

(51) Int Cl.:
F15B 11/16 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 31.05.2012

(72) Erfinder:

- **Amrhein, Jan**
71254 Ditzingen (DE)
- **Weickert, Thomas**
97783 Hessdorf (DE)
- **Neumann, Uwe**
Rochester Hills, 483093574 (US)

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

(74) Vertreter: **Maiß, Harald et al**
Bosch Rexroth AG
Patentabteilung
Ernst-Sachs-Straße 100
97424 Schweinfurt (DE)

brauchern, bei denen jeweils eine Zulaufmessblende (48, 50) und eine Individualdruckwaage (52, 54) zugeordnet ist. Die Individualdruckwaage wird über eine zentrale Steuereinheit (22) verstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Steueranordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Ansteuern von mehreren hydraulischen Verbrauchern.

[0002] Wie in der DE 103 42 037 A1 ausgeführt, werden insbesondere in der Mobilhydraulik zur Ansteuerung mehrerer Verbraucher Hydrauliksysteme eingesetzt, bei denen diese Verbraucher über eine Pumpe mit verstellbarem Fördervolumen mit Druckmittel versorgt werden. Zwischen der Verstellpumpe und jedem Verbraucher ist eine Zumessblende und eine Druckwaage vorgesehen, wobei letztere der Zumessblende vor- oder nachgeschaltet sein kann. Man unterscheidet dabei nach dem Stromreglerprinzip arbeitende LS-Systeme und nach dem Stromteilerprinzip arbeitende Systeme. Bei letzteren ist die Druckwaage der Zumessblende nachgeschaltet. Diese Stromteilersysteme bezeichnet man auch als LUDV-Systeme, die eine Untergruppe der LS-Systeme darstellen, bei denen der höchste Lastdruck der hydraulischen Verbraucher an eine Verstellpumpe gemeldet und diese so geregelt wird, dass in der Pumpenleitung ein um eine vorbestimmte Druckdifferenz oberhalb des höchsten Lastdrucks liegender Pumpendruck anliegt. Bei einer LUDV-Steueranordnung, wie sie beispielsweise in der DE 10 2005 033 222 A1 beschrieben ist, erfolgt die Einstellung des Druckmittelvolumenstroms zum jeweiligen Verbraucher über verstellbare Zulaufmessblenden, denen jeweils eine Individualdruckwaage zugeordnet ist, über die der Druckabfall über der jeweiligen Zulaufmessblende konstant gehalten werden kann.

[0003] Bei der LUDV-Steuerung sind die Individualdruckwaagen stromabwärts der Zumessblenden angeordnet und drosseln jeweils zwischen der Zumessblende und der Last den Druckmittelvolumenstrom so stark an, dass der Druck nach allen Zulaufmessblenden gleich, vorzugsweise gleich dem höchsten Lastdruck ist oder leicht oberhalb diesem liegt. Vor allen Zumessblenden steht in gleicher Weise der Pumpendruck an, sodass sich an allen Zumessblenden die Druckdifferenz in gleicher Weise ändert, wenn bei einer Unterversorgung der Pumpendruck geringer wird. Dabei bleibt die Druckmittelvolumenstromaufteilung (Stromteilerprinzip) zwischen den Zulaufmessblenden der angesteuerten Verbraucher erhalten.

[0004] Bei den vorbeschriebenen LS-/LUDV-Architekturen wird die Verstellpumpe in Abhängigkeit von dem über eine LS-Leitung abgegriffenen höchsten Lastdruck derart angesteuert, dass sich in der Pumpenleitung ein Druck einstellt, der um eine zur Kraft einer Regelfeder eines Pumpenregelventils äquivalenten Druckdifferenz oberhalb des höchsten Lastdrucks liegt.

[0005] In der DE 103 42 037 A1 wird eine sogenannte EFM-Architektur (Electronic Flow Matching) erläutert, bei der in Abhängigkeit von beispielsweise über einen Joystick vorgegebenen Sollwerten Stellsignale an ein Pumpenregelventil der Verstellpumpe abgegeben wird, um

den Druckmittelvolumenstrom einzustellen.

[0006] Ein Problem bei derartigen, in der Mobilhydraulik realisierten Architekturen besteht darin, dass die zur Steuerung der Druckmittelvolumenströme vorhandenen Ventile zumeist in einem Steuerblock zusammengefasst sind, der beispielsweise bei einem Bagger im Bereich des Oberwagens untergebracht ist. Die Druckmittelverbindung zu dem jeweiligen Verbraucher erfolgt über zumindest eine Vorlauf- und Rücklaufleitung pro Verbraucher. Diese Leitungen verursachen zusammen mit den entsprechenden Halterungen und Verschraubungen einen erheblichen Anteil der gesamten Systemkosten.

[0007] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den vorrichtungstechnischen Aufwand zur Realisierung einer hydraulischen Steueranordnung zu verringern und ein vereinfachtes Verfahren zum Ansteuern mehrerer Verbraucher zu schaffen.

[0008] Diese Aufgabe wird im Hinblick auf die Steueranordnung durch die Merkmalskombination des Patentanspruchs 1 und im Hinblick auf das Verfahren durch die Merkmalskombination des nebengeordneten Patentanspruchs 14 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Erfindungsgemäß ist die hydraulische Steueranordnung zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher mit einer Verstellpumpe ausgeführt, über die Druckmittel zu jedem Verbraucher über eine verstellbare Zulaufmessblende und eine dieser zugeordneten Individualdruckwaage gefördert werden kann. Die Individualdruckwaagen sind in Öffnungsrichtung vom Druck stromabwärts der jeweiligen Zulaufmessblende beaufschlagt. Erfindungsgemäß wirkt in Schließrichtung jeder Individualdruckwaage ein Steuerdruck, der über eine zentrale Steuereinheit einstellbar ist.

