

(19)



(11)

EP 2 667 038 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2013 Patentblatt 2013/48

(51) Int Cl.:
F15B 11/044 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13002648.7**

(22) Anmeldetag: **21.05.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Wessel-Hydraulik GmbH**
26389 Wilhelmshaven (DE)

(72) Erfinder: **Jongebloed, Holger**
26419 Schortens (DE)

(74) Vertreter: **Hauck Patent- und Rechtsanwälte**
Neuer Wall 50
20354 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **25.05.2012 DE 102012010266**

(54) Hydraulische Schaltungsanordnung

(57) Hydraulische Schaltungsanordnung für eine hydraulisch betriebene Arbeitsmaschine, umfassend mindestens einen hydraulischen Verbraucher zum wahlweisen Heben oder Senken einer Last, sowie eine erste und eine zweite mit dem hydraulischen Verbraucher verbundene Hydraulikleitung, wobei zum Heben der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf für den hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung erfolgt und ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die zweite Hydraulikleitung erfolgt, und wobei zum Senken der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf für den hydraulischen Verbraucher über die zweite Hydraulikleitung erfolgt und ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung erfolgt, mindestens ein Senken-

steuerventil, das in geöffnetem Zustand einen Durchfluss von beim Senken der Last als Rücklauf vom hydraulischen Verbraucher kommender Hydraulikflüssigkeit zulässt und in einem geschlossenen Grundzustand für einen solchen Durchfluss von Hydraulikflüssigkeit sperrt, mindestens ein mit der zweiten Hydraulikleitung verbundenes Vorsteuerventil, wobei durch das Vorsteuerventil ein Vorsteuerdruck an einem ersten Steuereingang des Senkensteuerventils zum Öffnen des Vorsteuerventils steuerbar ist, eine Druckmesseinrichtung, die den Druck in der zweiten Hydraulikleitung zumindest beim Senken der Last misst, und eine Regeleinrichtung, die auf Grundlage des von der Druckmesseinrichtung gemessenen Drucks das Vorsteuerventil derart zum Öffnen des Senkensteuerventils ansteuert, dass in der zweiten Hydraulikleitung ein vorgegebener Druck herrscht.

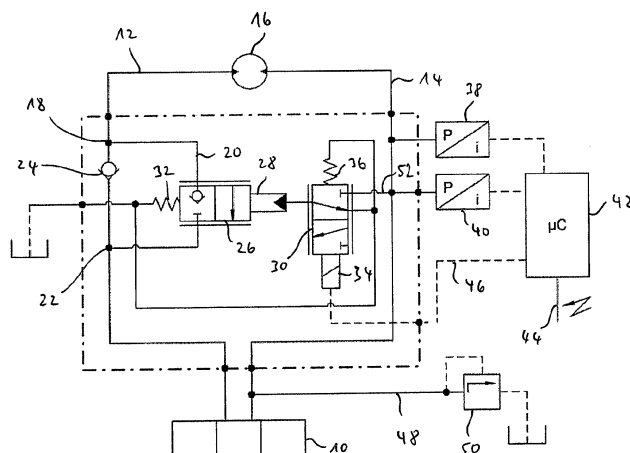


FIG. 1

EP 2 667 038 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Schaltungsanordnung für eine hydraulisch betriebene Arbeitsmaschine. An vielen Hebefahrzeugen werden Hubwinden hydraulisch betrieben, insbesondere durch Hydromotoren. Die Hubwinden dienen zum Anheben und Absenken von Lasten. Über Schlauchleitungen ist der Hydromotor mit einem Steuerventil verbunden, das einen von einer Pumpe kommenden Hydraulikflüssigkeitsvolumenstrom in der Menge dosiert und dessen Richtung bestimmt zum Senken oder Heben der Last.

[0002] Damit bei einem Leitungsbruch bzw. Schlauchriss der zu dem Hydromotor verlaufenden Hydraulikleitungen kein unkontrolliertes Herabfallen der Last möglich ist, werden üblicherweise Senkbremsventile vorgesehen, die in einer Grundstellung gesperrt sind und beispielsweise durch den Druck in einer Zulaufleitung zu dem Hydromotor geöffnet werden. Bei bekannten Senkbremsventilen wird zum Anheben der Last ein Volumenstrom über ein Rückschlagventil zu dem Hydromotor geleitet und von diesem zu einem Tank. Das Anheben geschieht somit nahezu verlustfrei, da lediglich die nicht zu vermeidenden Drosselverluste in dem Ventil anfallen. Zum Absenken der Last wird die Hydraulikflüssigkeit dann von dem Steuerventil zu dem Hydromotor geleitet. Von dieser Leitung wird außerdem ein Steuerdruck abgegriffen, der öffnend auf einen Ventilschieber wirkt. Erst anschließend kann die Hubwinde zum Senken der Last in Bewegung gesetzt werden. Der Lastdruck der Winde stützt sich somit auf dem Senkbremsventil ab.

[0003] Üblicherweise werden Hydromotoren hydraulisch eingespannt, damit der Absenkvorgang der Last schwingungsfrei erfolgen kann. Dies bedeutet, dass das Senkbremsventil z.B. erst bei einem Zulaufdruck von 15 bar öffnet und erst z.B. bei einem Druck von 50 oder 60 bar komplett geöffnet ist. Dies wiederum bedeutet, dass auch beim Absenken einer Last, die aufgrund ihres Eigengewichts ohne Zuführung einer externen Leistung absinken würde, ein großer Leistungsanteil, nämlich der gesamte zugeführte Volumenstrom mit dem für das Senken notwendigen Druck, zugeführt werden muss. Dabei werden erhebliche Leistungsmengen abgedrosselt, insbesondere in Wärme umgewandelt.

[0004] Ausgehend von dem erläuterten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Schaltungsanordnung für eine hydraulisch betriebene Arbeitsmaschine bereitzustellen, die bei hoher Sicherheit gegen ein unkontrolliertes Absenken einer Last die Leistungsverluste verringert.

