

(19)



(11)

EP 2 279 354 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(51) Int Cl.:
F15B 11/17 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09734747.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/002685

(22) Anmeldetag: **09.04.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/129942 (29.10.2009 Gazette 2009/44)

(54) **HYDRAULISCHES ZWEIKREISSYSTEM UND VERFAHREN ZUM ANSTEUERN VON VERBRAUCHERN EINES ZWEIKREISSYSTEMS**

HYDRAULIC DUAL-CIRCUIT SYSTEM AND METHOD FOR ACTUATING CONSUMERS OF A DUAL-CIRCUIT SYSTEM

SYSTÈME HYDRAULIQUE À DEUX CIRCUITS ET PROCÉDÉ DE COMMANDE DE CONSOMMATEURS D'UN SYSTÈME À DEUX CIRCUITS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

- **HEEMSKERK, Edwin**
97276 Margetshöchheim (DE)
- **WEICKERT, Thomas**
97783 Karsbach (DE)

(30) Priorität: **24.04.2008 DE 102008020620**
13.08.2008 DE 102008038793

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
BR/IPR
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.02.2011 Patentblatt 2011/05

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 100 988 DE-A1- 10 255 738
DE-A1- 10 354 022 DE-A1-102006 053 897
US-A1- 2007 044 464 US-A1- 2007 125 078
US-B1- 6 170 261

(72) Erfinder:
• **RUSTLER, Joachim**
97816 Lohr (DE)

EP 2 279 354 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Zweikreissystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] In der US 6,170,261 B1 ist ein hydraulisches Zweikreissystem eines mobilen Arbeitsgerätes, beispielsweise eines Ketten- oder Raupengerätes offenbart. Bei derartigen Raupengeräten hat das Fahrwerk zwei Ketten, die jeweils über einen der hydraulischen Kreise getrennt voneinander ansteuerbar sind. An die beiden hydraulischen Kreise des Kettengerätes sind des Weiteren noch ein Drehwerk sowie Aggregate der Ausrüstung, wie beispielsweise der Ausleger, der Löffelstiel und der Löffel angeschlossen. Jeder der beiden hydraulischen Kreise wird von einer eigenen Verstellpumpe mit Druckmittel gespeist, die in Abhängigkeit vom jeweils höchsten Lastdruck der Verbraucher im jeweils zugeordneten Kreis angesteuert wird.

[0003] Für den Fall, dass beispielsweise neben den beiden Ketten noch zumindest ein Verbraucher der Ausrüstung betätigt werden soll, besteht die Möglichkeit, zur Vermeidung einer Druckmittelunterversorgung beide hydraulische Kreise zusammenzuschalten. Diese Zusammenschaltung erfolgt über ein Zusammenschaltventil, über das die mit den beiden Pumpen verbundenen Druckleitungen sowie die Lastdruckmeldeleitungen der beiden Kreise zusammengeschaltet werden. Die Ansteuerung des Zusammenschaltventils erfolgt in Abhängigkeit von der Druckmittelfuhr zum zusätzlichen Verbraucher. Zusätzlich kann die Bedienperson manuell eingreifen und die beiden Kreise manuell zusammenschalten.

[0004] Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass beispielsweise bei der Ansteuerung eines an den einen hydraulischen Kreis angeschlossenen Verbrauchers mit hohem Druckmittelbedarf und geringem Druck und bei Ansteuerung eines an den anderen Kreis angeschlossenen Verbrauchers mit geringem Druckmengenbedarf und hohem Druck beide Kreise über das Zusammenschaltventil verbunden werden, so dass der höhere Lastdruck des letztgenannten Kreises auch im erstgenannten Kreis anliegt. Aufgrund dieses höheren Lastdrucks wird die Pumpe des ersten Kreises hochgefahren, so dass beide Kreise auf das höhere Druckniveau angehoben werden. Der Druck im erstgenannten hydraulischen Kreis muss dann entsprechend wieder auf das dort erforderliche Druckniveau abgedrosselt werden, was erhebliche Energieverluste zur Folge hat. Ein weiterer Nachteil der in der US 6,170,261 B1 beschriebenen Lösung besteht darin, dass ein erheblicher Aufwand zur Ansteuerung des Zusammenschaltventils erforderlich ist.

[0005] In der DE 102 55 738 A1 der Anmelderin ist ein verbessertes Zweikreissystem gezeigt, bei dem eine Zusammenschaltventilanordnung mit zwei Druckwaagen ausgeführt ist, von denen jeweils eine einem der Kreise zugeordnet ist und über die in Abhängigkeit vom Lastdruck und vom Pumpendruck im zugeordneten Kreis die

Verbindung zum anderen Kreis aufsteuerbar ist. Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass die Zusammenschaltventilanordnung einen vergleichsweise komplexen Aufbau aufweist.

5 In der DE 41 00 988 C2 ist ein hydraulisches Zweikreissystem offenbart, bei dem die Summierung in Abhängigkeit von der Ansteuerung bestimmter Verbraucher schaltbar ist. Zur Beseitigung der eingangs beschriebenen Nachteile wird dabei das Zusammenschalten der beiden Kreise zu einem Einkreissystem auf Fälle begrenzt, in denen dies energetisch sinnvoll ist.

10 Bei dieser bekannten Lösung erfolgt das Zusammenschalten über eine Zusammenschaltventilanordnung, die in einer Grundposition die beiden Kreise zu einem Einkreissystem verbindet. Die Zusammenschaltventilanordnung hat ein Zusammenschaltventil, das sich über eine Vorsteuer-Wegeventilanordnung aus der vorbeschriebenen Grundposition in eine Sperrposition verstellen lässt, um die Summierung zu deaktivieren. Diese Verstellung erfolgt über eine Vorsteuerventilanordnung, die in Abhängigkeit von den Lastdrücken der Verbraucher der beiden Kreise ansteuerbar ist.

20 Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass die Zusammenschaltventilanordnung in der Grundposition stets summiert und erst bei bestimmten Betriebsbedingungen die Summierung deaktiviert. Um nun mit dieser Deaktivierung die eingangs erläuterten ungünstigen Betriebszustände für die Summierung zu unterbinden, auf der anderen Seite jedoch die Summierung in einem weiten Bereich der Ansteuerung der Verbraucher zu ermöglichen, ist ein erheblicher vorrichtungstechnischer Aufwand erforderlich, um die Vorsteuer-Wegeventilanordnung und deren Ansteuerung zu realisieren.

25 Aus der US 2007/0044464 A1 ist ein hydraulisches Zweikreissystem bekannt, wobei zu jedem hydraulischen Kreis eine Verstellpumpe gehört, über die diesem Kreis zugeordnete hydraulische Verbraucher mit Druckmittel versorgbar sind. Das hydraulische Zweikreissystem umfasst auch ein Zusammenschaltventil, das elektrisch betätigbar ist und von einer elektronischen Steuereinheit in Abhängigkeit von gewissen Parametern auf- und gesteuert wird.

30 **[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hydraulisches Zweikreissystem zu schaffen, das bei geringem vorrichtungstechnischem Aufwand eine im Hinblick auf den Energieaufwand optimierte Summierung gewährleistet.

35 **[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein hydraulisches Zweikreissystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

40 **[0008]** Bei dem erfindungsgemäßen hydraulischen Zweikreissystem werden die jeweils einem Kreis zugeordneten Verbraucher über eine Verstellpumpe mit Druckmittel versorgt. Die beiden hydraulischen Kreise lassen sich mittels eines Zusammenschaltventils miteinander verbinden, so dass die Verstellpumpe des einen Kreises Druckmittel in den anderen Kreis summiert. Es ist eine Deaktivierungseinrichtung vorgesehen, über die

der Druckmittelbedarf in beiden Kreisen erfassbar ist, und über die das Zusammenschaltventil deaktivierbar ist, wenn der Druckmittelbedarf im einen Kreis kleiner als der maximale Pumpenförderstrom und größer als ein Umschalt-Druckmittelbedarf ist.

[0009] Erfindungsgemäß weist das Zusammenschaltventil einen Ventilschieber auf, der zwei in einer Richtung wirksame Steuerflächen hat, von denen eine vom höchsten Lastdruck im ersten hydraulischen Kreis und die andere vom Pumpendruck im zweiten hydraulischen Kreis beaufschlagbar ist. Der Ventilschieber hat des Weiteren zwei in der anderen Richtung wirksame Steuerflächen, von denen die eine vom höchsten Lastdruck im zweiten hydraulischen Kreis und die andere vom Pumpendruck im ersten hydraulischen Kreis beaufschlagbar ist. Ein derartiges $\Delta\Delta p$ -Ventil ist im Detail in der nachveröffentlichten DE 10 2006 053 897 erläutert.

[0010] Über ein derartiges Zusammenschaltventil wird in beiden Kreisen lediglich der den tatsächlichen Anforderungen entsprechende Lastdruck zur jeweils zugeordneten Verstellpumpe gemeldet, so dass in dem Fall, in dem in einem der Kreise ein hoher Druck bei geringem Druckmittelbedarf anliegt, die Verstellpumpe dieses Kreises nicht hochgefahren und somit die Energieverluste gegenüber den eingangs beschriebenen Lösungen erheblich minimiert sind. Diese Lösung lässt es jedoch zu, dass in dem Fall, in dem in einem der Kreise ein hoher Druck bei hohem Druckmittelbedarf anliegt, dieser hohe Druck in den zweiten Kreis gemeldet wird, falls in diesem ein niedriger Lastdruck anliegt.

[0011] Weiter erfindungsgemäß hat diese Deaktivierungseinrichtung ein Deaktivierungsventil, über das zum Deaktivieren der Summierung jeweils eine der beiden in einer Richtung wirksamen, mit dem Pumpendruck im ersten oder dem Lastdruck im zweiten hydraulischen Kreis beaufschlagten Steuerfläche des Ventilschiebers des Zusammenschaltventils mit dem Lastdruck bzw. dem Pumpendruck im jeweils anderen Kreis beaufschlagbar ist, so dass die resultierende Steuerdruckdifferenz am Ventilschieber gleich null ist.

[0012] Auf diese Weise lassen sich die eingangs beschriebenen, energetisch ungünstigen Betriebszustände zuverlässig vermeiden, wobei die Summierung nach den üblicherweise vorgesehenen Kriterien zugeschaltet wird, während die Deaktivierung dieser Summierung unabhängig von diesen Kriterien in Abhängigkeit vom individuellen Druckmittelbedarf im jeweiligen Kreis erfolgt. D. h. im Unterschied zu der Lösung gemäß der DE 41 00 988 C2 erfolgt das Aktivieren und Deaktivieren der Summierung weitestgehend unabhängig voneinander, wobei die Deaktivierungseinrichtung unabhängig von den die Zusammenschaltventilanordnung beaufschlagenden Steuerdrücken die Summierung deaktivieren kann.

