



⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 88109858.6

⑮ Int. Cl. 4: F15B 11/05

⑯ Anmeldetag: 21.06.88

⑳ Priorität: 03.07.87 DE 3722083

㉑ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.01.89 Patentblatt 89/01

㉒ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

㉓ Anmelder: HEILMEIER & WEINLEIN Fabrik für
Oel-Hydraulik GmbH & Co. KG
Neumarkter Strasse 26
D-8000 München 80(DE)

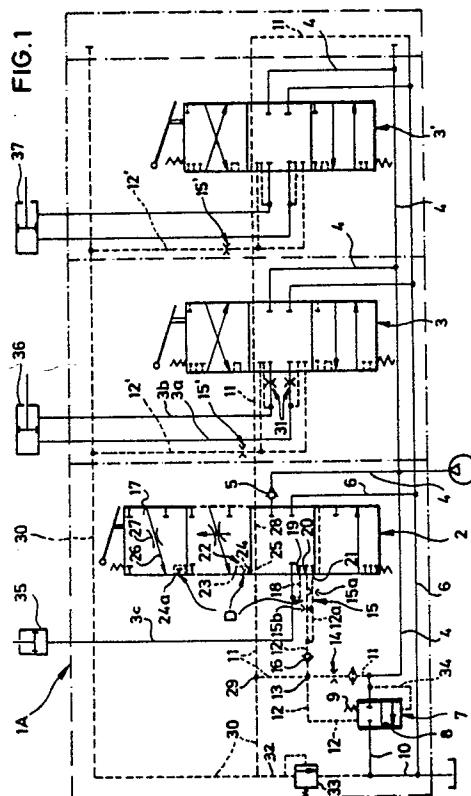
㉔ Erfinder: Brunner, Rudolf
Wankstrasse
D-8011 Baldham(DE)
Erfinder: Feichtenbeiner, Heiner
Friedensstrasse 25
D-8038 Gröbenzell(DE)

㉕ Vertreter: Patentanwälte Grünecker,
Kinkeldey, Stockmair & Partner
Maximilianstrasse 58
D-8000 München 22(DE)

㉖ Hydraulische Steuervorrichtung.

㉗ Bei bekannten hydraulischen Steuervorrichtungen mit mindestens einem einem Verbraucher (35) vorgeschalteten Wegeventil (2m, 2'), mit einer an die Pumpenleitung angeschlossenen Druckwaage (7) und mit einem von der Pumpenleitung (4) ausgehenden Steuerleitungskreis, der an eine Lastdruck-Anzapfung des Wegeventils anschließbar ist und zur Druckanhebung erste und zweite Drosselstellen (14, 15) enthält, ist die Druckanhebung über den gesamten Arbeitsbereich des Wegeventils (2, 2') gleichbleibend, obwohl der Höchstwert der Druckanhebung erst bei oder kurz vor Erreichen der maximalen Fördermenge notwendig wäre. Dadurch wird Energie vergeudet. Durch eine für den Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle (15) vorgesehene Druckstufe (D), die mittels des Steuerglieds (17, 17') des Wegenvventiles (2, 2') hubabhängig schaltbar ist, ist sichergestellt, daß die maximale Druckdifferenz zwischen dem Pumpenleitungsdruck $P_{(4)}$ und dem Verbraucherdruk $P_{(3)}$ erst kurz vor dem Bedarf einer hohen Fördermenge eingesteuert wird. Zuvor wird die Druckdifferenz kleiner gehalten. Es resultiert daraus eine wirkungsvollere Energieausnutzung.

EP 0 297 401 A2



Hydraulische Steuervorrichtung

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Steuervorrichtung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art.

Bei einer aus der US-PS 3 971 216 bekannten hydraulischen Steuervorrichtung dieser Art wird der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle über den Lastdruck angehoben, indem das zum Wegeventil strömende Druckmittel in der zweiten Steuerleitung die Kraft eines Vorspannventils überwinden muß. Dieser angehobene Steuerdruck wird auf die Federseite der Druckwaage gebracht, um den Pumpendruck entsprechend anzuheben. Es ist zwar bei einer Ausführungsform dieser hydraulischen Steuervorrichtung vorgesehen, zusätzlich zu dem durch die Feder vorgespannten Vorspannventil noch eine zweite Drosselstelle in Reihe dahinter zu schalten, um für eine Arbeitsrichtung des beidseitig beaufschlagbaren Zylinders eine höhere Druckanhebung als für die andere Arbeitsrichtung zu erreichen. Jedoch wird die Druckanhebung über den gesamten Arbeitsbereich des Steuerglieds des Wegeventils in gleichem Maße eingesteuert, so daß im wesentlichen über den gesamten Arbeitsbereich bis zum Erreichen der maximalen Fördermenge die gleiche Differenz zwischen dem Druck in der Pumpenleitung und dem Verbraucherdruck vorliegt. An sich wird aber die maximale Druckdifferenz nur zum Erreichen der maximalen Fördermenge in der Steuerstellungs-Endlage des Steuerglieds des Wegeventils benötigt. In Steuerstellungen innerhalb des Hubes des Steuerglieds aus der Neutralstellung bis in die Nähe der Steuerstellungs-Endlage wird aufgrund der dann unnötig hohen Druckdifferenz Energie vergeudet, die zu einer Erhitzung und zu starkem mechanischen Verschleiß des Druckmittels führen kann. Diese Steuervorrichtung benötigt außerdem Wechselventile im Steuerleitungs-kreis, um der Druckwaage jeweils den höchsten Lastdruck von einem der vorgesehenen Wegeventile zuzuführen. Daraus resultiert der Nachteil, daß bei gleichzeitiger Betätigung mehrerer Wegeventile auch die für Verbraucher mit geringeren Fördermengen vorgesehenen Wegeventile mit zu großer Druckmittelmenge versorgt werden, was gegebenenfalls zu Beschädigungen oder Gefährdungen führt. Deshalb ist jedem Wegsteuerventil noch ein eigener Zulaufregler zugeordnet, der lastdruckabhängig abdrosselt, sobald aufgrund des höheren Lastdrucks bei einem anderen Wegeventil die Druckwaage in der Pumpenleitung einen zu hohen Druck einsteuert. Dies ist aber ein teurer Zusatzaufwand.

Der Nachteil einer gleichbleibenden Druckanhebung ist auch bei einer hydraulischen Steuervorrichtung gegeben, die aus der US-PS 3 815 477

bekannt ist, weil über den gesamten Hubweg des Steuerglieds des Wegeventils die zweite Drosselstelle unverändert wirksam ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Steuervorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die sich durch eine verbesserte Energieausnutzung und eine - schonende Behandlung des Druckmittels auszeichnet.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei dieser Ausbildung wird eine stufenweise Druckanhebung erreicht, die in Abhängigkeit von der Hubbewegung des Steuerglieds des Wegeventils gesteuert wird. Die zweite Drosselstelle im Steuerleitungskreis wirkt so, daß sie zunächst eine bestimmte niedrige Druckanhebung über die Druckwaage einsteuert, bei der sichergestellt ist, daß zwar der Pumpenleitungsdruck über dem Verbraucherdruck liegt, jedoch nur so weit, daß dieser über einen anfänglichen Hub bei geringerer Fördermenge für die ordnungsgemäß lastunabhängige Bewegung des Verbrauchers sorgt. Erst gegen Ende des Hubweges des Steuerglieds des Wegeventils wird der Druck in der Pumpenleitung in mindestens einer Stufe soweit angehoben, daß die maximale Fördermenge bzw. die größte Geschwindigkeit des Verbrauchers problemlos erreicht werden. Daraus resultiert eine verbesserte Energieausnutzung und der Vorteil, daß das Druckmittel mechanisch geringer belastet und nicht so erhitzt wird, weil über den Anfangsbereich des Hubweges des Steuerglieds des Wegeventils das Druckmittel über die Druckwaage mit wenig Durchflußwiderstand abströmt.

