

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 471 166 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91109890.3**

(51) Int. Cl.⁵: **F04B 49/08**

(22) Anmeldetag: **17.06.91**

(30) Priorität: **13.08.90 DE 4025638**

W-7240 Horb 1(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.92 Patentblatt 92/08

(72) Erfinder: **Krebs, Clemens**
Sofienstrasse 2
W-7400 Tübingen(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(71) Anmelder: **BRUENINGHAUS HYDRAULIK**
GmbH
An den Kelterwiesen 14

(74) Vertreter: **Körber, Wolfhart, Dr. et al**
Patentanwälte Mitscherlich & Partner
Steinsdorfstrasse 10
W-8000 München 22(DE)

(54) **Regelvorrichtung zur Regelung der Fördervolumeneinstellung mehrerer hydrostatischer Pumpen.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung zur Regelung der Fördervolumeneinstellung mehrerer hydrostatischer Verstellpumpen (1,2), die über je eine Arbeitsdruckleitung (3, 4) an eine gemeinsame Verbraucherleitung (7) angeschlossen und mit je einer stelldruckbeaufschlagbaren Verstellereinrichtung verbunden sind, der je ein Vorsteuerventil (22, 23) zugeordnet ist, das von einem dem Druck in der Arbeitsdruckleitung (3, 4) der jeweiligen Verstellpumpe korrespondierenden ersten Steuerdruck in Richtung einer Regelstellung gegen einen Gegendruck sowie von einem mit der Fördervolumeneinstellung der zugeordneten Verstellpumpe (1, 2) korrespondierenden zweiten Steuerdruck beaufschlagt ist und in

Richtung der Regelstellung die Stelldruckbeaufschlagung der Verstellereinrichtung zur Verringerung des Fördervolumens der zugeordneten Verstellpumpe (1, 2) regelt. Um unter Verringerung des konstruktiven Aufwandes eine Regelung der einzelnen Verstellpumpen (1, 2) ungeachtet von Störeinflüssen auf gleiche tatsächlich geförderte Förderströme zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß der zweite Steuerdruck (p_{Qi}) vor einer Drossel (33, 34) in der Arbeitsdruckleitung (3, 4) der jeweiligen Verstellpumpe (1, 2) abgenommen und über eine Steuerdruckleitung (29) das zugeordnete Vorsteuerventil (22 bzw. 23) in Richtung Regelstellung beaufschlagt.

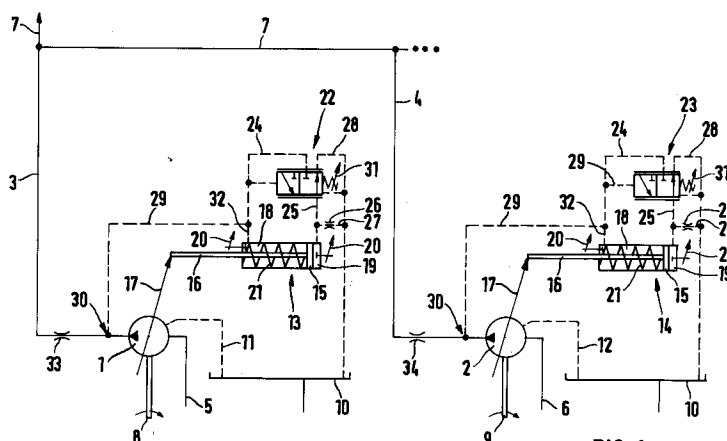


FIG. 1

EP 0 471 166 A1

Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zur Regelung der Fördervolumeneinstellung mehrerer in Parallelschaltung an einen gemeinsamen Verbraucher angeschlossenen hydrostatischen Pumpen.

Aus der DE-PS 37 11 049 ist eine derartige Regelvorrichtung bekannt, die je eine den einzelnen Pumpen zugeordnete Meß- und Steuereinheit mit einem Druckbegrenzungsventil, einem Wegaufnehmer und einer mit einer Drosselstelle versehene Leitung umfaßt. Letztere verbindet den Eingang des Druckbegrenzungsventils mit einer an die Arbeitsdruckleitung der jeweiligen Pumpe angeschlossenen Steuerdruckleitung und führt zu einem Federraum des als 3/2-Wegeventil ausgebildeten Vorsteuerventils. Eine Feder im Federraum erzeugt den Gegendruck, dem der in den Arbeitsdruckleitungen und in der Verbraucherleitung herrschende Arbeitsdruck als erster Steuerdruck entgegensteht. Der Wegaufnehmer besteht aus einer an der Kolbenstange des Verstellkolbens des Verstellzylinders ausgebildeten Schrägfläche und einem Abtaststift, der durch eine Feder, über die er auf den Schieber des Druckbegrenzungsventils wirkt, in Anlage an die Schrägfläche gehalten ist. Das Druckbegrenzungsventil ist unter Erzeugung eines entsprechend hohen zweiten Steuerdrucks geschlossen, wenn die zugeordnete Pumpe auf Null-Fördervolumen eingestellt ist. Es spricht mit zunehmendem Ausschwenken der Pumpe entsprechend der Bewegung der Schrägfläche unter Reduzierung des zweiten Steuerdrucks vermehrt an.