[0013] Eine derartige Regelstrategie und ein derartiges Zweikreissystem lassen sich allgemein bei LS-Systemen, bei LUDV-Systemen und auch bei EFM-Systemen (Electronic Flow Management) einsetzen. Der

Grundaufbau von LUDV-Systemen ist beispielsweise in der nachveröffentlichten Patentanmeldung DE 10 2006 053 897 beschrieben. Die Ansteuerung von Verbrauchern nach dem EFM-Prinzip ist in der DE 103 54 022 A1 erläutert, der Inhalt beider Patentanmeldungen zählt zur Offenbarung der vorliegenden Patentanmeldung, so dass im Folgenden nur die zum Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente erläutert werden müssen.

[0014] Es wird bevorzugt, wenn der Ventilschieber zur Deaktivierung in beiden Richtungen mit den Pumpendrücken im ersten und im zweiten Kreis beaufschlagt ist.

[0015] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann das Deaktivierungsventil ein stetig verstellbares Wegeventil sein, dass vier Druckmittelsanschlüsse und drei Steueranschlüsse hat, wobei in einer Grundstellung des Deaktivierungsventils an zwei Eingangsanschlüssen der Lastdruck im ersten bzw. im zweiten Kreis anliegt und über zugeordnete Ausgangsanschlüsse die entsprechenden Steuerflächen mit dem jeweiligen Lastdruck beaufschlagt sind. Beim Verstellen des Ventilschiebers aus dieser Grundstellung sind die Eingangsanschlüsse steuerbar und zwei weitere Eingangsanschlüsse aufsteuerbar, über die jeweils diejenige Steuerfläche, die in der Grundstellung mit dem Lastdruck des einen Kreises beaufschlagt ist, beim Verstellen des Ventilschiebers mit dem Pumpendruck des anderen Kreises beaufschlagt wird - die auf den Ventilschieber wirksame Steuerdruckdifferenz ist dann null, so dass dieser in die Grundposition zurückverstellt wird.

[0016] Alternativ kann die Deaktivierungseinrichtung mit einem proportional verstellbaren Vorsteuerventil ausgeführt sein, über das zumindest eine der Steuerflächen des Ventilschiebers mit einem höheren oder einem niedrigeren Steuerdruck beaufschlagbar ist, so dass dieser in eine vorbestimmte Richtung verstellbar ist, um die Summierung gesteuert aufzuheben.

[0017] Bei einer bevorzugten Lösung ist das Vorsteuerventil als stetig verstellbares Wegeventil ausgeführt, über das zur Deaktivierung beide in einer Richtung wirksame Steuerflächen miteinander verbindbar sind, so dass dann in jeder Richtung jeweils der höhere Pumpendruck eines Kreises wirkt oder eine der Steuerflächen entlastbar ist.

[0018] Diese Entlastung erfolgt dann vorzugsweise durch eine Verbindung mit einem Tank, so dass dann durch geeignete Ansteuerung dieses Vorsteuerventils das Zusammenschaltventil in seine Mittelstellung verstellbar ist.

[0019] Alternativ kann das Vorsteuerventil auch als Druckreduzierventil ausgeführt sein über das der auf eine der in einer Richtung wirksamen Steuerflächen wirkende Druck verändert wird, um das Zusammenschaltventil gesteuert in seine Grundposition zu verstellen. Dabei kann jeder Verstellrichtung ein Druckreduzierventil zugeordnet werden.

[0020] Die Ansteuerung des Vorsteuerventils oder des Deaktivierungsventils erfolgt vorzugsweise elektrisch. Selbstverständlich ist jedoch auch eine hydraulische

oder elektrohydraulische Ansteuerung möglich.

[0021] Beim erfindungsgemäßen Zweikreisssystem werden vorzugsweise die Pumpen drücke und/oder die Lastdrücke in den Kreisen über Drucksensoren oder dergleichen erfasst.

[0022] In Kenntnis der von den Drucksensoren erfassten Drücke kann dann in Abhängigkeit von der zu erwartenden Leistungssteigerung (Q und Δp bzw. Druckerhöhung in einem Kreis) abgeschätzt werden, ob eine Summierung sinnvoll ist oder nicht.

[0023] Die Richtung der Summierung kann über einen Wegsensor zum Erfassen der Ventilschieberposition des Zusammenschaltventils erfasst werden.

[0024] Zur Ermittlung des Ist-Druckmittelvolumenstroms oder der hydraulischen Leistung kann die Pumpendrehzahl und deren Schwenkwinkel erfasst werden.

[0025] In Abhängigkeit von den Signalen dieser oder weiterer Sensoren können dann das Deaktivierungsventil, das Vorsteuerventil oder die Zumessblende angesteuert werden, um das Zusammenschaltventil in seine Sperrstellung zu bringen.

[0026] D. h. ein derartiges System ermöglicht die Ansteuerung der Verbraucher nach dem LS-/LUDV-Prinzip oder nach dem EFM-Prinzip, wobei im erstgenannten Fall die Pumpe in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der Verbraucher angesteuert wird, während nach dem EFM-Prinzip die Pumpe und auch die Zumessblende in Abhängigkeit von Sollwerten verstellt wird, die über eine Bedienperson, beispielsweise mittels eines Joysticks eingestellt werden.

[0027] Bei LS- oder LUDV-Systemen ist der jedem Verbraucher zugeordnete Zumessblende eine Individualdruckwaage zugeordnet. Die Ansteuerung der Verstellpumpe erfolgt in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck im jeweiligen Kreis.

[0028] Die Regelung kann weiter verbessert werden, wenn in jedem Kreis über eine weitere LS-Leitung (LS-Kette) und entsprechenden Wechselventilen der jeweils höchste Lastdruck des jeweiligen Kreises angegriffen wird und bei der Regelung des Zusammenschaltventils berücksichtigt wird.

[0029] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Schaltschema eines erfindungsgemäßen LUDV-Zweikreisystems mit einem Deaktivierungsventil zur Deaktivierung einer Zusammenschaltventilanordnung;

Figur 2 ein Schaltschema eines EFM-Zweikreisystems, dessen Grundaufbau demjenigen aus Figur 1 entspricht;

Figur 3 ein EFM-Zweikreisystem mit vereinfachtem Deaktivierungsventil und

Figur 4 ein EFM-Zweikreisystem mit zwei einfach

aufgebauten Deaktivierungsventilen.

[0030] In Figur 1 ist ein Schaltschema eines LUDV-Zweikreisystems gezeigt, dessen Grundaufbau aus der eingangs genannten DE 10 2006 053 897 bekannt ist, so dass hier nur auf die erfindungswesentlichen Elemente eingegangen wird. Ein derartiges Zweikreisystem hat zwei hydraulische Kreise 1, 2, die in der Darstellung gemäß Figur 1 lediglich vereinfacht ohne Rücklauf dargestellt sind. Die beiden Kreise 1, 2 lassen sich mittels einer Zusammenschaltventilanordnung 4 miteinander verbinden, so dass Druckmittel von einem der Kreise 1, 2 in den anderen Kreis 2, 1 gefördert werden kann. Der Zusammenschaltventilanordnung 4 ist eine Deaktivierungseinrichtung 6 mit einem Deaktivierungsventil 7 zugeordnet, über das die Funktion der Zusammenschaltventilanordnung 4 deaktiviert oder übersteuert werden kann.

[0031] Ein derartiges Zweikreisystem kann beispielsweise bei einer Baggersteuerung eingesetzt werden, wobei beispielsweise über jeden der Kreise 1, 2 ein Fahrtrieb für jeweils eine Kette eines Baggerfahrwerks unabhängig mit Druckmittel versorgbar ist. Neben diesem Fahrtrieb werden über das Zweikreisystem noch weitere Verbraucher des Baggers wie beispielsweise ein Drehwerk, ein Stiel, ein Löffel oder ein Ausleger angesteuert, wobei jeweils eine Ventilachse des Zweikreisystems einem dieser Verbraucher zugeordnet sein kann.

[0032] Gemäß der Darstellung in Figur 1 hat jeder Kreis 1, 2 eine Verstellpumpe 8, 10, über die jeweils zumindest ein Verbraucher 12, 14 mit Druckmittel versorgt wird. Dabei ist an einem Druckanschluss jeder Pumpe 8, 10 mit veränderlichem Förderstrom eine

[0033] Zulaufleitung 16, 18 angeschlossen, die zum Eingang einer verstellbaren Zumessblende 20, 22 führt. Der Querschnitt der jeweiligen Zulaufmessblende 20, 22 kann von einer Bedienperson, beispielsweise über einen elektrischen Joystick oder einen hydraulischen Joystick eingestellt werden, so dass der Druckmittelvolumenstrom zum zugehörigen Verbraucher 12, 14 in Abhängigkeit von dem jeweiligen Öffnungsquerschnitt der Zulaufmessblende 20, 22 einstellbar ist.

[0034] An den Ausgang der Zumessblende 20, 22 ist jeweils eine Vorlaufleitung 24, 26 angeschlossen, die zum jeweiligen Verbraucher 12, 14 führt. In dieser Vorlaufleitung 24, 26 ist jeweils eine LUDV-Druckwaage 28, 30 angeordnet, die in Öffnungsrichtung vom Druckstromabwärts der Zumessblende 20, 22 und in Schließrichtung vom höchsten Lastdruck aller Verbraucher des jeweiligen Kreises beaufschlagt ist, der jeweils über eine LS-Leitung 32, 34 und eine nicht dargestellte Wechselventilkaskade von den angesteuerten Verbrauchern des jeweiligen Kreises 1, 2 abgegriffen wird. In der Regelposition jeder LUDV-Druckwaage 28, 30 entspricht der Druck im Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende 20, 22 und der zugeordneten LUDV-Druckwaage 28, 30 dem höchsten Lastdruck, der dann

über die zugehörige LUDV-Druckwaage 28, 30 auf den individuellen Lastdruck des Verbrauchers 12, 14 abgedrosselt wird. Über diese LUDV-Druckwaagen 28, 30 wird der Druckabfall über den Zumessblenden 20, 22 lastdruckunabhängig konstant gehalten, wobei im Fall einer Untersättigung, der Druckmittelvolumenstrom zu allen angesteuerten Verbrauchern eines Kreises 1, 2 verhältnisgleich reduziert wird.

[0035] Die Ansteuerung der jeweiligen Verstellpumpe 8, 10 erfolgt dabei in Abhängigkeit von diesem höchsten Lastdruck in den Lastmeldeleitungen 32, 34, der über eine Pumpensteuerleitung 36, 38 vom zugehörigen Lastmeldekanal 32, 34 abgegriffen wird.

