklaufleitung sind über zwei gegensinnig öffnende Druckbegrenzungsventile miteinander verbunden. Aus dem Zylinderraum des Differenzialzylinders verdrängtes überschüssiges Druckmittel kann über eine Drosselstelle zum Tank hin abströmen.

Problematisch bei derartigen halbgeschlossenen Kreisläufen ist, dass es beispielsweise bei einer Verzögerung der Ausfahrbewegung des Hydraulikzylinders durch Reduzieren des von der Verstellpumpe aufgetragenen Druckes zu einem Voreilen des Differentialkolbens kommen kann, da über die Verstellpumpe nicht genügend Druckmittel in den Zylinderraum gefördert wird. Ein derartiges Vor- oder Nacheilen des Zylinders führt zu nicht akzeptablen Unstetigkeiten in der Ansteuerung. Das Nach- oder Voreilen des Zylinders könnte durch geeignete Ansteuerung der beiden gegensinnig geschalteten Druckbegrenzungsventile ausgeräumt werden - dies bedarf jedoch eines erheblichen vorrichtungstechnischen Aufwandes.

Ein geschlossener Hydraulikkreislauf ist der US 3 913 453 A zu entnehmen. Dieser Hydraulikkreislauf weist einen hydraulischen Verbraucher auf, der über eine Pumpe mit Druckmittel versorgbar ist. Der Verbraucher steht mit der Pumpe über eine Zulaufleitung, die an einen Druckanschluss angeschlossen ist, in Verbindung, wobei in der Zulaufleitung ein Wegeventil zur wechselweisen Verbindung zweier Anschlüsse des Verbrauchers mit der Zulaufleitung und mit einer Ablaufleitung, die mit einem Tank verbunden ist, angeordnet ist. In der Ablaufleitung ist ein Bremsventil angeordnet, dessen Ventilkörper in Öffnungsrichtung gegen eine Gegenkraft vom Druck in der Zulaufleitung beaufschlagt ist. Stromab des Bremsventils ist ein zum Tank hin öffnendes Rückschlagventil angeordnet. Ein Sauganschluss der Pumpe ist zwischen dem Bremsventil und dem Rückschlagventil an der Ablaufleitung angeschlossen.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen halbgeschlossenen Kreislauf zu schaffen, bei dem Unstetigkeiten in der Ansteuerung des Verbrauchers mit minimalem vorrichtungstechnischen Aufwand verringert sind.

Diese Aufgabe wird durch einen halboffenen (halbgeschlossenen) Hydraulikkreislauf mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Der halbgeschlossene Hydraulikkreislauf ist mit einem Bremsventil versehen, über das vom Verbraucher zur Verstellpumpe zurückströmende Druckmittel androsselbar ist. Ein Schieber des Bremsventils ist in Öffnungsrichtung durch den Zulaufdruck beaufschlagt. Bei einem hohen Pumpendruck wird daher das Bremsventil in eine Öffnungsstellung gebracht, so dass das Druckmittel im wesentlichen ungedrosselt zur Saugseite der hydraulischen Arbeitsmaschine zurückströmt - der Hydraulikzylinder kann mit großer Beschleunigung ein- bzw. ausgefahren werden.

Beim Verringern des Zulaufdruckes wird der Schieber des Bremsventils aufgrund des verringerten Steuerdruckes in Schließrichtung bewegt, so dass der Abströmquerschnitt verringert und der Ablauf angedrosselt wird - die Ein- bzw. die Ausfahrbewegung des Verbrauchers wird abgebremst. Durch die Schaltung des Bremsventils kann ein unkontrolliertes Voreilen des Verbrauchers zuverlässig verhindert werden, so dass eine stetige Ansteuerung gewährleistet ist.

Erfindungsgemäß wird der halbgeschlossene Hydraulikkreislauf zur Ansteuerung eines Differentialzylinders verwendet, wobei zwischen dem Sauganschluss der Pumpe und dem Tank ein weiteres, zum Sauganschluss hin öffnendes Rückschlagventil angeordnet ist.