[0005] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch den Gegenstand von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0006] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine hydraulische Schaltungsanordnung für eine hydraulisch betriebene Arbeitsmaschine, umfassend mindestens einen hydraulischen Verbraucher zum wahlweisen Heben

oder Senken einer Last, sowie eine erste und eine zweite mit dem hydraulischen Verbraucher verbundene Hydraulikleitung, wobei zum Heben der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf für den hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung erfolgt und ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die zweite Hydraulikleitung erfolgt, und wobei zum Senken der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf für den hydraulischen Verbraucher über die zweite Hydraulikleitung erfolgt und ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung erfolgt, mindestens ein Senkensteuerventil, das in geöffnetem Zustand einen Durchfluss von beim Senken der Last als Rücklauf vom hydraulischen Verbraucher kommender Hydraulikflüssigkeit zulässt und in einem geschlossenen Grundzustand für einen solchen Durchfluss von Hydraulikflüssigkeit sperrt, mindestens ein mit der zweiten Hydraulikleitung verbundenes Vorsteuerventil, wobei durch das Vorsteuerventil ein Vorsteuerdruck an einem ersten Steuereingang des Senkensteuerventils zum Öffnen des Senkensteuerventils steuerbar ist, eine Druckmesseinrichtung, die den Druck in der zweiten Hydraulikleitung zumindest beim Senken der Last misst, und eine Regeleinrichtung, die auf Grundlage des von der Druckmesseinrichtung gemessenen Drucks das Vorsteuerventil derart zum Öffnen des Senkensteuerventils ansteuert, dass in der zweiten Hydraulikleitung ein vorgegebener Druck herrscht.

[0007] Bei der Arbeitsmaschine kann es sich um ein Hebefahrzeug, z.B. einen Kran, handeln. Die Arbeitsmaschine kann z.B. eine Hubwinde umfassen, mit der eine Last angehoben oder abgesenkt wird, wobei die Hubwinde von dem hydraulischen Verbraucher, z.B. einem Hydromotor, angetrieben wird. Die Schaltungsanordnung umfasst ein Hauptsteuerventil, welches wahlweise zum Heben einer Last die erste Hydraulikleitung mit der Pumpe und die zweite Hydraulikleitung mit dem Tank verbindet oder zum Senken einer Last die zweite Hydraulikleitung mit der Pumpe und die erste Hydraulikleitung mit dem Tank verbindet. Bei der Hydraulikflüssigkeit kann es sich in an sich bekannter Weise um Hydrauliköl handeln. Beim Heben wird der Pumpenvolumenstrom über das Hauptsteuerventil und beispielsweise ein Zulauf-rückschlagventil durch die erste Hydraulikleitung zum hydraulischen Verbraucher geleitet und von dort in die zweite Hydraulikleitung und zurück zum Hauptsteuerventil in den Tank. Dies geschieht nahezu verlustfrei.

[0008] Beim Senken der Last wird dagegen der Pumpenvolumenstrom über das Hauptsteuerventil durch die zweite Hydraulikleitung zum hydraulischen Verbraucher geleitet und von diesem in die erste Hydraulikleitung, aus der es zu dem Senkensteuerventil gelangt. Dieses ist in einer Grundstellung zunächst geschlossen, so dass die Hydraulikflüssigkeit nicht durch das Senkensteuerventil abfließen kann. Dadurch steigt der Druck unter anderem in der als Zulauf dienenden zweiten Hydraulikleitung an. Dieser Druck wird durch die Druckmesseinrichtung beispielsweise in regelmäßigen Abständen oder kontinuier-

lich gemessen und die Messergebnisse werden an die Regeleinrichtung gegeben. Die Druckmesseinrichtung umfasst dazu mindestens einen Drucksensor, der den Druck in der zweiten Hydraulikleitung beim Absenken der Last und gegebenenfalls auch beim Heben der Last misst. Mittels der Regeleinrichtung wird der Druck in der zweiten Hydraulikleitung auf dieser Grundlage auf einen definierten vorgegebenen Druck, also einen Solldruck, geregelt. Dies geschieht erfindungsgemäß mittels eines Vorsteuerventils, welches von der Regeleinrichtung angesteuert wird. Durch das Vorsteuerventil wird der auf den ersten Steuereingang des Senkensteuerventils wirkende Vorsteuerdruck in geeigneter Weise zum Öffnen des Senkensteuerventils eingestellt. Auf den ersten Steuereingang des Senkensteuerventils wirkt also ein durch das Vorsteuerventil vermittelter Steuerdruck, der dann zum Öffnen des Senkensteuerventils führt. Im geöffneten Zustand kann Hydraulikflüssigkeit über das Senkensteuerventil zum Tank abfließen. Mittels der Regeleinrichtung erfolgt nun auf Grundlage der Messwerte der Druckmesseinrichtung fortlaufend eine Ansteuerung des Öffnungsquerschnitts des Vorsteuerventils derart, dass durch das Senkensteuerventil ein solcher Öffnungsquerschnitt bereitgestellt wird, dass in der zweiten Hydraulikleitung möglichst genau der Solldruck herrscht.

[0009] Das Vorsteuerventil wird dabei von der beim Senken der Last als Zulaufleitung zum hydraulischen Verbraucher dienenden zweiten Hydraulikleitung versorgt. Sollte der hydraulische Verbraucher, beispielsweise ein Hydromotor, durch eine sehr große abzusenkende Last, zu schnell werden und überdrehen, führt dies zu einem Absinken des Zulaufdrucks in der zweiten Hydraulikleitung. Dies wiederum führt automatisch dazu, dass der Druck in der Vorsteuerleitung zum Senkensteuerventil abnimmt und das Senkensteuerventil schließt. Durch diesen Aufbau wird die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung bei geringen Zulaufdrücken automatisch zu einem klassischen Senkbremsventil, das ein Überdrehen und Kavитieren des hydraulischen Verbrauchers, beispielsweise eines Windernnotors, verhindert. Darüber hinaus wird eine weitere wichtige Sicherheitsfunktion erfüllt. Zumindest das Senkensteuerventil befindet sich in seinem Grundzustand in einer geschlossenen Stellung. Kommt es beispielsweise beim Senken der Last zu einem Leitungsbruch und einem hiermit verbundenen plötzlichen Druckabfall im System, steht kein ausreichender Druck mehr zum Öffnen des Senkensteuerventils zur Verfügung. Dieses schließt daher und ein unkontrolliertes Herabfallen der Last wird sicher verhindert. Das Vorsteuerventil kann sich nach einer Ausgestaltung ebenfalls in seinem Grundzustand in einer geschlossenen Stellung befinden. Es ist aber grundsätzlich auch möglich, dass das Vorsteuerventil in seiner Grundstellung geöffnet ist und von der Regeleinrichtung im Zuge der Druckregelung der Öffnungsquerschnitt in geeigneter Weise beeinflusst wird.