Eine besonders zweckmäßige Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes geht aus Anspruch 2 hervor. Bei dieser Ausbildung wird die zweite Drosselstelle in zwei parallele Drosseln aufgeteilt, von denen die eine gegen Ende des Hubweges des Steuerglieds des Wegeventils außer Funktion gesetzt wird, so daß sich dann ein höherer Durchströmwiderstand in der zweiten Steuerleitung ergibt, aus dem die Stufe in der Druckanhebung resultiert. Bei geringerer Fördermenge zum Verbraucher ist hingegen der Durchströmwiderstand wegen der beiden dann aktiven Drosseln der zweiten Drosselstelle reduziert und auch die Druckanhebung geringer. Der Übergang zwischen den beiden Stufen der Druckanhebung ist am Verbraucher nicht spürbar. Es wäre auch denkbar, die zweite Steuerleitung in mehr als zwei Parallelleitungen aufzuteilen und in jeder Leitung eine eigene Drossel vorzusehen, um über den Hubweg des

Steuergliedes mehr als zwei Stufen bei der Druckanhebung zu erreichen.

Eine alternative, ebenfalls zweckmäßige Ausführungsform geht aus Anspruch 3 hervor. Bei dieser Ausbildung ist in konventioneller Weise in der zweiten Steuerleitung nur eine Drossel als zweite Drosselstelle vorgesehen. Gleichzeitig wird aber dafür Sorge getragen, daß gegen Ende der Hubbewegung des Steuergliedes in die Steuerstellungs-Endlage ein weiterer Strömungsweg geöffnet wird, aus dem Druckmittel aus der Pumpenleitung direkt in den Steuerleitungskreis strömt. Dieses zusätzliche Druckmittel erhöht die Druckmittelmenge, die im Steuerleitungskreis über die zweite Drosselstelle strömen soll, so daß auf diese Weise der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle angehoben und die Kraft an der Federseite der Druckwaage verstärkt werden.

Eine weitere, zweckmäßige Ausführungsform geht aus Anspruch 4 hervor. Die Stufe der Druckanhebung kann auf diese Weise in Abhängigkeit vom Einsatzzweck der hydraulischen Steuervorrichtung praktisch beliebig gesteuert werden. Dadurch, daß die größere Drossel der zweiten Drosselstelle gegen Ende des Hubweges des Steuergliedes des Wegeventils abgetrennt wird, ergibt sich ein deutlicher Anstieg des Drucks an der Federseite der Druckwaage. Es könnte aber auch umgekehrt vorgegangen werden, so daß die Stufe der Druckanhebung nur geringer ausfällt.

In der Praxis hat sich eine Ausführungsform besonders bewährt, bei der die Maßgaben von Anspruch 5 verwirklicht waren. Mit dieser Auslegung für eine maximale Fördermenge von annähernd 80 l/min wurde über den gesamten Arbeitsbereich des Wegeventils stets die gewünschte und vorherbestimmte Fördermenge erreicht. Trotzdem war das Druckmittel aufgrund der gemessenen, relativ geringen Druckdifferenz zwischen dem Pumpenleitungsdruck und dem Verbraucherdruck in der Anfangsphase des Hubes des Wegeventils über eine Testreihe kühler als das Druckmittel bei konventioneller Steuerung der Druckanhebung.

Wichtig ist ferner der Gedanke der Ausführungsform von Anspruch 6, weil dadurch sicher gestellt wird, daß der Eingangsdruck der ersten Drosselstelle im Steuerleitungskreis an der der Federseite der Druckwaage gegenüberliegenden Seite ordnungsgemäß wirksam wird, d.h., daß sich das Druckmittel nicht den widerstandsärmeren Weg über den Steuerzweigkanal suchen kann. Gegebenenfalls kann durch eine zweckmäßige Abstimmung zwischen der ersten Drosselstelle und der Drossel im Steuerzweigkanal oder im Verbindungskanal zusätzlicher Einfluß auf den Stufenverlauf der Druckanhebung genommen werden.

Eine weitere, zweckmäßige Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes, bei dem mehrere

Wegeventile parallel an die Pumpenleitung und den Steuerleitungskreis angeschlossen sind, geht aus Anspruch 7 hervor. Bei dieser Ausbildung verhindert das Rückschlagventil nicht nur das Absinken der Last durch gegebenenfalls in den Steuerleitungskreis zurückgedrücktes Druckmittel, sondern stellt auch sicher, daß bei einem voreilend betätigten anderen Wegeventil mit geringerem, in den Steuerleitungskreis eingespeistem Lastdruck bei nacheilendem Zuschalten des dem Rückschlagventil zugeordneten Wegeventils, das gegebenenfalls einen höheren Lastdruck ansteuert, keine Stufe in der Druckanhebung aufgrund dieses höheren Lastdruckes auftritt, was für die anderen Wegeventile bzw. deren Verbraucher gefährlich wäre. Es wird vielmehr dann durch das Rückschlagventil das Wegeventil mit dem höheren Lastdruck vom Steuerleitungskreis abgekuppelt und der Druck im Steuerleitungskreis mit dem niedrigeren, dann Vorrang habenden Lastdruck gesteuert. Insbesondere bei Hub- oder Gabelstaplern ist dies eine außerordentlich wichtige Eigenschaft der Steuervorrichtung, weil dort üblicherweise der Hebezylinder mit dem höchsten Lastdruck arbeitet, während Neige- oder andere Hilfszylinder mit geringeren Lastdrücken arbeiten müssen. Es käme zu einer gefährlichen Wechselwirkung, wenn der höhere Lastdruck nicht am Rückschlagventil abgefangen würde.

Zweckmäßig ist ferner die Ausführungsform gemäß Anspruch 8, weil mit dieser Ausbildung des Rückschlagventils diesem eine Doppelfunktion zugewiesen wird, indem es sowohl die zweite Drosselstelle bildet als auch das Zurückwirken des unter Umständen störenden hohen Lastdrucks in den Steuerleitungskreis unterbindet. Dies ist auch eine herstellungstechnisch günstige Maßnahme.

In der Praxis, insbesondere für Hub- und Gabelstapler, hat sich die Ausführungsform gemäß Anspruch 9 als besonders zweckmäßig erwiesen. Ab ca. 80% des Hubweges des Steuergliedes des Wegeventils wird nämlich in der Praxis erst eine hohe Druckdifferenz zwischen dem Pumpenleitungsdruck und dem Verbraucherleitungsdruck benötigt. Zuvor bedeutete diese hohe Druckdifferenz nur eine Energievergeudung, die zu Lasten der Temperatur des Druckmittels geht und dessen mechanische Belastung überflüssigerweise erhöht.

Eine weitere, vereinfachte Ausführungsform geht schließlich aus Anspruch 10 hervor. Bei dieser Ausbildung ergibt sich eine besonders zweckmäßige Unterbringung der zweiten Drosselstelle, die es auch ermöglicht, für nur eine Arbeitsrichtung des Verbrauchers die Druckanhebung zu steuern. Denkbar wäre es ferner, den Querschnitt der Anzapfungs-Leitung so klein zu wählen, daß diese als zweite Drosselstelle im Steuerleitungskreis fungiert.

Anhand der Zeichnung werden nachstehend Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform einer hydraulischen Steuervorrichtung,

Fig. 2 ein Schaltbild einer zweiten Ausführungsform einer hydraulischen Steuervorrichtung,

Fig. 3 einen Teil einer weiteren Ausführungsform in einem Schaltbild und in vereinfachter Darstellung,

Fig. 3a ein Detail einer weiteren Ausführungsvariante und

Fig. 4 ein Diagramm zur Verdeutlichung der Arbeitsweise der Steuervorrichtungen gemäß den vorhergehenden Figuren.