- 5 Das Umschalten zwischen Vorlauf und Rücklauf zum bzw. vom Verbraucher erfolgt durch ein Wegeventil, das derart ausgebildet ist, dass ein Eingang des Bremsventils mit der jeweiligen Rücklaufleitung des Verbrauchers, nämlich des Differentialzylinders, verbindbar ist.

10 Um die Pumpe saugseitig mit einem Vorspanndruck vorzuladen, wird mit Vorteil vorgesehen, dass in der Ablaufleitung eine Strahlpumpe mit einer vom Druckmittel durchströmten Düse angeordnet ist, von der eine Nachsaugleitung zum Tank abzweigt. Die Düse der Strahlpumpe wird somit von dem als Treibmittel wirkenden Druckmittel durchströmt, so dass durch den entstehenden Unterdruck in der Düse Druckmittel aus dem Tank ansaugbar ist. In dieser Nachsaugleitung ist dann bevorzugt das Rückschlagventil angeordnet. Durch die Strahlpumpe lässt sich auch beim Ausfahren des Zylinders (Druckbeaufschlagung des Zylinderraums) saugseitig ein Vorspanndruck aufbauen. Vorzugsweise ist die Strahlpumpe weiters als Saug-Pulsationsdämpfer ausgeführt.

20 Um auch beim Einfahren des Zylinders eine Vorspannung (Vorladung) der Pumpe zu ermöglichen, ist in der Rücklaufleitung ein Rückschlagventil vorgesehen, über das eine Verbindung zum Tank ermöglicht ist. Die Vorspannung des Rückschlagventils ist so ausgelegt, dass der saugseitige Pumpendruck auf den gewünschten Vorspannungswert begrenzt ist.

25 Der halbgeschlossene Hydraulikkreislauf lässt sich auf kompakte Weise realisieren, wenn das Bremsventil, die Rückschlagventile und die Strahlpumpe in einer gemeinsamen Einheit aufgenommen sind.

30 Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen noch weiter erläutert. Es zeigen: Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines halbgeschlossenen Hydraulikkreislaufes zur Ansteuerung eines Differentialzylinders; Fig. 2 die Kennlinie eines in der Schaltung gemäß Fig. 1 verwendeten Bremsventils; und Fig. 3. ein weiteres Ausführungsbeispiel eines halbgeschlossenen Hydraulikkreislaufes.

35 Fig. 1 zeigt ein Schaltbild eines halboffenen (halbgeschlossenen) Hydraulikkreislaufes, bei dem ein Differentialzylinder 1 über eine druck-/volumengeregelte Verstellpumpe 2 mit Druckmittel versorgt wird.

40 Zwischen der Verstellpumpe 2 und dem Differentialzylinder 1 ist ein elektrisch betätigtes Wegeventil 4 geschaltet.

Über dieses lässt sich eine zwischen dem Druckanschluss der Verstellpumpe 2 und einem Eingangsanschluss P verlaufende Zulaufleitung 6 mit einem Ausgangsanschluss A oder B des Wegeventils 4 verbinden. Der Ausgangsanschluss A ist über eine Arbeitsleitung 8 mit einem Zylinderraum 10 verbunden, während der Arbeitsanschluss B über eine Arbeitsleitung 12 mit einem Ringraum 14 des Differentialzylinders 1 verbunden ist. Das Wegeventil 4 hat des Weiteren einen Rücklaufanschluss T, an den eine Rücklaufleitung 16 angeschlossen ist.