[0010] Die Funktion des Absenkens der Last entspricht erfindungsgemäß einer Zulaufdruckregelung. Insbesondere

wird mit Hilfe des Senkensteuerventils der Zulaufdruck zum hydraulischen Verbraucher auf einen bestimmten Sollwert geregelt. Bei einem klassischen Senkbremsventil öffnet der Zulaufdruck direkt das Senkensteuerventil. Hierdurch entstehen oftmals Schwingungen im System, die nur durch hohe Dämpfungsmaßnahmen verhindert werden können. Oftmals führt nur eine hohe hydraulische Einspannung des Verbrauchers von 60 bar und mehr zum Erfolg. Die erfindungsgemäße hydraulische Schaltungsanordnung bewirkt dagegen eine Entkopplung der beim Absenken als Zulaufleitung dienenden zweiten Hydraulikleitung von dem Senkensteuerventil, da der Zulaufdruck das Senkensteuerventil nicht unmittelbar öffnet, sondern das Vorsteuerventil zwischengeschaltet ist. Der Druck, der zum schwingungsfreien Absenken einer Last benötigt wird, wird durch die erfindungsgemäße hydraulische Schaltungsanordnung daher erheblich reduziert. Hierdurch werden Leistungsverluste verringert. Darüber hinaus ist es möglich, durch die Regeleinrichtung gezielt weitere schwingungsreduzierende Maßnahmen vorzusehen.

[0011] Das Vorsteuerventil kann nach einer Ausgestaltung in geöffnetem Zustand eine Verbindung zwischen der zweiten Hydraulikleitung und dem ersten Steuereingang des Senkensteuerventils zum Öffnen des Senkensteuerventils öffnen und in einem geschlossenen Zustand diese Verbindung schließen. Das Vorsteuerventil kann sich insbesondere in einer Verbindungsleitung zwischen der zweiten Hydraulikleitung und dem ersten Steuereingang des Senkensteuerventils angeordnet sein. Das Vorsteuerventil stellt also in seinem geöffneten Zustand über seinen Arbeitskanal eine Verbindung zwischen der zweiten Hydraulikleitung und einem ersten Steuereingang des Senkensteuerventils her. Erreicht beispielsweise beim Anfahren des hydraulischen Verbrauchers der Druck in der zweiten Hydraulikleitung den Solldruck, steuert die Regeleinrichtung das Vorsteuerventil derart an, dass dieses aus einem geschlossenen Zustand in einen geöffneten Zustand gebracht wird und somit auch das Senkensteuerventil öffnet. Es ist aber auch möglich, dass das Vorsteuerventil in einer von der Verbindungsleitung zwischen der zweiten Hydraulikleitung und dem ersten Steuereingang des Senkensteuerventils abzweigenden Bypassleitung angeordnet ist. Die Bypassleitung bildet einen Bypass zu dem Senkensteuerventil. In diesem Fall wird der Vorsteuerdruck auf den ersten Steuereingang des Senkensteuerventils also beeinflusst, indem das in der Bypassleitung angeordnete Vorsteuerventil geöffnet oder geschlossen wird.

[0012] Das Senkensteuerventil kann beispielsweise ein 2/2-Wegeventil sein. Das Vorsteuerventil kann beispielsweise ein 3/2-Wegeventil sein. Das Senkensteuerventil kann in seiner Grundstellung leckölfrei geschlossen sein. Das Vorsteuerventil kann einen Anschluss für Lecköl besitzen. Nach einer besonders praxisgemäßen Ausgestaltung kann das Vorsteuerventil ein elektrisch ansteuerbares Vorsteuerventil sein, welches von der Regeleinrichtung elektrisch angesteuert wird. Die Regelein-

richtung kann einen Mikrocontroller umfassen. Durch den Mikrocontroller erfolgt dann die Auswertung der Messsignale der Druckmesseinrichtung und die Ansteuerung des Vorsteuerventils und damit die Regelung auf einen konstanten Zulaufdruck in der zweiten Hydraulikleitung beim Senken einer Last. Durch einen solchen zum Beispiel als "Onboard Elektronik" ausgestalteten Mikrocontroller sind in einfacher und kostengünstiger Weise umfangreiche Regelvorschriften umsetzbar.

[0013] Das Senkensteuerventil und/oder das Vorsteuerventil können ein Proportionalventil sein. Dadurch ist die Regelung auf einen konstanten Druck in der beim Senken als Zulaufleitung dienenden zweiten Hydraulikleitung besonders einfach und präzise möglich. Das Vorsteuerventil kann insbesondere ein elektrohydraulisches Ventil mit Proportionalmagneten sein.

[0014] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann auf den zweiten Steuereingang des Senkensteuerventils eine Federkraft wirken, die das Senkensteuerventil in eine geschlossene Stellung vorspannt, beispielsweise eine konstante Federkraft. Die Regeleinrichtung kann auf einen ersten Steuereingang des Vorsteuerventils wirken, wobei auf den zweiten Steuereingang des Vorsteuerventils eine Federkraft, beispielsweise eine konstante Federkraft wirkt. Diese kann das Vorsteuerventil in eine geschlossene Stellung vorspannen. Die zweiten Steuereingänge des Senkensteuerventils und/oder des Vorsteuerventils können jeweils mit dem Tank verbunden sein. Durch die auf die zweiten Steuereingänge wirkenden Federkräfte wird in besonders einfacher und zuverlässiger Weise sichergestellt, dass das Vorsteuerventil bzw. das Senkensteuerventil in die geschlossene Stellung vorgespannt sind.

[0015] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Regeleinrichtung das Vorsteuerventil erst dann zum Öffnen des Senkensteuerventils ansteuert, wenn durch die Druckmesseinrichtung ein vorgegebener Grenzdruck gemessen wird. Hierdurch wird die erforderliche hydraulische Einspannung und damit Vermeidung von Schwingungen des Systems beim Absenken der Last sichergestellt. Gleichzeitig ist, wie oben erläutert, bei der erfindungsgemäßen hydraulischen Schaltungsanordnung ein deutlich geringerer Druck für die Einspannung erforderlich als beim Stand der Technik. Rein beispielhaft genannt seien vorgegebene Grenzdrücke im Bereich von 20 bis 30 bar. Diese sind abhängig vom konkreten Anwendungsfall.