Eine hydraulische Steuervorrichtung 1A gemäß Fig. 1, die beispiels für einen Hub- oder Gabelstapler bestimmt ist, enthält drei Wegeventile 2, 3 und 3', die zueinander parallel an eine Pumpenleitung 4 angeschlossen und aus einer Druckquelle, z.B. einer Konstantpumpe, mit Druckmittel versorgt werden. In der Pumpenleitung 4 ist vor jedem Wegeventil 2, 3 und 3' ein Rückschlagventil 5 vorgesehen. Die Wegeventile 2, 3, 3' sind an eine gemeinsame Rücklaufleitung 6 zu einem Tank angeschlossen. In der Pumpenleitung 4 ist eine Druckwaage 7 üblicher Bauart vorgesehen, die einen Schieber 8 enthält, der zwischen einer Absperrstellung (Fig. 1) und einer Durchgangsstellung stufenlos verstellbar ist und über eine Leitung 10 eine direkte, mehr oder weniger gedrosselte Verbindung von der Pumpenleitung 4 zur Rücklaufleitung 6 herstellen kann. Der Schieber 8 der Druckwaage 7 wird von einer Feder 9 in Richtung auf seine Sperrstellung belastet, die sehr schwach ist (möglichst geringer Umlaufdruck).

Ein Steuerleitungskreis besteht aus einer ersten Steuerleitung 11, einer zweiten Steuerleitung 12, einer dritten Steuerleitung 34 und einem an die erste Steuerleitung 11 bei 29 angeschlossenen Steuerleitungskreisteil 30. Die erste Steuerleitung 11 zweigt von der Pumpenleitung 4 ab und führt zum Wegeventil 2 und über dieses über die weiteren Wegeventile 3 und 3' zum Rücklauf. In jedem Wegeventil enthält eine verstellbares Steuerglied 17 einen Durchgangskanal 28, der in der Neutralstellung die erste Steuerleitung 11 mit der Rücklaufleitung 6 verbindet. Die zweite Steuerleitung 12 führt von der Federseite der Druckwaage 7 zunächst zu einer Verbindungsstelle 13 mit der ersten Steuerleitung 11 und von der Verbindungsstelle 13 zum Wegeventil 2. In der ersten Steuerleitung 11 ist zwischen der Pumpenleitung 4 und der Verbindungsstelle 13 eine erste Drosselstelle 14 vorgesehen. In der zweiten Steuerleitung 12 ist zwischen der Kreuzungsstelle 13 und dem Wegeventil 2 eine zweite Drosselstelle 15 vorgesehen. Der Eingangsdruck der ersten Drosselstelle 14 wird

mittels der dritten Steuerleitung 34 an die der Federseite gegenüberliegende Seite des Schiebers 8 der Druckwaage 7 übertragen. Der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle 15 ist über die zweite Steuerleitung 12 an der Federseite der Druckwaage 7 wirksam. Zwischen der Verbindungsstelle 13 und der zweiten Drosselstelle 15 ist in der zweiten Steuerleitung 12 ein Rückschlagventil 16 vorgesehen, das in Strömungsrichtung zum Wegeventil 2 offen ist. Die zweite Steuerleitung 12 ist hinter dem Rückschlagventil 16 in zwei Parallelzweige 12a und 12b aufgegabelt, deren jeder eine einen Teil der Drosselstelle 15 bildende Drossel 15a und 15b enthält. Die beiden Parallelzweige 12a und 12b sind an getrennte Lastdruck-Anzapf-Anschlüsse 20, 21 im Wegeventil 2 angeschlossen.

Der Drosselquerschnitt der ersten Drosselstelle 14 ist bei dieser Ausführung größer als die Summe der Drosselquerschnitte der Drosseln 15a und 15b. Die Drossel 15b hat einen größeren Drosselquerschnitt als die Drossel 15a.

Im Wegeventil 2 ist das Steuerglied 17 in konventioneller Weise aus der Neutralstellung in zwei Steuerstellungs-Endlagen verstellbar, wobei in Fig. 1 strichliert eine Zwischenstellung des Steuergliedes 17 angedeutet ist, in der dieses noch weniger als, z.B., 80% des Hubes in Richtung auf die erste Steuerstellungs-Endlage ausgeführt hat.

Das Wegeventil 2 dient zur Steuerung eines Verbrauchers, z.B. eines einfach wirkenden Zylinders 35, der im vorliegenden Fall der Hubzylinder einer Hubstaplers sein kann. Vom Wegeventil 2 führt eine Verbraucherleitung 3c zum Zylinder 35. Von der Verbraucherleitung 3 zweigt eine Anzapfungsleitung 18 zu einem Lastdruck-Anzapf-Anschluß 19 des Wegeventils 2 ab.

Im Steuerglied 17 ist ein Verbindungskanal 22 vorgesehen, der sich in zwei Äste 24, 25 gabelt, die gemeinsam mit einem Kanalteil 23 verbunden sind. Sobald das Steuerglied 17 über, z.B., 80% seines Hubes in Richtung auf die Endlage verfahren ist, wird der Gabelast 24 bzw. die Verbindung zum Anschluß 20 abgesperrt (bei 24a angedeutet). Es besteht dann nur noch die Verbindung zwischen dem Kanalteil 23 und dem Gabelast 25. Ferner ist im Steuerglied 17, wie üblich, ein Verbindungskanal 26 mit einer verstellbaren Drosselstelle 27 vorgesehen, der das Druckmittel von der Pumpenleitung 4 in die Verbraucherleitung 3c führt.

Der Kanal 28 des Steuergliedes 17 ist in der Neutralstellung auf Durchgang der ersten Steuerleitung 11 gestellt, und auch in der zweiten Steuerleitung b, in der das Druckmittel aus der Verbraucherleitung 3c direkt in die Rücklaufleitung 6 abströmen kann. Vom Leitungsteil 30 führt eine Hilfssteuerleitung 32 zu einem vorgesteuerten Druckbegrenzungsventil 33, mit dem der Systemdruck im

Steuerleitungskreis begrenzt wird und das an die Leitung 10 zur Rücklaufleitung 6 angeschlossen ist.

An das nächste Wegeventil 3 ist als ein Verbraucher ein doppelseitig beaufschlagbarer Zylinder 36 mit Verbraucherleitungen 3a und 3b angeschlossen, die aus der Pumpenleitung 4 wechselseitig beaufschlagbar sind. Die zweite Steuerleitung 12' zum Wegeventil 3, die vom Leitungsteil 30 abzweigt, gabelt sich und führt zu jeweils einer Lastdruckanzapfung einer Verbraucherleitung 3a, 3b. Hervorzuheben ist hierbei, daß beim Wegeventil 3 in den Verbraucherleitungen 3a und 3b Drosseln 31 angeordnet sind, die die maximale Fördermenge begrenzen, so daß der Zylinder 36 nur mit einer beschränkten Geschwindigkeit bewegt werden kann. In der zweiten Steuerleitung 12' ist ferner eine zweite Drosselstelle 15' vorgesehen.

Das Wegeventil 3, das bis auf die Drosseln 31 dem Wegeventil 3 entspricht, ist konventioneller Bauart und dient zur Steuerung eines doppelseitigen Zylinders 37. In der zweiten Steuerleitung 12' zum Wegeventil 3' ist wiederum die zweite Drosselstelle 15' vorgesehen. Die Drossel 15b sowie die Drosselstellen 15' haben, z.B. in dieser Ausführungsform, den gleichen Drosselquerschnitt.

