

(19)



(11)

EP 2 553 231 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.01.2014 Patentblatt 2014/01

(51) Int Cl.:
F01P 7/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11718903.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2011/000217

(22) Anmeldetag: **03.03.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/120486 (06.10.2011 Gazette 2011/40)

(54) **HYDRAULISCHER LÜFTERANTRIEB**

HYDRAULIC FAN DRIVE

ENTRAÎNEMENT HYDRAULIQUE DE VENTILATEUR

(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**

(30) Priorität: **30.03.2010 DE 102010013453**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.02.2013 Patentblatt 2013/06

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **SCHUETTE, Michael
89129 Langenau (DE)**

- **PFRUENDER, Tobias
89278 Nersingen (DE)**
- **FASSBENDER, Martin
53579 Erpel (DE)**
- **RILL, Egon
72160 Horb (DE)**

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas et al
Bosch Rexroth AG
DC/IPR
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 4 001 306 DE-A1- 10 019 606
DE-B- 1 262 678**

EP 2 553 231 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 geht aus von einem hydraulischen Lüfterantrieb, der eine in ihrem Hubvolumen verstellbaren Hydropumpe, der eine Druckregelventilanordnung zur Einregelung eines Pumpendrucks durch Verstellen des Hubvolumens zugeordnet ist, einen Hydromotor zum Antreiben eines Lüfterrads und eine Druckleitung aufweist, die an einen Druckeingang des Hydromotors angeschlossen ist und in die von der Hydropumpe Druckmittel förderbar ist. Solche Lüfterantriebe sind vor allem einsetzbar in Baumaschinen, Land- und Forstmaschinen, in der Fördertechnik, in Lastkraftwagen und Omnibussen und in Schienenfahrzeugen.

[0002] Ein derartiger Lüfterantrieb ist zum Beispiel aus der DE 43 21 637 A1 bekannt. Dort wird die druckregelte Hydropumpe mit einem Hydromotor von konstantem Schluckvolumen in einem offenen hydraulischen Kreislauf betrieben. Die Druckregelventilanordnung besteht im wesentlichen aus einem Regelventil mit einem mit dem Druckausgang der Hydropumpe verbundenen Druckanschluss, an dem somit der Pumpendruck ansteht, einem mit einem Tank verbundenen Tankanschluss und einem mit der Stellkammer an einem Stellkolben verbundenen Regelanschluss, aus einem elektropropotional verstellbaren, direktgesteuerten Druckbegrenzungsventil und einer Düse, die zwischen dem Druckausgang der Hydropumpe und dem Eingang des Druckbegrenzungsventils angeordnet ist. Der Regelkolben des Regelventils wird im Sinne einer fluidischen Verbindung des Druckausgangs der Hydropumpe und im Sinne einer Verringerung des Hubvolumens (Fördermenge pro Umdrehung) der Hydropumpe mit dem Regelanschluss vom Pumpendruck und im Sinne einer fluidischen Verbindung des Regelanschlusses mit dem Tankanschluss und im Sinne einer Vergrößerung des Hubvolumens von einer Feder und dem am Eingang des Druckbegrenzungsventils anstehenden Druck beaufschlagt. Durch eine bestimmte Einstellung des Druckbegrenzungsventils ergeben sich somit ein bestimmter Pumpendruck, damit ein bestimmtes Moment am Hydromotor und damit eine bestimmte Drehzahl des Lüfterrads.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen hydraulischen Lüfterantrieb mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 so weiterzuentwickeln, dass er für die Rekuperation von Energie benutzt werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei dem hydraulischen Lüfterantrieb mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 an die Druckleitung ein Hydrospeicher angeschlossen ist und der Hydromotor in seinem Schluckvolumen verstellbar ist. Bei einem erfindungsgemäßen hydraulischen Lüfterantrieb kann aufgrund des an die Druckleitung angeschlossenen Hydrospeichers durch Einspeisung von Druckmittel über die Menge hinaus, die vom Hydromotor geschluckt wird, Energie zwischengespeichert werden,

die bei anderen Vorgängen an der Maschine, zum Beispiel bei einem Bremsvorgang oder bei der Absenkung einer Last, frei wird. Die mit der Zwischenspeicherung und der Abgabe von Energie verbundenen Druckänderungen in der Druckleitung können durch eine Änderung des Schluckvolumens des Hydromotors so ausgeglichen werden, dass das von dem Hydromotor abgegebene Drehmoment der gewünschten Lüfterdrehzahl entspricht. Der Hydrospeicher ist bevorzugt direkt ohne zu betätigende Ventile an die Druckleitung angeschlossen.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen hydraulischen Lüfterantriebs kann man den Unteransprüchen entnehmen.

[0006] Zusätzliche Energie kann zum Beispiel direkt durch die Hydropumpe eingespeist werden, wenn gemäß Patentanspruch 2 die Einstellung der Druckregelventilanordnung ferngesteuert veränderbar ist. Im normalen Betrieb ist die Druckregelventilanordnung vorteilhafterweise auf einen Druck eingestellt, der in der Mitte zwischen dem maximalen und dem minimalen Speicherbetriebsdruck liegt. Wird nun die Druckregelventilanordnung auf einen höheren Druck eingestellt, so kann zum Beispiel bei einem Bremsvorgang oder einer plötzlichen Entlastung eines die Hydropumpe antreibenden Dieselmotors zu dessen Drehzahlschutz zusätzliches Druckmittel in den Hydrospeicher eingespeist werden. Das erhöhte Druckniveau wird durch eine Reduzierung des Schluckvolumens des Hydromotors kompensiert, so dass die Lüfterdrehzahl sich nicht ändert.

[0007] Ist, wie in Patentanspruch 3 angegeben, zwischen der Hydropumpe und einem Abschnitt der Druckleitung, an den der Hydrospeicher angeschlossen ist, ein Rückschlagventil angeordnet ist, das zur Hydropumpe hin schließt, so kann unabhängig von der Hydropumpe und unabhängig von deren Druckeinstellung auf einem höheren Druckniveau Druckmittel in die Druckleitung eingespeist werden.

[0008] Eingespeist werden kann dann gemäß Patentanspruch 4 auch von einer fremden Druckmittelquelle her über eine Zweigleitung, die in die Druckleitung mündet. In der Zweigleitung befindet sich gemäß Patentanspruch 5 vorteilhafterweise ein Rückschlagventil, das zu dem Abschnitt der Druckleitung hin öffnet. So kann der Druck in der Zweigleitung stromauf des Rückschlagventils auch kleiner werden als der Druck in der Druckleitung oder sogar Tankdruck sein.

[0009] Die zwischengespeicherte Energie kann zum Antrieb des Hydromotors verwendet werden, wobei bei Vorhandensein eines Rückschlagventils am Pumpenausgang eine verstellbare Druckregelventilanordnung nach der Einspeisung von zusätzlicher Druckmittelmenge gleich wieder auf den ursprünglichen Wert eingestellt werden kann. Ohne Rückschlagventil kann es vorteilhaft sein, wenn die Druckregelventilanordnung jeweils etwas höher als der momentane Speicherdruck eingestellt ist. Dies kann man auch durch eine langsame zeitabhängige Rücknahme des Steuersignals für die Druckregelventilanordnung erreichen.