[0016] Wie bereits erwähnt, umfasst die Druckmesseinrichtung mindestens einen Drucksensor, der den Druck in der zweiten Hydraulikleitung zumindest beim Senken der Last misst. Die Druckmesseinrichtung kann nach einer weiteren Ausgestaltung mindestens zwei Drucksensoren umfassen, die jeweils den Druck in der zweiten Hydraulikleitung zumindest beim Senken der Last messen. Hierdurch wird ein höheres Sicherheitsniveau realisiert, beispielsweise für den Fall, dass einer der Drucksensoren ausfällt. Die Messwerte beider Drucksensoren liegen als Eingänge an der Regeleinrich-

tung an und können von der Regeleinrichtung beispielsweise miteinander verglichen werden. Zum Beispiel bei Überschreiten einer vorgegebenen Grenzdifferenz zwischen den miteinander verglichenen Druckmesswerten kann durch die Regeleinrichtung dann eine Fehlermeldung ausgegeben werden und/oder das Absenken der Last gestoppt werden. Wenn einer der Drucksensoren fehlerhafte Messwerte anzeigt, ist dies durch die Regeleinrichtung also erkennbar und es können geeignete Gegenmaßnahmen getroffen werden. Es ist nach einer weiteren Ausgestaltung auch möglich, dass die Drucksensoren unterschiedliche Drucksensoren sind. Beispielsweise können die Drucksensoren für unterschiedliche Druckbereiche ausgelegt sein. Hierdurch sind auch systematische Fehler auszuschließen, die bei bestimmten Konfigurationen von Last und Drucksensoren auftreten können.

[0017] Nach einer weiteren Ausgestaltung kann ein in Strömungsrichtung der beim Senken der Last als Rücklauf vom hydraulischen Verbraucher kommenden Hydraulikflüssigkeit sperrendes und in der entgegengesetzten Strömungsrichtung öffnendes Rückschlagventil vorgesehen sein. Dieses stellt sicher, dass beim Heben der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf jederzeit möglich ist, und dass beim Senken der Last ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf nur über das Senkensteuerventil möglich ist. Das Rückschlagventil kann dabei in das Senkensteuerventil integriert sein.

[0018] Nach einer besonders praxisgemäßen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass von der ersten Hydraulikleitung eine dritte Hydraulikleitung abzweigt, wobei beim Senken der Last ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung und die dritte Hydraulikleitung erfolgt, und wobei das Senkensteuerventil in der dritten Hydraulikleitung angeordnet ist. Beim Absenken der Last gelangt der Hydraulikflüssigkeitsstrom dabei über die Abzweigung in die dritte Hydraulikleitung zu dem darin angeordneten Senkensteuerventil. Ein Abfluss über die erste Hydraulikleitung stromab der Abzweigung in die dritte Hydraulikleitung ist nicht möglich. Dazu kann vorgesehen sein, dass das Rückschlagventil in der ersten Hydraulikleitung in Strömungsrichtung der Hydraulikflüssigkeit beim Senken der Last stromab der Abzweigung in die dritte Hydraulikleitung angeordnet ist. Die dritte Hydraulikleitung kann an einem Abzweigungsort von der ersten Hydraulikleitung abzweigen und an einem Mündungsort wieder in die erste Hydraulikleitung münden. Das Rückschlagventil kann dann zwischen dem Abzweigungsort und dem Mündungsort in der ersten Hydraulikleitung angeordnet sein. Die dritte Hydraulikleitung bildet bei dieser Ausgestaltung eine Bypassleitung zum Umgehen des in der ersten Hydraulikleitung angeordneten Rückschlagventils. Das Senkensteuerventil ist also parallel zu dem Rückschlagventil angeordnet. Durch das Rückschlagventil wird in besonders einfacher Weise sichergestellt, dass beim Senken einer Last der Hydraulikflüssigkeitsablauf über die dritte Hydraulikleitung erfol-

gen muss, während beim Heben der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf über die erste Hydraulikleitung möglich ist. Über das Hauptsteuerventil kann die Hydraulikflüssigkeit beim Senken der Last dann durch die dritte und gegebenenfalls erste Hydraulikleitung zum Tank abfließen.

[0019] Wie bereits eingangs erwähnt, kann der hydraulische Verbraucher ein Hydromotor sein. Es kann dann weiterhin eine Drehzahlmesseinrichtung vorgesehen sein, die die Drehzahl des Hydromotors misst und die Messwerte an die Regeleinrichtung gibt. Nach einer weiteren Ausgestaltung kann die Regeleinrichtung dazu ausgebildet sein, für den Regelvorgang individuelle Anwendungsparameter zu berücksichtigen, insbesondere das Gewicht der Last, eine Soll- und/oder Maximalgeschwindigkeit beim Absenken der Last und/oder eine Soll- und/oder Maximaldrehzahl des hydraulischen Verbrauchers beim Absenken der Last.

[0020] Der Regeleinrichtung, beispielsweise einem Mikrocontroller der Regeleinrichtung, können also neben den Druckmesswerten weitere Signale zur Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise anhand eines Drehzahlgebers eines Windenmotors kann der Mikrocontroller die Geschwindigkeit der Winde beim Absenken der Last erkennen und je nach Windengeschwindigkeit beispielsweise unterschiedliche Solldrücke für die Regelung verwenden. Auch könnten beispielsweise aus einer zentralen Kransteuerung Daten an die Regeleinrichtung, beispielsweise einen Mikrocontroller der Regeleinrichtung, weitergegeben werden. Ein Beispiel in dieser Hinsicht wäre ein Sollwert für die Absenkgeschwindigkeit einer Last. Diese weiteren Parameter können dann von der Regeleinrichtung berücksichtigt werden, indem ein jeweils geeigneter Solldruck als Zulaufdruck beim Absenken der Last gewählt wird, auf den die Regeleinrichtung dann regelt.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße hydraulische Schaltungsanordnung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße hydraulische Schaltungsanordnung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 3 eine erfindungsgemäße hydraulische Schaltungsanordnung nach einem dritten Ausführungsbeispiel.

[0022] Soweit nichts anderes angegeben ist, bezeichnen in den Figuren gleiche Bezugszeichen gleiche Gegenstände. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung nach dem in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel weist ein Hauptsteuerventil 10 und eine mit dem Hauptsteuerventil 10 verbundene erste Hydraulikleitung

12 und zweite Hydraulikleitung 14 auf. Zwischen der ersten und zweiten Hydraulikleitung 12, 14 befindet sich ein hydraulischer Verbraucher, vorliegend ein Hydromotor 16. Der Hydromotor 16 dient zum Anheben oder Senken einer Last durch eine hydraulische Arbeitsmaschine, beispielsweise ein Hebefahrzeug mit einer von dem Hydromotor 16 angetriebenen Hubwinde. An einem Abzweigungsort 18 zweigt von der ersten Hydraulikleitung 12 eine dritte Hydraulikleitung 20 ab. An einem Mündungsort 22 mündet die dritte Hydraulikleitung 20 wieder in die erste Hydraulikleitung 12. Zwischen dem Abzweigungsort 18 und dem Mündungsort 22 befindet sich ein Rückschlagventil 24 in der ersten Hydraulikleitung 12. Zum Heben der Last wird über das Hauptsteuerventil 10 Hydraulikflüssigkeit mittels einer Pumpe aus einem Tank in die erste Hydraulikleitung 12 gefördert, in der sie über das Rückschlagventil 24 zu dem Hydromotor 16 und von diesem über die zweite Hydraulikleitung 14 wieder zurück zum Hauptsteuerventil 10 gelangt, durch welches sie in den Tank abgeführt wird. In dieser Förderrichtung der Hydraulikflüssigkeit öffnet das Rückschlagventil 24. In der entgegengesetzten Richtung sperrt das Rückschlagventil 24.