50 In der federvorgespannten Grundposition (0) des Wegeventils 4 sind die Anschlüsse A, B, P, T gegeneinander abgesperrt. Bei Bestromung eines Elektromagnets des Wegeventils 4 wird dieses in seine mit (a) gekennzeichnete Schaltposition gebracht, in der der Pumpenanschluß P mit dem Arbeitsanschluß A, und der andere Arbeitsanschluß B mit dem Rücklaufanschluß T verbunden sind, so daß der Zylinderraum 10 mit Druckmittel versorgt wird, während das Druckmittel aus dem Ringraum 14 über die Rücklaufleitung 16 abströmt. Die Rücklaufleitung 16 ist zum Eingangsanschluß eines Bremsventils 18 geführt, dessen Ventilschieber 20 durch eine Steuerfeder in Schließrichtung vorgespannt ist, während die in Öffnungsrichtung wirkende

55

Stirnfläche des Ventilschiebers 20 über eine Steuerleitung 22 mit dem Druck stromabwärts der Verstellpumpe 2 beaufschlagt ist. Der Ausgang des Bremsventils 18 ist über eine Ableitung 24 mit einer Saugleitung 26 verbunden, die von einem Druckmitteltank T zum Sauganschluß der Verstellpumpe 2 führt. Zwischen der Einmündung der Ableitung 24 in die Saugleitung 26 und dem Tank T ist ein Nachsaugventil 28 vorgesehen, über das das Druckmittel aus dem Tank T in den dargestellten halboffenen Hydraulikkreislauf einspeisbar ist. Das Nachsaugventil 28 ist als entsperrbares Rückschlagventil ausgeführt. Derartige Nachsaugventile sind beispielsweise aus der eingangs genannten Druckschrift bekannt, so daß auf eine Beschreibung verzichtet werden kann. Von der Ableitung 24 zweigt des weiteren eine Tankleitung 30 ab, in der ein zum Tank T hin öffnendes Rückschlagventil 32 ausgebildet ist.

Um den Differentialzylinder 1 mit hoher Geschwindigkeit auszufahren, wird das Wegeventil 4 aus seiner Startposition (0) in seine mit (a) gekennzeichnete Schaltposition gebracht, in der der Anschluß P mit dem Arbeitsanschluß A und der Arbeitsanschluß B mit dem Rücklaufanschluß T verbunden sind. Die Verstellpumpe 2 fördert das Druckmittel mit hohem Druck in den Zylinder-
raum 10, während das im Ringraum 14 befindliche Druckmittel über die Arbeitsleitung 12, das Wegeventil 4 und die Rücklaufleitung 16 abströmt. Der für das schnelle Ausfahren des Differentialzylinders 1 erforderliche Ausgangsdruck der Verstellpumpe 2 wird über die Steuerleitung 22 zur Stirnfläche des Ventilschiebers 20 des Bremsventils 18 geführt, so daß dieses gegen die Kraft der Feder in eine (dargestellte) Öffnungsposition gebracht wird, so daß das Druckmittel über das Bremsventil 18, die Ableitung 24 in die Saugleitung 26 zurückströmen kann.

Da das in den Zylinderraum 10 geförderte Druckmittelvolumen größer ist als das entsprechend aus dem Zylinderraum 14 verdrängte Druckmittelvolumen, muß die Differenz über das Nachsaugventil 28 aus dem Tank T in die Saugleitung 26 eingespeist werden.

Beim Abbremsen der Ausfahrbewegung des Differentialzylinders 1 wird der Ausgangsdruck der Verstellpumpe 2 verringert, so daß der Ventilschieber 20 des Bremsventils 18 durch die Kraft der Druckfeder in eine Schließstellung gebracht wird. Die Verstellpumpe 2 fördert somit mehr als über das Bremsventil 18 vom Differentialzylinder 1 zurückströmt. Durch das Androsseln des abströmenden Druckmittels 16 wird ein Bremsdruck aufgebaut.

Dieser Bremsdruck ist somit von der Öffnungsposition des Ventilschiebers 20 des Bremsventils 18 abhängig - diese Ventilschieberposition ist wiederum vom Ausgangsdruck der Verstellpumpe 2 (Pumpendruck) abhängig.