[0010] Besonders zweckmäßig ist dies, wenn die Hydropumpe gemäß Patentanspruch 6 unter Beibehaltung der Drehrichtung auch als Hydromotor betreibbar ist. Grundsätzlich ist dies schon mit Hilfe eines Wegeventils möglich, mit dem Hochdruckanschluss und Niederdruckanschluss der Hydropumpe miteinander vertauscht werden.

[0011] Günstiger erscheint es jedoch, wenn gemäß Patentanspruch 7 die Hydropumpe eine über null verstellbare Hydropumpe ist, so dass sie bei gleichem Druckanschluss und gleicher Drehrichtung auch als Hydromotor betreibbar ist. In diesem Fall ist vorteilhafterweise kein Rückschlagventil zwischen dem Druckanschluss der Hydropumpe und dem Hydrospeicher angeordnet. Durch Einstellung der Druckregelventilanordnung auf einen niedrigeren Druck als er im Hydrospeicher herrscht, schwenkt die Hydropumpe über null und arbeitet als Hydromotor. Das dadurch fallende Druckniveau im Hydrospeicher wird hinsichtlich der Lüfterdrehzahl dadurch kompensiert, dass das Schluckvolumen des Hydromotors vergrößert wird. Das Lüfterrad dreht weiterhin mit der gewünschten Drehzahl. In diesem Motorbetrieb unterstützt die als Motor arbeitende Hydropumpe den Dieselmotor.

[0012] Durch Laden des Hydrospeichers bei weniger vom Dieselmotor geforderter Antriebsleistung und Entladen des Hydrospeichers über die dann als Hydromotor arbeitende Hydropumpe bei hoher Anforderung von Antriebsleistung kann die Leistungsabgabe durch den Dieselmotor geglättet oder konstant gehalten werden. Die Druckregelventilanordnung kann auch auf Werte unterhalb des normalen Druckniveaus eingestellt werden, so dass zur Unterstützung des Dieselmotors oder allgemein einer Brennkraftmaschine oder auch eines Elektromotors (Primäraggregat) besonders viel Energie zur Verfügung steht. Optional kann der Hydromotor sogar auf null Schluckvolumen gestellt werden, so dass zwar das Lüfterrad kurzzeitig nicht angetrieben wird, jedoch die gesamte gespeicherte Energie für die Unterstützung des Primäraggregats zur Verfügung steht.

[0013] Auch wenn Druckmittel in die Druckleitung und damit in den Hydrospeicher von einer anderen Druckmittelquelle als der Hydropumpe eingespeist wird, wird das Primäraggregat aufgrund einer gleichmäßigeren Belastung geschont und hat dadurch einen günstigeren Verbrauch an Primärenergie.

[0014] Gemäß der besonders bevorzugten Ausführung nach Patentanspruch 8 ist dem Hydromotor eine Momentenregelventilanordnung zur Einregelung eines Motormoments durch Verstellen des Schluckvolumens zugeordnet. Der Hydromotor stellt sich dann bei einem bestimmten Steuersignal jeweils auf das Schluckvolumen ein, das bei dem gerade in der Druckleitung und im Hydrospeicher herrschenden Druck das der gewünschten Drehzahl des Lüfterrads entsprechende Drehmoment ergibt. Dieses wird bei Druckschwankungen automatisch ausgeglichen. Durch Änderung eines hydraulischen Steuerdrucks oder eines elektrischen Ansteuerungs-

gnals kann die Momentenkennlinie parallel verschoben werden. Es ist auch eine besonders einfache parallele Anordnung von mehreren momentengeregelten Lüftermotoren zum Antrieb mehrerer Lüfterräder möglich.

[0015] Die Momentenregelventilanordnung ist vorzugsweise gemäß Patentanspruch 9 ausgebildet.

[0016] Gemäß Patentanspruch 10 kann dem Hydromotor auch eine Regelventilanordnung zugeordnet sein, mit der proportional zu einem Steuersignal das Schluckvolumen des Hydromotors veränderbar ist, wobei das Steuersignal zum einen von einem Drehzahlsollwert des Hydromotors und zum anderen von einer erfassten Drehzahl des Hydromotors oder dem erfassten Druck in der Druckleitung abhängig ist. Aus der erfassten Drehzahl kann durch Vergleich mit der Sollzahl unmittelbar gesehen werden, ob das Schluckvolumen vergrößert oder verkleinert werden muss. Aus dem erfassten Druck und der Sollzahl kann das Sollsuckvolumen errechnet und vorgegeben werden.

[0017] Drei Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen hydraulischen Lüfterantriebs sind in den Zeichnungen dargestellt. Anhand der Figuren dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

[0018] Es zeigen

- Figur 1 das erste Ausführungsbeispiel, bei dem die Hydropumpe eine fernsteuerbare Druckregelventilanordnung zur Veränderung des Druckniveaus in einem Hydrospeicher aufweist und in ihrem Hubvolumen über null verstellbar ist,
- Figur 2 das zweite Ausführungsbeispiel, bei dem die Hydropumpe eine auf einen festen Wert eingestellte Druckregelventilanordnung aufweist und das Druckniveau im Hydrospeicher über eine fremde Druckmittelquelle angehoben werden kann und der Hydromotor momentengeregt ist, und
- Figur 3 das dritte Ausführungsbeispiel, bei dem wie beim ersten Ausführungsbeispiel die Hydropumpe eine fernsteuerbare Druckregelventilanordnung zur Veränderung des Druckniveaus in einem Hydrospeicher aufweist und in ihrem Hubvolumen über null verstellbar ist und bei dem wie beim zweiten Ausführungsbeispiel der Hydromotor momentengeregt ist.

[0019] Gemäß Figur 1 gehört zu dem hydraulischen Lüfterantrieb eine erste Hydromaschine 10, die so genannt wird, weil sie sowohl als Hydropumpe als auch als Hydromotor betreibbar ist. Die Hydromaschine 10 ist mechanisch mit einem Dieselmotor 11 verbunden. Sie hat einen Hochdruckanschluss (Druckanschluss) 12 und einen Niederdruckanschluss (Tankanschluss) 13, der dauernd mit einem Tank 9 verbunden ist. Vom Druckanschluss 12 führt eine Druckleitung 14 zu einem Hydromotor 15, von dem ein Lüfterrad 16 antreibbar ist. An die Druckleitung ist direkt ein Hydrospeicher 17 angeschlossen.

sen, der zum Beispiel in einem Druckbereich zwischen 100 bar und 300 bar betrieben werden kann und im Normalbetrieb auf 200 bar aufgeladen ist.

[0020] Die Hydromaschine ist zum Beispiel eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauart und mit ihrem Hubvolumen zwischen einem maximalen positiven Wert und einem maximalen negativen Wert über null verstellbar. Bei positivem Hubvolumen fördert die Hydromaschine 10 als Hydropumpe Druckmittel in die Druckleitung 14. Bei negativem Hubvolumen arbeitet die Hydromaschine bei gleicher Drehrichtung als Hydromotor und wird aus der Druckleitung 14 mit Druckmittel versorgt.