Durch den so gesteuerten, im Federraum des Vorsteuerventils anstehenden zweiten Steuerdruck nimmt die dem Gegendruck als Sollwert der Regelgröße entgegenwirkende Druckdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Steuerdruck mit abnehmendem Fördervolumen der Pumpe zu. Es ergibt sich demzufolge eine mit abnehmendem Fördervolumen der Pumpe ansteigende p-Q-Reglerkennlinie, die von dem dem konstanten Gegendruck entsprechenden Sollwert um die sogenannte bleibende Sollwert-Abweichung abweicht. Derartig druckgeregelte Pumpen weisen ein sogenanntes Proportionalverhalten und infolgedessen u. a. den Vorteil auf, daß sie bei gleicher Einstellung des Gegendrucks ungeachtet unterschiedlicher Ausgangsstellungen auf gleiche Fördervolumeneinstellung, d.h. im Fall von beispielsweise Axialkolbenmaschinen auf gleichen Schwenkwinkel, eingeregelt werden; vorausgesetzt, daß ihre Verstellrichtungen gleiche Verstellcharakteristik aufweisen. Jedoch können trotz gleicher Fördervolumeneinstellung die von den einzelnen Pumpen tatsächlich geförderten Förderströme unterschiedlich sein, und zwar aufgrund von Störeinflüssen, wie z.B. unterschiedliche Pumpendrehzahlen, unterschiedliche

bauliche Toleranzen, unterschiedliche Reibung und Eigenstellkräfte, auch voneinander abweichende Verstellcharakteristika der Verstellrichtungen usw. Ein weiterer Nachteil der bekannten Regelvorrichtung ist auch der hohe konstruktive Aufwand für die Meß- und Steuereinheiten zur Erzeugung des zweiten Steuerdrucks.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Regelvorrichtung der eingangs genannten Art unter Verringerung des konstruktiven Aufwands so weiterzubilden, daß eine Regelung der einzelnen Pumpen ungeachtet von Störeinflüssen auf gleiche tatsächlich geförderte Förderströme möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Im Unterschied zum Stand der Technik wird statt der Fördervolumeneinstellung jeder Verstellpumpe (Schwenkwinkel im Fall von Axialkolbenpumpen) erfindungsgemäß der tatsächlich von jeder Verstellpumpe geförderte Förderstrom mittels der jeweils zugeordneten Drossel erfaßt, deren Druckverlust funktionell mit dem ersten Steuerdruck, dem Systemdruck hinter der Drossel, zum zweiten Steuerdruck vereinigt wird. Dieser zweite Steuerdruck beaufschlagt als einziger Steuerdruck das der jeweiligen Verstellpumpe zugeordnete Vorsteuerventil in Richtung Regelstellung.

Da der jeweils erforderliche Systemdruck bei beispielsweise zu geringem Förderstrom einer der Verstellpumpen durch entsprechende Vergrößerung des Förderstroms der jeweils anderen, parallelgeschalteten Verstellpumpen selbsttätig aufrechterhalten wird, ist eine konstruktive Berücksichtigung des ersten Steuerdrucks bei der Beaufschlagung des Vorsteuerventils nicht erforderlich. Somit ist der zweite Steuerdruck stellvertretend für die an der jeweiligen Drossel anstehende Druckdifferenz ein Maß für den von der zugeordneten Verstellpumpe tatsächlich geförderten Förderstrom, so daß die baulich als Druckregelung ausgebildete Regelung funktionell eine Förderstromregelung ist.

Da über den gesamten Betriebsbereich die Druckverluste an den Drosseln mit abnehmendem Förderstrom abnehmen und damit der Systemdruck gegenüber dem zweiten Steuerdruck wächst, ergibt sich ebenfalls eine für sämtliche Verstellpumpen ansteigende p-Q-Kennlinie und damit eine Regelung mit proportionalem Verhalten.

Unterschiede zwischen den von den einzelnen Verstellpumpen tatsächlich geförderten Förderströmen werden durch die Drosselverluste bzw. stellvertretend für diese durch die zweiten Steuerdrücke erfaßt und mittels dieser Drücke durch Korrektur der Fördervolumeneinstellung der Verstellpumpen bis zur Erzielung jeweils gleicher Förderströme ausgeglichen. Auf diese Weise können sogar Verstellpumpen unterschiedlicher Größe so betrieben wer-

den, daß sie jeweils gleiche Förderströme in die gemeinsame Verbraucherleitung fördern. Die zur Erzielung dieser Vorteile erfindungsgemäß eingesetzten Drosseln weisen einen gegenüber der im Stand der Technik verwendeten Meß- und Steuereinheiten vernachlässigbaren konstruktiven Aufwand auf.

Der Gegendruck kann als Federdruck und/oder als hydraulischer Gegendruck vorliegen und gegebenenfalls verstellbar sein.

Vorzugsweise ist ein Fernsteuerventil zum Steuern des hydraulischen Gegendrucks vorgesehen, das sämtlichen Vorsteuerventilen gemeinsam ist. Auf diese Weise ist es möglich, sämtliche Vorsteuerventile mit dem gleichen Gegendruck zu beaufschlagen, um dadurch höchste Genauigkeit der Korrektur der Fördervolumeneinstellung zur Erzielung jeweils gleicher Fördermengen zu erreichen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist das Fernsteuerventil als Druckbegrenzungsventil ausgebildet, welches an einen Gegendruck-Steuerraum sowie über eine Drosselstelle an die Steuerdruckleitung jedes Vorsteuerventils angeschlossen ist. Abgesehen von dem Vorteil der Erzielung höchster Genauigkeit der Fördervolumeneinstellung besteht die Möglichkeit, die p-Q-Kennlinie für die Gesamtheit der parallelgeschalteten Verstellpumpen durch Veränderung des Ansprechverhaltens (Federdruck und Federcharakteristik) des Druckbegrenzungsventils in beliebiger Weise zu verschieben oder gar in ihrer Form zu verändern. Für die einzelnen Verstellpumpen kann diese Verschiebung oder Formänderung durch Verstellung des Gegendrucks am jeweiligen Vorsteuerventil bzw. durch Änderung der Drosselcharakteristik und des Durchflußquerschnittes der jeweiligen Drossel erzielt werden.