[0023] In der dritten Hydraulikleitung 20 befindet sich darüber hinaus ein Senkensteuerventil 26, vorliegend ein 2/2-Wege-Proportionalventil. In der in der Figur gezeigten Grundstellung, die auch beim Heben einer Last eingenommen wird, sperrt das Senkensteuerventil 26 für einen Durchfluss von Hydraulikflüssigkeit durch die dritte Hydraulikleitung 20. Ein erster Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 ist mit dem Ausgang eines Vorsteuerventils 30 verbunden, vorliegend einem 3/2-Wege-Proportionalventil, insbesondere einem elektrisch ansteuerbaren Vorsteuerventil 30. Ein zweiter Steuereingang 32 des Senkensteuerventils 26 liegt auf Tankdruckniveau, wobei auf den zweiten Steuereingang 32 eine Federkraft wirkt. Hierdurch wird die oben erläuterte geschlossene Grundstellung gewährleistet. Bei dem Vorsteuerventil 30 ist der erste Steuereingang 34, wie erwähnt, elektrisch ansteuerbar. Der zweite Steuereingang 36 liegt wiederum auf Tankdruckniveau, wobei auch auf den zweiten Steuereingang 36 des Vorsteuerventils 30 eine Federkraft wirkt. Dadurch wird auch das Vorsteuerventil 30 in die in der Figur gezeigte geschlossene Grundstellung vorgespannt. In dieser Grundstellung verbindet das Vorsteuerventil 30 den ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 mit Tankdruckniveau.

[0024] Die hydraulische Schaltungsanordnung nach dem ersten Ausführungsbeispiel umfasst darüber hinaus eine Druckmesseinrichtung mit vorliegend zwei Drucksensoren 38, 40, die jeweils den Druck in der zweiten Hydraulikleitung 14 messen, beispielsweise in regelmäßigen Abständen oder kontinuierlich. Die Messergebnisse werden von den Drucksensoren 38, 40 an eine Regeleinrichtung 42 der erfindungsgemäßen hydraulischen Schaltungsanordnung gegeben. Die Regeleinrichtung 42 umfasst einen Mikrocontroller, der über eine Leitung 44 elektrisch versorgt wird. Über eine elektrische Leitung

46 kann die Regeleinrichtung 42 den ersten Steuereingang 34 des Vorsteuerventils 30 zum Öffnen des Vorsteuerventils 30 ansteuern. Es sei noch erwähnt, dass nahe dem Hauptsteuerventil 10 von der zweiten Hydraulikleitung 14 eine Ausgleichsleitung 48 abzweigt, die über ein Druckbegrenzungsventil 50 mit dem Tank verbindbar ist. Durch das Druckbegrenzungsventil 50 wird der maximale Zulaufdruck in der zweiten Hydraulikleitung begrenzt. Durch das Druckbegrenzungsventil 50 können auch sprunghafte Zulaufdruckänderungen begrenzt werden, wodurch der zunächst vorhandene Regelfehler (Soll-Ist-Fehler) auch bei hoher Dämpfung eingeschränkt werden kann.

[0025] Die hydraulische Schaltungsanordnung nach dem ersten Ausführungsbeispiel arbeitet wie folgt: Das Heben einer Last mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wurde oben erläutert. Zum Senken einer Last wird über das Hauptsteuerventil 10 Hydraulikflüssigkeit mittels einer Pumpe aus dem Tank in die zweite Hydraulikleitung 14 gefördert. Aufgrund des Rückschlagventils 24 ist ein Abfließen der Hydraulikflüssigkeit über die erste Hydraulikleitung 12 zum Hauptsteuerventil 10 und damit zum Tank nicht möglich. Vielmehr gelangt die Hydraulikflüssigkeit am Abzweigungsort 18 in die dritte Hydraulikleitung 20. Solange sich das Senkensteuerventil 26 und das Vorsteuerventil 30 in ihrer geschlossenen Grundstellung befinden, sperrt das Senkensteuerventil 26 auch ein Abfließen der Hydraulikflüssigkeit durch die dritte Hydraulikleitung 20. Auf der Zulaufseite des Hydromotors 16 steigt also der Druck an. Die Drucksensoren 38, 40 messen beispielsweise in regelmäßigen Abständen oder kontinuierlich den Druck in der zweiten Hydraulikleitung 14 und geben ihre Messwerte an die Regeleinrichtung 42. Die Regeleinrichtung 42 soll nun den Druck in der zweiten Hydraulikleitung 14 auf einen Soll-Druck regeln. Rein beispielhaft sei angenommen, dass dieser Soll-Druck 30 bar beträgt. Sobald der von den Drucksensoren 38, 40 gemessene Druck diesen Wert erreicht, wird durch die Regeleinrichtung 42 über die Leitung 46 das Vorsteuerventil 30 angesteuert, so dass es einen geöffneten Zustand einnimmt. In diesem geöffneten Zustand stellt das Vorsteuerventil 30 über die Leitung 52 eine Verbindung zwischen der zweiten Hydraulikleitung 14 und dem ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 her. Der damit auf das Senkensteuerventil 26 wirkende Vorsteuerdruck führt zum Öffnen des Senkensteuerventils 26. In diesem geöffneten Zustand des Senkensteuerventils 26 kann Hydraulikflüssigkeit über die dritte Hydraulikleitung 20 und den Mündungsort 22 durch die erste Hydraulikleitung 12 zum Hauptsteuerventil 10 und damit zum Tank abfließen. Die Regeleinrichtung 42 steuert dabei den Öffnungsquerschnitt des Vorsteuerventils 30 und darüber auch den Öffnungsquerschnitt des Senkensteuerventils 26 so an, dass bei dem nun erfolgenden Absenken der Last in der zweiten Hydraulikleitung 14 möglichst genau der Soll-Druck von beispielsweise 30 bar herrscht. Es stellt sich also unabhängig von der Last und der Absenkgeschwindigkeit ein

konstanter Zulaufdruck auf der Zulaufseite des Hydromotors 16 ein.