[0011] Erfindungsgemäß wird sich somit von einer herkömmlichen LUDV-Architektur dahingehend gelöst, dass die jeweiligen Individualdruckwaagen in Schließrichtung nicht mehr mit dem höchsten Lastdruck der Verbraucher, sondern mit einem über eine Steuereinheit eingestellten Steuerdruck beaufschlagt werden. Es entfällt daher die Notwendigkeit, den LS-Druck an den jeweiligen Verbrauchern abzugreifen und über einen gemeinsamen LS-Kanal im Steuerblock zu den Individualdruckwaagen zu führen. Somit ist eine Aufteilung des Steuerblockes in einzelne Ventilscheiben möglich, die dann dezentral an den oder nahe den Verbrauchern angeordnet werden können. Die dezentrale Anordnung bringt den Vorteil mit sich, dass die Verbraucher über eine gemeinsame Hoch- und Niederdruckleitung versorgbar sind. Gegenüber einer herkömmlichen LUDV-Architektur mit zentralem Steuerblock, bei der jeder Verbraucher zumindest über eine eigene Hochdruckleitung zu versorgen ist, stellt dies eine erhebliche Einsparung hydraulischer Leitungen dar. Mit dem Entfall der Notwendigkeit den LS-Druck der Verbraucher abzugreifen, kann zudem auf herkömmliche LS-Leitungen verzichtet werden. Weiterhin entfällt die Notwendigkeit, den höchsten

der LS-Drücke über eine Wechselventilkaskade zu ermitteln.

[0012] Auf diese Weise kann der vorrichtungstechnische Aufwand gegenüber herkömmlichen LUDV-Architekturen erheblich verringert werden.

[0013] Zwar wäre eine dezentrale LUDV-Architektur prinzipiell auch auf Basis der abgegriffenen LS-Drücke der Verbraucher möglich, jedoch müsste dann die Wechselventilkaskade auf die einzelnen Verbraucher verteilt werden, was einen erheblichen vorrichtungstechnischen Aufwand darstellt. Um diesen Aufwand zu vermeiden, könnte die Bestimmung des höchsten Lastdruckes alternativ in bekannter Weise mit Hilfe von elektronischen Drucksensoren vorgenommen werden. Diese müssten jedoch eine hohe Genauigkeit aufweisen und wären daher sehr teuer.

[0014] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die die Individualdruckwaagen in Schließrichtung beaufschlagenden Steuerdrücke gleich, so dass der vorrichtungstechnische und regelungstechnische Aufwand weiter verringert ist. Durch die Funktion der Individualdruckwaagen ergibt sich, aufgrund gleicher Steuerdrücke, stromabwärts der Zulaufmessblenden jeweils der gleiche Druck. Dieser ist zumindest gleich dem Steuerdruck oder größer. Da vor jeder Zulaufmessblende der Pumpendruck anliegt, ist somit der Druckabfall an jeder der Zulaufmessblenden gleich groß, wodurch die lastdruckunabhängige Durchflussverteilung (LUDV) gegeben ist.

[0015] Öffnungsquerschnitte bzw. diesen entsprechende Hübe stellen sich an den Individualdruckwaagen in bekannter Weise in Abhängigkeit des Druckabfalls über die jeweilige Druckwaage ein. Eine Änderung der Lastdrücke oder eine Änderung des Druckes stromabwärts der Zulaufmessblenden führt somit zu einer Bewegung der betroffenen Individualdruckwaagen und damit zu veränderten Öffnungsquerschnitten. Der Hub der Individualdruckwaage ist somit ein Maß für den ihr zugeordneten Lastdruck. Sind die Individualdruckwaagen mit dem gleichen Steuerdruck beaufschlagt, so sind über einen Vergleich der Hübe der Individualdruckwaagen deren Lastdrücke auf besonders einfache und vorteilhafte Weise miteinander vergleichbar. Die Individualdruckwaage des lastdruckhöchsten Verbrauchers weist dabei den größten Öffnungsquerschnitt bzw. den entsprechenden Hub auf und ist dadurch über diesen identifizierbar. Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Steuerdruck derart eingestellt, dass diese Individualdruckwaage auf eine Soll-Öffnungsposition unterhalb ihres maximalen Öffnungsquerschnittes eingestellt ist und die Individualdruckwaagen der lastniedrigeren Verbraucher auf einen geringeren Öffnungsquerschnitt eingestellt sind. Auf diese Weise wird verhindert, dass die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordnete Individualdruckwaage vollständig geöffnet ist und somit eine Regelfunktion nicht mehr möglich ist. Dabei kann es auch erforderlich sein, die Fördermenge der Pumpe über die Steuereinheit entsprechend anzupassen.

[0016] Die erfindungsgemäße Steueranordnung lässt sich besonders einfach realisieren, wenn die Einstellung des Steuerdrucks über Druckreduzierventile erfolgt, über die der von der Verstellpumpe stromaufwärts der Zulaufmessblenden eingeregelter Druck auf den vorbestimmten Steuerdruck reduzierbar ist. Im Ergebnis kann über die Steuereinheit und die von ihr angesteuerten Druckreduzierventile der Druckabfall über die Zulaufmessblenden direkt vorgegeben werden. Der Druckabfall über die Zulaufmessblenden ist dabei umso größer, je geringer der Steuerdruck ist, bzw. je stärker der von der Verstellpumpe eingeregelter Druck von den Druckreduzierventilen gedrosselt wird.

[0017] Dabei wird es besonders bevorzugt, wenn die Druckreduzierventile elektrisch oder elektrohydraulisch über die Steuereinheit verstellbar sind. So kann beispielsweise durch eine Erhöhung einer Magnetkraft eines elektromagnetisch betätigten Druckreduzierventils der Druckabfall über das Druckreduzierventil bzw. über die zugeordnete Zulaufmessblende erhöht werden.

[0018] Bei einer besonders bevorzugten und vorteilhaften Weiterbildung der hydraulischen Steueranordnung erfolgt die Einstellung des Steuerdrucks in Abhängigkeit von dem Hub der dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordneten Individualdruckwaage. Dabei wird - wie vorstehend erläutert - der Steuerdruck so eingestellt, dass der Hub oder, mit anderen Worten gesagt, der Öffnungsquerschnitt der Individualdruckwaage nicht seinen Maximalwert erreicht, sondern knapp darunter liegt. An dieser Stelle wird der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besonders deutlich: Anstatt der herkömmlichen Ermittlung des höchsten Lastdruckes über vorrichtungstechnisch aufwändige LS-Leitungen und eine Wechselventilkaskade oder über teure Drucksensoren, wird der notwendige Steuerdruck über die Steuereinheit in Abhängigkeit des vorrichtungstechnisch einfacher zu bestimmenden Hubes der Individualdruckwaage mit dem größten Öffnungsquerschnitt eingestellt.