[0036] Über die Zusammenschaltventilanordnung 4 können die beiden Zulaufleitungen 16, 18 miteinander verbunden werden, so dass Druckmittel aus dem einen Kreis in den anderen Kreis gefördert werden kann (Summieren).

[0037] Die Zusammenschaltventilanordnung 4 hat bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ein Zusammenschaltventil 40, das im Detail in der eingangs genannten DE 10 2006 053 897 beschrieben ist. Dieses Zusammenschaltventil 40 hat zwei Druckanschlüsse P1, P2 sowie vier Steueranschlüsse, die in der Darstellung gemäß Figur 1 mit LS2, LS2' (Kreis 2) und LS1, LS1' (Kreis 1) bezeichnet sind. In der dargestellten Grundposition sind diese Anschlüsse abgesperrt. Die beiden Druckanschlüsse P1, P2 sind jeweils über eine Druckleitung 42, 46 mit der zugeordneten Zulaufleitung 16, 18 verbunden. Das Zusammenschaltventil 40 ist als stetig verstellbares Ventil ausgeführt und kann aus der dargestellten Grundposition (0) in Richtung (a) verstellt werden, in der Druckmittel vom Kreis 2 in den Kreis 1 gefördert wird, wobei dann die beiden Steueranschlüsse LS1, LS2' miteinander verbunden sind. Bei einer Verstellung in Richtung (b) wird entsprechend Druckmittel vom Kreis 1 in den Kreis 2 summiert und dabei die beiden Steueranschlüsse LS2, LS1' miteinander verbunden. Dieses Zusammenschaltventil 4 ist als so genanntes Δp -Ventil ausgeführt, wobei jeweils zwei Steuerflächen 46, 48 bei Druckbeaufschlagung den Ventilschieber des Zusammenschaltventils 40 in Richtung (a) beaufschlagen, während zwei weitere Steuerflächen 50, 52 in Gegenrichtung (b) auf diesen Ventilschieber wirken.

[0038] Die Steuerfläche 46 wird dabei über eine Drucksteuerleitung 54 mit dem Druck in der Druckleitung 44, d.h. dem Pumpendruck des Kreises 2 beaufschlagt. Die andere, in Richtung (a) wirksame Steuerfläche 48 ist über eine LS-Steuerleitung 56 mit dem höchsten Lastdruck des Kreises 1, d.h. dem Druck in der Lastmeldeleitung 32 beaufschlagt. In entsprechender Weise liegt an der in Richtung (b) wirksamen Steuerfläche 52 der Pumpendruck in der Zulaufleitung 16 an, der über die Druckleitung 42 und eine weitere Drucksteuerleitung 58 abgegriffen wird. Die weitere Steuerfläche 50 ist dann entsprechend über eine LS-Steuerleitung 60 mit dem höchsten Lastdruck des Kreises 2 verbunden, der von der Lastmeldeleitung 34 abgegriffen wird.

[0039] Bis hier hin entspricht das dargestellte Ausführungsbeispiel voll inhaltlich der in der DE 10 2006 053 897 beschriebenen Lösung, so dass hinsichtlich der Funktion und weiterer Details auf die diesbezüglichen Ausführungen verwiesen werden kann. Die Summierung vom einen Kreis in den anderen erfolgt dann in Abhängigkeit von den beiden Druckdifferenzen, die auf die Steuerflächen 46, 50 und 48, 52 wirken.

[0040] Gemäß Figur 1 ist der Steueranschluss LS1' über einen LS-Zweigkanal 62 mit der LS-Steuerleitung 56 verbunden. In entsprechender Weise ist der Steuerkanal LS2' über einen LS-Zweigkanal 64 mit der LS-Steuerleitung 60 verbunden. Die beiden anderen Steueranschlüsse LS2, LS1' sind jeweils über einen LS-Kanal 68, 70 mit der LS-Steuerleitung 56 bzw. 60 verbunden, wobei in jedem LS-Kanal 66, 68 jeweils ein eine Druckmittelströmung zum zugeordneten Steueranschluss LS1, LS2 ermöglichendes Rückschlagventil 70 bzw. 72 angeordnet ist. Über die beiden Rückschlagventile 70, 72 ist sichergestellt, dass ein höherer Lastdruck des zugeschalteten Kreises nicht in den anderen Kreis gemeldet werden kann.

[0041] Die beiden LS-Steuerleitungen 56, 60 sind bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel über Steuerleitungen 74, 76 mit zwei Ausgangsanschlüssen A, B des Deaktivierungsventils 6 verbunden. Dieses ist als stetig verstellbares Wegeventil mit sieben Anschlüssen ausgeführt und kann in (b) verstellt werden, wobei der Ventilschieber über eine Feder 78 in Richtung seiner Grundposition (a) vorgespannt ist.

[0042] Das Deaktivierungsventil 6 hat neben den beiden Anschlüssen A, B einen Tankanschluss T sowie vier Eingangsanschlüsse C, E, D, F; die in der Darstellung gemäß Figur 1 außen liegenden Anschlüsse C, F sind dabei an die Lastmeldeleitung 32 bzw. 34 angeschlossen. Die beiden in Figur 1 innen liegenden Steueranschlüsse E, D sind über Drucksteuerkanäle 80, 82 an die zugeordnete Druckleitung 42, 44 angeschlossen. In der federvorgespannten Grundposition (a) sind die Anschlüsse B, C und A, D miteinander verbunden, so dass in den Steuerleitungen 74, 76 jeweils der höchste Lastdruck des jeweiligen Kreises 1, 2 anliegt. Die Anschlüsse T, E und F sind abgesperrt.

[0043] Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Deaktivierungsventil 6 elektrisch über einen Proportionalmagneten 84 verstellbar, wobei dieser über eine nicht dargestellte Steuereinheit angesteuert wird. Durch Bestromen des Proportionalmagneten 84 kann der Ventilschieber des Deaktivierungsventils 6 in Richtung (b) verstellt werden, so dass die Druckmittelverbindung zwischen den Anschlüssen B, C und A, D zugesteuert und die Druckmittelverbindung zwischen den Anschlüssen E, B bzw. F, A aufgesteuert wird, so dass in den Steuerleitungen 74, 76 dann entsprechend der höhere Pumpendruck des jeweiligen Kreises 1, 2 wirksam wird. Mit anderen Worten gesagt, bei einer Verstellung in Richtung (b) wird die zuvor mit dem höchsten Lastdruck im Kreis 2 beaufschlagte Steuerfläche 50 mit dem Pumpendruck

des Kreises 2 und die zuvor mit dem höchsten Lastdruck des Kreises 1 beaufschlagte Steuerfläche 48 mit dem Pumpendruck im Kreis 1 beaufschlagt. Diese Pumpendrucke wirken jedoch in umgekehrter Richtung auch auf die beiden anderen Steuerflächen 46 bzw. 50, so dass die resultierende Steuerdruckdifferenz durch Verstellen des Deaktivierungsventils 6 auf Null reduzierbar ist und das Zusammenschaltventil 40 aufgrund seiner Federvorspannung in die Grundposition (0) zurückverstellt und entsprechend die Summierung deaktiviert wird oder unterbrochen ist.

[0044] Prinzipiell bestehen eine Vielzahl von Möglichkeiten, in Abhängigkeit von einem Steuersignal die wirksame Steuerdruckdifferenz am Zusammenschaltventil 40 aufzuheben, um die Summierung zu unterbrechen - das in Figur 1 dargestellte Deaktivierungsventil 6 ist lediglich eine dieser Möglichkeiten. Bei Stromlosschalten oder Verringerung des Steuersignals an den Proportionalmagneten 84 wird das Deaktivierungsventil 6 wieder in Richtung seiner dargestellten Grundposition (a) verstellt, so dass die Summierung wieder aktiviert wird und entsprechend der an den Steuerflächen 46, 50 und 48, 52 anliegenden Steuerdruckdifferenzen eine Summierung stattfindet oder beide Kreise 1, 2 als getrennte Kreise betrieben werden können.

[0045] Der Pumpendruck in den Zulaufleitungen 16, 18 kann jeweils über Druckaufnehmer 86, 88 erfasst und über Signalleitungen 90, 92 zu einer nicht dargestellten Steuereinheit gemeldet, in der diese Drucksignale in der nachfolgend beschriebenen Weise verarbeitet werden, um das Deaktivierungsventil 6 anzusteuern. Entsprechend kann auch der maximale Lastdruck in den Kreisen über nicht dargestellte Druckaufnehmer erfasst werden.

[0046] Die Schaltung gemäß Figur 1 kann zusätzlich noch mit Drehzahlsensoren 94, 96 zu Erfassung der Pumpendrehzahl ausgeführt sein, wobei die Drehzahlsignale dann entsprechend über Signalleitungen 98, 100 zum Steuergerät gemeldet werden.

[0047] In Abhängigkeit von dem über die Drucksensoren 86, 88 ermittelten Pumpendruck, der über die Drehzahlsensoren 94, 96 erfassten Drehzahl der Pumpen 8, 10 sowie deren Schwenkwinkel und über die in der Steuereinheit abgelegten Pumpenkennlinien kann dann der Ist-Fördervolumenstrom der beiden Verstellpumpen 1, 2 ermittelt und mit dem Soll-Fördervolumenstrom oder mit dem maximalen Fördervolumenstrom verglichen werden, so dass in Abhängigkeit von dem jeweiligen Ist-Fördervolumenstrom die Summierung aufrechterhalten oder deaktiviert wird.

[0048] Die Richtung, in der summiert wird, kann über einen Wegaufnehmer 102 erfasst werden, über den die Position des Ventilschiebers des Zusammenschaltventils 40 erfasst wird. Das Positionssignal des Wegaufnehmers 102 wird ebenfalls über eine Signalleitung 104 zur Steuereinheit weitergeleitet und dort verarbeitet.

[0049] Bei dem in Figur 1 dargestellten LUDV-System wird die von dem jeweiligen Verbraucher angeforderte Druckmittelmenge, d.h. der Druckmittelbedarf im jewei-

ligen Kreis 1, 2 bei Verwendung eines hydraulischen Joysticks beispielsweise über den summierten Steuerdruck bestimmt ermittelt, der in Messblendensteuerleitungen 106, 108 zur Einstellung der Zumessblenden 20, 22 aller Verbraucher anliegt. Diese Steuerdrücke können über Druckaufnehmer ermittelt werden. Entsprechend wird bei einem elektrischen Joystick der Druckmittelbedarf aus den summierten Steuersignalen ermittelt

[0050] Gemäß einem erfindungsgemäßen Regelkonzept wird die Summierung von einem Kreis in den anderen deaktiviert, solange der Druckmittelbedarf im jeweiligen Kreis 1, 2 unterhalb des maximalen Fördervolumenstroms der jeweiligen Verstellpumpe 8, 10 liegt, da diese dann den Druckmittelbedarf des jeweiligen Kreises abdecken kann.