[0021] Zur Verstellung des Hubvolumens sind zwei Stellkolben und eine Feder vorhanden, von denen ein gegenüber dem anderen Stellkolben eine größere Wirkfläche aufweisender Stellkolben 18 eine Stellkammer 19 begrenzt, der Druckmittel zugeführt und aus der Druckmittel abgelassen werden kann.

[0022] Gesteuert wird diese Zufuhr und Abfuhr von Druckmittel durch eine auf die Hydromaschine 10 aufgebaute Druckregelventilanordnung 20. Zu dieser gehört ein stetig verstellbares Regelventil 21 mit einer Nullüberdeckung oder kleiner positiver Überdeckung zwischen den Steuerkanten und mit einem Druckanschluss 22, der fluidisch mit dem Druckanschluss 12 der Hydromaschine 10 verbunden ist, mit einem Tankanschluss 23, der über den Innenraum des Gehäuses der Hydromaschine 10 mit einem Leckölanschluss 30 verbunden ist, und mit einem Regelanschluss 24, der über eine Dämpfungsdüse 25 mit der Stellkammer 19 verbunden ist. Der Ventilkolben des Regelventils wird im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 24 mit dem Druckanschluss 22 und im Sinne einer Verkleinerung des Hubvolumens der Hydromaschine 12 bis hin zu negativen Werten vom Pumpendruck und im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 24 mit dem Tankanschluss 23 und im Sinne einer Vergrößerung des Hubvolumens von einer Feder 26 und von einem veränderbaren Steuerdruck beaufschlagt, der zwischen einer Steueröldüse 27 und einem von einem Elektromagneten 29 proportional verstellbaren Druckbegrenzungsventil 28 abgegriffen wird, also dem Einstellwert des Druckbegrenzungsventil entspricht. Befindet sich das Regelventil in der Regelposition, in der der Ventilkolben allenfalls kleine Bewegungen um eine Mittelstellung macht, so ist der Steuerölstrom unabhängig vom Druckniveau immer der gleiche, da dann der Druck im Druckanschluss der Hydromaschine immer um das Druckäquivalent der Feder 26 höher ist als der Steuerdruck und damit die Druckdifferenz über die Düse 27 immer die gleiche ist. Das Druckbegrenzungsventil 28 hat eine fallende Kennlinie, der Druck an seinem Eingang ist also umso niedriger, je stärker der Elektromagnet 29 bestromt wird. Dies hat zur Folge, dass bei einem Ausfall der Elektrik das Druckbegrenzungsventil seinen maximalen Einstellwert hat und entsprechend der Druck am Druckanschluss der Hydromaschine 12 maximal wird.

[0023] Der Hydromotor 15 ist vorzugsweise einer in

Axialkolbenbauweise, insbesondere in Schrägachsenbauweise und ist zwischen einem Schluckvolumen null und einem maximalen Schluckvolumen verstellbar. Er ist mit einem Druckanschluss 35 an die Druckleitung 14 angeschlossen und über einen Tankanschluss 36 mit Tank 9 verbunden. Zur Veränderung des Schluckvolumens weist der Hydromotor 15 einen Stellkolben 37 auf, der einseitig mit einer Kolbenstange 38 versehen ist und somit einen kolbenstangenseitigen Ringraum 39 und eine kolbenstangenabseitige Stellkammer 40 voneinander trennt. Den Zufluss zu und den Abfluss von Druckmittel aus der Stellkammer 40 steuert ein durch einen Elektromagneten 41 proportional beaufschlagbares Regelventil 42, das auf den Hydromotor 15 aufgebaut ist und einen Druckanschluss 43, der mit dem Druckanschluss 35 verbunden ist, einen Tankanschluss 44, der über das Innere des Gehäuses des Hydromotors und einen nicht näher bezeichneten Leckageanschluss mit Tank 9 verbunden ist, und einen Regelanschluss 45 aufweist, der mit der Stellkammer 40 verbunden ist. Der Ringraum 39 ist über das nicht näher bezeichnete Gehäuse des Regelventils 42 dauernd fluidisch mit dem Druckanschluss 35 verbunden.

[0024] Der Elektromagnet 41 beaufschlagt einen Regelkolben des Regelventils 42 im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 45 mit dem Druckanschluss 43 und im Sinne einer Verkleinerung des Schluckvolumens des Hydromotors 15. Im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses mit dem Tankanschluss 44 wird der Regelkolben von einer ersten Feder 46, die sich gehäusefest abstützt und durch die der Regelbeginn einstellbar ist, und durch eine zweite Feder 47 beaufschlagt, die zwischen dem Regelkolben und der Kolbenstange 38, also dem Stellkolben 37 angeordnet ist. Dieser Aufbau führt dazu, dass die Position des Stellkolbens und damit das Schluckvolumen des Hydromotors 15 direkt von der Kraft des Elektromagneten 41, also von der Höhe des durch die Spule des Elektromagneten fließenden Stromes abhängt.

[0025] In einem ausgeregelten Zustand muss nämlich einerseits der Stellkolben in Ruhe sein und sich andererseits am sich unabhängig von der Position des Stellkolbens in seiner Regelposition befindlichen Regelkolben des Regelventils ein Kräftegleichgewicht herrschen. Die Summe der von den beiden Federn 46 und 47 ausgeübten Kräfte muss also gleich der Kraft des Elektromagneten 41 sein. Die Kraft der Feder 46 ist in der Regelposition des Regelkolbens immer gleich. Also muss je nach Magnetkraft die Kraft der Feder 47 unterschiedlich sein. Diese unterschiedliche Kraft der Feder 47 ergibt sich aus den je nach Magnetkraft unterschiedlichen Positionen des Stellkolbens 37. Diese Art der Verstellung ist auch als elektroproportionale Verstellung bekannt.

[0026] Die Drehzahl des Hydromotors 15 und damit diejenige des Lüfterrads 16 wird von einem Drehzahlsensor 50 erfasst, der ein entsprechendes Signal an ein elektrisches Steuergerät 51 gibt. Diesem wird außerdem noch ein Drehzahlsollwert zugeführt, der aus der Tem-

peratur eines zu kühlenden Mediums ermittelt wird. Das Steuergerät 51 steuert nun den Elektromagneten 41 so an, dass aufgrund des sich einstellenden Schluckvolumens die gewünschte Drehzahl erreicht wird.

[0027] Alternativ zu einem Drehzahlsensor kann auch ein Drucksensor 52 vorgesehen sein, mit dem der Druck in der Druckleitung 14 erfasst wird. Bei einem Lüfterrad besteht zwischen dem Antriebsmoment und der Drehzahl eine feste Beziehung. Mit dem Druck lässt sich somit das Schluckvolumen berechnen, das dafür notwendig ist, um das Antriebsmoment aufzubringen, das zum Erreichen oder Halten der gewünschten Drehzahl notwendig ist, und der Elektromagnet entsprechend ansteuern.