Das Fernsteuerventil kann unter Erzielung der gleichen Vorteile auch als ein in der Verbraucherleitung angeordnetes Drosselelement ausgebildet sein, vorzugsweise in Form eines Verstelldrosselventils, hinter welchem eine Abzweigleitung zum Gegendruck-Steuerraum jedes Vorsteuerventils führt. Mit diesem Fernsteuerventil ist die erfindungsgemäße Regelvorrichtung nicht nur funktionell, sondern auch baulich förderstromgeregelt.

Nachstehend ist die Erfindung anhand dreier bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 einen Schaltplan einer Regelvorrichtung gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit direkter Druckregelung (bauliche Betrachtungsweise),

Fig. 2 einen Schaltplan einer Regelvorrichtung gemäß dem zweiten bevorzugten

Ausführungsbeispiel der Erfindung mit ferngesteuerter Druckregelung (bauliche Betrachtungsweise),

Fig. 3 einen Schaltplan einer Regelvorrichtung gemäß dem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Förderstromregelung (bauliche Betrachtungsweise) und

Fig. 4 ein p-Q-Diagramm.

Fig. 1 zeigt zwei oder mehr hydrostatische Verstellpumpen 1, 2 mit einer Stromrichtung, die in Parallelschaltung über je eine Arbeitsdruckleitung 3, 4 und je eine Saugleitung 5, 6 an eine gemeinsame Verbraucherleitung 7 bzw. an den Tank 10 angeschlossen sind. Die Verbraucherleitung 7 führt zu wenigstens einem Verbraucher (nicht gezeigt). Beide Verstellpumpen 1, 2 werden über je eine Antriebswelle 8, 9 von einem gemeinsamen oder je einem Antriebsmotor (nicht dargestellt) angetrieben und führen über je eine an den Tank 10 angeschlossene Leckölleitung 11, 12 ihr Lecköl ab. Die Saugleitungen 5, 6 können beispielsweise im Fall eines im geschlossenen Kreislauf arbeitenden hydrostatischen Getriebes anstelle des Anschlusses an den Tank 10 an eine gemeinsame, zum Verbraucher führende Rückleitung angeschlossen sein.

Den Verstellpumpen 1, 2 ist je eine Verstelleinrichtung in Form eines hydraulischen Verstellzylinders 13, 14 zur Verstellung ihrer Fördervolumina zugeordnet. In jedem Verstellzylinder 13, 14 ist ein Verstellkolben 15 verschiebbar angeordnet und über eine Kolbenstange 16 mit dem Stellteil 17 der jeweiligen Verstellpumpe 1, 2 verbunden. In jedem Verstellzylinder 13, 14 begrenzt der Verstellkolben 15 mit seiner (kleineren) Kolbenringfläche einen linken Zylinderraum 18 und mit seiner (größeren) Kolbenfläche einen rechten Zylinderraum 19. In jedem Zylinderraum 18, 19 ist ein verstellbarer Anschlag 20 zur Hubbegrenzung des Verstellkolbens 15 angeordnet. Eine Druckfeder 21 im linken Zylinderraum 18 beaufschlagt den Verstellkolben 15 im Sinne einer Verkleinerung des rechten Zylinderraums 19 und damit im Sinne eines Ausschwenkens der Verstellpumpe 1, 2 auf größeres Fördervolumen. Die Zylinderräume 18, 19 sind über je einen Anschluß stelldruckbeaufschlagbar.

Die Regelung der Stelldruckbeaufschlagung jedes Verstellzylinders 13, 14 erfolgt über je ein Vorsteuerventil 22, 23 in Form eines stetig verstellbaren 3/2-Wege-Schieberventils mit einem Anschluß an eine erste Stelldruckzweigleitung 24 und an eine zweite Stelldruckzweigleitung 25. Letztere Leitung führt zum rechten Zylinderraum 19 des zugeordneten Verstellzylinders 13 bzw. 14 und ist außerdem über eine Drosselstrecke 26 aufweisende Verbindungsleitung 27 mit einer vom Vorsteuerventil 22 bzw. 23 zum Tank 10 führende Tankanschlußleitung 28 verbunden.

Die erste Stelldruckzweingleitung 24 führt zu einer Steuerdruckleitung 29, die an einer Abzweigung 30 von der zugeordneten Arbeitsdruckleitung 3 bzw. 4 abzweigt. Über diese Steuerdruckleitung 29 wird der Schieber des Vorsteuerventils 22 bzw. 23 gegen den Gegendruck p_G einer in einem Federraum angeordneten Feder 31 in Richtung Regelstellung beaufschlagt. Von der Steuerdruckleitung 29 führt ein Stelldruckleitungsabschnitt 32 zum Anschluß des linken Zylinderraums 18 des zugeordneten Verstellzylinders 13 bzw. 14. Jedes Vorsteuerventil 22, 23 stellt baulich einen direktgeregelten Druckregler dar. Jeder Federraum ist zur Entlastung mit der Tankanschlußleitung verbunden.

In der Arbeitsdruckleitung 3, 4 jeder Verstellpumpe 1, 2 ist zwischen der Abzweigung 30 und der Verbraucherleitung 7 je eine Konstantdrossel 33, 34 angeordnet, die zusammen mit dem zugeordneten Vorsteuerventil 22 bzw. 23 eine Druckreglereinheit darstellt. Die Gesamtheit sämtlicher Druckreglereinheiten bildet die erfindungsgemäße Regelvorrichtung mit folgender Funktion:

Die durch den Antriebsmotor angetriebenen Verstellpumpen 1, 2 erzeugen Förderströme Q_i , die durch die Arbeitsdruckleitungen 3, 4 in die Verbraucherleitung 7 strömen und sich dort zu einem mit einem Systemdruck $P_{Q_{ges}}$ beladenen Gesamtförderstrom Q_{ges} vereinigen. Dabei baut sich am Ausgang jeder Verstellpumpe 1, 2, d.h. vor der jeweiligen Konstantdrossel 33 bzw. 34, ein gegenüber dem Druck hinter der Drossel, d.h. gegenüber dem Systemdruck $P_{Q_{ges}}$, um den Druckverlust Δp an dieser Drossel höherer Pumpendruck p_{Qi} auf, der als zweiter Steuerdruck über die zugeordnete Steuerdruckleitung 29 das jeweilige Vorsteuerventil 22 bzw. 23 beaufschlagt.