Die Steuervorrichtung 1A gemäß Fig. 1 arbeitet wie folgt:

In der dargestellten Neutralstellung aller Wegeventile 2, 3 und 3' ist die Pumpenleitung 4 abgesperrt. Das in die erste Steuerleitung 11 einströmende Druckmittel gelangt über die Kanäle 28 direkt zur Rücklaufleitung 6. Die zweite Steuerleitung 12 ist somit entlastet, so daß der Eingangsdruck an der ersten Drosselstelle 14 über die dritte Steuerleitung 34 den Schieber 8 der Druckwaage 7 in die Durchgangsstellung drückt, wodurch das Druckmittel aus der Pumpenleitung 4 über die Leitung 10 unmittelbar in den Rücklauf strömt. Die Pumpe braucht im wesentlichen nur den durch die schwache Feder 9 erzeugten Strömungswiderstand zu überwinden.

Sobald das Steuerglied 17 des Wegeventils 2 aus der Neutralstellung in eine Zwischenstellung (In Fig. 1 strichliert angedeutet) in Richtung auf die erste Steuerstellungs-Endlage verstellt wird, wird der zur Rücklaufleitung 6 offene Durchgang der ersten Steuerleitung 11 unterbrochen. Gleichzeitig verbindet der Verbindungskanal 22 die Anschlüsse 19, 20 und 21. Der Kanal 26 des Steuergliedes 17 verbindet die Pumpenleitung 4 mit der Verbraucherleitung 3c. Der Lastdruck in der Verbraucherleitung 3c hält das Rückschlagventil 16 in der Sperrstellung. In der zweiten Steuerleitung 12 baut sich ein Druck auf, der den Schieber 8 der Druckwaage in Richtung auf die Absperrstellung verschiebt. Daraufhin steigt der Druck in der ersten und auch in der zweiten Steuerleitung 11, 12 an, bis Rückschlagventil 16 öffnet und Druckmittel

über die zweite Drosselstelle 15 und die Anzapfungsleitung 18 in die Verbraucherleitung 3c strömt. Aufgrund der Wirkung der ersten und zweiten Drosselstellen 14 und 15 steigt der Druck in der zweiten Steuerleitung 12 über den Lastdruck. Auch in der Pumpenleitung 14 wird der von der Druckwaage 7 eingestellte Druck höher als der Druck in der Verbraucherleitung 3c.

Der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle

15 ist an der Federseite der Druckwaage 7 wirksam, während der Eingangsdruck der ersten Drosselstelle 14 an der gegenüberliegenden Seite des Schiebers 8 wirkt. Die Druckwaage 7 regelt auf diese Weise lastdruckunabhängig die mit dem Steuerglied 17 eingestellte Geschwindigkeit des Zylinders 35. Der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle 15 resultiert aus dem Strömungswiderstand der beiden parallelen Drosseln 15a und 15b, so daß sich eine von der Druckdifferenz der beiden Eingangsdrücke und der Feder 9 bestimmte Druckanhebung ergibt.

Sobald das Steuerglied 17 über, z.B., 80% seines Hubweges in Richtung auf die Steuerstellungs-Endlage hinausbewegt ist, wird der Gabelast 24a des Verbindungskanals 22 abgesperrt. Die Drossel 15b der zweiten Drosselstelle 15 ist damit umwirksam. Das Druckmittel in der zweiten Steuerleitung 12 strömt nur mehr durch die Drossel 15a, so daß der Strömungswiderstand ansteigt und mit ihm auch der an der Federseite der Druckwaage 7 wirksame Eingangssdruck. Der Druck in der Pumpenleitung 4 wird gegenüber dem Verbraucherdruck stufenartig weiter angehoben, damit schließlich bis zur Endlage des Steuergliedes 17 die gewünschte maximale Fördermenge erreicht wird. Die Drossel 27 im Steuerglied 17 fungiert dabei als Meßdrossel, während die Druckwaage 7 als Stelldrossel arbeitet, die die eingestellte Geschwindigkeit des Verbrauchers 35 lastdruckunabhängig steuert.

Dabei bildet der Verbindungskanal 22 mit der einen Drossel 15 a bzw. mit den beiden parallelen Drosseln 15a und 15b eine Druckstufe D mit der eine stufenartige Druckanhebung erreicht wird.

Wird das Wegeventil 2 in die andere Steuerstellung umgesteuert, so bleibt der Steuerungskreis drucklos und die Pumpenleitung 4 wird über die Druckwaage 7 unmittelbar mit dem Rücklauf verbunden. Das Druckmittel aus dem Zylinder 35 strömt in den Rücklaufkanal 6 ab.

Wird bei in Neutralstellung belassenem Wegeventil 2 das Wegeventil 3 in eine seiner beiden Steuerstellungen verstellt, so arbeitet die Druckwaage 7 in Abhängigkeit von den Eingangsdrücken der ersten Drosselstelle 14 und der zweiten Drosselstelle 15' in der zweiten Steuerleitung 12' zum Wegeventil 3. Die Druckanhebung bleibt über den gesamten Arbeitsbereich des Wegeventils 3 annä-

hernd gleich. Die maximale Fördermenge zum Zylinder 36 wird in jeder Arbeitsrichtung durch die Drosseln 31 begrenzt, z.B. auf 30 l/min.

Das gleiche gilt für eine Einzelbetätigung des Wegeventils 3, für das die Druckwaage 7 dann in Abhängigkeit von Eingangsdruck an der ersten Drosselstelle 14 und an der zweiten Drosselstelle 15 in der zweiten Steuerleitung 12 arbeitet. Beim Wegeventil 3 ist keine Begrenzung der maximalen Fördermenge vorgesehen.

Wird zusätzlich zum Wegeventil 2 auch eines der Wegeventile 3 oder 3' oder beide betätigt, so hat der niedrigste Lastdruck Vorrang gegenüber den höheren Lastdrücken. Das heißt, führt, z.B., die Verbraucherleitung 3a des Wegeventils 3 den niedrigsten Lastdruck, so arbeitet die Druckwaage 7 in Abhängigkeit vom Eingangsdruck an der ersten Drosselstelle 14 und vom Eingangsdruck an der zweiten Drosselstelle 15 des Wegeventils 3. Selbst wenn der Lastdruck am Rückschlagventil 16 höher wäre oder der Lastdruck beim Wegeventil 3, so kann sich dieser höhere Lastdruck nicht auf das Arbeiten der Druckwaage 7 auswirken, da er über die zweite Drosselstelle 15 beim Wegeventil 3 relativ zur Höhe des dort herrschenden Lastdrucks abgebaut wird. Dies ist insbesondere bei einem Hub- oder Gabelstapler zweckmäßig, bei dem beispielsweise das Wegeventil 3 den Neigezylinder steuert, bei dessen Bewegung eine geringe Geschwindigkeit eingehalten werden soll, auch wenn am Hubzylinder (Wegeventil 2) eine große Last ansteht. Da sich der in der Pumpenleitung 4 dann herrschende Druck nach dem Lastdruck beim Wegeventil 3 richtet, kann der Zylinder 35 keine hohe Last bewegen und kann auch über den hohen Lastdruck beim Wegeventil 2 nicht die Geschwindigkeit des Zylinders 36 gesteigert werden, selbst wenn der Benutzer des Gabelstaplers durch Betätigen des Wegeventils 2 versucht, die hydraulische Steuervorrichtung zu überlisten. Selbstverständlich könnte bei allen vorgesehenen Wegeventilen das Prinzip der stufenweisen Druckanhebung, ggfs. sogar für jede Verbraucherrichtung, angewendet werden.

Die hydraulische Steuervorrichtung 1B gemäß Fig. 2 unterscheidet sich von der von Fig. 1 durch eine Abwandlung der Druckstufe D für den Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle 15 bzw. die Federseite der Druckwaage 7. Die weiteren Elemente der hydraulischen Steuervorrichtung 1B entsprechen weitgehend den vorbeschriebenen, so daß darauf nicht mehr näher eingegangen wird.