[0028] Im bloßen Lüfterbetrieb arbeitet die Hydromaschine 10 als Hydropumpe und ist zum Beispiel auf einen Druckwert von 150 bar eingestellt. Dieser Druck herrscht in der Druckleitung 14 und im Hydrospeicher 17. Das Schluckvolumen des Hydromotors 15 wird nun so eingestellt, dass bei dem Druck von 150 bar das zum Antreiben des Lüfterrads mit der gewünschten Drehzahl notwendige Antriebsmoment erhalten wird. Sollte die Elektrik ausfallen, so werden die Hydromaschine auf maximalen Druck und der Hydromotor auf maximales Schluckvolumen gestellt, so dass eine ausreichende Kühlung des zu kühlenden Mediums in jedem Fall gewährleistet ist.

[0029] Die Einstellung des Druckwerts an der Hydromaschine 10 und damit der Ladezustand des Hydrospeichers 17 kann verändert werden, um zum Beispiel den Hydromotor 15 überwiegend mit großem Schluckvolumen betreiben zu können oder die vom Dieselmotor 11 abzugebende Leistung zu glätten. Ist der Dieselmotor gerade unterfordert, so kann das Druckniveau kurzzeitig erhöht, bei Überforderung kurzzeitig erniedrigt werden. Durch die Erhöhung des Druckniveaus kann der Dieselmotor vor einer Überdrehzahl geschützt werden.

[0030] Bei einem Bremsvorgang kann die Bremsenergie dadurch genutzt werden, dass die Hydromaschine 10 als Hydropumpe durch das Fahrzeug selbst angetrieben wird. Es kann dabei der Druck auf einen maximalen Wert eingestellt werden, so dass die Hydromaschine 10 auf maximalen Schwenkwinkel geht und sich die Bremswirkung aus dem maximalen Hubvolumen und dem augenblicklichen Druck im Hydrospeicher ergibt.

[0031] Bei einer Drückung des Diesels wird durch entsprechende Bestromung des Elektromagneten 29 ein Druck eingestellt, der niedriger als der Druck im Hydrospeicher ist, so dass die Hydromaschine über null auf das dem Betrage nach maximale negative Hubvolumen schwenkt und als Hydromotor arbeitend den Dieselmotor solange unterstützt, bis der Speicherdruck auf den an der Hydromaschine 10 eingestellten Druck abgefallen ist.

[0032] Zuvor im Hydrospeicher gespeicherte Bremsenergie kann also zum Boosten des Dieselmotors verwendet werden. Ebenso ist jedoch ihre Verwendung zur Versorgung des Hydromotors 15 und damit zum Antreiben des Lüfterrads möglich. Es sollte dann der an der

Hydromaschine eingestellte Druck unter Berücksichtigung der vom Hydromotor 15 geschluckten Druckmittelmenge so langsam abgesenkt werden, dass der eingestellte Druck nicht niedriger als der Speicherdruck ist.

[0033] Zu dem hydraulischen Lüfterantrieb gemäß Figur 2 gehört eine Hydropumpe 60, die über eine Kuppelmechanik mit einem Primäraggregat 61 verbindbar ist und von diesem angetrieben werden kann. Ein Motorbetrieb ist hier für die Maschine 60 nicht vorgesehen. Dementsprechend ist das Hubvolumen der Hydropumpe nur zwischen einem minimalen Wert nahe oder gleich null und einem maximalen Wert verstellbar. Die Hydropumpe hat einen Druckanschluss 62 und einen Sauganschluss 63, der dauernd mit einem Tank 9 verbunden ist. Vom Druckanschluss 62 führt eine Druckleitung 14 zu einem Hydromotor 65, von dem ein Lüfterrad 16 antreibbar ist. An die Druckleitung ist wiederum ein Hydrospeicher 17 angeschlossen, der zum Beispiel in einem Druckbereich zwischen 100 bar und 300 bar betrieben werden kann. Zwischen dem Hydrospeicher und dem Druckanschluss 62 befindet sich in der Druckleitung 14 ein Rückschlagventil 66, das zur Hydropumpe 60 hin sperrt.

[0034] Die Hydropumpe 60 ist zum Beispiel eine Axialkolbenpumpe in Schrägscheibenbauweise.

[0035] Zur Verstellung des Hubvolumens der Hydropumpe 60 sind wie bei der Hydromaschine 10 aus dem ersten Ausführungsbeispiel zwei Stellkolben vorhanden, von denen ein gegenüber dem anderen Stellkolben eine größere Wirkfläche aufweisender Stellkolben 18 eine Stellkammer 19 begrenzt, der Druckmittel zugeführt und aus der Druckmittel abgelassen werden kann.

[0036] Gesteuert wird diese Zufuhr und Abfuhr von Druckmittel durch eine auf die Hydropumpe 60 aufgebaute Druckregelventilanordnung 70. Zu dieser gehört ein stetig verstellbares Regelventil 71 mit einer Nullüberdeckung oder kleiner positiver Überdeckung zwischen den Steuerkanten und mit einem Druckanschluss 72, der fluidisch mit dem Druckanschluss 62 der Hydropumpe 60 verbunden ist, mit einem Tankanschluss 73, der über den Innenraum des Gehäuses der Hydropumpe 60 mit einem Leckölanschluss 67 verbunden ist, und mit einem Regelanschluss 74, der mit der Stellkammer 19 verbunden ist. Der Ventilkolben des Regelventils wird im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 74 mit dem Druckanschluss 62 und im Sinne einer Verkleinerung des Hubvolumens der Hydropumpe 60 vom Pumpendruck und im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 74 mit dem Tankanschluss 73 und im Sinne einer Vergrößerung des Hubvolumens allein von einer Feder 75 beaufschlagt. Im Betrieb stellt sich jeweils ein Druck am Druckanschluss 62 der Hydropumpe 60 ein, der dem Druckäquivalent der Feder 75 entspricht, zum Beispiel ein Druck in Höhe von 100 bar. Eine Fernverstellung dieses Druckes ist - anders als bei Ausführungsbeispiel nach Figur 1 - nicht vorgesehen. Allerdings kann im Zuge der Inbetriebnahme oder bei Servicearbeiten die Einstellung der Feder 75 verändert werden.

[0037] Der Hydromotor 65 ist vorzugsweise einer in Axialkolbenbauweise, insbesondere in Schrägachsenbauweise, und wie der Hydromotor 15 des Ausführungsbeispiels nach Figur 1 zwischen einem Schluckvolumen null und einem maximalen Schluckvolumen verstellbar. Er ist mit einem Druckanschluss 76 an die Druckleitung 14 angeschlossen und über einen Tankanschluss 77 mit Tank 9 verbunden. Zur Veränderung des Schluckvolumens weist der Hydromotor 15 einen Stellkolben 78 auf, der einseitig mit einer Kolbenstange 79 versehen ist und somit einen kolbenstangenseitigen Ringraum 80 und eine kolbenstangenabseitige Stellkammer 81 voneinander trennt. Den Zufluss zu und den Abfluss von Druckmittel aus der Stellkammer 81 steuert eine Momentenregelventilanordnung 69 mit einem Regelventil 82, das auf den Hydromotor 65 aufgebaut ist und einen Druckanschluss 83, der mit dem Druckanschluss 76 verbunden ist, einen Tankanschluss 84, der über das Innere des Gehäuses des Hydromotors und einen nicht näher bezeichneten Leckageanschluss mit Tank 9 verbunden ist, und einen Regelanschluss 85 aufweist, der mit der Stellkammer 81 verbunden ist. Der Ringraum 80 ist dauernd fluidisch mit dem Druckanschluss 76 verbunden.