Solange die hydraulische Kraft dieses Pumpendrucks p_{Qi} kleiner als die Federkraft des eingestellten Gegendrucks p_G (Sollwert der Regelgröße) ist, befindet sich das Vorsteuerventil 22 bzw. 23 in der in Fig. 1 gezeigten Ruhestellung, in der der rechte Zylinderraum 19 des Verstellzylinders 13 bzw. 14 an die zum Tank 10 führende Tankanschlußleitung 28 angeschlossen und der Verstellkolben 15 durch die Feder 21 und den im linken Zylinderraum 18 anstehenden Arbeitsdruck bis zum Anschlag 20 im rechten Zylinderraum 19 verschoben und damit die Verstellpumpe 1 bzw. 2 auf maximales Fördervolumen ausgeschwenkt ist.

Sobald die hydraulische Kraft des Pumpendrucks P_{Qi} die Federkraft übersteigt, verschiebt sie den Schieber des Vorsteuerventils 22 bzw. 23 nach rechts in die Regelstellung, in der der Pumpendruck als Stelldruck die größere Kolbenfläche im rechten Zylinderraum 19 des Verstellzylinders 13 bzw. 14 beaufschlagt und den Verstellkolben 15 unter Zurückschwenken der Verstellpumpe 1 bzw. 2 solange nach links verschiebt, bis Kraftgleichge-

wicht am Vorsteuerventil 22 bzw. 23 herrscht. Die von den zurückgeschwenkten Verstellpumpen 1, 2 erzeugten Förderströme Q_i ergeben in der Verbraucherleitung 7 den vom Verbraucher benötigten, mit dem Systemdruck $P_{Q_{ges}}$ beladenen Gesamtförderstrom Q_{ges} .

Dabei baut sich am Ausgang jeder Verstellpumpe 1, 2 ein maximaler Pumpendruck P_{Qi} auf, der um die von der jeweiligen Konstantdrossel 33 bzw. 34 erzeugte Druckdifferenz Δp größer als der Systemdruck $P_{Q_{ges}}$ ist und dem eingestellten Gegendruck p_G oder Sollwert der Regelgröße entspricht. Beide Verstellpumpen 1, 2 werden während des Betriebs ständig auf diesen Sollwert des Pumpendrucks p_{Qi} und damit den entsprechenden Systemdruck $p_{Q_{ges}}$ eingeregelt. Die zugeordneten Kennlinien sind im p-Q-Diagramm nach Fig. 4 dargestellt. Während die Pumpendruck-Kennlinie p_{Qi} parallel zur x-Achse verläuft, ist die Systemdruck-Kennlinie $p_{Q_{ges}}$ eine mit abnehmender Fördervolumeneinstellung der Verstellpumpen 1, 2 und damit abnehmender Druckdifferenz Δp an den Konstantdrosseln 33, 34 ansteigende Gerade, die die Pumpendruck-Kennlinie p_{Qi} bei Null-Fördervolumen schneidet. Die an jedem Betriebspunkt auftretende Ordinatendifferenz zwischen beiden Kennlinien stellt die jeweilige Druckdifferenz Δp dar. Es zeigt sich, daß der in der jeweiligen Steuerdruckleitung 29 herrschende Pumpen- bzw. zweiter Steuerdruck p_{Qi} bei mathematischer Betrachtungsweise aus zwei Komponenten, nämlich dem Systemdruck $p_{Q_{ges}}$ als ersten Steuerdruck und der Druckdifferenz Δp zusammengesetzt ist.

Aufgrund der Verwendung von Konstantdrosseln 33, 34 mit jeweils gleicher Drosselcharakteristik und Einstellung der Gegendrücke p_G an beiden Vorsteuerventilen 22, 23 auf den jeweils gleichen Wert, sind beide Verstellpumpen 1, 2 auf jeweils gleiches Fördervolumen eingestellt und fördern im Idealfall jeweils den gleichen Förderstrom; sie folgen somit der gleichen Kennlinie p_{Qi} bzw. $p_{Q_{ges}}$. In der Praxis nahezu unvermeidbare Abweichungen vom Idealfall werden mit der erfindungsgemäßen Regelvorrichtung in folgender Weise korrigiert.

Unterschiedliche Förderströme infolge beispielsweise voneinander abweichender Fördervolumeneinstellungen der Verstellpumpen 1, 2 erzeugen an den Konstantdrosseln 33, 34 unterschiedliche Druckdifferenzen Δp . Da der Systemdruck $p_{Q_{ges}}$ (erster Steuerdruck) in der Verbraucherleitung 7 für beide Verstellpumpen 1, 2 der gleiche ist, entstehen an den Ausgängen beider Verstellpumpen 1, 2 unterschiedliche Pumpendrucke p_{Qi} , die als zweite Steuerdrücke über die Steuerdruckleitungen 29 die Vorsteuerventile 22, 23 beaufschlagen. Infolgedessen wird die Verstellpumpe mit größerem Förderstrom und damit größerem Pumpendruck p_{Qi} bzw. größerer Druckdifferenz Δp_1 in

Richtung kleineres Fördervolumen zurückgeschwenkt und die Verstellpumpe mit geringerem Förderstrom und damit geringerem Pumpendruck p_{qi} bzw. kleinerer Druckdifferenz Δp_2 in Richtung maximales Fördervolumen ausgeschwenkt, bis die von beiden Verstellpumpen 1, 2 jeweils erzeugten Förderströme und damit die sich einstellenden Pumpendrucke p_{qi} bzw. Druckdifferenzen Δp ohne Veränderung des Gesamtförderstroms und des Systemdrucks P_{Qges} gleich sind.