Fig. 2 zeigt die Kennlinie des Bremsventils 18, wobei der sich einstellende Bremsdruck in Abhängigkeit von dem Pumpendruck und von dem über die Verstellpumpe 2 geförderten Volumenstrom dargestellt ist. Man erkennt, daß sich bei einem niedrigen Pumpendruck, d. h. bei einer geringen Fahrgeschwindigkeit des Differentialzylinders 1, ein hoher Bremsdruck aufbaut, der mit steigendem Volumenstrom ansteigt. Da die Fördermenge der Verstellpumpe 2 größer ist als die rückströmende Menge an Druckmittel, ist der sich in der Ableitung 24 aufbauende Druck nicht groß genug, um das Rückschlagventil 32 zu öffnen.

Zum Einfahren des Differentialzylinders 1 wird das Wegeventil 4 in seine mit (b) gekennzeichnete Position gebracht, in der der Pumpenanschluß P mit dem Arbeitsanschluß B und damit der Arbeitsleitung 12, und der Arbeitsanschluß A mit dem Rücklaufanschluß T verbunden ist. D. h., das von der Verstellpumpe 2 geförderte Druckmittel wird in den Ringraum 14 eingespeist und aus dem Zylinderraum 10 über die Arbeitsleitung 8, die Rücklaufleitung 16, das Bremsventil 18 und die Ableitung 24 zur Saugleitung 26 zurückgeführt.

Beim Beschleunigen des Differentialzylinders 1 wird der Ventilschieber 20 über die Steuerleitung 22 mit dem Ausgangsdruck der Verstellpumpe 2 beaufschlagt, so daß gemäß Fig. 2 eine vergleichsweise geringe Bremskraft aufgebaut wird. Da das aus dem Zylinderraum 10 verdrängte Druckmittelvolumen größer ist, als das von der Verstellpumpe 2 in den Ringraum 14 geför-

derte Druckmittelvolumen, muß eine Teilmenge aus der Ableitung 24 abströmen. Dies erfolgt durch Öffnen des Rückschlagventils 32 gegen die Kraft einer Schließfeder 34. Diese ist so ausgelegt, daß der Druck in der Ableitung 24 auf einen Vorspanndruck begrenzt ist, der beispielsweise bei 3 bar liegen kann. Die Verstellpumpe 2 wird somit durch einen Vorspanndruck vorgeladen, so daß Geräuschemissionen verringert sind.

Beim Abbremsen der Einfahrbewegung wird der Ausgangsdruck der Verstellpumpe 2 heruntergefahren, so daß der Ventilschieber 20 des Bremsventils 18 die Verbindung zwischen der Rücklaufleitung 16 und der Ableitung 24 androsselt und entsprechend ein der Bewegung des Differentialzylinders 1 entgegenwirkender höherer Bremsdruck (Fig. 2) aufgebaut wird. Auch bei diesem Abbremsen des Differentialzylinders 1 wird die Verstellpumpe 2 saugseitig über das Rückschlagventil 32 vorgeladen.

Diese Vorladung der Verstellpumpe 2 tritt beim Ausfahren des Differentialzylinders 1 nicht auf, da hierbei - wie oben beschrieben - der von der Pumpe geförderte Volumenstrom größer ist, als der rückströmende Druckmittelvolumenstrom.

In Fig. 3 ist eine Weiterbildung des in Fig. 1 dargestellten halbgeschlossenen Kreislaufes dargestellt, bei dem auch beim Ausfahren des Differentialzylinders 1 eine Vorladung der Verstellpumpe 2 erfolgt. Diese Vorladung (Vorspannung) der Verstellpumpe 2 beim Ausfahren des Differentialzylinders 1 wird durch eine in die Ableitung 24 geschaltete Strahlpumpe (Injektor) 36 ermöglicht, die in der Fig. 3 strichpunktiert angedeutet ist. Eine Strahlpumpe 36 der in Fig. 3 dargestellten Bauart ist im Prinzip bereits aus der chemischen Technik bekannt.