[0038] Ein Regelkolben des Regelventils 82 wird im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 85 mit dem Tankanschluss 84 und im Sinne einer Vergrößerung des Schluckvolumens des Hydromotors 65 von einer Feder 86, die sich gehäusefest abstützt, und über eine Steuerleitung 87 von einem veränderbaren Steuerdruck beaufschlagt, über den somit eine ferngesteuert veränderbare Kraft auf den Regelkolben ausgeübt werden kann. Vorteilhafterweise ist der Steuerdruck maximal, wenn die Elektrik ausfällt. Im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses mit dem Druckanschluss 83 wird der Regelkolben von einer Kraft beaufschlagt, die von der Position des Stellkolbens 78 und damit vom Schluckvolumen des Hydromotors 65 und von dem Druck in der Druckleitung 14 abhängt. Dazu stützt sich zunächst der Regelkolben in einem in der Regelposition immer gleichen Abstand von einer gehäusefesten Drehachse eines Hebels 88 an diesem Hebel 88 ab. Entgegengesetzt wird der Hebel 88 über eine Stange 89 beaufschlagt, die beweglich in den Stellkolben 78 eingesteckt ist und an der der Druck wirkt, der in der Druckleitung 14 herrscht. Das über die Stange 89 an dem Hebel 88 erzeugte Drehmoment bildet somit das Produkt aus dem am Hydromotor 65 anstehenden Druck und dem Schluckvolumen des Hydromotors und damit das Abtriebsmoment des Hydromotors ab. Ein entgegengesetztes Drehmoment am Hebel 88 erzeugt die Summe der von der Feder 86 und dem Steuerdruck auf den Regelkolben des Regelventils 82 ausgeübten Kräfte. In einem stabilen Zustand muss die Summe der an dem Hebel 88 wirkenden Drehmomente null sein. Steigt zum Beispiel der Druck in der Druckleitung 14 an, so wird das über die Stange 89 auf den Hebel 88 ausgeübte Drehmoment größer als das über den Regelkolben ausgeübte Drehmoment. Der Hebel wird verdreht und der Regelkolben verschoben, so dass der Re-

gelanschluss 85 mit dem Druckanschluss 83 des Regelventils 82 verbunden wird. Der Stellkammer 81 fließt Druckmittel zu und der Stellkolben wandert in Richtung Verkleinerung des Schluckvolumens. Mit dem Stellkolben bewegt sich die Stange 89 entlang des Hebels 88, so dass der Hebelarm für die über die Stange wirkende Druckkraft kleiner wird, bis wieder ein Gleichgewicht zwischen den Drehmomenten besteht. Somit ändert sich bei sich nicht änderndem Steuerdruck in der Steuerleitung 87 das vom Hydromotor 65 ausgeübte Drehmoment bei einer Änderung des Druckniveaus in der Druckleitung 14 nicht. Umgekehrt kann durch eine Änderung des Steuerdrucks das Drehmoment und damit die Lüfterdrehzahl verändert werden.

[0039] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist nun vorgesehen, dass unabhängig von der Hydropumpe 60 Druckmittel in den hydraulischen Lüfterkreislauf eingespeist werden kann. Der Hydrospeicher 17 ermöglicht es dabei, dass die eingespeiste Menge größer sein kann als die augenblicklich vom Hydromotor 65 geschluckte Menge, ohne dass die überschüssige Menge über ein Druckbegrenzungsventil abgespritzt wird.

[0040] In Figur 2 sind zwei Möglichkeiten für eine zusätzliche Einspeisung gezeigt. Außer der Hydropumpe 60 ist eine weitere zum Beispiel elektroproportional verstellbare Hydropumpe 90 vorhanden, die über eine Kupplung 91 mit dem Antriebsstrang des Fahrzeugs koppelbar ist. Bei einem Bremsvorgang wird die Kupplung geschlossen und die Hydropumpe 90 wird vom Fahrzeug angetrieben und fördert über ein zu ihr hin schließendes Rückschlagventil 92 Druckmittel in die Druckleitung 14. Der Vorteil hier ist, dass immer eingespeist werden kann unabhängig davon, wie hoch der Druck im Lüfterkreislauf ist.

[0041] Als zweite Möglichkeit ist die Einspeisung bei der Absenkung einer Last gezeigt, die hier durch einen Hydrozylinder 95 angedeutet ist. Zur Steuerung der Absenkbewegung ist ein Stromregelventil 96 mit einer nicht näher dargestellten proportional verstellbaren Messblende und einer seriell dazu angeordneten Druckwaage vorgesehen. In einer Zweigleitung 94 zwischen dem Stromregelventil und der Druckleitung 14 befindet sich ein zum Stromregelventil hin sperrendes Rückschlagventil 97. An die fluidische Verbindung zwischen dem Stromregelventil 96 und dem Rückschlagventil 97 ist ein 2/2 Wegeventil 98 angeschlossen, mit dem ein Durchfluss zum Tank geöffnet werden kann.

[0042] Aus dem Hydrozylinder verdrängtes Druckmittel kann bei der gewünschten Senkgeschwindigkeit in die Druckleitung 14 eingespeist werden, wenn der Lastdruck um den Druckabfall an der Messblende des Stromregelventils 96 höher ist als der Druck in der Druckleitung 14 und im Hydrospeicher 17. Es kann sein, dass dies zu Beginn einer Senkbewegung gegeben ist, aber nicht mehr im weiteren Verlauf, da der Druck im Hydrospeicher 17 ansteigt. Dann muss das Ventil 98 geöffnet werden. Ob noch eine Einspeisung möglich ist, kann man mit Hilfe von Drucksensoren, die den Lastdruck und den Spei-

cherdruck erfassen, ermitteln. Möglich ist auch eine Stellungsüberwachung der Druckwaage. Wenn die Druckwaage ganz geöffnet ist, ist keine Einspeisung mehr möglich. Allerdings geht hier nach einem Öffnen des Wegeventils 98 Information verloren, so dass nicht festgestellt werden kann, ob der Speicherdruck nach einiger Zeit wegen des Druckmittelverbrauchs des Hydromotors 65 wieder unter den Lastdruck abgefallen ist. Erst beim nächsten Senkvorgang kann wieder eine Einspeisung probiert werden.