[0051] Falls der Druckmittelbedarf in einem Kreis über dem maximalen Fördervolumen der zugeordneten Verstellpumpe 8, 10 ansteigt, wird die Deaktivierung über das Deaktivierungsventil 6 abgeschaltet, so dass eine Summierung ermöglicht ist. Diese Summierung erfolgt dann, wenn beispielsweise der Druckmittelbedarf im einen Kreis 1 größer als der maximale Fördervolumenstrom der Verstellpumpe 8 ist, so dass dann über das Zusammenschaltventil 40 eine Summierung vom Kreis 2 in den Kreis 1 ermöglicht ist.

[0052] Diese Summierung wird jedoch deaktiviert, wenn der Druckmittelbedarf im zugeschalteten Kreis 2 zwar kleiner als der maximale Fördervolumenstrom der Verstellpumpe 10 jedoch größer als ein vorbestimmter Umschalt-Druckmittelbedarf in diesem Kreis 2 ist. Dieser Umschalt-Druckmittelbedarf kann beispielsweise bei 80% des maximalen Fördervolumenstroms liegen. Eine Summierung bei einer derart hohen Auslastung der Verstellpumpe 10 würde in energetischer Hinsicht nachteilig sein, so dass nach dem erfindungsgemäßen Konzept bei Erfüllen dieser Bedingung (Druckmittelbedarf kleiner als maximaler Fördervolumenstrom, jedoch größer als der Umschalt-Druckmittelbedarf (beispielsweise 80% des maximalen Fördervolumenstroms)) von der Steuereinheit ein Steuersignal an den Proportionalmagneten 84 abgegeben wird, so dass das Deaktivierungsventil 6 in Richtung seiner Position (b) verschoben wird und somit das Zusammenschaltventil 40 unabhängig von den Lastdrücken und vom Pumpendruck in seine Grundposition (0) zurückgestellt wird und entsprechend die Summierung deaktiviert ist.

[0053] Wenn das Zusammenschaltventil 40 einen Wegsensor 102 (siehe Figur 1) hat, kann man anhand der Position des Wegeventilschiebers erkennen, in welche Richtung summiert wird und welche Druckdifferenz aufgrund der Druckwaagenfunktion des Zusammenschaltventils 40 abgeregelt wird. Somit lässt sich mit der Position des Zusammenschaltventils 40 und aus dem Druckmittelbedarf und den erfassten Lastdrücken ermitteln, ob das Summieren aus energetischer Sicht Sinn macht oder ob die Summierung deaktiviert werden soll.

[0054] Als zusätzliches Entscheidungskriterium können noch die Lastdrücke jedes Kreises 1, 2, beispiels-

weise über nicht dargestellte Lastdrucksensoren erfasst werden und in dem Fall, in dem eine Summierung vom lastdruckhöheren in den lastdruckniedrigeren Kreis 1, 2 erfolgt, keine Deaktivierung des entsprechenden Zusammenschaltventils 40 eingestellt wird.

[0055] Beim zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel erfolgt die Ansteuerung der beiden Verstellpumpen 8, 10 in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der Verbraucher des jeweiligen Kreises 1, 2, wobei die Zumessblende 20, 22 beispielsweise über einen Joystick einstellbar sind, um den Druckmittelvolumenstrom zu den Verbrauchern 1, 2 einzustellen. Die Schaltung gemäß Figur 1 lässt sich auch bei klassischen LS-Systemen einsetzen, bei denen beispielsweise die Druckwaage der Zumessblende vorgeschaltet ist und in Öffnungsrichtung vom individuellen Lastdruck und in Schließrichtung vom Druck stromaufwärts der Zumessblende beaufschlagt ist.

[0056] Figur 2 zeigt eine Schaltung mit dem Grundaufbau gemäß Figur 1, wobei dieses System nach dem EFM-Prinzip betrieben wird. Der Grundaufbau der Schaltung gemäß Figur 2 entspricht weitestgehend demjenigen der Schaltung gemäß Figur 1, so dass im Hinblick auf den Grundaufbau auf diese Ausführungen verwiesen wird.

[0057] Bei der in Figur 2 dargestellten EFM-Lösung erfolgt die Ansteuerung der Verstellpumpe 8, 10 nicht in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck der Verbraucher, sondern in Abhängigkeit von dem über einen Joystick eingestellten Sollwert. Bei einem elektrischen Joystick erfolgt die Bestimmung des gesamten Druckmittelbedarfs durch Summierung der einzelnen Steuersignale (an den Signalleitungen 106, 108). Bei einem hydraulischen Joystick erfolgt die Ermittlung des Druckmittelbedarfs durch Summierung der über den Joystick eingestellten Steuerdrücke (pst), die ggf. auch über nicht dargestellte Drucksensoren erfasst werden.

[0058] Aus diesen Steuerdrücken pst bzw. den Steuersignalen kann dann der Druckmittelbedarf (Sollwert) im jeweiligen Kreis 1, 2 ermittelt werden, so dass gemäß den eingangs beschriebenen Kriterien die Summierung deaktiviert ist, solange der Druckmittelbedarf in einem Kreis unterhalb des maximalen Fördervolumens dieses Kreises liegt. Die Summierung wird aktiviert, sobald der Druckmittelbedarf in dem einen Kreis oberhalb des maximalen Fördervolumenstroms der zugeordneten Pumpe 8, 10 liegt. Diese Summierung vom einen Kreis in den anderen Kreis wird abgeschaltet, wenn der Druckmittelbedarf in dem einen Kreis größer als der Umschalt-Druckmittelbedarf ist, der - wie vorstehend ausgeführt - bei etwa 80% des maximalen Fördervolumenstroms der zugeordneten Pumpe liegen kann.

[0059] Die vorbeschriebene Entscheidung, ob eine Summierung sinnvoll ist oder nicht, kann auch in Abhängigkeit von dem tatsächlichen LS-Druckniveau jedes Kreises getroffen werden. Dieses Druckniveau kann, wie vorstehend beschrieben, über die Drucksensoren erfasst werden. Alternativ ist auch möglich, jedem Verbraucher

noch eine eigene LS-Meldekette zum Abgriff des Lastdrucks zuzuordnen, sodass das tatsächliche LS-Druckniveau jedes Kreises bestimmt werden kann.

[0060] Falls, wie vorstehend ausgeführt - über eigene Drucksensoren der tatsächliche maximale Lastdruck in den jeweiligen Kreisen 1, 2 erfasst werden kann, und aus der EFM-Regelung auch die Ist-Volumenströme, die beispielsweise aus der Pumpendrehzahl, dem Schwenkwinkel, dem Pumpendruck und den Kennlinien der Pumpen ermittelt werden können, kann eine leistungsbezogene Beurteilung der Situation durchgeführt werden, und in Abhängigkeit von dieser Leistungsbeurteilung entschieden werden, ob die Summierung in energetischer Hinsicht sinnvoll oder nicht sinnvoll ist.

[0061] Wie bereits beim LUDV-System erläutert, kann durch Bestimmung der Ventilschieberposition des Zusammenschaltventils 40 erkannt werden, in welche Richtung summiert wird und welche Druckdifferenz am Zusammenschaltventil 40 abgeregelt wird, so dass auch diese Parameter in die Entscheidung eingehen können, ob die Summierung aktiv bleibt oder deaktiviert wird.

[0062] In dem Fall, in dem die Pumpe 8, 10 jeweils mit einem Drehzahlsensor ausgeführt ist, kann zusätzlich noch das aktuell zur Verfügung stehende Moment und die tatsächliche Pumpenmenge bei der Entscheidung berücksichtigt werden.

[0063] Falls die Dieselsteuerung des Baggers noch das zur Verfügung stehende Dieselmoment oder die aktuelle Drückung des Motors als Signal ausgeben kann, ist es von Vorteil, dies bei der Regelstrategie zu berücksichtigen.

[0064] Wie bereits erwähnt, sind die Drucksensoren 86, 88 nicht zwingend notwendig, die Berücksichtigung dieser Signale verbessert jedoch die Genauigkeit, mit der die vorbestimmten Regelstrategien realisiert werden.

[0065] Bei der vorbeschriebenen Lösung gemäß Figur 2 wird somit in Abhängigkeit von den erläuterten Kriterien das Deaktivierungsventil 6 über die nicht dargestellte Steuereinheit angesteuert, um die Summierung aktiv zu halten oder zu deaktivieren.

[0066] Prinzipiell kann bei EFM-Lösungen auf das Deaktivierungsventil 6 gemäß Figur 2 verzichtet werden, da die Steuerdruckdifferenz am Zusammenschaltventil 40 auch durch Ansteuerung der Messblenden 20, 22 variiert werden kann. Bei einem EFM-System gemäß Figur 2 steuert die nicht dargestellte Steuereinheit sowohl die Pumpenmenge als auch den Öffnungsquerschnitt der Zumessblende 20, 22, die in Abhängigkeit vom Druckmittelbedarf eingestellt wird. Die Pumpenmenge und der Öffnungsquerschnitt stehen üblicherweise in einem definierten Verhältnis. Wenn beispielsweise über den Joystick ein Druckmittelbedarf von 80 l/min angefordert wird, dann wird die Pumpe dementsprechend auf einen Förderstrom von 80 l/min eingestellt werden. Zudem wird die Zumessblende 20, 22 in eine Position gestellt, bei der über der Zumessblende ein vorbestimmter Druckverlust von beispielsweise 10 bar erzeugt wird. Mit diesem Verhältnis ist dann das Δp an den einander zugeordneten

Steuerflächen, beispielsweise 56, 50 des Zusammenschaltventils 40 definiert. Solange im anderen Kreis entsprechend vorgegangen wird, werden auch die beiden anderen Steuerflächen 48, 52 mit einem entsprechenden Δp beaufschlagt, so dass der Ventilschieber des Zusammenschaltventils 40 in seiner dargestellten Grundposition (0) verbleibt. Über die Steuereinheit kann bei einem EFM-System nunmehr dieses Δp bewusst verändert werden, indem man die Zumessblende 20, 22 oder den Fördervolumenstrom der zugeordneten Verstellpumpe 8, 10 eines Kreises verstellt und somit auch bewusst das Δp einseitig verstellt, so dass das Zusammenschaltventil 40 in Abhängigkeit von diesem neu eingestellten Δp verstellt und somit die Summierung aktiviert oder deaktiviert wird.

[0067] Diese reine EFM-Steuerung ohne Deaktivierungsventil 6 kann wiederum nach den eingangs beschriebenen Kriterien in Abhängigkeit vom Druckmittelbedarf, von der hydraulischen Leistung, vom eingestellten Sollwert usw. erfolgen. Dieses Konzept kann auch in einer eigenen Anmeldung weiter verfolgt werden.