Die zweite Steuerleitung 12 führt in Fig. 2 von der zweiten Drosselstelle 15, die von einer einzigen Drossel gebildet wird, deren Drosselquerschnitt kleiner als der der ersten Drosselstelle 14 ist, direkt zum einzigen Lastdruck-Anzapf-Anschluß 20 des Wegeventils 2. Diesem benachbart liegt der

5 Lastdruck-Anzapf-Anschluß 19 der Anzapfungsleitung 18. Im Steuerglied 17 besteht der Verbindungskanal 22' nur aus dem Ast 24 und der Verbindung 23. Ferner ist im Steuerglied 17 zusätzlich ein durchgehender Verbindungskanal 40 vorgesehen, dem im Wegeventil 2 an der Seite der Pumpenleitung 4 ein Steuerkanal-Einlaßanschluß 38 und diesem gegenüberliegend ein Steuerkanal-Auslaßanschluß 39 so zugeordnet sind, daß die Anschlüsse 38 und 39 erst bei einem vorbestimmten Hubweg des Steuergliedes 17' in Richtung auf die erste Steuerstellungs-Endlage zu, z.B. ab 80% des Gesamthubes, verbunden sind. Im Hubweg des Steuergliedes 17 zwischen der Neutralstellung und diesem vorbestimmten Hubweg (strichliert ange deutet) sind die Anschlüsse 38 und 39 getrennt. Von der Pumpenleitung 4 zweigt vor dem Rückschlagventil 5 ein Steuerzweigkanal 41 zum Anschluß 38 ab, und vom gegenüberliegenden Anschluß 39 ein Verbindungskanal 43 zu einer Kreuzungsstelle 44 mit der ersten Steuerleitung 11. Der Verbindungskanal 43 könnte auch an eine andere Stelle des Steuerleitungskreises angeschlossen sein. Im Steuerzweigkanal 41 ist eine Drossel 42 angeordnet, deren Drosselquerschnitt gleich dem Drosselquerschnitt der ersten Drosselstelle 14 ist.

Bei einer Zwischenstellung des Steuergliedes 17' zwischen der Neutralstellung und der ersten Steuerstellungs-Endlage ist über den Verbindungs kanal 22' die Anzapfungsleitung 18 mit der zweiten Steuerleitung 12 verbunden. Der Eingangsdruck der ersten Drosselstelle 14 wirkt an einer Seite des Schiebers 8, während der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle 15 an der Federseite des Schiebers 8 wirksam ist. Die Druckanhebung ist in Abhängigkeit von den Eingangsdrücken der Drosselstellen 14, 15 wirksam, so daß der Druck in der Pumpenleitung 4 ein vorbestimmtes Maß den Druck in der Verbraucherleitung 3c überschreitet.

40 Sobald das Steuerglied 17 den vorbestimmten Hubweg überschritten hat, verbindet der Kanal 40 die Anschlüsse 38 und 39. Daraufhin wird zusätzlich über den dann offenen Strömungsweg 41, 42, 38, 40, 39, 43, 11 Druckmittel in den Steuerleitungskreis geführt. Aufgrund des zusätzlich zugeführten Druckmittels steigt der Strömungswiderstand an der ersten Drosselstelle 15 an, der an der Federseite des Schiebers 8 der Druckwaage 7 dafür sorgt, daß eine stärkere Abdrosselung im Strömungsweg von der Pumpenleitung 4 zur Leitung 10 erfolgt. Daraus resultiert ein wachsender Druckunterschied zwischen dem Druck in der Pumpenleitung 4 und der Verbraucherleitung 3c, der dafür sorgt, daß die maximale Fördermenge in der Verbraucherleitung 3c erreicht wird. Der an der ersten Drosselstelle 14 vorliegende Eingangsdruck, der den Schieber 8 entgegen der Feder 9 beaufschlagt, wird von dem in der zusätzlichen Strö

mungsverbindung in den Steuerleitungskreis strömenden Druckmittel nicht beeinflußt, weil die Drossel 42 den gleichen Drosselquerschnitt hat wie die erste Drosselstelle 14.

Wird das Steuerglied 17 wieder in Richtung auf die Neutralstellung zurückbewegt, so werden die Anschlüsse 38 und 39 wieder getrennt, sobald das Steuerglied 17 unter z.B. 80% des Hubweges gelangt. Dann wird bis zum Erreichen der Neutralstellung die geringere Druckanhebung eingesteuert.

Die Zusammenarbeit mit den weiteren Wegeventilen 3 und 3' erfolgt auf die gleich Weise wie anhand von Fig. 1 beschrieben, d.h. der jeweils niedrigste Lastdruck hat Vorrang gegenüber einem höheren Lastdruck, weil der Steuerleitungskreis über die Lastdruckanzapfung des Wegeventils mit dem geringsten Lastdruck jeden höheren Lastdruck abbauen kann. Sollte dabei das Wegeventil 2' aus der Neutralstellung in Richtung auf die erste Steuerstellung verstellt sein, so sinkt der Druck in der Verbraucherleitung 3c trotzdem nicht ab, da das Rückschlagventil 16 dies verhindert.

Bei der hydraulischen Steuervorrichtung 1C gemäß Fig. 3, bei der nur ein Wegeventil gezeigt ist, ist in der zweiten Steuerleitung 12 ein Vorspann-Rückschlagventil 45 angeordnet, das einerseits die zweite Drosselstelle 15 und andererseits des Rückschlagventil 16 der Ausführungsform von Fig. 2 in sich vereint. Der Verbindungskanal 22' im Steuerglied des Wegeventils entspricht dem Verbindungskanal 22, der anhand von Fig. 2 erläutert wurde, und der die Anzapfungsleitung 18 sowohl in einer Zwischenstellung des Steuerglieds als auch in der Steuerstellungs-Endlage mit der zweiten Steuerleitung 12 verbindet. Eine Druckstufe ist bei dieser Ausführungsform nicht dargestellt.

Fig. 3A verdeutlicht eine Detailvariante, bei der ein Vorspann-Rückschlagventil 45' in der Anzapfungsleitung 18 von der Verbraucherleitung 3c zum Steuerglied 17 des Wegeventils untergebracht ist. Dies ist eine bauliche Vereinfachung, weil die zweite Steuerleitung 12 keine für die Druckanhebung verantwortlichen Organe zu enthalten braucht.

Mit der Federvorspannung des Vorspann-Rückschlagventils 46 bzw. 45' kann ein bestimmtes Druckgefälle über das Vorspannventil eingestellt werden, z.B. 15 bar. Wenn das Vorspannventil 45, 45' so ausgelegt ist, daß die Federvorspannung veränderbar ist, so läßt sich der Eingangsdruck an unterschiedliche Bedingungen anpassen.

Aus dem Schaubild von Fig. 4 ist die Wirkung der Druckstufe D erkennbar. Auf der vertikalen Achse ist der Hubweg des Steuerglieds 17, 17' des Wegeventils 2,2' in Prozent aufgetragen. Auf der horizontalen Achse ist die Fördermenge Q angegeben. Die untere ausgezogene Kurve $P_{(3)}$ gibt den Druck in der Verbraucherleitung 3c an, während die obere, ausgezogene Kurve $P_{(4)}$ den Druck in

der Pumpenleitung 4 zeigt. Die strichpunktierte Kurve T zeigt den Verlauf des Drucks in der Pumpenleitung 4 einer herkömmlichen Steuervorrichtung. Die schraffierte Fläche F repräsentiert die Energieeinsparung aufgrund der Wirkung der Druckstufe D.