[0043] Hinsichtlich der zusätzlich eingespeisten Druckmittelmengen kann man zwei Fälle unterscheiden. Ist die eingespeiste Druckmittelmenge kleiner als der Verbrauch durch den Hydromotor 65, so wird die Restmenge von der Hydropumpe 60 gefördert und das Druckniveau im System verbleibt auf der an der Hydropumpe 60 eingestellten Höhe. Auch in diesem Fall wird eine Energieeinsparung erzielt, da die Hydropumpe 60 auf kleineres Hubvolumen schwenkt.

[0044] Ist die zusätzlich eingespeiste Druckmittelmenge größer als der Verbrauch durch den Hydromotor 65, steigt der Druck im Lüfterkreis über das an der Hydropumpe 60 eingestellte Niveau an. Die Hydropumpe wird durch Druckabschneidung auf Nullhub zurückgeregelt. Das Druckniveau kann nun einen wesentlich höheren Wert annehmen, zum Beispiel 300 bar, bis es durch ein an die Druckleitung 14 angeschlossenes Druckbegrenzungsventil 99 begrenzt wird. Wird nichts mehr oder nur noch weniger eingespeist, als der Hydromotor 65 verbraucht, so übernimmt zunächst der Hydrospeicher 17 die volle oder teilweise Versorgung des Lüfterkreises, bis bei einem Druckniveau von 100 bar die Hydropumpe 60 wieder ausschwenkt.

[0045] Grundsätzlich ist auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 eine elektronische Regelung des Abtriebsmoments des Hydromotors 65 denkbar, wobei der Speicherdruck durch einen Sensor erfasst und das Hubvolumen entsprechend dem notwendigen Drehmoment eingestellt wird.

[0046] Eingezeichnet ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 zwischen dem Druckanschluss 76 und dem Tankanschluss 77 ein von diesem zum Druckanschluss 76 hin öffnendes Nachsaugventil 100. Ein solches Nachsaugventil kann auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 vorhanden sein.

[0047] Bei dem Lüfterantrieb nach Figur 3 sind eine Hydropumpe gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 und ein Hydromotor gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 miteinander kombiniert. Für entsprechende Teile sind deshalb in Figur 3 die Bezugszahlen aus den Figuren 1 und 2 verwendet. Zu dem Lüfterantrieb nach Figur 3 gehört also eine erste Hydromaschine 10, die so genannt wird, weil sie sowohl als Hydropumpe als auch als Hydromotor betreibbar ist. Die Hydromaschine 10 ist mechanisch mit einem Dieselmotor 11 verbunden. Sie hat einen Hochdruckanschluss (Druckanschluss) 12 und einen Niederdruckanschluss (Tankanschluss) 13, der dauernd mit einem Tank 9 verbunden ist. Vom Druck-

anschluss 12 führt eine Druckleitung 14 zu einem Hydromotor 65, von dem ein Lüfterrad 16 antreibbar ist. An die Druckleitung ist direkt ein Hydrospeicher 17 angeschlossen, der zum Beispiel in einem Druckbereich zwischen 100 bar und 300 bar betrieben werden kann und im Normalbetrieb auf 200 bar aufgeladen ist. Außerdem ist an die Druckleitung 14 ein Druckbegrenzungsventil 99 angeschlossen.

[0048] Die Hydromaschine 10 ist zum Beispiel eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauart und mit ihrem Hubvolumen zwischen einem maximalen positiven Wert und einem maximalen negativen Wert über null verstellbar. Bei positivem Hubvolumen fördert die Hydromaschine 10 als Hydropumpe Druckmittel in die Druckleitung 14. Bei negativem Hubvolumen arbeitet die Hydromaschine bei gleicher Drehrichtung als Hydromotor und wird aus der Druckleitung 14 mit Druckmittel versorgt.

[0049] Zur Verstellung des Hubvolumens sind zwei Stellkolben und eine Feder vorhanden, von denen ein gegenüber dem anderen Stellkolben eine größere Wirkfläche aufweisender Stellkolben 18 eine Stellkammer 19 begrenzt, der Druckmittel zugeführt und aus der Druckmittel abgelassen werden kann.

[0050] Gesteuert wird diese Zufuhr und Abfuhr von Druckmittel durch eine auf die Hydromaschine 10 aufgebaute Druckregelventilanordnung 20. Zu dieser gehört ein stetig verstellbares Regelventil 21 mit einer Nullüberdeckung oder kleiner positiver Überdeckung zwischen den Steuerkanten und mit einem Druckanschluss 22, der fluidisch mit dem Druckanschluss 12 der Hydromaschine 10 verbunden ist, mit einem Tankanschluss 23, der über den Innenraum des Gehäuses der Hydromaschine 10 mit einem Leckölanschluss 30 verbunden ist, und mit einem Regelanschluss 24, der über eine Dämpfungsdüse 25 mit der Stellkammer 19 verbunden ist. Der Ventilkolben des Regelventils wird im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 24 mit dem Druckanschluss 22 und im Sinne einer Verkleinerung des Hubvolumens der Hydromaschine 12 bis hin zu negativen Werten vom Pumpendruck und im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 24 mit dem Tankanschluss 23 und im Sinne einer Vergrößerung des Hubvolumens von einer Feder 26 und von einem veränderbaren Steuerdruck beaufschlagt, der zwischen einer Steueröldüse 27 und einem von einem Elektromagneten 29 proportional verstellbaren Druckbegrenzungsventil 28 abgegriffen wird, also dem Einstellwert des Druckbegrenzungsventils entspricht. Befindet sich das Regelventil in der Regelposition, in der der Ventilkolben allenfalls kleine Bewegungen um eine Mittelstellung macht, so ist der Steuerölstrom unabhängig vom Druckniveau immer der gleiche, da dann der Druck im Druckanschluss der Hydromaschine immer um das Druckäquivalent der Feder 26 höher ist als der Steuerdruck und damit die Druckdifferenz über die Düse 27 immer die gleiche ist. Das Druckbegrenzungsventil 28 hat eine fallende Kennlinie, der Druck an seinem Eingang ist also umso niedriger, je stärker der Elektromagnet 29 bestromt wird. Dies hat zur Folge, dass

bei einem Ausfall der Elektrik das Druckbegrenzungsventil seinen maximalen Einstellwert hat und entsprechend der Druck am Druckanschluss der Hydromaschine 12 maximal wird.

[0051] Der Hydromotor 65 des Ausführungsbeispiels nach Figur 3 ist vorzugsweise einer in Axialkolbenbauweise, insbesondere in Schrägachsenbauweise, und wie der Hydromotor 15 des Ausführungsbeispiels nach Figur 1 zwischen einem Schluckvolumen null und einem maximalen Schluckvolumen verstellbar. Er ist mit einem Druckanschluss 76 an die Druckleitung 14 angeschlossen und über einen Tankanschluss 77 mit Tank 9 verbunden. Zur Veränderung des Schluckvolumens weist der Hydromotor 15 einen Stellkolben 78 auf, der einseitig mit einer Kolbenstange 79 versehen ist und somit einen kolbenstangenseitigen Ringraum 80 und eine kolbenstangenabseitige Stellkammer 81 voneinander trennt. Den Zufluss zu und den Abfluss von Druckmittel aus der Stellkammer 81 steuert eine Momentenregelventilanordnung 69 mit einem Regelventil 82, das auf den Hydromotor 65 aufgebaut ist und einen Druckanschluss 83, der mit dem Druckanschluss 76 verbunden ist, einen Tankanschluss 84, der über das Innere des Gehäuses des Hydromotors und einen nicht näher bezeichneten Leckageanschluss mit Tank 9 verbunden ist, und einen Regelanschluss 85 aufweist, der mit der Stellkammer 81 verbunden ist. Der Ringraum 80 ist dauernd fluidisch mit dem Druckanschluss 76 verbunden.