[0068] In Figur 3 ist ein EFM-Prinzip dargestellt, das gegenüber der Lösung in Figur 2 etwas vereinfacht ist, im Grundaufbau jedoch identisch ist. Ein Unterschied zwischen den in den Figuren 2 und 3 dargestellten Systemen besteht darin, dass bei der Ausführung gemäß Figur 3 die LUDV-Druckwaagen 28, 30 als 3-Wege-Druckwaagen ausgeführt sind, die in ihrer Grundposition abgesperrt sind und bei Ansteuerung eines Verbrauchers - genau wie bei den LUDV-Druckwaagen in Figur 2 - in eine Regelposition verstellt werden, in der der stromabwärts der Zumessblenden 20, 22 anliegende maximale Lastdruck des jeweiligen Kreises auf den individuellen Lastdruck des zugeordneten Verbrauchers 12, 14 abgedrosselt wird. In dem Fall, in dem am zugeordneten Verbraucher 12, 14 der maximale Lastdruck des jeweiligen Kreises 1, 2 anliegt, wird die LUDV-Druckwaage 28, 30 nach links (Fig. 3) in ihre Endposition verstellt, in der dieser maximale Lastdruck in die Lastmeldeleitung 32, 34 gemeldet wird. Auch bei der Variante gemäß Figur 3 ist das vorbeschriebene Zusammenschaltventil 40 vorgesehen, das in der Darstellung gemäß Figur 3 in seine Summierstellung (b) verstellt ist, indem Druckmittel vom Kreis 1 in den Kreis 2 summiert wird.

[0069] Die Steuerflächen 46, 48, 50, 52 sind mit den gleichen Druckdifferenzen wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 und 2 beaufschlagt, so dass diesbezüglich weitere Erläuterungen entbehrlich sind.

[0070] Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass in der LS-Steuerleitung 60, über die die Steuerfläche 50 mit dem in der Lastmeldeleitung 34 anliegenden höchsten Lastdruck des Kreises 2 beaufschlagt ist, ein Drosselrückschlagventil 110 vorgesehen ist, das einen Steuerölstrom in Richtung zu dem von der Steuerfläche 50 begrenzten Steuerraum zulässt, während die Rückströmung über den Drosselabschnitt erfolgt.

[0071] Die Deaktivierung des Zusammenschaltventils

40 erfolgt über eine Deaktivierungseinrichtung 6, die beim dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem stetig verstellbaren 3/3-Wege-Vorsteuerventil 112 ausgeführt ist. Dieses hat drei Anschlüsse A, B und T, wobei der letztgenannte Tankanschluss T mit einem Tank verbunden ist. Die beiden Anschlüsse A, B sind über Kanäle 114, 116 mit den Steuerräumen verbunden, die durch die Steuerflächen 50 bzw. 52 begrenzt sind.

[0072] Ein Ventilschieber des Vorsteuerventils 112 ist über eine Federanordnung 118 in eine Mittelstellung (0) vorgespannt, in der die Anschlüsse A, B, T abgesperrt sind. Die stetige Verstellung des Ventilschiebers erfolgt über eine Magnetanordnung 120, wobei der Ventilschieber in Richtung einer Position (a) verstellbar ist, in der die beiden Anschlüsse A, B und damit die Steuerkanäle 114, 116 miteinander verbunden sind. Bei einer Verstellung des Ventilschiebers in Richtung (b) wird der Anschluss A mit dem Tankanschluss T verbunden, so dass der Steuerkanal 114 zum Tank hin entlastet wird, während der Anschluss B abgesperrt bleibt. Demzufolge wird bei einem Verstellen des Vorsteuerventils 112 in Richtung (a) die in Richtung (b) auf die Steuerflächen 50, 52 wirkende Druckkraftresultierende erhöht, während bei einer Verstellung in Richtung (b) diese Druckkraftresultierende verringert wird. Dementsprechend kann durch Verstellen des Vorsteuerventils 112 in die Entlastungsstellung (b) oder die Druckaufbaustellung (a) der Wegeventilschieber des Zusammenschaltventils 40 gesteuert in Richtung seiner Mittelposition verstellt werden, um die Summierung (siehe Figur 3) zu deaktivieren. Die Ansteuerung erfolgt wiederum nach den gleichen Kriterien und Regelstrategien wie bei den zuvor erläuterten Ausführungsbeispielen, so dass hierauf nicht mehr eingegangen wird. Dabei wird über den Wegsensor 102 überwacht, ob der Wegeventilschieber seine Mittelposition erreicht hat.

[0073] Figur 4 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel, bei dem anstelle des einzigen Vorsteuerventils 112 zwei stetig verstellbare Druckreduzierventile 122, 124 vorgesehen sind, über die die auf den Ventilschieber des Zusammenschaltventils 40 wirksame Steuerdruckdifferenz eingestellt wird. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel kann über diese Druckreduzierventile 122, 124 der die Steuerflächen 50, 48 beaufschlagende Steuerdruck variiert werden. Gemäß den vorherigen Ausführungen wirkt auf diese Steuerflächen 48, 50 normaler Weise, d.h. bei aktiviertem Zusammenschaltventil 40 der höchste Lastdruck der Kreise 1, 2, der jeweils über die Lastmeldeleitung 32, 34 abgegriffen wird. Der Ausgang jedes Druckreduzierventils 122, 124 ist über einen Steuerkanal 114 bzw. 126 mit dem von der Steuerfläche 48 bzw. von der Steuerfläche 50 begrenzten Steuerraum des Zusammenschaltventils 40 verbunden. Der Eingangsanschluss der 3-Wege-Druckreduzierventile 122, 124 ist jeweils an eine Steuerdruckleitung 128 angeschlossen, in der ein vergleichsweise hoher Steuerdruck anliegt, der durch Ansteuerung der elektrisch verstellbaren Druckreduzierventile 122, 124 auf einen vorbestimm-

ten Steuerdruck reduzierbar ist, der dann im Steuerkanal 114 bzw. 126 anliegt. Die Ansteuerung der beiden Druckreduzierventile 122, 124 erfolgt über die Steuereinheit in Abhängigkeit von den vorbeschriebenen Regelstrategien.

[0074] Durch geeignete Einstellung dieser Druckreduzierventile 122, 124 lässt sich der Ventilschieber des Zusammenschaltventils 40 in seine Grundposition (0) vorstellen, um eine Summierung zu deaktivieren. Wie in Figur 4 angedeutet, kann es bei einer Deaktivierung der Summierung vorteilhaft sein, die LS-Steuerleitungen 56, 60 über nur angedeutete Ventilelemente zur Lastmeldeleitung 34, 32 hin abzusperren und die von den Steuerflächen 46, 52 begrenzten Stellerräume zum Tank T hin zu entlasten und die Drucksteuerleitungen 58 bzw. 54 zur Druckleitung 42 bzw. 44 hin abzusperren, so dass im Wesentlichen alleine die über die Druckreduzierventile 122, 124 eingestellte Druckdifferenz auf den Ventilschieber des Zusammenschaltventils 40 wirkt. Prinzipiell ist es auch möglich, die Verstellung des Zusammenschaltventils alleine über die Druckreduzierventile 122, 124 zu steuern, so dass die auf die komplexe Kanalführung zur Druckmittelbeaufschlagung der Steuerflächen 46, 48, 50, 52 mit Lastdruck und Pumpendruck verzichtet werden kann.

[0075] Bei allen beschriebenen Ausführungsbeispielen können die Drucksignale der Drucksensoren 86, 88 zur Regelung der Wegenventilschieberposition des Zusammenschaltventils 40 herangezogen werden. Auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist es vorteilhaft, den Wegsensor 102 zur Erfassung der Ventilschieberposition vorzusehen.

[0076] Bei den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen ist ein einteiliges Zusammenschaltventil 40 beschrieben. Selbstverständlich lässt sich das erfindungsgemäße Konzept auch bei Systemen anwenden, bei denen jedem Kreis 1, 2 ein eigenes Zusammenschaltventil zugeordnet ist. Eine derartige Lösung ist beispielsweise in der eingangs genannten DE 102 55 738 A1 der Anmelderin erläutert.

[0077] Prinzipiell lassen sich die anhand einer EFM-Lösung beschriebenen Vorsteuerventile 112 und die Druckreduzierventile 122, 124 auch bei LUDV- oder LS-Systemen zur Deaktivierung der Summierfunktion einsetzen.

[0078] Offenbart sind ein hydraulisches Zweikreisssystem zur Ansteuerung von Verbrauchern und ein Verfahren zum Ansteuern von Verbrauchern eines hydraulischen Zweikreisystems, wobei die beiden Kreise über eine Zusammenschaltventilanordnung miteinander verbindbar sind, so dass die Verstellpumpe eines Kreises Druckmittel in den anderen Kreis summiert. Das Zweikreisystem hat eine Deaktivierungseinrichtung, über die die Summierung deaktiviert wird, wenn der Druckmittelbedarf in dem hinzugeschalteten Kreis kleiner als der maximale Pumpenförderstrom und größer als ein Umschalt-Druckmittelbedarf ist. Dieser kann beispielsweise bei etwa 80% des maximalen Pumpenförderstroms lie-

gen.