[0019] Die Einstellung des Steuerdrucks erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit vom Hub der dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordneten Individualdruckwaage.

[0020] Zum Erfassen des Hubes können die Individualdruckwaagen mit einem Wegaufnehmer ausgeführt sein, der verglichen mit den besprochenen herkömmlichen Mitteln zur Lastdruckbestimmung kostengünstig ist.

[0021] In dem Fall, in dem die Steueranordnung mit Prioritätsverbrauchern ausgeführt ist, können diese aus dem erfindungsgemäßen Ansteuerkonzept (siehe nebengeordneten Patentanspruch 14) herausgenommen werden, indem der Steuerdruck bei den diesen Prioritätsverbrauchern zugeordneten Individualdruckwaagen derart eingestellt wird, dass die Druckdifferenz über die zugeordnete Zulaufmessblende auch bei Unterversorgung im Wesentlichen konstant bleibt, sodass eine hinreichende Druckmittelversorgung des Prioritätsverbrauchers gewährleistet ist.

[0022] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist

die Steueranordnung als dezentrale Lösung realisiert, bei der die Individualdruckwaagen, die Druckreduzierventile und die Zulaufmessblenden dezentral im Bereich des jeweiligen Verbrauchers angeordnet sind. Auf diese Weise lässt sich der vorrichtungstechnische Aufwand zur Verschlauchung - wie eingangs erläutert - erheblich verringern.

[0023] Die Verstellpumpe ist vorzugsweise mit einer elektroproportionalen Schwenkwinkel-Regelung ausgeführt, sodass diese in Abhängigkeit von einem Signal eines Steuergeräts, beispielsweise eines Joysticks, verstellbar ist und somit die Notwendigkeit entfällt, den höchsten Lastdruck der Verbraucher abzugreifen und zum Pumpenregler zu führen.

[0024] Die erfindungsgemäße Steueranordnung lässt sich besonders vorteilhaft in der Mobilhydraulik, beispielsweise bei Arbeitszylindern eines mobilen Arbeitsgerätes, etwa eines Baggers, realisieren.

[0025] Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient dem Ansteuern von mehreren hydraulischen Verbrauchern, die jeweils über eine Individualdruckwaage und eine Zulaufmessblende in Druckmittelverbindung mit einer Verstellpumpe stehen. Die Individualdruckwaagen sind dabei in Öffnungsrichtung von einem Druck stromabwärts der zugehörigen Zulaufmessblenden und in Schließrichtung von einem Steuerdruck beaufschlagt. Erfindungsgemäß wird der Steuerdruck dabei über eine Steuereinheit eingestellt.

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren löst sich damit von der herkömmlichen Nutzung eines LS-Druckes für ein LUDV-Verfahren. Die erfindungsgemäße "Substitution" des aufwändig zu ermittelnden LS-Druckes durch den geeignet einstellbaren Steuerdruck eröffnet gegenüber dem Stand der Technik die Möglichkeit, vorrichtungstechnisch erheblich weniger aufwändige Steueranordnungen zu schaffen. So geht mit der Substitution einher, dass die Notwendigkeit von LS-Leitungen und einer Kaskade von Wechselventilen zur Ermittlung eines höchsten der LS-Drücke entfällt. Insbesondere durch den Wegfall der Wechselventilkaskade wird eine Aufteilung eines herkömmlichen zentralen Steuerblockes in einzelne dezentral angeordnete Ventilscheiben, die an den oder nahe den Verbrauchern angeordnet werden können, mit Vorteil ermöglicht. Über die dezentrale Anordnung können die Verbraucher in Folge über eine gemeinsame Hoch- und Niederdruckleitung versorgt werden. Bei Anwendung eines herkömmlichen LS-Druck-basierten LUDV-Verfahrens mit einem zentralen Steuerblock hingegen, muss jeder Verbraucher über eine eigene Hochdruckleitung versorgt werden. Zwar wären dezentral angeordnete Ventilscheiben auch unter Anwendung eines herkömmlichen LS-Druck-basierten Verfahrens möglich, jedoch müsste die Wechselventilkaskade dann räumlich auf die einzelnen Verbraucher verteilt werden, was einen erheblichen verrohrungstechnischen Aufwand darstellen würde. Um diesen Aufwand zu vermeiden, könnte die Bestimmung des höchsten Lastdruckes alternativ in bekannter Weise mit Hilfe von elektronischen

Drucksensoren mit hoher Genauigkeit vorgenommen werden. Diese sind jedoch sehr teuer.

[0027] Öffnungsquerschnitte bzw. diesen entsprechende Hübe stellen sich an den Individualdruckwaagen in bekannter Weise in Abhängigkeit des Druckabfalls über die jeweilige Druckwaage ein. Eine Änderung der Lastdrucksituation oder eine Änderung des Druckes stromabwärts der Zulaufmessblenden führt somit zu einer Bewegung der von der Änderung betroffenen Individualdruckwaage und damit zu deren veränderten Öffnungsquerschnitt. Bevorzugt sind die Steuerdrücke, mit denen die Individualdruckwaagen beaufschlagt werden, gleich, so dass die Öffnungsquerschnitte als Maß für die Lastdrücke der Individualdruckwaagen auf besonders einfache und vorteilhafte Weise miteinander vergleichbar sind. Aufbauend auf diesem Zusammenhang wird der geeignete Wert des Steuerdrucks über die Steuereinheit bevorzugt in Abhängigkeit der Öffnungsquerschnitte bzw. Hübe der Individualdruckwaagen eingestellt. Hierzu weist das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt vor dem Einstellen des Steuerdrucks einen Schritt "Bestimmen von Öffnungsquerschnitten der Individualdruckwaagen" auf.