[0026] Dabei kann in der Regeleinrichtung 42 ein Vergleich der Messwerte der beiden Drucksensoren 38, 40 erfolgen. Werden hierbei kritische Abweichungen festgestellt, deutet dies auf einen Fehler zumindest eines der Drucksensoren 38, 40 hin. Es können dann von der Regeleinrichtung 42 geeignete Gegenmaßnahmen getroffen werden, beispielsweise ein Stopp des Absenkvorgangs und/oder eine Fehleranzeige. Es ist auch möglich, dass die beiden Drucksensoren unterschiedlich ausgestaltet sind, um systematische Fehler auszuschließen.

[0027] Das in Fig. 2 gezeigte zweite Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen hydraulischen Schaltungsanordnung entspricht in Aufbau und Funktion weitestgehend dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist das Vorsteuerventil 30' bei dem in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel allerdings in dem in Fig. 2 gezeigten Grundzustand geöffnet, stellt also eine Verbindung zwischen der zweiten Hydraulikleitung 14 und dem ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 her. Zur Druckregelung wird das Vorsteuerventil 30' von der Regeleinrichtung 42 über die Leitung 46 angesteuert, so dass wiederum der dem ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 zugeführte Vorsteuerdruck in für die Druckregelung geeigneter Weise gesteuert wird, wie dies im Grundsatz oben zu Fig. 1 erläutert wurde.

[0028] Auch das in Fig. 3 gezeigte dritte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung entspricht in Aufbau und Funktion weitestgehend dem in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zu den in den Figuren 1 und 2 gezeigten ersten und zweiten Ausführungsbeispielen der Erfindung befindet sich bei dem dritten Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 das Vorsteuerventil 30" allerdings nicht in einer Verbindungsleitung zwischen der zweiten Hydraulikleitung 14 und dem ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26, sondern in einer von dieser Verbindungsleitung abzweigenden Bypassleitung 52, über die das Senkensteuerventil 26 umgangen werden kann. Die Bypassleitung 52 ist mit Tankdruckniveau verbunden. In der in Fig. 3 gezeigten Grundstellung befindet sich das Vorsteuerventil 30" in einem geschlossenen Zustand. In diesem Zustand wirkt auf den ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 über eine Drosselstelle 54 der in der zweiten Hydraulikleitung 14 wirkende Druck. Zur Druckregelung kann das Vorsteuerventil 30" von der Druckregeleinrichtung 42 über die Leitung 46 in einen geöffneten Zustand gebracht werden, so dass hierdurch wiederum der auf den ersten Steuereingang 28 des Senkensteuerventils 26 wirkende Vorsteuerdruck beeinflusst werden kann. Wie die Vorsteuerventile 30 und 30' aus den Figuren 1 und 2 handelt es sich auch bei dem Vorsteuerventil 30" aus Fig. 3 um ein Proportionalventil, vorliegend ein 2/2-Wegeproportionalventil.

[0029] Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanord-

nung nach allen Ausführungsbeispielen kann der Druck, der zum Absenken einer Last benötigt wird, erheblich reduziert werden. Es ergibt sich hieraus ein erhebliches Energieeinsparpotential. Der hydraulische Schwingkreis kann entkoppelt werden und über den Mikrocontroller der Regeleinrichtung 52 können gegebenenfalls schwingungsreduzierende Maßnahmen ergriffen werden. Indem das Vorsteuerventil 30, 30', 30" durch die beim Senken der Last als Zulaufleitung fungierende zweite Hydraulikleitung 14 versorgt wird, kommt es beispielsweise bei einem Überdrehen des Hydromotors 16 bei einer sehr großen antreibenden Last zu einem Absinken des Zulaufdrucks. Dies wiederum führt automatisch dazu, dass der Druck in der Vorsteuerleitung zum Senkensteuerventil 26 abnimmt und das Senkensteuerventil 26 entsprechend schließt. Gleichzeitig ist beispielsweise bei einem Leitungsbruch und einem damit verbundenen plötzlichen Druckverlust in dem System sichergestellt, dass sich das Vorsteuerventil 30, 30', 30" und das Senkensteuerventil 26 in ihre geschlossene Grundstellung bewegen, so dass ein unkontrolliertes Herabfallen der Last ausgeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Hydraulische Schaltungsanordnung für eine hydraulisch betriebene Arbeitsmaschine, umfassend

- mindestens einen hydraulischen Verbraucher zum wahlweisen Heben oder Senken einer Last, sowie eine erste und eine zweite mit dem hydraulischen Verbraucher verbundene Hydraulikleitung (12, 14), wobei zum Heben der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf für den hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung (12) erfolgt und ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die zweite Hydraulikleitung (14) erfolgt, und wobei zum Senken der Last ein Hydraulikflüssigkeitszulauf für den hydraulischen Verbraucher über die zweite Hydraulikleitung (14) erfolgt und ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung (12) erfolgt,
- mindestens ein Senkensteuerventil (26), das in geöffnetem Zustand einen Durchfluss von beim Senken der Last als Rücklauf vom hydraulischen Verbraucher kommender Hydraulikflüssigkeit zulässt und in einem geschlossenen Grundzustand für einen solchen Durchfluss von Hydraulikflüssigkeit sperrt,
- mindestens ein mit der zweiten Hydraulikleitung (14) verbundenes Vorsteuerventil (30, 30', 30"), wobei durch das Vorsteuerventil (30, 30', 30") ein Vorsteuerdruck an einem ersten Steuereingang (28) des Senkensteuerventils (26) zum Öffnen des Senkensteuerventils (30, 30',

30") steuerbar ist,

- eine Druckmesseinrichtung, die den Druck in der zweiten Hydraulikleitung (14) zumindest beim Senken der Last misst, und eine Regeleinrichtung (42), die auf Grundlage des von der Druckmesseinrichtung gemessenen Drucks das Vorsteuerventil (30, 30', 30") derart zum Öffnen des Senkensteuerventils (26) ansteuert, dass in der zweiten Hydraulikleitung (14) ein vorgegebener Druck herrscht.