Die in Fig. 2 dargestellte Regelvorrichtung ist mit einer ferngesteuerten Druckregelung (bauliche Betrachtungsweise) versehen, ansonsten jedoch identisch mit der Regelvorrichtung nach Fig. 1.

Die ferngesteuerte Druckregelung umfaßt ein Fernsteuerventil in Form eines Druckbegrenzungsventils 35, das über eine Fernsteuerleitung 36 und je eine davon abzweigende Fernsteuerzweigleitung 37 an den Federraum jedes Vorsteuerventils 22 bzw. 23 und über eine weiterführende Leitung 38 mit einer Drosselstelle 39 an die zum selben Vorsteuerventil 22 bzw. 23 führende Steuerdruckleitung 29 angeschlossen ist.

Bei angetriebenen Verstellpumpen 1, 2 pflanzt sich bei geschlossenem Druckbegrenzungsventil 35 der Pumpendruck p_{qi} am Ausgang jeder Verstellpumpe 1, 2 bis in die jeweils zugeordnete Fernsteuerzweigleitung 37 sowie die Fernsteuerleitung 36 fort und steht als im Federraum des jeweiligen Vorsteuerventils 22 bzw. 23 an. Hier bildet er gemeinsam mit dem eingestellten Federdruck den Gegendruck p_G und hebt die Wirkung des Pumpendrucks p_{qi} auf das jeweilige Vorsteuerventil 22 bzw. 23 auf. Infolgedessen bleiben beide Vorsteuerventile 22, 23 unter der alleinigen Wirkung des Federdrucks solange in der Ruhestellung, bis der Pumpendruck p_{qi} am Ausgang einer oder beider Verstellpumpen 1 bzw. 2 das Druckbegrenzungsventil 35 bei Überschreiten eines an ihm eingestellten Maximalwerts öffnet und den Durchfluß zum Tank 10 freigibt. Die dabei an der der jeweiligen Verstellpumpe 1 bzw. 2 zugeordneten Drosselstelle 39 entstehende Druckdifferenz verschiebt den Schieber des jeweils zugeordneten Vorsteuerventils 22 bzw. 23 gegen den Federdruck nach rechts in die Regelstellung, wobei die jeweilige Verstellpumpe 1 bzw. 2 in bereits beschriebener Weise solange zurückgeschwenkt wird, bis Kraftgleichgewicht am jeweiligen Vorsteuerventil 22 bzw. 23 herrscht. Die Regelung beider Verstellpumpen 1, 2 auf jeweils gleichen Förderstrom erfolgt in gleicher Weise wie mit der direktgesteuerten Druckregelung nach Fig. 1, nämlich mittels des zweiten Steuerdrucks p_{qi} und der mit abnehmender Fördervolumeneinstellung ansteigenden Systemdruck-Kennlinie.

Die in Fig. 3 dargestellte Regelvorrichtung ist mit einer Förderstromregelung (bauliche Betrachtungsweise) versehen, ansonsten jedoch identisch mit der Regelvorrichtung nach Fig. 1.

Die Förderstromregelung umfaßt ein in der Verbraucherleitung 7 angeordnetes Fernsteuerventil in Form eines Verstelldrosselventils 40 und eine Abzweigleitung 41, die in Strömungsrichtung hinter dem Verstelldrosselventil 40 abzweigt und über Stichleitungen 42 zum Federraum jedes Vorsteuerventils 22, 23 führt.

Im Betrieb wird jedes Vorsteuerventil 22, 23 von den in der zugeordneten Steuerdruckleitung 29 herrschenden Pumpendruck p_{qi} in Richtung Regelstellung und von dem Gegendruck p_G als Summe des Federdrucks und des Systemdrucks p_{Qges} in der Abzweigleitung 41 sowie der Zugeordneten Stichleitung 42 in Richtung Ruhestellung beaufschlagt. Auf diese Weise wirkt an jedem Vorsteuerventil 22, 23 der von der jeweils zugeordneten Konstantdrossel 33 bzw. 34 in Abhängigkeit vom Förderstrom Q_i der zugeordneten Verstellpumpe 1 bzw. 2 und von dem Verstelldrosselventil 40 in Abhängigkeit von dem Gesamtförderstrom p_{Qges} insgesamt erzeugte Druckverlust als Druckdifferenz Δp gegen den Federdruck. Da diese Druckdifferenz Δp mit abnehmendem Fördervolumen geringer wird, ergibt sich eine Förderstromregelung mit einer Systemdruck-Kennlinie P_{Qges} , die ebenfalls wie die Druckregelungen nach Fig. 1 und 2 proportionales Verhalten zeigt und die Regelung der Verstellpumpen 1, 2 auf gleiche Förderströme ermöglicht. Durch Verstellen des Verstelldrosselventils 40 wird erreicht, daß die Vorsteuerventile 22, 23 bei einem größeren oder kleineren Gesamtförderstrom Q_{ges} ihre Regelstellung einnehmen, d.h. der Gegendruck p_G als Sollwert der Regelgröße wird für sämtliche Vorsteuerventile 22, 23 in gleichem Maße verändert und somit die Systemdruck-Kennlinie P_{Qges} verschoben. Eine Veränderung der Drosselcharakteristik bzw. der Durchflußkennlinie des Verstelldrosselventils 40 bewirkt eine Formänderung der Systemdruck-Kennlinie P_{Qges} .