[0028] Die Individualdruckwaage des lastdruckhöchsten Verbrauchers weist dabei den größten Öffnungsquerschnitt bzw. den entsprechenden Hub auf und ist somit auch über diesen identifizierbar. Das Einstellen des Steuerdrucks über die Steuereinheit erfolgt dann besonders bevorzugt in Abhängigkeit derjenigen Individualdruckwaage, die den größten der Öffnungsquerschnitte bzw. den diesem entsprechenden Hub aufweist. Hierzu weist das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt einen Schritt "Ermitteln eines größten der Öffnungsquerschnitte" auf.

[0029] Damit gewährleistet ist, dass sich alle Individualdruckwaagen - insbesondere die am weitesten geöffnete - immer in einer Regelposition befinden, in der ihre Öffnungsquerschnitte durch geänderte Lastdruckbedingungen noch vergrößert werden können, wird der größte der Öffnungsquerschnitte bzw. der diesem entsprechende Hub über die Steuereinheit einem Sollwert nachgeregelt, der bevorzugt kleiner als ein maximal möglicher Öffnungsquerschnitt der betroffenen Individualdruckwaage ist. Dabei kann es auch erforderlich sein, die Fördermenge der Pumpe über die Steuereinheit entsprechend anzupassen. Hierzu weist das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt einen Schritt "Ermitteln einer Abweichung des größten der Öffnungsquerschnitte von einem Sollwert" auf. Der Schritt "Einstellen des Steuerdrucks über die Steuereinheit" erfolgt dann in Abhängigkeit der ermittelten Abweichung vom Sollwert.

[0030] Vorrichtungstechnisch besonders einfach und vorteilhaft erfolgt der Schritt "Bestimmung von Öffnungsquerschnitten der Individualdruckwaagen" dabei über eine Bestimmung von Hüben der Individualdruckwaagen über Wegaufnehmer.

[0031] Der Schritt "Einstellen des Steuerdrucks über die Steuereinheit" erfolgt dabei bevorzugt über von der

Steuereinheit angesteuerte Druckreduzierventile. Diese drosseln einen von der Pumpe aufgebauten Pumpendruck auf den Steuerdruck ab. Die Ansteuerung erfolgt bevorzugt für alle Druckreduzierventile gleich und derart, dass der Öffnungsquerschnitt der am weitesten geöffneten Individualdruckwaage auf den Sollwert eingeregelt wird.

[0032] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Ansteuern von mehreren hydraulischen Verbrauchern wird jeweils die Individualdruckwaage der Verbraucher - wie ausgeführt - über die zentrale Steuereinheit verstellt, wobei der Steuerdruck derart eingestellt ist, dass die dem lastdruckhöchsten Verbraucher zugeordnete Individualdruckwaage auf einen Öffnungsquerschnitt eingestellt ist, der unterhalb des maximalen Öffnungsquerschnitts liegt. Wie erläutert, können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren Prioritätsverbraucher von dem Regelkonzept ausgenommen werden, indem der Steuerdruck dieser Prioritätsverbraucher so gewählt ist, dass stets eine vorbestimmte Druckdifferenz an der zugeordneten Zulaufmessblende und somit eine hinreichende Druckmittelversorgung gewährleistet ist.

[0033] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine stark schematisierte Ansicht eines mobilen Arbeitsgerätes;

Figur 2 eine hydraulische Steueranordnung des Arbeitsgerätes gemäß Figur 1; und

Figur 3 das Schema eines Regelkreises der Steueranordnung gemäß Figur 2.

[0034] Figur 1 zeigt eine stark schematisierte Prinzipdarstellung eines mobilen Arbeitsgerätes, im vorliegenden Fall eines Baggers 1, dessen Oberwagen 2 über ein Drehwerk 4 auf einem Fahrgestell 6 drehbar gelagert ist. Der Oberwagen 2 trägt einen Ausleger 8, an dem ein Stiel 10 mit einem Löffel 12 angelenkt ist. Der Bagger 1 hat einen hydraulischen Fahrtrieb, wobei auch die Betätigung des Drehwerks 4 hydraulisch erfolgt. Die Betätigung des Löffels 12, des Stiels 10 und des Auslegers 8 erfolgt über jeweils einen Hydraulikzylinder 14, 16 bzw. 18. Die Druckmittelversorgung der hydraulischen Verbraucher erfolgt über eine Verstellpumpe 20 und eine Steuerventilanordnung, die im Folgenden näher erläutert ist. Die Ansteuerung der Verstellpumpe 20 und einiger der Steuerventile der Steuerventilanordnung erfolgt über eine zentrale Steuereinheit 22, die in der Darstellung gemäß Figur 1 zur Verdeutlichung herausgezeichnet ist, jedoch in den Oberwagen oder dergleichen integriert ist. Eine Besonderheit des beschriebenen Ausführungsbeispiels besteht darin, dass die jedem Verbraucher zugeordneten Steuerventilanordnungen 24, 26, 28 nicht in einem Steuerblock, sondern nahe der jeweiligen hydraulischen Verbraucher, beispielsweise der Hydrozylinder

14, 16, 18 angeordnet sind.

[0035] Das Grundkonzept der Steueranordnung des mobilen Arbeitsgeräts gemäß Figur 1 wird anhand Figur 2 erläutert. Dabei sind beispielhaft einige Verbraucher des mobilen Arbeitsgeräts, beispielsweise der Hydrozylinder 14 des Löffels 12 und der Hydrozylinder 16 zur Betätigung des Stiels 10 dargestellt. Der Arbeitszylinder für den Ausleger und die Hydromotoren des Fahrwerks und des Drehwerks sind der Einfachheit halber nicht gezeigt.