2. Hydraulische Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorsteuerventil (30, 30', 30") in geöffnetem Zustand eine Verbindung zwischen der zweiten Hydraulikleitung (14) und dem ersten Steuereingang (28) des Senkensteuerventils (26) zum Öffnen des Senkensteuerventils (26) öffnet und in einem geschlossenen Zustand diese Verbindung schließt.
3. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorsteuerventil (30, 30', 30") in einer Verbindungsleitung zwischen der zweiten Hydraulikleitung (14) und dem ersten Steuereingang (28) des Senkensteuerventils (26) angeordnet ist.
4. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorsteuerventil (30, 30', 30") in einer von der Verbindungsleitung zwischen der zweiten Hydraulikleitung (14) und dem ersten Steuereingang (28) des Senkensteuerventils (26) abzweigenden Bypassleitung (52) angeordnet ist.
5. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorsteuerventil (30, 30', 30") ein elektrisch ansteuerbares Vorsteuerventil (30, 30', 30") ist, welches von der Regeleinrichtung (42) elektrisch angesteuert wird.
6. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (42) einen Mikrocontroller umfasst.
7. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Senkensteuerventil (26) und/oder das Vorsteuerventil (30, 30', 30") ein Proportionalventil ist.
8. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den zweiten Steuereingang (32) des Senkensteuerventils (26) eine Federkraft wirkt, die das Senkensteuerventil (26) in eine geschlossene

ne Stellung vorspannt.

9. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (42) auf einen ersten Steuereingang (34) des Vorsteuerventils (30, 30', 30'') wirkt und, dass auf den zweiten Steuereingang (36) des Vorsteuerventils (30, 30', 30'') eine Federkraft wirkt.

10. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (42) das Vorsteuerventil (30, 30', 30'') erst zum Öffnen des Senkensteuerventils (26) ansteuert, wenn durch die Druckmessenrichtung ein vorgegebener Grenzdruck gemessen wird.

11. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckmessenrichtung mindestens zwei Drucksensoren (38, 40) umfasst, die jeweils den Druck in der zweiten Hydraulikleitung (14) zumindest beim Senken der Last messen.

12. Hydraulische Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drucksensoren (38, 40) unterschiedliche Drucksensoren (38, 40) sind.

13. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein in Strömungsrichtung der beim Senken der Last als Rücklauf vom hydraulischen Verbraucher kommenden Hydraulikflüssigkeit sperrendes und in der entgegengesetzten Strömungsrichtung öffnendes Rückschlagventil (24) vorgesehen ist.

14. Hydraulische Schaltungsanordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil in das Senkensteuerventil (26) integriert ist.

15. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der ersten Hydraulikleitung (12) eine dritte Hydraulikleitung (20) abzweigt, wobei beim Senken der Last ein Hydraulikflüssigkeitsrücklauf von dem hydraulischen Verbraucher über die erste Hydraulikleitung (12) und die dritte Hydraulikleitung (20) erfolgt, und wobei das Senkensteuerventil (26) in der dritten Hydraulikleitung (20) angeordnet ist.

16. Hydraulische Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 13 und 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (24) in der ersten Hy-

draulikleitung (12) in Strömungsrichtung der Hydraulikflüssigkeit beim Senken der Last stromab der Abzweigung in die dritte Hydraulikleitung (20) angeordnet ist.

17. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Hydraulikleitung (20) an einem Abzweigungsort (18) von der ersten Hydraulikleitung (12) abzweigt und an einem Mündungsort (22) wieder in die erste Hydraulikleitung (12) mündet.

18. Hydraulische Schaltungsanordnung nach den Ansprüchen 16 und 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (24) zwischen dem Abzweigungsort (18) und dem Mündungsort (22) in der ersten Hydraulikleitung (12) angeordnet ist.

19. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Verbraucher ein Hydromotor (16) ist.

20. Hydraulische Schaltungsanordnung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehzahlmessenrichtung vorgesehen ist, die die Drehzahl des Hydromotors (16) misst und die Messwerte an die Regeleinrichtung (42) gibt.

21. Hydraulische Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, für den Regelvorgang individuelle Anwendungsparameter zu berücksichtigen, insbesondere das Gewicht der Last, eine Soll- und/oder Maximalgeschwindigkeit beim Absenken der Last und/oder eine Soll- und/oder Maximaldrehzahl des hydraulischen Verbrauchers beim Absenken der Last.