Patentansprüche

1. Regelvorrichtung zur Regelung der Fördervolumeneinstellung mehrerer hydrostatischer Verstellpumpen, die über je eine Arbeitsdruckleitung in Parallelschaltung an eine zu wenigstens einem gemeinsamen Verbraucher führende Verbraucherleitung angeschlossen und mit je einer stieldruckbeaufschlagbaren Verstelleinrichtung zum Verstellen ihres Fördervolumens verbunden sind, mit je einem jeder Verstelleinrichtung zugeordneten Vorsteuerventil, das von einem dem Druck in der Arbeitsdruckleitung der jeweiligen Verstellpumpe korrespondierenden ersten Steuerdruck in Richtung einer Regelstellung gegen einen Gegen-

- druck sowie von einem mit der Fördervolumeneinstellung der zugeordneten Verstellpumpe korrespondierenden zweiten Steuerdruck beaufschlagt ist und in der Regelstellung die Stelldruckbeaufschlagung der Verstelleinrichtung in Richtung einer Verringerung des Fördervolumens der zugeordneten Verstellpumpe regelt,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der zweite Steuerdruck (p_{Qi}) vor einer Drossel (33, 34) in der Arbeitsdruckleitung (3, 4) der jeweiligen Verstellpumpe (1, 2) abgenommen wird und über eine Steuerdruckleitung (29) das zugeordnete Vorsteuerventil (22 bzw. 23) in Richtung Regelstellung beaufschlagt.
- 5
- 10
- 15
2. Regelvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß jede Drossel als Konstantdrossel (33, 34) ausgebildet ist.
- 20
3. Regelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Gegendruck (p_G) der Druck einer Feder (31) und/oder ein je einen Gegendruck-Steuerraum der Vorsteuerventile (22, 23) beaufschlagender hydraulischer Gegendruck ist.
- 25
4. Regelvorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß der Gegendruck (p_G) verstellbar ist.
- 30
5. Regelvorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch ein
sämtlichen Vorsteuerventilen (22, 23) gemeinsames Fernsteuerventil (35, 40) zum Steuern des hydraulischen Gegendrucks.
- 35
- 40
6. Regelvorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Fernsteuerventil als Druckbegrenzungsventil (35) ausgebildet und an den Gegendruck-Steuerraum sowie über eine Drosselstelle (39) an die Steuerdruckleitung (29) jedes Vorsteuerventils (22, 23) angeschlossen ist.
- 45
- 50
7. Regelvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Fernsteuerventil als ein in der Verbraucherleitung (7) angeordnetes Drosselelement (40) ausgebildet ist, hinter welchem eine Abzweigleitung (41) zum Gegendruck-Steuerraum jedes Vorsteuerventils (22, 23) führt.
- 55
8. Regelvorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch **gekennzeichnet**,
daß das Drosselelement als Verstelldrosselventil (40) ausgebildet ist.