[0036] Wie erläutert, erfolgt die Druckmittelversorgung über die Verstellpumpe 20, deren Fördervolumen über einen Pumpenregler 30 eingestellt ist. Dieser ermöglicht beispielsweise über eine elektroproportionale Schwenkwinkel-Regelung eine stufenlose und reproduzierbare Einstellung des Fördervolumens der Pumpe. Die Funktionsweise eines derartigen Pumpenreglers ist beispielsweise in der eingangs genannten DE 10 2007 029 358 A1 erläutert. Die Ansteuerung des Pumpenreglers 30 erfolgt über die zentrale Steuereinheit 22, die zur Steuerung über eine Steuersignalleitung mit dem elektrisch oder elektrohydraulisch verstellbaren Pumpenregler 30 verbunden ist. Das Steuersignal wird über Vorsteuergeräte 34, 36 vorgegeben, die in an sich bekannter Weise mittels Joysticks 38, 40 vom Fahrzeugführer verstellt werden, wobei die Verstellung der Joysticks 38, 40 beim dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt, um den Löffel 12 bzw. den Stiel 10 zu betätigen. Wie in Figur 2 dargestellt, wird der Fördervolumenstrom Q der Pumpe so eingestellt, dass die über die Joysticks 38, 40 eingestellte Druckmittelanforderung erfüllt ist und somit die Verbraucher mit der vom Fahrzeugführer vorgesehenen Geschwindigkeit betätigt werden.

[0037] Die Verstellpumpe 20 saugt Druckmittel aus einem Tank T an und fördert dieses über ihren Druckanschluss P in eine Zulaufleitung 42, die sich hin zu den Verbrauchern 14, 16 verzweigt. In dieser Zulaufleitung 42 liegt der Pumpendruck p_p an. In jeder Arbeitsleitung zum jeweiligen Verbraucher 14, 16 ist eine Steuerventilanordnung 44 bzw. 46 angeordnet, die einen jeweils identischen Aufbau haben. Das Grundprinzip der Steuerventilanordnung 44 bzw. 46 entspricht dabei einer LUDV-Architektur, bei der einer durch ein verstellbares Wegeventil oder dergleichen ausgeführten Zulaufmessblende 48, 50 eine Individualdruckwaage 52, 54 zugeordnet ist. Diese sind jeweils in Öffnungsrichtung von dem Druck p^* stromabwärts der jeweiligen Zulaufmessblende 48, 50 und in Schließrichtung von einem Steuerdruck in einer Steuerleitung 56, 58 beaufschlagt, die an den Ausgang eines Druckreduzierventils 60, 62 angeschlossen ist, das beim dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Abflussöffnung zum Tank T hin ausgeführt ist. Prinzipiell kann auch eine Lösung ohne Abflussöffnung gewählt sein.

[0038] Ein Eingangsanschluss des Druckreduzierventils 60, 62 ist über eine Leitung 69, 70 mit der Zulaufleitung 42 verbunden, sodass der am Eingang der jeweiligen Zulaufmessblende 48, 50 anliegende Druck über das

Druckreduzierventil 60, 62 abgegriffen und auf den über die Steuereinheit 22 vorbestimmten Steuerdruck 56, 58 reduziert wird. Die Einstellung des Druckreduzierventils 60, 62 erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel elektrisch über einen Proportionalmagneten 64, 66, der über eine Steuersignalleitung 68 mit der zentralen Steuereinheit 22 verbunden ist, wobei beim dargestellten Ausführungsbeispiel beide Proportionalmagnete 64, 66 mit dem gleichen Steuersignal beaufschlagt werden, um den Ausgangsdruck einzustellen.

[0039] Bei herkömmlichen LUDV-Architekturen liegt in der Steuerleitung 56, 58 jeweils der höchste Lastdruck an, der über eine Wechselventilkaskade von den Verbrauchern abgegriffen wird.

[0040] Bei der erfindungsgemäßen Lösung sind die Individualdruckwaagen 52, 54 jeweils mit einem Wegaufnehmer 72, 74 ausgeführt, über den der Hub des Ventilkörpers der Individualdruckwaage 52, 54 erfasst werden kann. Die dem jeweiligen Hub entsprechenden Steuersignale werden über Signalleitungen 76, 78 zur Steuereinheit 22 gemeldet.

[0041] Die Verstellung der Zulaufmessblenden 48, 50 erfolgt ebenfalls hydraulisch oder elektrohydraulisch, wobei über die Steuereinheit 22 und Signalleitungen 49, 51 der Öffnungsquerschnitt der Zulaufmessblenden 48, 50 und somit der Druckmittelvolumenstrom zum jeweiligen Hydrozylinder 14, 16 eingestellt ist.

[0042] Wie in Figur 2 dargestellt, sind die beiden Hydrozylinder (Arbeitszylinder) 14, 16 in der stark vereinfachten Darstellung als einfach wirkende Zylinder ausgeführt, wobei ein in Ausfahrrichtung wirksamer Druckraum 80 mit einer an den Ausgangsanschluss der jeweiligen Individualdruckwaage 52, 54 angeschlossenen Vorlaufleitung 84, 86 verbunden ist. Die rückseitigen Ringräume 88, 90 der Hydrozylinder 14, 16 sind zum Tank T hin entlastet. In einem realen System wären die Zylinder nicht einfach sondern doppelt wirkend.

[0043] Zur Betätigung der hydraulischen Verbraucher werden die beiden Joysticks 38, 40 (und ggf. die Steuergeräte der nicht dargestellten anderen Verbraucher) betätigt und über die Steuereinheit 22 in Abhängigkeit von in dieser abgelegten Kennlinienfeldern ein Stellsignal in der Steuersignalleitung 32 eingeregelt, das dem über die Joysticks 38, 40 eingestellten Volumenstrombedarf der Verbraucher 14, 16 entspricht. In an sich bekannter Weise wird dann über den Pumpenregler 30 der Schwenkwinkel der Verstellpumpe 20 eingestellt, um den erforderlichen Druckmittelvolumenstrom Q_{Pumpe} zu decken. Insofern entspricht das erfindungsgemäße Konzept einer EFM-Architektur.

[0044] In entsprechender Weise wird der Öffnungsquerschnitt der Zulaufmessblenden 48, 50 in Abhängigkeit von dem von der Steuereinheit 22 vorgegebenen Steuersignal verstellt.