Patentansprüche

1. Hydraulisches Zweikreisssystem, die zur Ansteuerung von hydraulischen Verbrauchern (12, 14) dient und einen ersten hydraulischen Kreis und einen zweiten hydraulischen Kreis und ein Zusammenschaltventil umfasst, wobei zu jedem hydraulischen Kreis (1, 2) eine Verstellpumpe (8, 10) gehört, über die diesem Kreis (1, 2) zugeordnete hydraulische Verbraucher (12, 14) mit Druckmittel versorgbar sind, wobei die beiden hydraulischen Kreise (1, 2) mittels des Zusammenschaltventils (40) derart miteinander verbindbar sind, dass die Verstellpumpe (8, 10) des einen hydraulischen Kreises (1, 2) Druckmittel in den anderen hydraulischen Kreis (2, 1) summiert, und wobei durch eine Deaktivierungseinrichtung (6) der Druckmittelbedarf in beiden Kreisen (1, 2) erfassbar ist und das Zusammenschaltventil (40) deaktivierbar ist, wenn der Druckmittelbedarf in einen hydraulischen Kreis (1, 2) kleiner als der maximale Pumpenförderstrom und größer als ein Umschalt-Druckmittelbedarf ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusammenschaltventil (40) einen Ventilschieber (2) aufweist, der zwei in der einen Richtung wirksame Steuerflächen (46, 48) hat, von denen die eine vom höchsten Lastdruck im ersten hydraulischen Kreis (1, 2) und die andere vom Pumpendruck im zweiten Kreis (2, 1) beaufschlagbar ist, und zwei in der anderen Richtung wirksame Steuerflächen (50, 52) hat, von denen die eine vom höchsten Lastdruck im zweiten Kreis (2, 1) und die andere vom Pumpendruck im ersten hydraulischen Kreis (1, 2) beaufschlagbar ist, und dass die Deaktivierungseinrichtung (6) ein Deaktivierungsventil (7) hat, über das zum Deaktivieren jeweils eine der beiden in einer Richtung wirksamen, mit dem Pumpendruck im ersten und dem Lastdruck im zweiten hydraulischen Kreis (1, 2) beaufschlagten Steuerflächen (46, 48; 50, 52) mit dem Lastdruck bzw. dem Pumpendruck im jeweils anderen hydraulischen Kreis (2, 1) beaufschlagbar sind, so dass die resultierende Steuerdruckdifferenz gleich null ist.
2. Zweikreisystem nach Patentanspruch 1, wobei ein Ventilschieber des Zusammenschaltventils (40) zur Deaktivierung in beiden Richtungen mit den Pumpendrücken im ersten und zweiten Kreis (1, 2) beaufschlagt ist.
3. Zweikreisystem nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei das Deaktivierungsventil (7) ein stetig verstellbares Regelventil ist, wobei in einer Grundstellung an zwei Eingangsanschlüssen der Lastdruck im ersten bzw. im zweiten Kreis (1, 2) anliegt und über zugeordnete Ausgangsanschlüsse (A, B) die ent-

- sprechenden Steuerflächen (48, 50) mit dem jeweiligen Lastdruck beaufschlagt sind, wobei beim Verstellen aus einer Grundstellung (a) diese Eingangsanschlüsse (C, D) zusteuerbar und zwei weitere Eingangsanschlüsse (E, F) aufsteuerbar sind, über die jeweils diejenige Steuerfläche (48, 50) die in der Grundstellung mit dem Lastdruck eines Kreises (1, 2) beaufschlagt ist, beim Verstellen des Ventilschiebers mit dem Pumpendruck des anderen Kreises (2, 1) beaufschlagt ist.
4. Zweikreisssystem nach Patentanspruch 1, wobei die Deaktivierungseinrichtung (4) ein proportional verstellbares Vorsteuerventil (112) hat, über das zumindest eine der Steuerflächen (50, 52) mit einem Steuerdruck beaufschlagbar ist, so dass der Ventilschieber des Zusammenschaltventils (40) in eine vorbestimmte Richtung verstellbar ist.
 5. Zweikreisssystem nach Patentanspruch 4, wobei das Vorsteuerventil (112) ein stetig verstellbares Wegeventil ist, über das zwei in einer Richtung wirksame Steuerflächen (50, 52) mit dem gleichen Steuerdruck beaufschlagbar oder eine dieser Steuerflächen (50) entlastbar ist.
 6. Zweikreisssystem nach Patentanspruch 5, wobei dieser Entlastungsdruck der Tankdruck ist.
 7. Zweikreisssystem nach Patentanspruch 4, wobei das Vorsteuerventil zumindest ein Druckreduzierventil (122, 124) ist.
 8. Zweikreisssystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Deaktivierungseinrichtung (6) elektrisch betätigt ist.
 9. Zweikreisssystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit Drucksensoren (86, 88) zum Erfassen des Pumpendrucks und/oder des maximalen Lastdrucks jedes Kreises (1, 2).
 10. Zweikreisssystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Wegsensor (102) zum Erfassen einer Schieberposition des Zusammenschaltventils (40).
 11. Zweikreisssystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit Drehzahlsensoren (94, 96) zur Erfassung der Pumpendrehzahl und mit Schwenkwinkelsensoren zur Erfassung des Schwenkwinkels der Pumpen (8, 10).
 12. Zweikreisssystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Steuereinheit, zum Ansteuern jeweils einer einem Verbraucher (12, 14) eines Kreises (1, 2) zugeordneten Zumessblende (20, 22) und der in diesem Kreis angeordneten Verstell-

pumpe (8, 10) in Abhängigkeit von einem von einer Bedienperson eingestellten Stellsignal (EFM).

13. Zweikreisssystem nach einem der Patentansprüche 12 bis 15, mit einer Steuereinheit zum Ansteuern der Deaktivierungseinrichtung (6) in Abhängigkeit vom Druckmittelbedarf der angesteuerten Verbraucher, um das Zusammenschaltventil (40) in seine Sperrstellung zu bringen.
14. Zweikreisssystem nach einem der Patentansprüche 1 bis 16, wobei jeder Kreis (1, 2) als LS- oder LUDV-System ausgeführt ist und jedem Verbraucher (12, 14) eine Zumessblende (20, 22) und eine Individualdruckwaage (28, 30) zugeordnet ist und die Verstellpumpe (8, 10) in Abhängigkeit vom höchsten Lastdruck im jeweiligen Kreis (1, 2) ansteuerbar ist.
15. Zweikreisssystem nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei jedem Kreis (1, 2) eine LS-Leitung zum Abgreifen des individuellen Lastdruck jedes Verbrauchers 12, 14 zugeordnet ist.

Claims

1. Hydraulic two-circuit system, which serves for the actuation of hydraulic consumers (12, 14) and which comprises a first hydraulic circuit and a second hydraulic circuit and an interconnection valve, wherein each hydraulic circuit (1, 2) includes a variable-displacement pump (8, 10) by means of which hydraulic consumers (12, 14) assigned to said circuit (1, 2) can be supplied with pressure medium, wherein the two hydraulic circuits (1, 2) are connectable to one another by means of the interconnection valve (40) such that the variable-displacement pump (8, 10) of one hydraulic circuit (1, 2) adds pressure medium into the other hydraulic circuit (2, 1), and wherein, by means of a deactivation device (6), the pressure medium demand in the two circuits (1, 2) can be detected and the interconnection valve (40) can be deactivated if the pressure medium demand in one hydraulic circuit (1, 2) is lower than the maximum pump delivery flow and higher than a switchover pressure medium demand, **characterized in that** the interconnection valve (40) has a valve slide (2) which has two control surfaces (46, 48) acting in one direction, of which one can be acted on by the highest load pressure in the first hydraulic circuit (1, 2) and the other can be acted on by the pump pressure in the second circuit (2, 1), and has two control surfaces (50, 52) acting in the other direction, of which one can be acted on by the highest load pressure in the second circuit (2, 1) and the other can be acted on by the pump pressure in the first hydraulic circuit (1, 2), and **in that** the deactivation device (6) has a deactivation valve (7) by means of which, for the pur-

- poses of deactivation, in each case one of the two control surfaces (46, 48; 50, 52) acting in one direction and acted on by the pump pressure in the first and the load pressure in the second hydraulic circuit (1, 2) can be acted on with the load pressure or the pump pressure respectively in the respective other hydraulic circuit (2, 1), such that the resultant control pressure difference is equal to zero.
2. Two-circuit system according to Patent Claim 1, wherein a valve slide of the interconnection valve (40) is, for the purposes of deactivation, acted on in both directions by the pump pressures in the first and second circuits (1, 2).
 3. Two-circuit system according to Patent Claim 1 or 2, wherein the deactivation valve (7) is a continuously adjustable regulating valve, wherein, in a main position, the load pressure in the first and in the second circuit (1, 2) respectively prevails at two inlet ports, and the corresponding control surfaces (48, 50) are acted on with the respective load pressure via associated outlet ports (A, B), wherein, during the adjustment out of a main position (a), said inlet ports (C, D) can be closed and two further inlet ports (E, F) can be opened, via which further inlet ports in each case that control surface (48, 50) which is acted on in the main position with the load pressure of one circuit (1, 2) is, during the adjustment of the valve slide, acted on with the pump pressure of the other circuit (2, 1).
 4. Two-circuit system according to Patent Claim 1, wherein the deactivation device (4) has a proportionally adjustable pilot control valve (112) by means of which at least one of the control surfaces (50, 52) can be acted on with a control pressure such that the valve slide of the interconnection valve (40) is adjustable in a predetermined direction.
 5. Two-circuit system according to Patent Claim 4, wherein the pilot control valve (112) is a continuously adjustable directional valve by means of which two control surfaces (50, 52) which act in one direction can be acted on with the same control pressure, or one of said control surfaces (50) can be relieved of load.
 6. Two-circuit system according to Patent Claim 5, wherein said relief pressure is the tank pressure.
 7. Two-circuit system according to Patent Claim 4, wherein the pilot control valve is at least one pressure reduction valve (122, 124).
 8. Two-circuit system according to one of the preceding claims, wherein the deactivation device (6) is electrically actuated.
 9. Two-circuit system according to one of the preceding patent claims, having pressure sensors (86, 88) for the detection of the pump pressure and/or of the maximum load pressure of each circuit (1, 2).
 10. Two-circuit system according to one of the preceding patent claims, having a travel sensor (102) for the detection of a slide position of the interconnection valve (40).
 11. Two-circuit system according to one of the preceding patent claims, having rotational speed sensors (94, 96) for the detection of the pump rotational speed and having pivot angle sensors for the detection of the pivot angle of the pumps (8, 10).
 12. Two-circuit system according to one of the preceding patent claims, having a control unit for the actuation of in each case one metering orifice (20, 22) assigned to a consumer (12, 14) of a circuit (1, 2), and of the variable-displacement pump (8, 10) arranged in said circuit, in a manner dependent on an actuation signal (EFM) set by an operating person.
 13. Two-circuit system according to one of Patent Claims 12 to 15, having a control unit for the actuation of the deactivation device (6), in a manner dependent on the pressure medium demand of the actuated consumer, in order to bring the interconnection valve (40) into its shut-off position.
 14. Two-circuit system according to one of Patent Claims 1 to 16, wherein each circuit (1, 2) is designed as an LS or LUDV system, and each consumer (12, 14) is assigned a metering orifice (20, 22) and an individual pressure balance (28, 30), and the variable-displacement pump (8, 10) is actuatable in a manner dependent on the highest load pressure in the respective circuit (1, 2).
 15. Two-circuit system according to one of the preceding patent claims, wherein each circuit (1, 2) is assigned an LS line for picking off the individual load pressure of each consumer (12, 14).