[0052] Ein Regelkolben des Regelventils 82 wird im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses 85 mit dem Tankanschluss 84 und im Sinne einer Vergrößerung des Schluckvolumens des Hydromotors 65 von einer Feder 86, die sich gehäusefest abstützt, und über eine Steuerleitung 87 von einem veränderbaren Steuerdruck beaufschlagt, über den somit eine ferngesteuert veränderbare Kraft auf den Regelkolben ausgeübt werden kann. Vorteilhafterweise ist der Steuerdruck maximal, wenn die Elektrik ausfällt. Im Sinne einer Verbindung des Regelanschlusses mit dem Druckanschluss 83 wird der Regelkolben von einer Kraft beaufschlagt, die von der Position des Stellkolbens 78 und damit vom Schluckvolumen des Hydromotors 65 und von dem Druck in der Druckleitung 14 abhängt. Dazu stützt sich zunächst der Regelkolben in einem in der Regelposition immer gleichen Abstand von einer gehäusefesten Drehachse eines Hebels 88 an diesem Hebel 88 ab. Entgegengesetzt wird der Hebel 88 über eine Stange 89 beaufschlagt, die beweglich in den Stellkolben 78 eingesteckt ist und an der der Druck wirkt, der in der Druckleitung 14 herrscht. Das über die Stange 89 an dem Hebel 88 erzeugte Drehmoment bildet somit das Produkt aus dem am Hydromotor 65 anstehenden Druck und dem Schluckvolumen des Hydromotors und damit das Abtriebsmoment des Hydromotors ab. Ein entgegengesetztes Drehmoment am Hebel 88 erzeugt die Summe der von der Feder 86 und dem Steuerdruck auf den Regelkolben des Regelventils 82 ausgeübten Kräfte. In einem stabilen Zustand muss die Summe der an dem Hebel 88 wirkenden Drehmomente

null sein. Steigt zum Beispiel der Druck in der Druckleitung 14 an, so wird das über die Stange 89 auf den Hebel 88 ausgeübte Drehmoment größer als das über den Regelkolben ausgeübte Drehmoment. Der Hebel wird verdreht und der Regelkolben verschoben, so dass der Regelanschluss 85 mit dem Druckanschluss 83 des Regelventils 82 verbunden wird. Der Stellkammer 81 fließt Druckmittel zu und der Stellkolben wandert in Richtung Verkleinerung des Schluckvolumens. Mit dem Stellkolben bewegt sich die Stange 89 entlang des Hebels 88, so dass der Hebelarm für die über die Stange wirkende Druckkraft kleiner wird, bis wieder ein Gleichgewicht zwischen den Drehmomenten besteht. Somit ändert sich bei sich nicht änderndem Steuerdruck in der Steuerleitung 87 das vom Hydromotor 65 ausgeübte Drehmoment bei einer Änderung des Druckniveaus in der Druckleitung 14 nicht. Umgekehrt kann durch eine Änderung des Steuerdrucks das Drehmoment und damit die Lüfterdrehzahl verändert werden.

[0053] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 vorgesehen, dass unabhängig von der Hydropumpe 10 Druckmittel in den hydraulischen Lüfterkreislauf eingespeist werden kann. Der Hydrospeicher 17 ermöglicht es dabei, dass die eingespeiste Menge größer sein kann als die augenblicklich vom Hydromotor 65 geschluckte Menge, ohne dass die überschüssige Menge über ein Druckbegrenzungsventil abgespritzt wird.

[0054] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist die Einspeisung von Druckmittel in die Druckleitung und in den Hydrospeicher 17 bei der Absenkung einer Last gezeigt, die hier durch einen Hydrozylinder 95 angedeutet ist. Zur Steuerung der Absenkbewegung ist ein Stromregelventil 96 mit einer nicht näher dargestellten proportional verstellbaren Messblende und einer seriell dazu angeordneten Druckwaage vorgesehen. In einer Zweigleitung 94 zwischen dem Stromregelventil und der Druckleitung 14 befindet sich ein zum Stromregelventil hin sperrendes Rückschlagventil 97. An die fluidische Verbindung zwischen dem Stromregelventil 96 und dem Rückschlagventil 97 ist ein 2/2 Wegeventil 98 angeschlossen, mit dem ein Durchfluss zum Tank geöffnet werden kann.

[0055] Aus dem Hydrozylinder verdrängtes Druckmittel kann bei der gewünschten Senkgeschwindigkeit in die Druckleitung 14 eingespeist werden, wenn der Lastdruck um den Druckabfall an der Messblende des Stromregelventils 96 höher ist als der Druck in der Druckleitung 14 und im Hydrospeicher 17. Es kann sein, dass dies zu Beginn einer Senkbewegung gegeben ist, aber nicht mehr im weiteren Verlauf, da der Druck im Hydrospeicher 17 ansteigt. Dann muss das Ventil 98 geöffnet werden. Ob noch eine Einspeisung möglich ist, kann man mit Hilfe von Drucksensoren, die den Lastdruck und den Speicherdruck erfassen, ermitteln. Möglich ist auch eine Stellungsüberwachung der Druckwaage. Wenn die Druckwaage ganz geöffnet ist, ist keine Einspeisung mehr möglich. Allerdings geht hier nach einem Öffnen des We-

geventils 98 Information verloren, so dass nicht festgestellt werden kann, ob der Speicherdruck nach einiger Zeit wegen des Druckmittelverbrauchs des Hydromotors 65 wieder unter den Lastdruck abgefallen ist. Erst beim nächsten Senkvorgang kann wieder eine Einspeisung probiert werden.

[0056] Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 kann wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 eine Einspeisung durch eine weitere Hydropumpe, die von dem Dieselmotor 11 angetrieben werden kann, vorgesehen sein.

[0057] Hinsichtlich der zusätzlich eingespeisten Druckmittelmengen kann man zwei Fälle unterscheiden. Ist die eingespeiste Druckmittelmenge kleiner als der Verbrauch durch den Hydromotor 65, so wird die Restmenge von der Hydropumpe 60 gefördert und das Druckniveau im System verbleibt auf der an der Hydropumpe 60 eingestellten Höhe. Auch in diesem Fall wird eine Energieeinsparung erzielt, da die Hydropumpe 60 auf kleineres Hubvolumen schwenkt.