Aus dem Schaubild ist zu erkennen, daß der Druck $P_{(3)}$ in der Verbraucherleitung bei anfänglich kleiner Fördermenge zunächst ansteigt und dann annähernd linear verläuft, bis die maximale Fördermenge Q_{\max} erreicht ist. Der Druck $P_{(4)}$ in der Pumpenleitung 4 steigt bei kleiner Fördermenge zunächst ebenfalls an, um dann im wesentlichen annähernd gleichbleibend mit einem höheren Wert zu verlaufen als der Druck in der Verbraucherleitung 3c (erste Stufe der Druckanhebung). Bei ca. 80% des Hubweges des Steuergliedes 17, 17' wird die Druckstufe wirksam, worauf der Druck $P_{(4)}$ in der Pumpenleitung 4 und damit die Druckdifferenz zum Druck $P_{(3)}$ in der Verbraucherleitung 3c bis auf einen Maximalwert anwächst, der vor der maximalen Fördermenge Q_{\max} erreicht wird (zweite Stufe der Druckanhebung). Bei üblichen Steuervorrichtungen dieser Art ist bereits bei geringen Fördermengen nahezu die volle Druckdifferenz zwischen den Drücken $P_{(3)}$ und T gegeben, während erfindungsgemäß der Druck $P_{(4)}$ in der Pumpenleitung 4 erst ab 80% des Hubweges des Steuergliedes 17, 17' auf diesen maximalen Wert angehoben wird.

Die schraffierte Fläche F ist diejenige Arbeit oder Energie, die aufgrund der Wirkung der Druckanhebevorrichtung eingespart wird. Die relativen Verläufe der Kurven des Schaubildes gemäß Fig. 4 lassen sich durch die gegenseitige Abstimmung der Drosselquerschnitte auf die jeweiligen Einsatzzwecke abstimmen. Die Abstimmung wird dabei stets so gewählt, daß bei kleinerer Fördermenge die Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Verbraucherleitung 3c und dem Druck in der Pumpenleitung 4 ausreicht, auch bei einer raschen Betätigung des Wegeventils lastunabhängig die gewünschte Geschwindigkeit bzw. Fördermenge zu erreichen. Es wird jedoch bei kleinerer Fördermenge unterhalb der vorbestimmten Hublage des Steuergliedes 17, 17' zu keiner Zeit maximal mögliche Druck in der Pumpenleitung 4 eingesteuert, sondern erst bei höheren oder höchsten Fördermengen.

50 Ansprüche

1. Hydraulische Steuervorrichtung (1A, 1B, 1C) mit mindestens einem einem Verbraucher (35) vorgesetzten Wegeventil (2, 2'), dessen Steuerglied (17, 17') in einer Neutralstellung mindestens eine Verbraucherleitung (3) absperrt und diese in zwei Steuerstellungen (a, b) wechselweise mit einer

Pumpenleitung (4) oder Rücklaufleitung (6) verbindet, mit einer an die Pumpenleitung (4) angeschlossenen Druckquelle, mit einer an die Pumpenleitung (4) angeschlossenen Druckwaage (7) mit einem in Richtung auf die Absperrstellung durch eine Feder (9) belasteten Schieber (8) zum unmittelbaren Rückleiten des von der Druckmittelquelle (P) geförderten und vom Verbraucher (35) nicht benötigten Druckmittels aus der Pumpenleitung (4) in die Rücklaufleitung (6), mit einem von der Pumpenleitung (4) abgezweigten Steuerleitungskreis, der eine erste, eine zweite und eine dritte Steuerleitung (11, 12, 34, 30) aufweist, wobei die erste Steuerleitung (11) von der Pumpenleitung (4) zu einem Entlastungsanschluß führt, der in der Neutralstellung des Wegeventils (2,2') mit der Rücklaufleitung (6) verbunden ist, während die zweite Steuerleitung (12) von der Federseite der Druckwaage (7) zu wenigstens einem Lastdruck-Anzapf-Anschluß (20, 21) des Wegeventils (2,2') führt und mit der ersten Steuerleitung (11) verbunden ist, wobei der Lastdruck-Anzapf-Anschluß (20, 21) in zumindest einer Steuerstellung (a) des Wegeventils (2,2') mit der Verbraucherleitung (3c) verbunden ist, mit einer ersten, in der ersten Steuerleitung (11) in Strömungsrichtung zum Wegeventil (2,2') vor der Verbindungsstelle (13) mit der zweiten Steuerleitung (12) angeordneten ersten Drosselstelle (14), deren Eingangsdruck über die dritte Steuerleitung (34) auf eine Seite des Schiebers (8) der Druckwaage (7) übertragen wird, und mit einer in der zweiten Steuerleitung (12) hinter der Verbindungsstelle (13) angeordneten zweiten Drosselstelle (15, 15'), deren Eingangsdruck bei Verstellung des Steuergliedes (17, 17') aus der Neutralstellung anhebbar und über die zweite Steuerleitung (12) auf die Federseite des Schiebers (8) der Druckwaage (7) übertragbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle (15) mittels des Steuerglieds (17, 17') des Wegeventils (2,2') in Abhängigkeit von dessen Hub in Richtung zu einer Steuerstellungs-Endlage vor Erreichen der Endlage in wenigstens zwei Stufen anhebbar ist.

2. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Steuerleitung (12) hinter der Verbindungsstelle (13) in mindestens zwei Parallelzweige (12a, 12b) aufgeteilt ist, deren jeder als Teil der zweiten Drosselstelle (15) eine Drossel (15a, 15b) enthält und zu einem getrennten Lastdruck-Anzapf-Anschluß (20, 21) des Wegeventils (2) führt, und daß im Steuerglied (17) des Wegeventils (2) ein sich zu beiden Lastdruck-Anzapf-Anschlüssen (20, 21) gabelnder Verbindungskanal (22) der Anzapfung (18) vorgesehen ist, dessen einer Gabelast (24) durch das Steuerglied (17) vor Erreichen der ersten Steuerstellungs-Endlage absperrbar ist.

5 3. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß von der Pumpenleitung (4) ein Steuerzweigkanal (41) zu einem Steuerkanal-Einlaßanschluß (38) des Wegeventils (2') führt, daß von einem Steuerkanal-Auslaßanschluß (39) des Wegeventils (2') zur ersten Steuerleitung (11) oder zum Steuerleitungskreis eine Verbindungsleitung (43) vorgesehen ist, und daß im Steuerglied (17') des Wegeventils (2') ein Durchgang (40) vorgesehen ist, der beim Hub des Steuerglieds (17') voreilend zum Erreichen der Steuerstellungs-Endlage die Steuerkanalanschlüsse (38, 39) verbindet.

10 4. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Drosseln (15a, 15b) in den Parallelzweigen (12a, 12b) unterschiedlich groß ausgebildet sind, daß die Summe der Drosselquerschnitte der beiden Drosseln (15a, 15b) kleiner als der Drosselquerschnitt der ersten Drosselstelle (14) ist, und daß mit dem Steuerglied (17) der zur größeren (15b) der beiden Drosseln (15a, 15b) führende Gabelast (24) des Verbindungskanals (22) absperrbar ist.

15 5. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Drosselstelle (14) einen Durchmesser von 0,6 mm und die beiden Drosseln (15a, 15b) der zweiten Drosselstelle (15) Durchmesser von 0,5 und 0,3 mm haben.

20 6. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Steuerzweigkanal (41) oder in der Verbindung (43) eine Drossel (42) angeordnet ist, deren Drosselquerschnitt dem Drosselquerschnitt der ersten Drossel (14) gleich ist.

25 7. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei mehrere Wegeventile (2, 2', 3, 4) parallel an die Pumpenleitung (4) und den Steuerleitungskreis (11, 12, 30) angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Verbindungsstelle (13) und der zweiten Drosselstelle (15) in der zweiten Steuerleitung (12), zumindest beim Wegeventil (2, 2') für den mit dem höchsten zu erwartenden Druck zu versorgenden Verbraucher (35), ein entgegen der Strömungsrichtung zum Wegeventil (2, 2') sperrendes Rückschlagventil (16) angeordnet ist.