Revendications

1. Système hydraulique à deux circuits qui sert à commander des consommateurs hydrauliques (12, 14) et comprend un premier circuit hydraulique et un second circuit hydraulique et une vanne d'interconnexion, dans lequel chaque circuit hydraulique (1, 2) comporte une pompe à cylindrée variable (8, 10) par laquelle des consommateurs hydrauliques (12, 14) associés audit circuit (1, 2) peuvent être alimentés en fluide sous pression, dans lequel les deux circuits hydrauliques (1, 2) peuvent être reliés l'un à l'autre

- au moyen de la vanne d'interconnexion (40) de manière à ce que la pompe à cylindrée variable (8, 10) d'un circuit hydraulique (1, 2) ajoute du fluide sous pression dans l'autre circuit hydraulique (2, 1), et dans lequel le besoin en fluide sous pression dans les deux circuits (1, 2) peut être détecté par un dispositif de désactivation (6) et la vanne d'interconnexion (40) peut être désactivée lorsque le besoin en fluide sous pression dans un circuit hydraulique (1, 2) est inférieur au débit maximal de la pompe et supérieur à un besoin en fluide sous pression à commuter, **caractérisé en ce que** la vanne d'interconnexion (40) comprend un tiroir de vanne (2) ayant deux surfaces de commande (46, 48) agissant dans une direction, dont l'une peut être soumise à la pression de charge la plus élevée dans le premier circuit hydraulique (1, 2) et dont l'autre peut être soumise à la pression de pompe dans le second circuit (2, 1), et deux surfaces de commande (50, 52) agissant dans l'autre direction, dont l'une peut être soumise à la pression de charge la plus élevée dans le second circuit (2) et dont l'autre peut être soumise à la pression de pompe dans le premier circuit hydraulique (1, 2), et **en ce que** le dispositif de désactivation (6) comporte une vanne de désactivation (7) par l'intermédiaire de laquelle l'une des deux surfaces de commande (46, 48 ; 50, 52) agissant dans une direction et pouvant être soumise à la pression de pompe dans le premier circuit hydraulique et à la pression de charge dans le second circuit hydraulique (1, 2) peut être respectivement soumise à la pression de charge et à la pression de pompe dans l'autre circuit hydraulique (2, 1), de manière à ce que la différence de pression de commande qui en résulte soit égale à zéro.
2. Système à deux circuits selon la revendication 1, dans lequel un tiroir de la vanne d'interconnexion (40) est soumis aux pressions de pompe dans les premier et second circuits (1, 2) pour une désactivation effectuée dans les deux directions.
 3. Système à deux circuits selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la vanne de désactivation (7) est une vanne de régulation réglable en continu, dans lequel, à une position de base, la pression de charge dans le premier ou le second circuit (1, 2) est appliquée à deux raccords d'entrée et les surfaces de commande (48, 50) correspondantes sont soumises à la pression de charge respective par l'intermédiaire de raccords de sortie (A, B) associés, dans lequel, lors du réglage, lesdits raccords d'entrée (C, D) peuvent être commandés pour sortir d'une position de base (a) et deux autres raccords d'entrée (E, F) peuvent être commandés pour y être ramenés, par l'intermédiaire desquels la surface de commande (48, 50) qui est respectivement soumise à la pression de charge d'un circuit (1, 2) à la position de base, est soumise à la pression de pompe de l'autre circuit (2, 1) lors du réglage du tiroir de vanne.
 4. Système à deux circuits selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de désactivation (4) comporte une vanne pilote (112) réglable de manière proportionnelle, par l'intermédiaire de laquelle au moins l'une des surfaces de commande (50, 52) peut être soumise à une pression de commande de manière à ce que le tiroir de vanne de la vanne d'interconnexion (40) puisse être réglé dans une direction prédéterminée.
 5. Système à deux circuits selon la revendication 4, dans lequel la vanne pilote (112) est une vanne à plusieurs voies réglable en continu par l'intermédiaire de laquelle deux surfaces de commande (50, 52) agissant dans une direction peuvent être soumises à la même pression de commande ou l'une desdites surfaces de commande (50) peut être déchargée.
 6. Système à deux circuits selon la revendication 5, dans lequel ladite pression de décharge est la pression du réservoir.
 7. Système à deux circuits selon la revendication 4, dans lequel la vanne pilote est au moins une vanne de réduction de pression (122, 124).
 8. Système à deux circuits selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de désactivation (6) est actionné électriquement.
 9. Système à deux circuits selon l'une des revendications précédentes, comportant des capteurs de pression (86, 88) destinés à détecter la pression de pompe et/ou la pression de charge la plus élevée de chaque circuit (1, 2).
 10. Système à deux circuits selon l'une des revendications précédentes, comportant un capteur de course (102) destiné à détecter une position du tiroir de la vanne d'interconnexion (40).
 11. Système à deux circuits selon l'une des revendications précédentes, comportant des capteurs de vitesse de rotation (94, 96) destinés à détecter la vitesse de rotation de la pompe et comportant des capteurs d'angle de pivotement destinés à détecter l'angle de pivotement des pompes (8, 10).
 12. Système à deux circuits selon l'une des revendications précédentes, comportant une unité de commande destinée à commander respectivement un orifice de dosage (20, 22) associé à un consommateur (12, 14) d'un circuit (1, 2) et la pompe à cylindrée variable (8, 10) disposée dans ledit circuit, en fonction d'un signal de réglage (EFM) réglé par un opé-

rateur.

13. Système à deux circuits selon l'une des revendications 12 à 15, comportant une unité de commande destinée à commander le dispositif de désactivation (6) en fonction du besoin en fluide sous pression des consommateurs commandés, afin de mettre la vanne d'interconnexion (40) en position de blocage. 5

14. Système à deux circuits selon l'une des revendications 1 à 16, dans lequel chaque circuit (1, 2) est réalisé sous la forme d'un système LS ou LUDV et un orifice de dosage (20, 22) et une balance manométrique individuelle (28, 30) sont associées à chaque consommateur (12, 14) et la pompe à cylindrée variable (8, 10) peut être commandée en fonction de la pression de charge la plus élevée dans le circuit (1, 2) respectif. 10 15

15. Système à deux circuits selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un conduit LS est associé à chaque circuit (1, 2) pour l'évaluation de la pression de charge individuelle de chaque consommateur (12, 14). 20