[0045] Wie eingangs erläutert, sind bei einer derartigen Architektur die Drücke p^* stromabwärts der Zulaufmessblenden 48, 50 jeweils identisch, sodass beide Zulaufmessblenden 48, 50 lastdruckunabhängig durch-

strömt werden und der Druckmittelvolumenstrom nur vom Öffnungsquerschnitt abhängt. Der Steuerdruck in den Steuerleitungen 56, 58 ist über die jeweiligen Druckreduzierventile 60, 62 so eingestellt, dass die Individualdruckwaage des lastdruckhöchsten Verbrauchers, beispielsweise die Individualdruckwaage 54 des Hydrozylinders 16 nicht an ihren Hubanschlag gelangt, und somit vollständig geöffnet wird. In einem solchen Fall wäre die Regelfunktion dieser Individualdruckwaage 54 außer Kraft. Der Hub der Individualdruckwaagen 52, 54 wird dabei über die Wegaufnehmer 72, 74 überwacht und durch geeignete Ansteuerung des lastdruckhöchsten Druckreduzierventils 62 der auf die zugeordnete Individualdruckwaage 54 wirkende Steuerdruck so eingestellt, dass diese nicht in ihre maximale Öffnungsstellung verstellt wird. In entsprechender Weise muss dann der Hub der lastniedrigeren Individualdruckwaagen, im vorliegenden Fall der Individualdruckwaage 52 auf einen geringeren Hub eingestellt sein, da über diese der Druck p^* auf den Lastdruck in dem Druckraum 80 abgedrosselt wird, der unterhalb des höheren Lastdrucks im Druckraum 82 des lastdruckhöheren Hydrozylinders 16 liegt. Das heißt, der Hub der Individualdruckwaage 52 ist geringer als derjenige der lastdruckhöchsten Druckwaage 54. Dadurch ist gewährleistet, dass die Individualdruckwaagen sämtlicher angesteuerter Verbraucher in ihre Regelposition verstellt werden können, sodass eine einer LUDV-Architektur entsprechende Ansteuerung der Verbraucher möglich ist. Wie erläutert, würde im Fall einer Untersättigung der Druckmittelvolumenstrom in Abhängigkeit von den an den Zulaufmessblenden eingestellten Öffnungsquerschnitten verhältnismäßig verringert, sodass die Verbraucher mit geringerer Geschwindigkeit ausfahren, als es bei einer hinreichenden Druckmittelversorgung der Fall wäre.

[0046] Erfindungsgemäß wird der Öffnungshub der lastdruckhöchsten Individualdruckwaage 54 möglichst groß gewählt, sodass diese möglichst weit öffnet, jedoch nicht an den Hubanschlag gerät und entsprechend die Drosselverluste der lastdruckhöchsten Druckwaage minimiert sind.

[0047] Figur 3 zeigt den sich nach dem erfindungsgemäßen Konzept einstellenden Regelkreis.

[0048] Über die als Regler wirkende Steuereinheit 22 wird ein Einstellsignal an die Proportionalmagnete 64, 66 der Druckreduzierventile 60, 62 abgegeben. Dieses Steuersignal entspricht einer vorbestimmten Magnetkraft F_{Mag} . Dementsprechend wird dann der Pumpendruck p_P über das jeweilige Druckreduzierventil 60, 62 auf einen Steuerdruck in der Steuerleitung 56, 58 reduziert und die zugeordnete Individualdruckwaage 52, 54 verstellt. Der Hub x der Individualdruckwaagen wird dann über die Wegaufnehmer 72, 74 erfasst und dann aus einer Vergleichseinrichtung der maximale Hubwert x_{Max} der angesteuerten Individualdruckwaagen 52, 54 ermittelt. Dieser Maximalwert wird mit einem im Speicher der Steuereinheit 22 abgelegten Soll-Hub x_{Soll} verglichen und über die Steuereinheit 22 ein Signal abgegeben,

wenn der Hub x_{Max} der am weitest geöffneten Individualdruckwaage 54 größer als der Sollwert ist. In diesem Fall ist die Regelfunktion der am weitest geöffneten Individualdruckwaage nicht mehr gewährleistet. In entsprechender Weise wird dann über die Steuereinheit 22 ein Signal an die Druckreduzierventile 60, 62 abgegeben, um den Druck in der Steuerleitung 56, 58 zu erhöhen und somit die lastdruckhöchste Individualdruckwaage 54 in Schließrichtung zu verstellen, bis der Sollhub x_{Soll} erreicht ist.

[0049] Auf diese Weise kann bei minimalem Verrohrungsaufwand die LUDV-Funktion der Steueranordnung gewährleistet bleiben, wobei durch die EFM-Architektur gewährleistet ist, dass durch die nahezu zeitgleiche Ansteuerung von Verstellpumpe 20 und Zulaufmessblenden 48, 50 das Ansprechverhalten des Systems verbessert ist.

[0050] Offenbart sind eine Steueranordnung zur Ansteuerung mehrerer hydraulischer Verbraucher und ein Verfahren zur Ansteuerung der Verbraucher, wobei jedem Verbraucher eine Zulaufmessblende und eine Individualdruckwaage zugeordnet sind. Diese ist in Schließrichtung von einem über eine Steuereinheit einstellbaren Steuerdruck beaufschlagt.

Bezugszeichen

[0051]

- 1 Bagger
- 2 Oberwagen
- 4 Drehwerk
- 6 Fahrgestell
- 8 Ausleger
- 10 Stiel
- 12 Löffel
- 14 Hydrozylinder
- 16 Hydrozylinder
- 18 Hydrozylinder
- 20 Verstellpumpe
- 22 Steuereinheit
- 24 Steuerventilanordnung
- 26 Steuerventilanordnung
- 28 Steuerventilanordnung
- 30 Pumpenregler
- 32 Steuersignalleitung
- 34 Vorsteuergerät
- 36 Vorsteuergerät
- 38 Joystick
- 40 Joystick
- 42 Zulaufleitung
- 44 Steuerventilanordnung
- 46 Steuerventilanordnung
- 48 Zulaufmessblende
- 49 Signalleitung
- 50 Zulaufmessblende
- 51 Signalleitung
- 52 Individualdruckwaage