30 8. Hydraulische Steuervorrichtung nach den Ansprüchen 3 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Drosselstelle (15) von einem, vorzugsweise verstellbaren, federbelasteten Vorspann-Rückschlagventil (45) gebildet wird, das das Rückschlagventil (16) ersetzt.

35 9. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Eingangsdruck der zweiten Drosselstelle (15, 15') ab ca. 80% des Hubweges

des Steuergliedes (17, 17') in Richtung auf die erste Steuerstellungs-Endlage auf die zweite Stufe anhebbar ist.

10. Hydraulische Steuervorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Drosselstelle (15) in einer Lastdruck-Anzapf-Leitung (18) zwischen der Verbraucherleitung (3c) und dem Steuerglied (17) des Wegeventils angeordnet ist, vorzugsweise in Form eines federbelasteten Vorspann-Rückschlagventils (45').

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

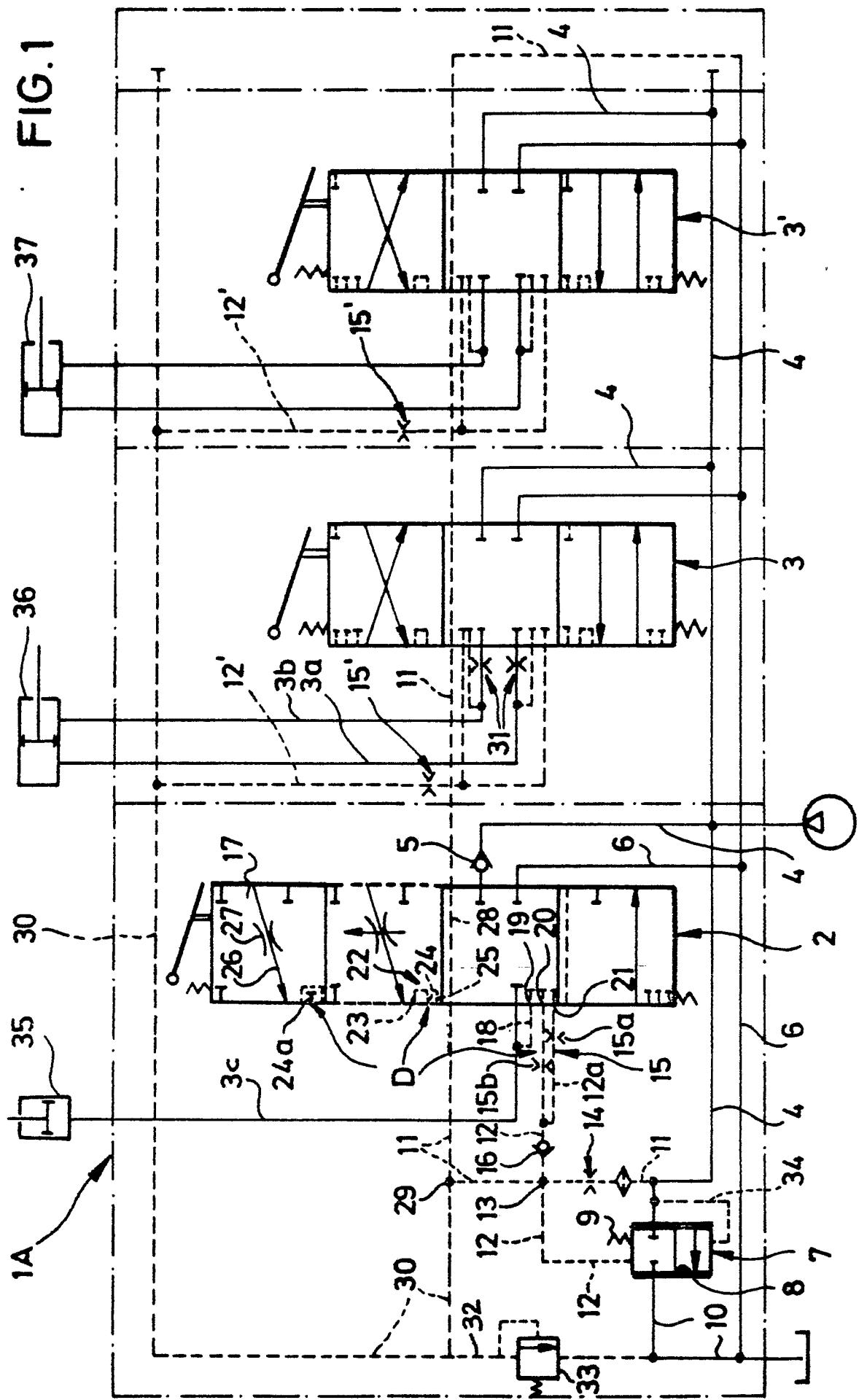
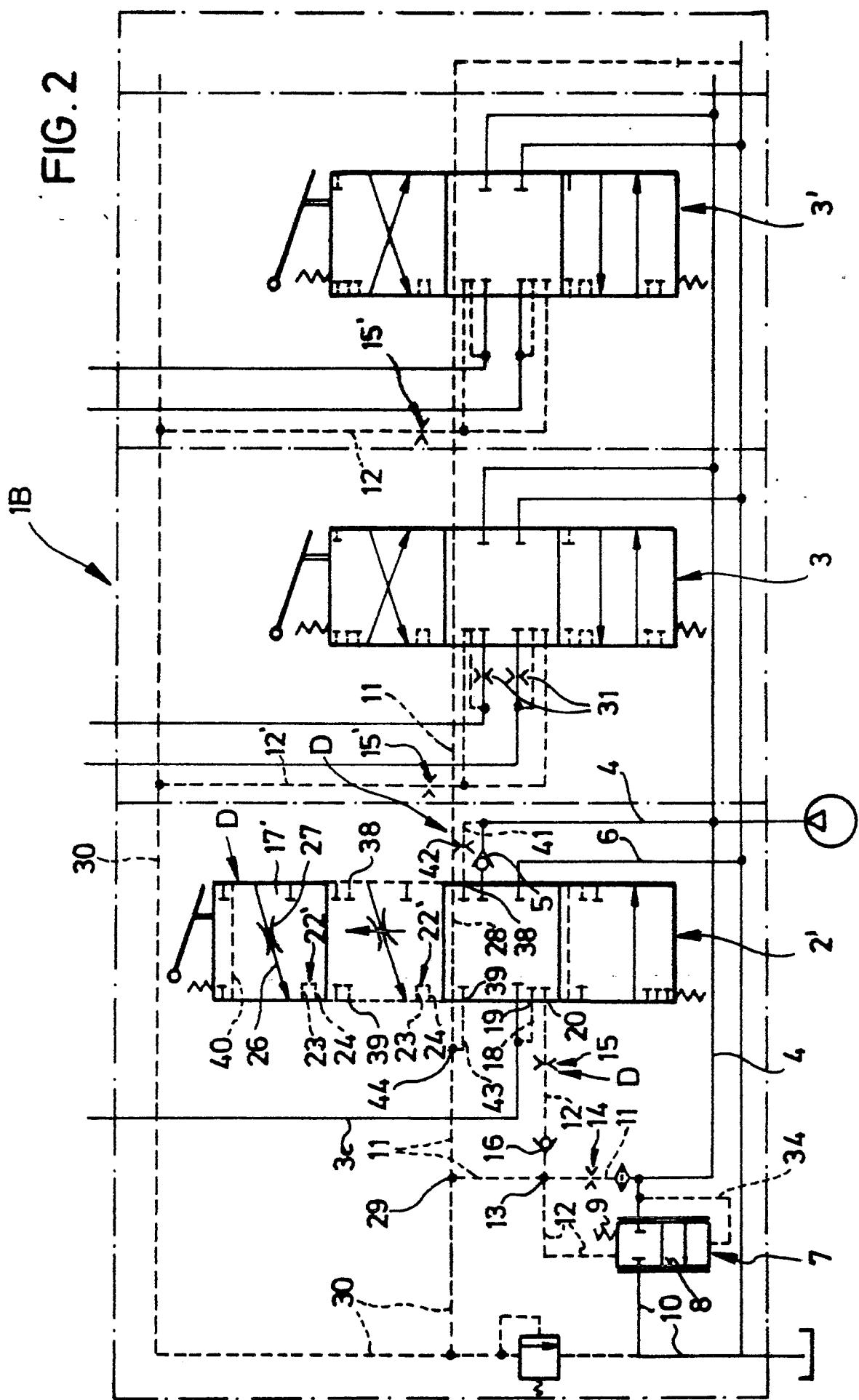
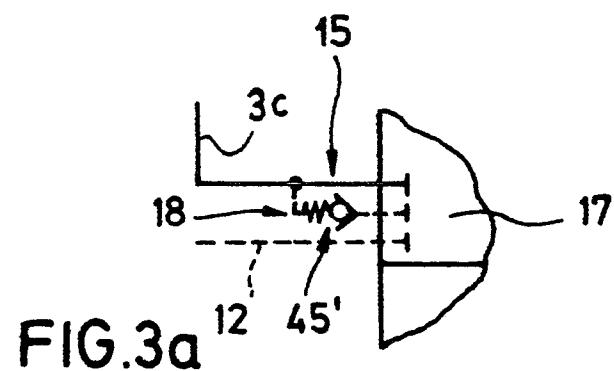
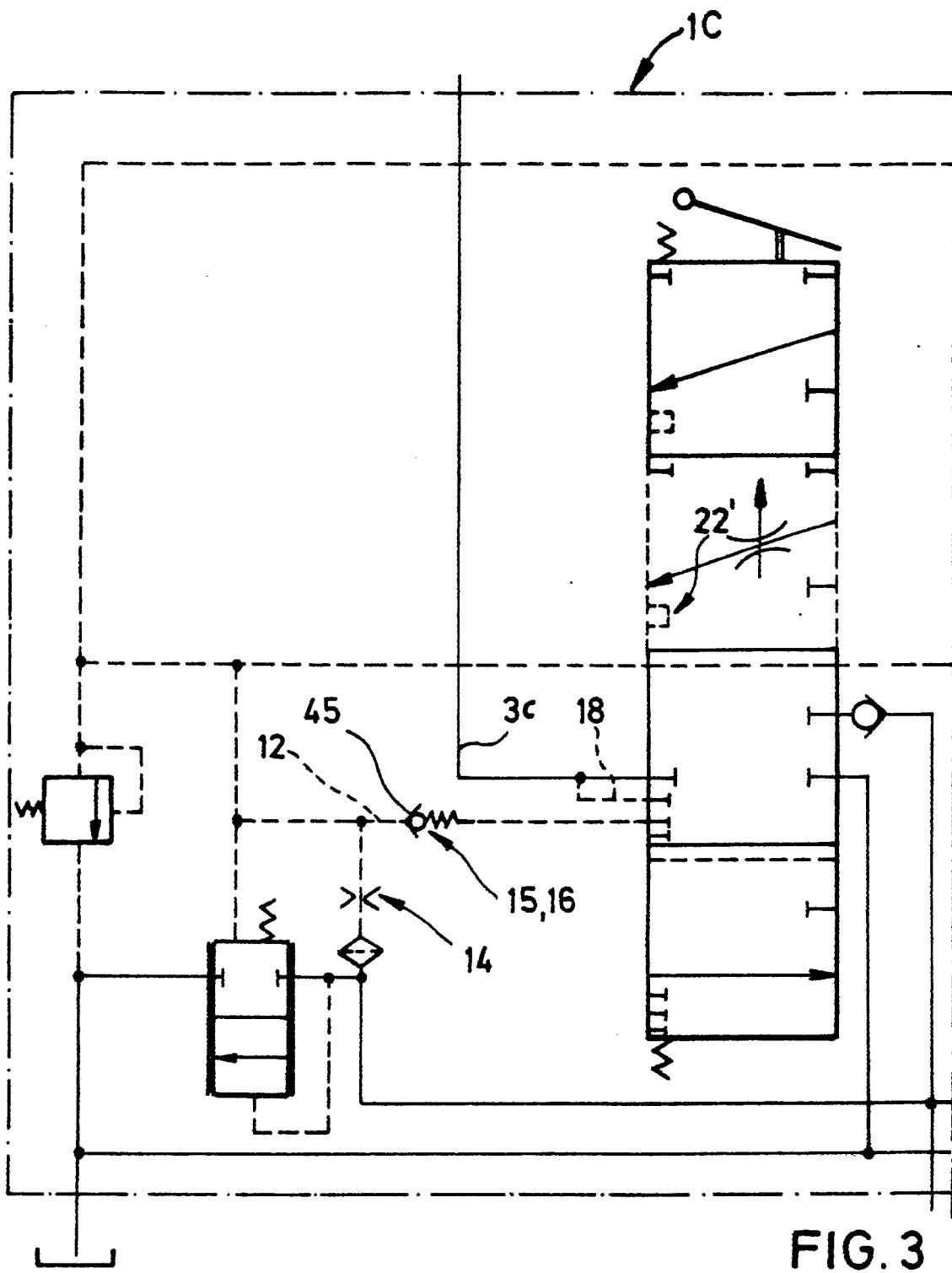