Mit der Strahlpumpe 36 kann Druckmittel über die Nachsaugleitung 29 und das Nachsaugventil 28 aus dem Tank T nachgesaugt werden. Da die übrigen Bauelemente der in Fig. 3 dargestellten Schaltung derjenigen aus Fig. 1 entsprechen, kann auf eine wiederholte Beschreibung der gemeinsamen Bauelemente verzichtet werden.

Eine derartige Strahl- oder Treibmittelpumpe 36 hat eine Düse 38, die von dem vom Bremsventil 18 zurückströmenden Druckmittel in der Ableitung 24 durchströmt wird. In einem nicht dargestellten Diffusor der Strahlpumpe 36 wird das rückströmende und das angesaugte Druckmittel abgebremst, so daß sich ein Vorspanndruck aufbaut. Dieses, praktisch als Treibmittel wirkende Druckmittel wird in der Düse 38 beschleunigt, so daß an der Düsenmündung ein Unterdruck entsteht, über den Druckmittel durch die Nachsaugleitung 29 und das Nachsaugventil 28 aus dem Tank T angesaugt wird. An der Saugseite der Verstellpumpe 2 entsteht ein Vorspanndruck, der etwa demjenigen entspricht, der durch die Wirkung des Rückschlagventils 32 beim Einfahren des Differentialzylinders in der Ableitung 24 aufgebaut wird. D. h., durch das Vorsehen einer Strahlpumpe 36 und eines Rückschlagventils 32 kann unabhängig, von der Einfahr- oder Ausfahrbewegung des Differentialzylinders die Verstellpumpe 2 mit einem Vorspann- oder Vorladedruck beaufschlagt werden.

Die in Fig. 3 dargestellte Strahlpumpe 36 kann auch als Saug-Pulsationsdämpfer ausgeführt sein, so daß Schwingungen in der Nachsaugleitung 29 zwischen dem Tank T und der Saugseite der Verstellpumpe 2 reduzierbar sind.

Ein besonders kompakter Aufbau einer Verstellpumpe 2 läßt sich erzielen, wenn das Bremsventil 18, das Rückschlagventil 32 (Vorspannventil), das Nachsaugventil 28 und die Strahlpumpe 36 zu einer Einheit zusammengefaßt und am Sauganschluß der Verstellpumpe 2 montiert werden.

Durch das erfindungsgemäße Anordnen des Bremsventils 18 und die Vorspannung der Verstellpumpe 2 ist auch bei hohen Beschleunigungen eine kontrollierte Ausfahr- und Einfahrbewegung des Differentialzylinders 1 gewährleistet.

Offenbart ist ein halboffener (halbgeschlossener) Hydraulikkreislauf, bei dem in eine Rücklaufleitung ein Bremsventil geschaltet ist, das in Abhängigkeit vom Ausgangsdruck einer Pumpe den von einem Verbraucher zurückströmenden Druckmittelstrom drosselt, so daß ein vom Volumenstrom und vom Druck der Pumpe abhängiger Bremsdruck aufgebaut wird.

5

Patentansprüche:

1. Hydraulikkreislauf mit einem hydraulischen Verbraucher (1), mit einer einen Sauganschluss und einen Druckanschluss aufweisenden Pumpe (2) zur Versorgung des Verbrauchers (1) mit Druckmittel über eine mit dem Druckanschluss verbundene Zulaufleitung (6) mit einem Wegeventil (4) zur wechselweisen Verbindung zweier Anschlüsse des hydraulischen Verbrauchers (1) mit der Zulaufleitung (6) und mit einer mit einem Tank (T) verbundenen Ablaufleitung (24), in der ein Bremsventil (18) mit einem Ventilkörper, der in Öffnungsrichtung gegen eine Gegenkraft vom Druck in der Zulaufleitung (6) beaufschlagt ist, und stromab des Bremsventils (18) ein zum Tank (T) hin öffnendes Rückschlagventil (32) angeordnet sind, wobei der Sauganschluss der Pumpe zwischen dem Bremsventil (18) und dem Rückschlagventil (32) an die Ablaufleitung (24) angeschlossen ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass der hydraulische Verbraucher (1) ein Differentialzylinder ist und dass zwischen dem Sauganschluss der Pumpe (2) und dem Tank (T) ein weiteres, zum Sauganschluss hin öffnendes Rückschlagventil (28) angeordnet ist.
2. Hydraulikkreislauf nach Patentanspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass in der Ablaufleitung (24) eine Strahlpumpe (36) mit einer vom Druckmittel durchströmten Düse (38) angeordnet ist, von der eine Nachsaugleitung (29) zum Tank (T) abzweigt.
3. Hydraulikkreislauf nach Patentanspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Rückschlagventil (28) in der Nachsaugleitung (29) angeordnet ist.
4. Hydraulikkreislauf nach Patentanspruch 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Strahlpumpe (38) als Saug-Pulsationsdämpfer ausgeführt ist.
5. Hydraulikkreislauf nach einem der Patentansprüche 2 bis 4, *gekennzeichnet durch* eine Einheit zur Aufnahme des Bremsventils (18), der Rückschlagventile (28, 32) und der Strahlpumpe (36).

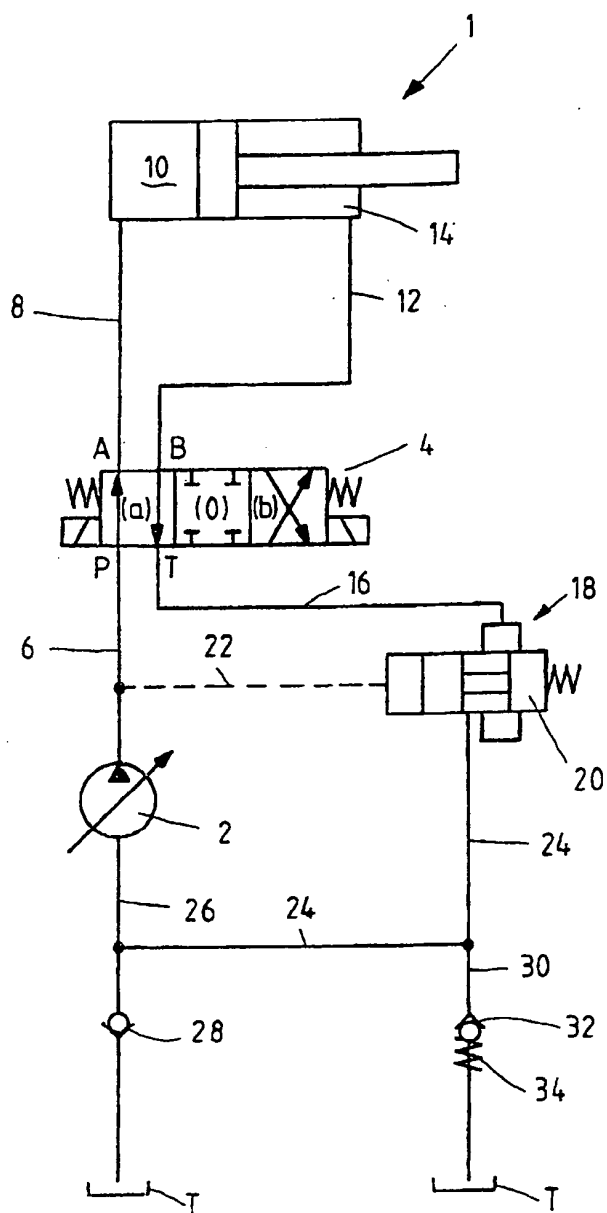
Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55