25

30

35

40

45

50

55

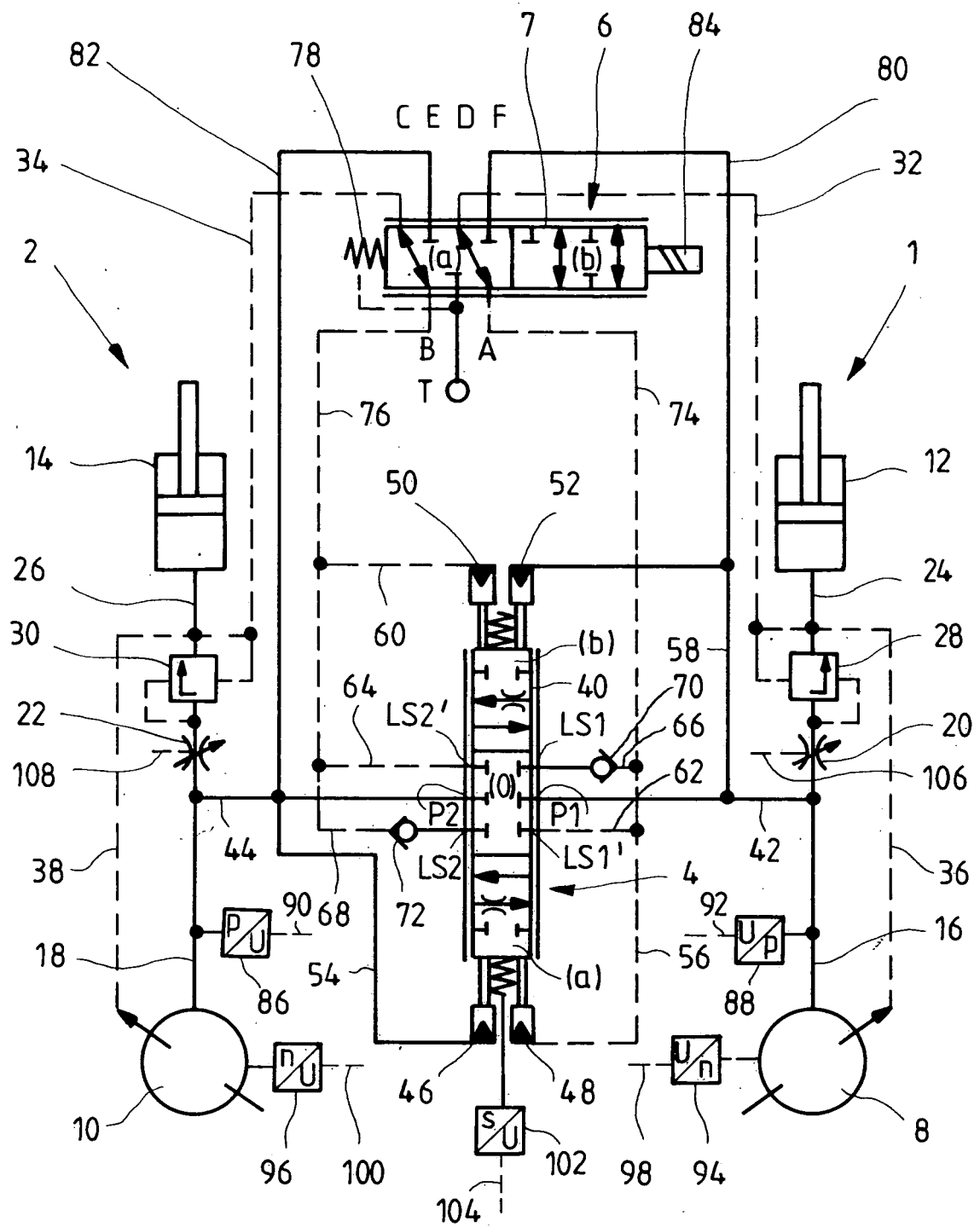


FIG.1

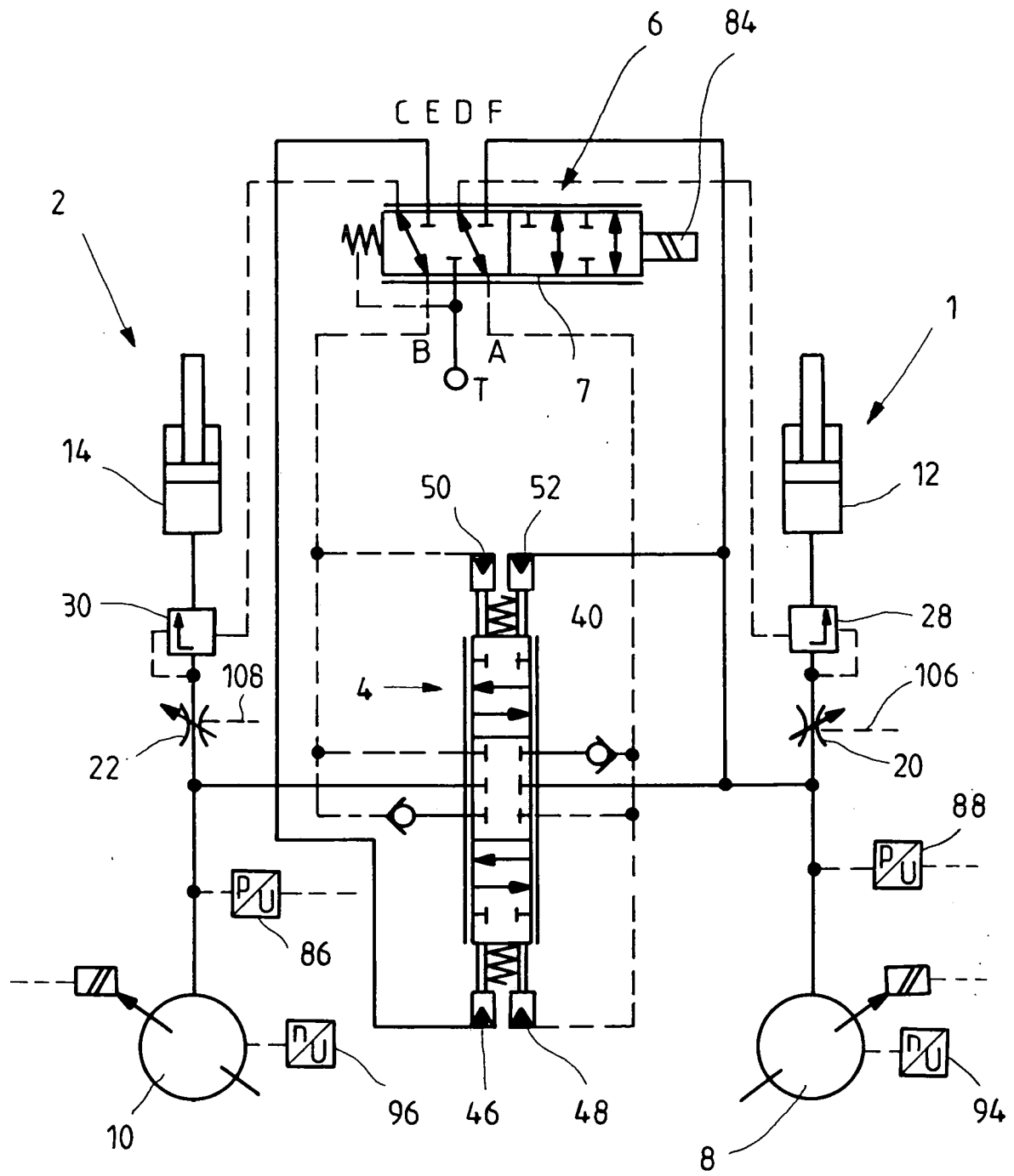


FIG.2

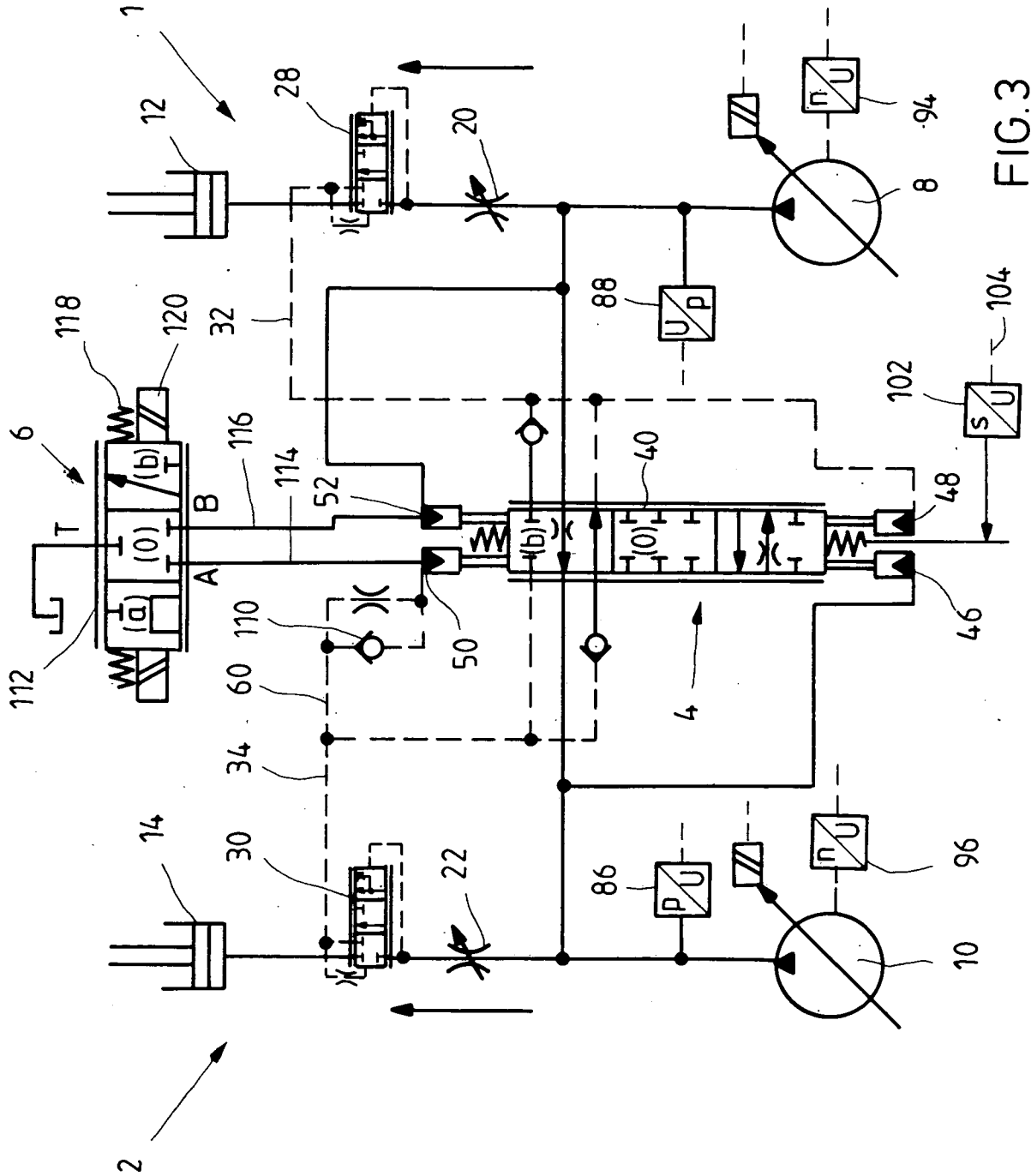
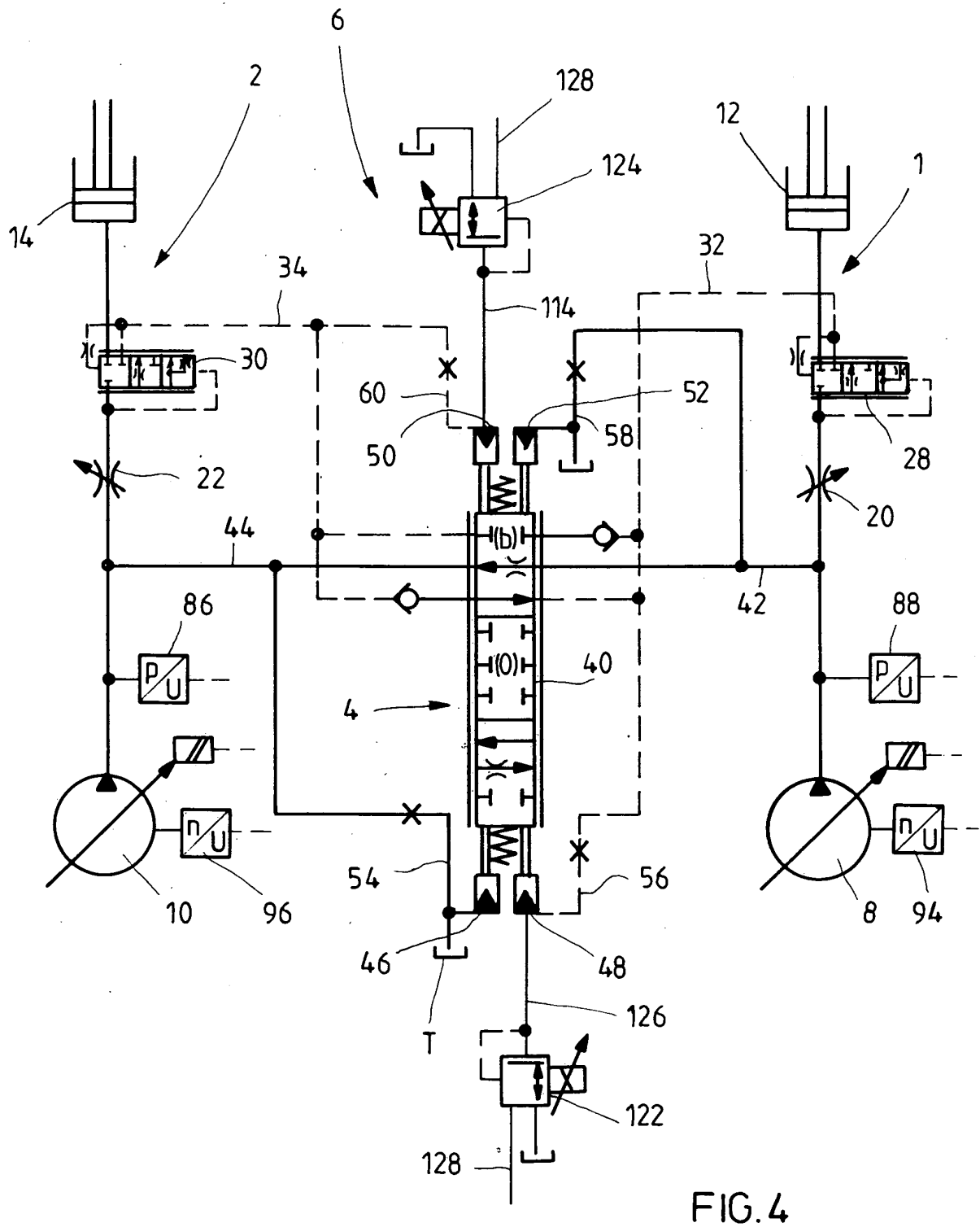


FIG. 3



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

- US 6170261 B1 [0002] [0004]
- DE 10255738 A1 [0005] [0076]
- DE 4100988 C2 [0005] [0012]
- US 20070044464 A1 [0005]
- DE 102006053897 [0009] [0013] [0030] [0037] [0039]
- DE 10354022 A1 [0013]