- 54 Individualdruckwaage
- 56 Steuerleitung
- 58 Steuerleitung
- 60 Druckreduzierventil
- 5 62 Druckreduzierventil
- 64 Proportionalmagnet
- 66 Proportionalmagnet
- 68 Steuersignalleitung
- 69 Leitung
- 10 70 Leitung
- 72 Wegaufnehmer
- 74 Wegaufnehmer
- 76 Signalleitung
- 78 Signalleitung
- 15 80 Druckraum
- 82 Druckraum
- 84 Vorlaufleitung
- 86 Vorlaufleitung
- 88 Ringraum
- 20 90 Ringraum

Patentansprüche

- 25 1. Hydraulische Steueranordnung zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher (12, 14, 16, 18), wobei eine Verstellpumpe (20) über jeweils eine verstellbare Zulaufmessblende (48, 50) und eine dieser zugeordneten Individualdruckwaage (52, 54) mit den Verbrauchern (12, 14, 16, 18) in Druckmittelverbindung steht, wobei die Individualdruckwaagen (52, 54) in Öffnungsrichtung vom Druck stromabwärts der jeweiligen Zulaufmessblenden (48, 50) und in Schließrichtung von einem Steuerdruck beaufschlagt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerdruck über eine Steuereinheit (22) verstellbar ist.
- 30
- 35
- 40 2. Steueranordnung nach Patentanspruch 1, wobei der Steuerdruck für die Individualdruckwaagen (52, 54) in etwa gleich ist.
- 45 3. Steueranordnung nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei der Steuerdruck derart eingestellt ist, dass die Individualdruckwaagen (52, 54) des lastdruckhöchsten Verbrauchers (16) auf eine Soll-Öffnungsposition (x_{Soll}) verstellt ist und die Individualdruckwaagen (52) der lastniedrigeren Verbraucher (14) auf einen geringeren Öffnungsquerschnitt eingestellt sind.
- 50 4. Steueranordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3 mit einem Druckreduzierventil (60, 62) zum Einstellen des Steuerdrucks.
- 55 5. Steueranordnung nach Patentanspruch 4, wobei das Druckreduzierventil elektrisch oder elektrohydraulisch über die Steuereinheit (22) verstellbar ist.

6. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Einstellung des Steuerdrucks in Abhängigkeit der Hübe (x) der den Verbrauchern (12, 14, 16, 18) zugeordneten Individualdruckwaagen (52, 54) erfolgt. 5
7. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Einstellung des Steuerdrucks in Abhängigkeit vom Hub (x) der dem lastdruckhöchsten Verbraucher (16) zugeordneten Individualdruckwaage (54) erfolgt. 10
8. Steueranordnung nach Patentanspruch 6, wobei die Individualdruckwaage (52, 54) mit einem Wegaufnehmer (72, 74) versehen ist. 15
9. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei zumindest die Individualdruckwaage eines Prioritätsverbrauchers durch Einstellen des Steuerdrucks derart einstellbar ist, dass die Druckdifferenz über der zugeordneten Zulaufmessblende im Wesentlichen konstant bleibt. 20
10. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Verstellpumpe (20) elektroproportional verstellbar ist. 25
11. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Individualdruckwaage (52, 54) und die Zulaufmessblende (48, 50) sowie gegebenenfalls die Druckreduzierventile (60, 62) dezentral im Bereich des jeweiligen hydraulischen Verbrauchers angeordnet sind. 30
12. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei ein Sollöffnungsquerschnitt (x_{soll}) möglichst nahe am maximalen Öffnungsquerschnitt (Hubanschlag) vorgesehen ist. 35
13. Steueranordnung nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Verbraucher Hydrozylinder (12, 14, 16, 18) eines mobilen Arbeitsgeräts sind. 40
14. Verfahren zum Ansteuern von mehreren hydraulischen Verbrauchern (12, 14, 16, 18), die jeweils über eine Individualdruckwaage (52, 54) und eine Zulaufmessblende (48, 50) in Druckmittelverbindung mit einer Verstellpumpe (20) stehen, wobei die Individualdruckwaagen (52, 54) in Öffnungsrichtung von einem Druck stromabwärts der zugehörigen Zulaufmessblenden (48, 50) und in Schließrichtung von einem Steuerdruck beaufschlagt sind, **gekennzeichnet durch** den Schritt: 45
 50
 55
 - "Einstellen des Steuerdrucks über eine Steuereinheit (22)".
15. Verfahren nach Patentanspruch 14, wobei der Schritt "Einstellen des Steuerdrucks über die Steuereinheit (22)" in Abhängigkeit von Öffnungsquerschnitten der Individualdruckwaagen (52, 54) erfolgt.
16. Verfahren nach Patentanspruch 15, wobei der Schritt "Einstellen des Steuerdrucks über die Steuereinheit (22)" in Abhängigkeit derjenigen Individualdruckwaage (52, 54) erfolgt, die einen größten der Öffnungsquerschnitte aufweist.
17. Verfahren nach Patentanspruch 16, wobei ein Sollwert des größten der Öffnungsquerschnitte kleiner als ein maximaler Öffnungsquerschnitt der Individualdruckwaage (52, 54) ist.