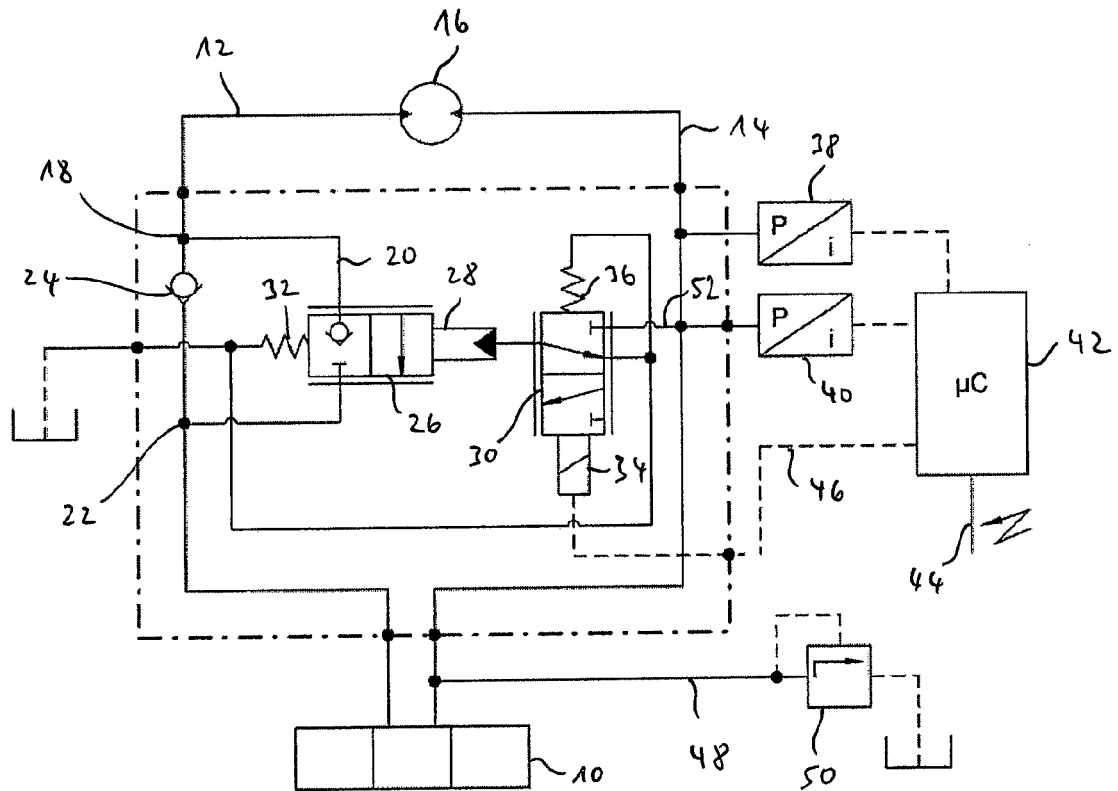


FIG. 1

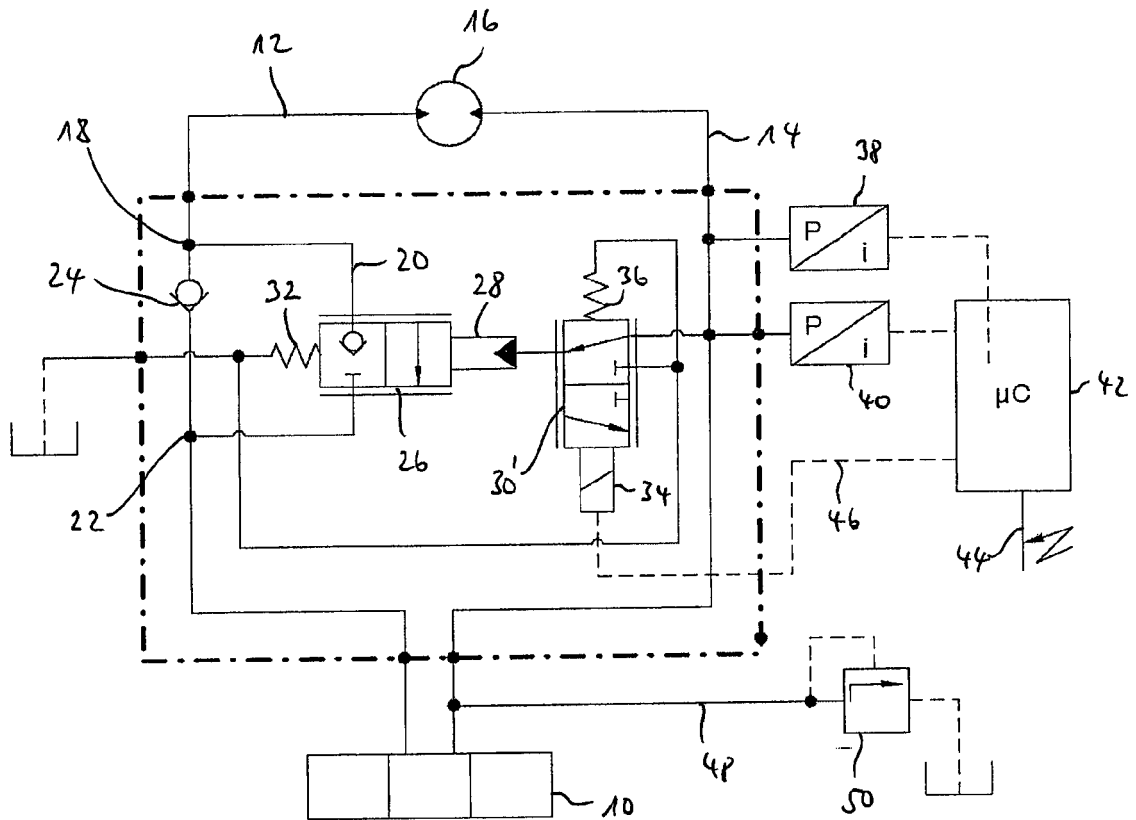


FIG. 2

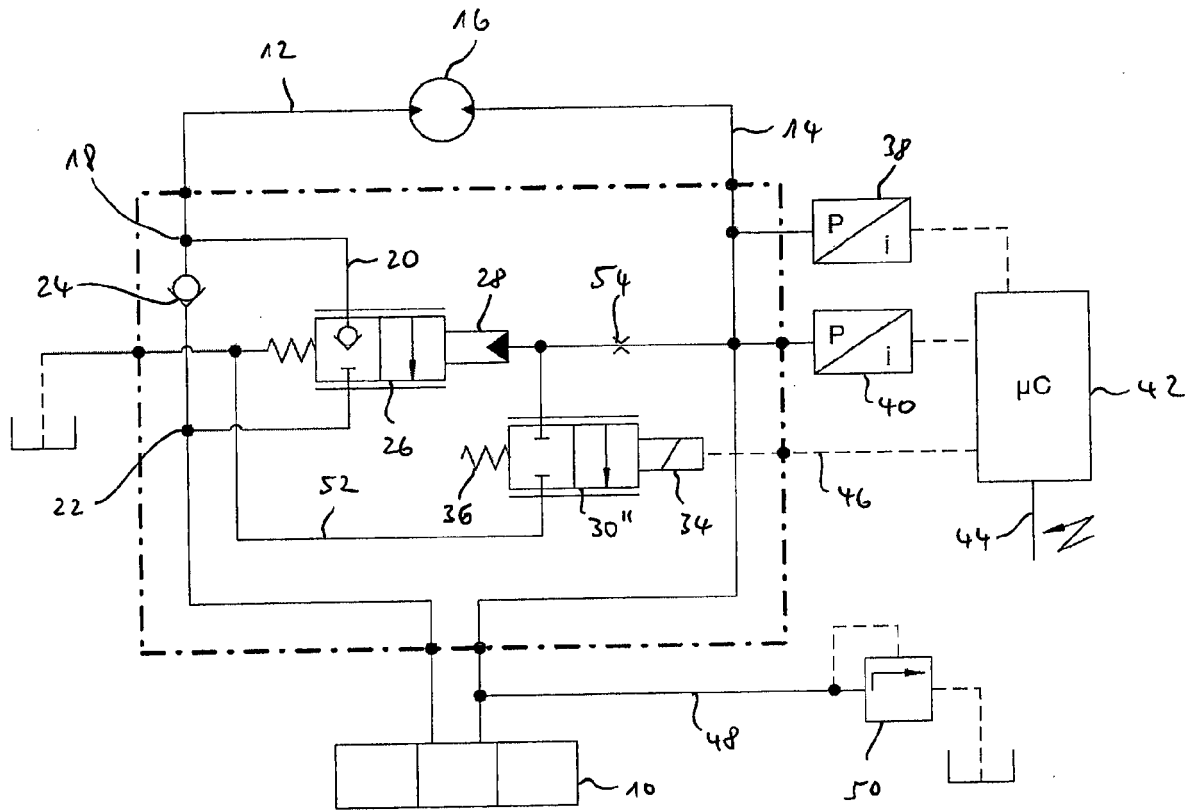


FIG. 3