FIG. 2





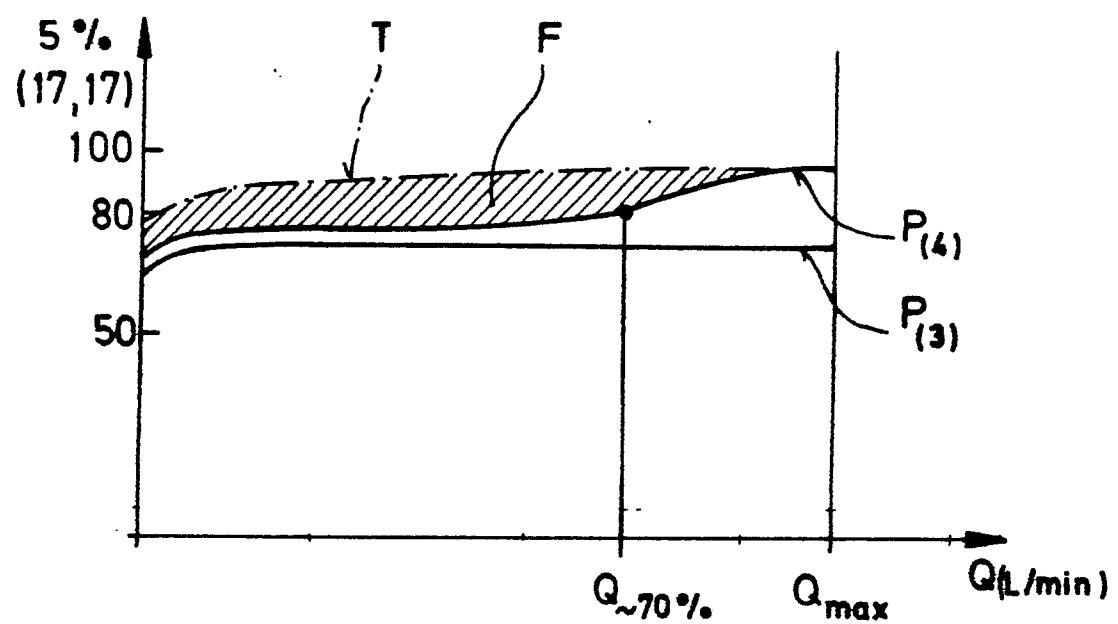


FIG. 4