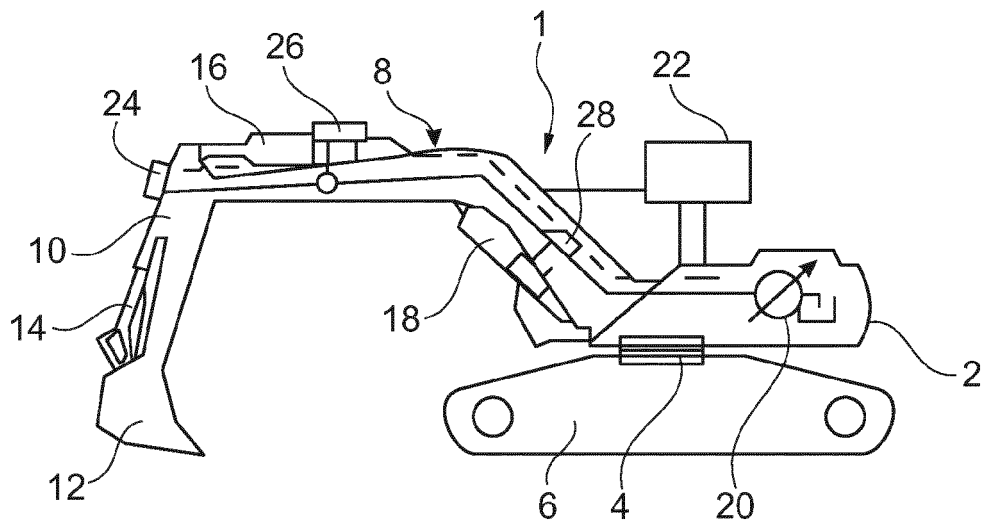


Fig. 1

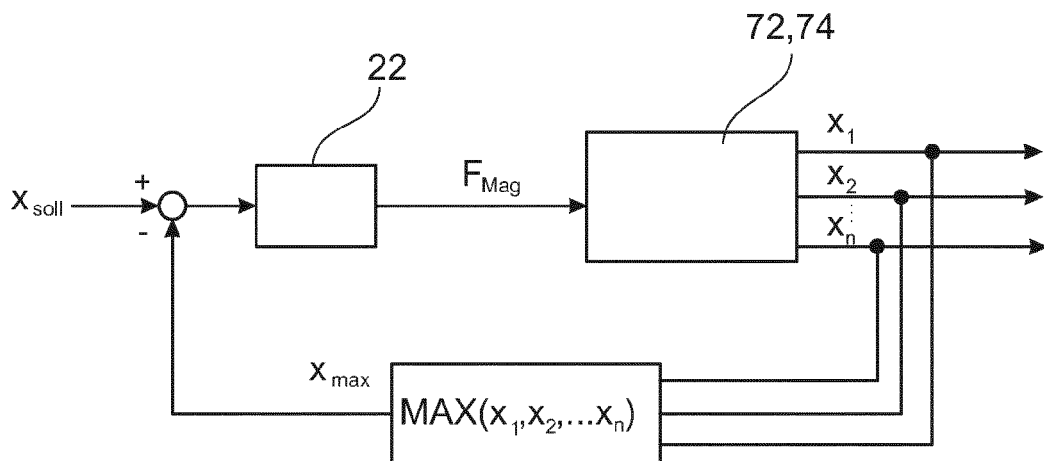


Fig. 3

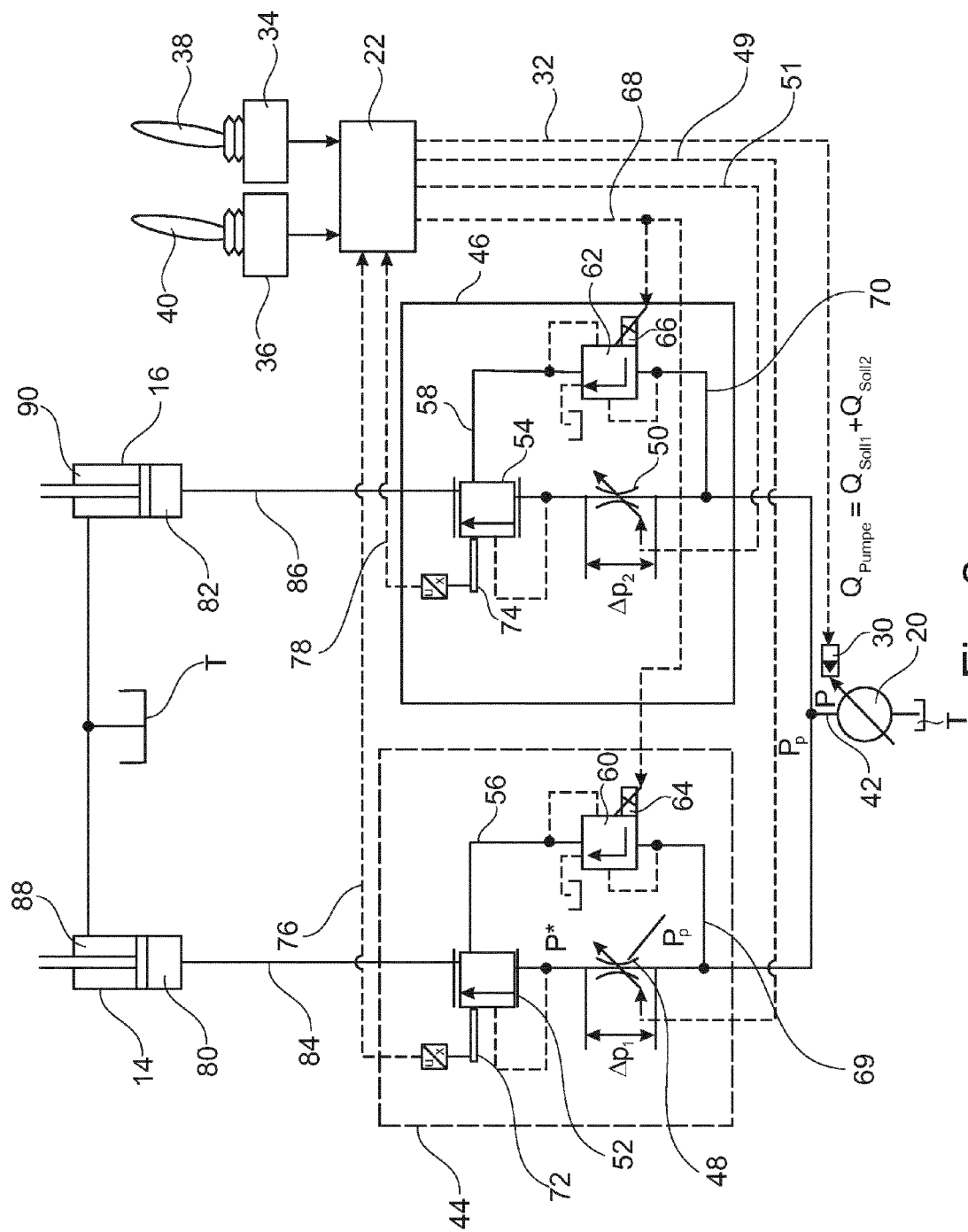


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10342037 A1 [0002] [0005]
- DE 102005033222 A1 [0002]
- DE 102007029358 A1 [0036]