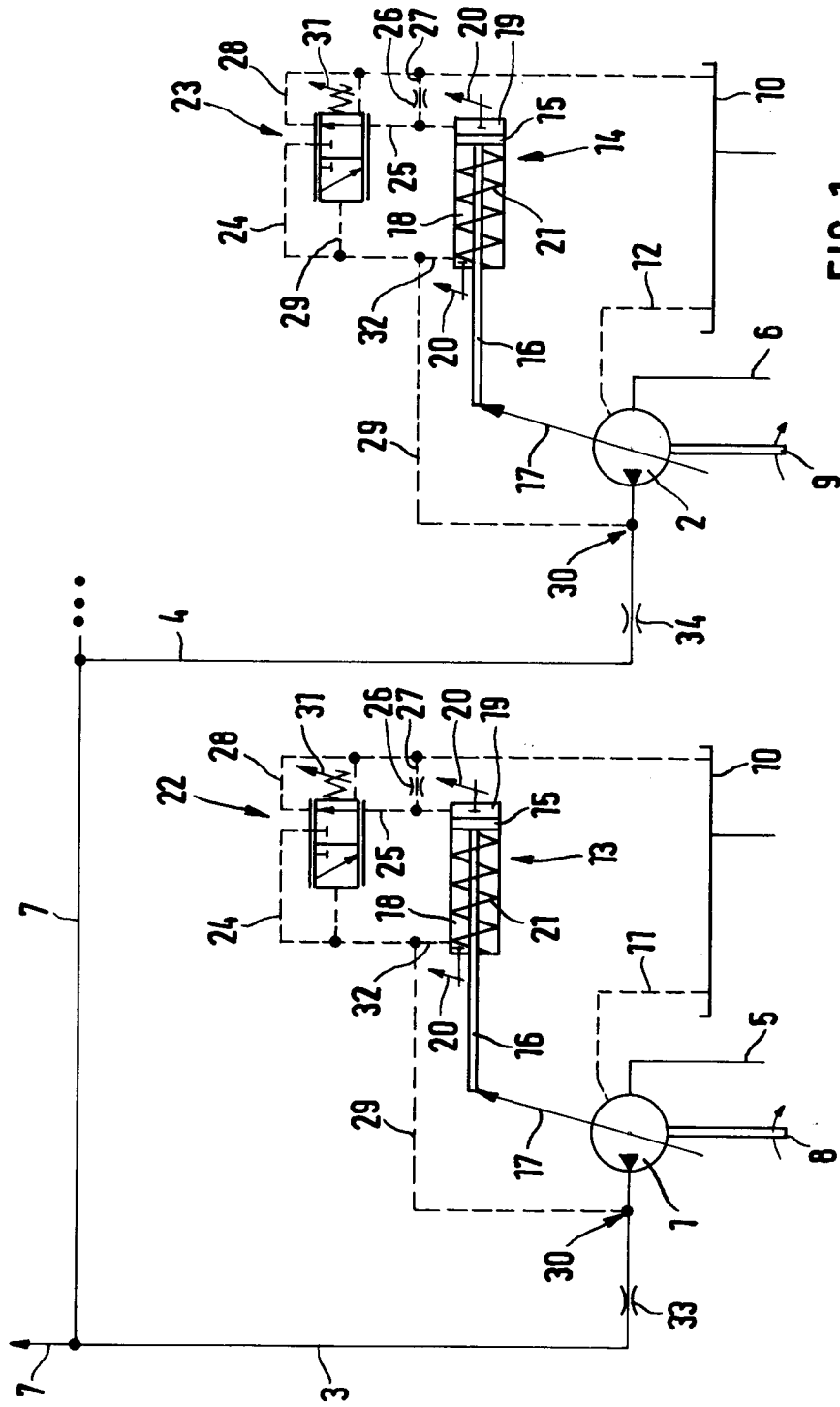


FIG. 1

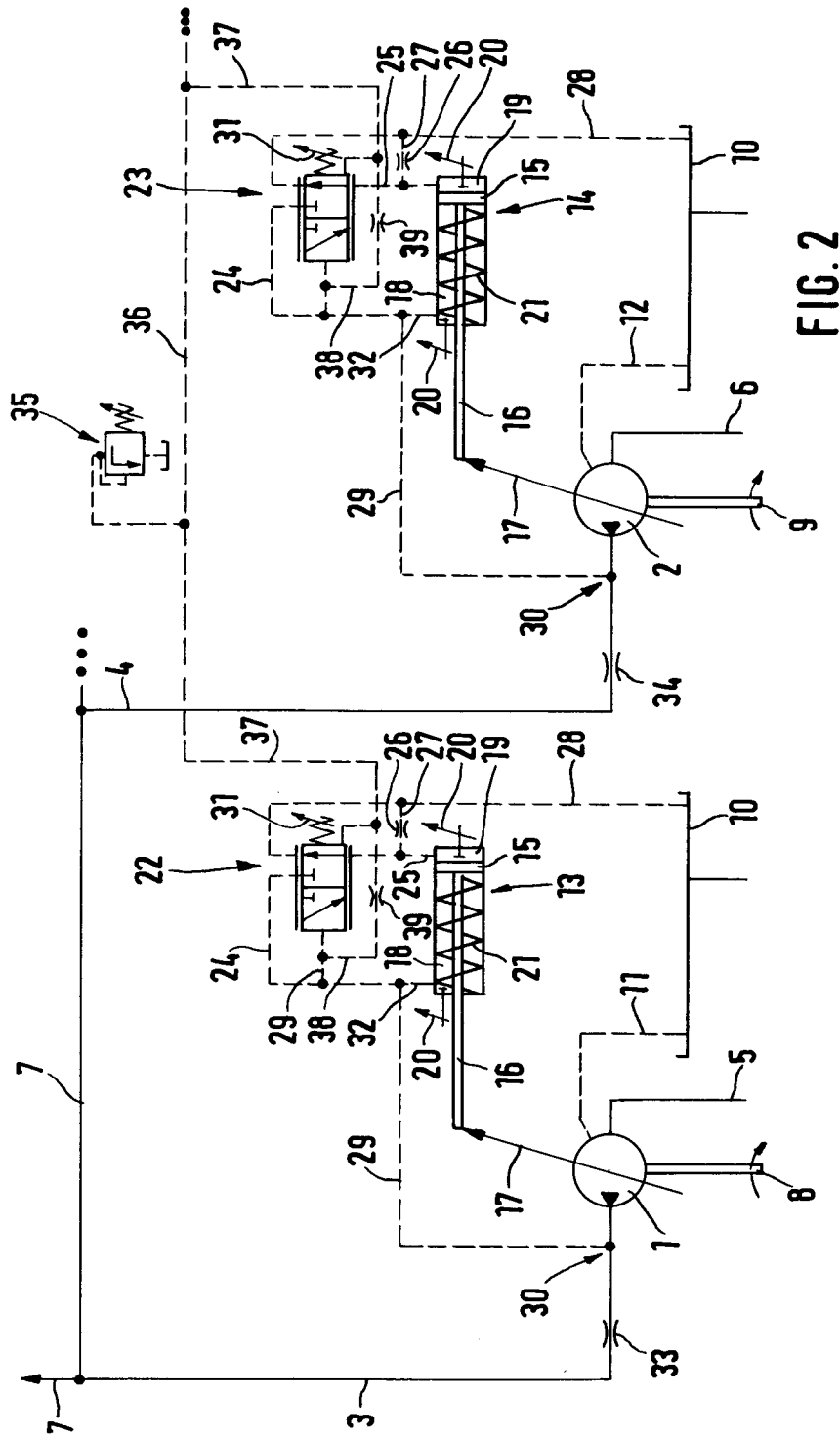


FIG. 2

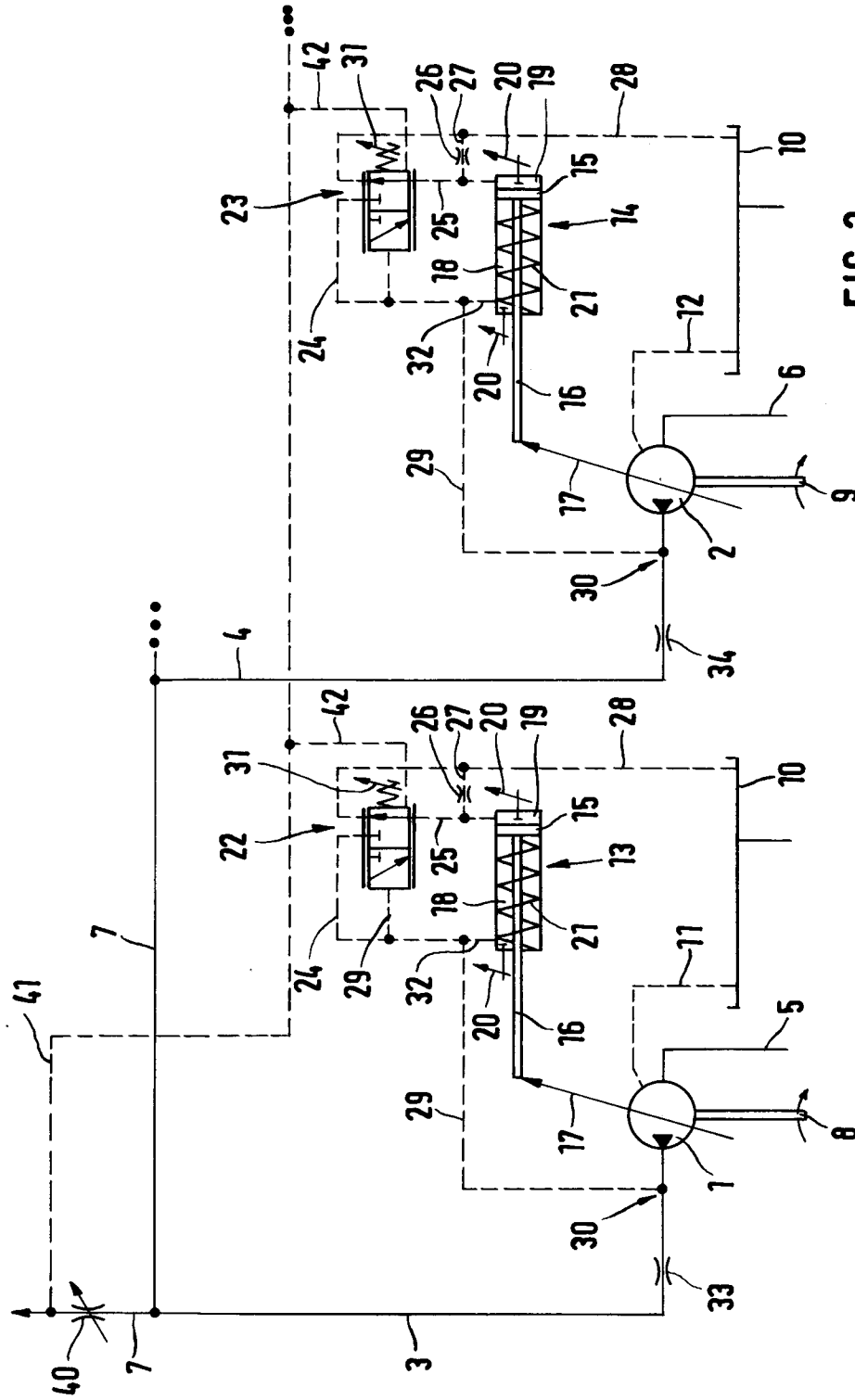


FIG. 3

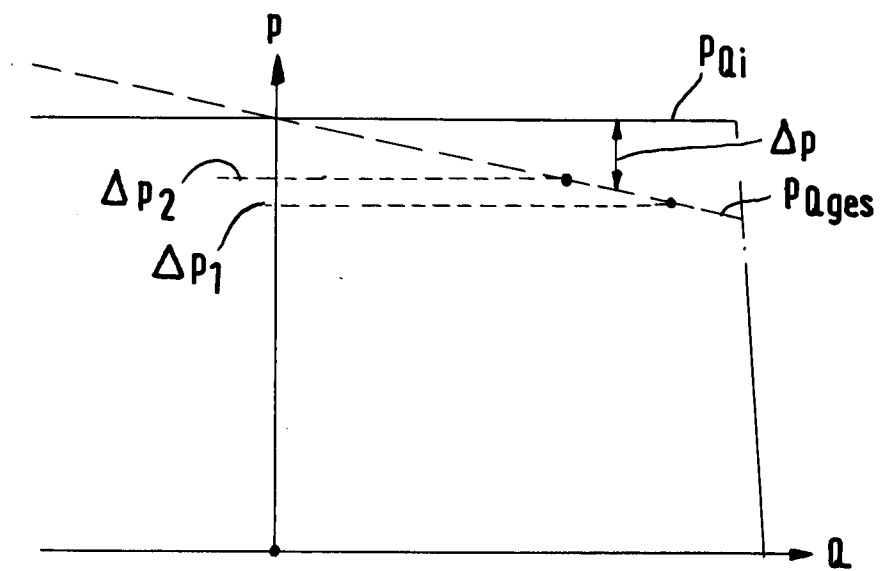


FIG.4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 10 9890

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	FR-A-2 211 054 (SPERRY RAND CO.) * Seite 2, Zeile 5 - Seite 3, Zeile 16; Abbildung 1 ** - - -	1,3,6	F 04 B 49/08
A	GB-A-2 042 219 (BOSCH) * Zusammenfassung *** Seite 1, Zeile 58 - Seite 2, Zeile 15; Abbildungen ** - - -	1,3,8	
A	EP-A-0 078 861 (SPERRY VICKERS) * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 4 *** Seite 2, Zeile 16 - Seite 5, Zeile 27; Abbildungen ** - - -	1-4,6	
A	EP-A-0 284 988 (BRUENINGHAUS HYDRAULIK) * Zusammenfassung *** Spalte 3, Zeile 15 - Spalte 5, Zeile 22; Abbildungen 1,2 ** - - - - -	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25 Oktober 91	Prüfer ZIDI K.
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 : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			