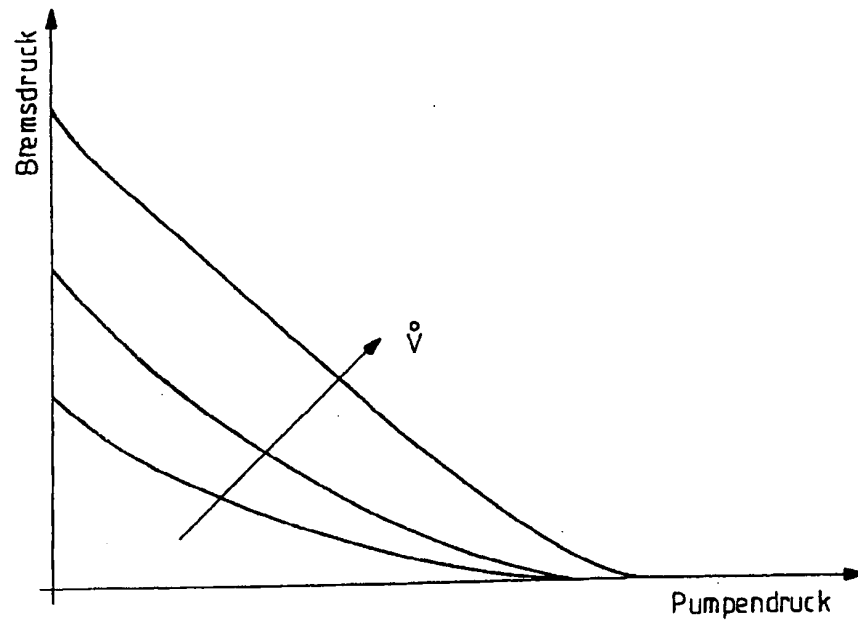


FIG. 2

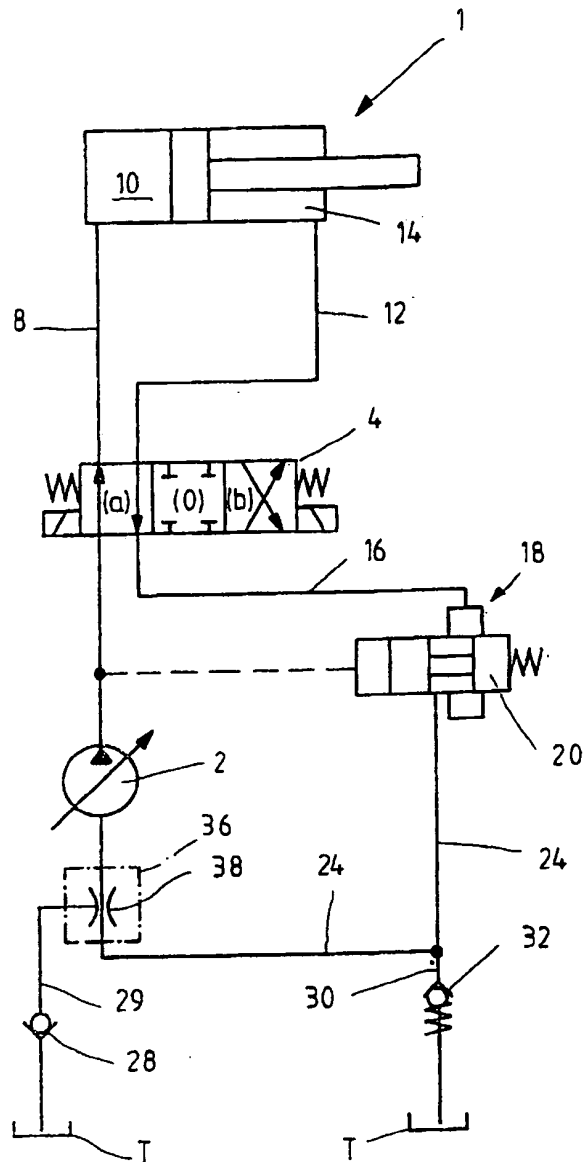


FIG. 3