[0058] Ist die zusätzlich eingespeiste Druckmittelmengen größer als der Verbrauch durch den Hydromotor 65, steigt der Druck im Lüfterkreis über das an der Hydropumpe 60 eingestellte Niveau an. Die Hydropumpe wird durch Druckabschneidung auf Nullhub zurückgeregelt, wobei hier noch ein Schwenkwinkelsensor zum Einsatz kommen könnte, mit dem der Schwenkwinkel abgetastet wird. Das Ventil 28 würde dann jeweils so eingestellt, dass der Schwenkwinkel null ist oder knapp über null liegt. Das Druckniveau kann nun einen wesentlich höheren Wert annehmen, zum Beispiel 300 bar, bis es durch ein an die Druckleitung 14 angeschlossenes Druckbegrenzungsventil 99 begrenzt wird. Wird nichts mehr oder nur noch weniger eingespeist, als der Hydromotor 65 verbraucht, so übernimmt zunächst der Hydrospeicher 17 die volle oder teilweise Versorgung des Lüfterkreises, bis bei einem Druckniveau von 100 bar die Hydropumpe 60 wieder ausschwenkt.

[0059] Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist zwischen dem Druckanschluss 76 und dem Tankanschluss 77 des Hydromotors 65 ein vom Tankanschluss zum Druckanschluss 76 hin öffnendes Nachsaugventil 100 angeordnet.

[0060] Grundsätzlich ist auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 eine elektronische Regelung des Abtriebsmoments des Hydromotors 65 denkbar, wobei der Speicherdruck durch einen Sensor erfasst und das Hubvolumen entsprechend dem notwendigen Drehmoment eingestellt wird.

[0061] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 kann also eine Fremdenergiequelle, zum Beispiel ein Hubzylinder in einem Senkvorgang oder eine zusätzliche Hydropumpe, zum Antrieb des Lüfterrades genutzt werden. Außerdem ist über die Hydromaschine 10 eine kurzzeitige Unterstützung des Dieselmotors möglich.

[0062] Bei einem erfindungsgemäßen Lüfterantrieb, insbesondere bei einem Lüfterantrieb mit einem EP-Verstellung des Hydromotors gemäß dem Ausführungsbeispiel

nach Figur 1 oder einer elektrischen Verstellung mit Schwenkwinkelnrückführung mit Hilfe eines elektrischen Schwenkwinkelsensors, kann auch ein über null verschwenkbarer Hydromotor verwendet werden. Dann kann man die Drehrichtung des Lüfterrads ohne zusätzliches Ventil reversieren, um den Kühler sauber zu blasen. Das ist insbesondere bei Forst- und Baumaschinen von Vorteil.

Patentansprüche

1. Hydraulischer Lüfterantrieb mit einer in ihrem Hubvolumen verstellbaren Hydropumpe (10, 60), der eine Druckregelventilanordnung (20, 70) zur Einregulierung eines Pumpendrucks durch Verstellen des Hubvolumens zugeordnet ist, mit einem Hydromotor (15, 65) zum Antreiben eines Lüfterrads (16) und mit einer Druckleitung (14), die an einen Druckanschluss (35, 76) des Hydromotors (15, 65) angeschlossen ist und in die von der Hydropumpe (10, 60) Druckmittel förderbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass an die Druckleitung (14) insbesondere direkt ein Hydrospeicher (17) angeschlossen ist und der Hydromotor (15, 65) in seinem Schluckvolumen verstellbar ist.
2. Hydraulischer Lüfterantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstellung der Druckregelventilanordnung (20) ferngesteuert veränderbar ist.
3. Hydraulischer Lüfterantrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Hydropumpe (60) und einem Abschnitt der Druckleitung (14), an den der Hydrospeicher (17) angeschlossen ist, ein Rückschlagventil (66) angeordnet ist, das zur Hydropumpe (60) hin schließt.
4. Hydraulischer Lüfterantrieb nach einem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Druckleitung (14) eine Zweigleitung (94) mündet, über die unabhängig von der Hydropumpe (60) Druckmittel in die Druckleitung (14) einspeisbar ist.
5. Hydraulischer Lüfterantrieb nach den Ansprüchen 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Zweigleitung (94) ein Rückschlagventil (97) befindet, das zu dem Abschnitt der Druckleitung (14) hin öffnet.
6. Hydraulischer Lüfterantrieb nach einem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydropumpe (10) unter Beibehaltung der Drehrichtung auch als Hydromotor betreibbar ist.
7. Hydraulischer Lüfterantrieb nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydropumpe (10)

eine über null verstellbare Hydropumpe ist, so dass sie bei gleichem Druckanschluss (12) und gleicher Drehrichtung auch als Hydromotor betreibbar ist.

8. Hydraulischer Lüfterantrieb nach einem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Hydromotor (15, 65) eine Momentenregelventilanordnung (69) zur Einregelung eines Motormoments durch Verstellen des Schluckvolumens zugeordnet ist
9. Hydraulischer Lüfterantrieb nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Momentenregelventilanordnung (69) einen Ventilkolben aufweist, der im Sinne einer Vergrößerung des Schluckvolumens des Hydromotors (65) von einer ferngesteuert veränderbaren Kraft beaufschlagt und an einer wenigstens annähernd festen Entfernung von einer Drehachse an einem Hebel (88) abgestützt ist, und dass in die entgegengesetzte Richtung am Hebel (88) eine von dem Druck in der Druckleitung (14) abhängige und im Sinne einer Verkleinerung des Schluckvolumens auf den Ventilkolben wirkende Druckkraft angreift, wobei die Entfernung des Einleitungspunktes der Druckkraft in den Hebel (88) von dessen Drehachse von der Position eines Stellkolbens (78) des Hydromotors (65) und damit vom Schluckvolumen des Hydromotors (65) abhängt.
10. Hydraulischer Lüfterantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Hydromotor (65) eine Regelventilanordnung (42) zugeordnet ist, mit der proportional zu einem Steuersignal das Schluckvolumen des Hydromotors ((15) veränderbar ist, wobei das Steuersignal zum einen von einem Drehzahlsollwert des Hydromotors (15) und zum anderen von einer erfassten Drehzahl des Hydromotors (15) oder dem erfassten Druck in der Druckleitung (14) und im Hydrospeicher (17) abhängig ist.

Claims

1. Hydraulic fan drive having a hydraulic pump (10, 60) of adjustable swept volume, which is assigned a pressure control valve arrangement (20, 70) for regulating a pump pressure by adjustment of the swept volume, a hydraulic motor (15, 65) for driving a fan impeller (16), and a pressure line (14), which is connected to a pressure port (35, 76) of the hydraulic motor (15, 65) and into which pressure medium can be delivered by the hydraulic pump (10, 60), **characterized in that** a hydraulic accumulator (17) is connected, in particular directly, to the pressure line (14), and the hydraulic motor (15, 65) has an adjustable displacement.

2. Hydraulic fan drive according to Claim 1, **characterized in that** the setting of the pressure control valve arrangement (20) can be varied by remote control.
3. Hydraulic fan drive according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a check valve (66), which closes toward the hydraulic pump (60), is arranged between the hydraulic pump (60) and a section of the pressure line (14) to which the hydraulic accumulator (17) is connected.
4. Hydraulic fan drive according to a preceding claim, **characterized in that** a branch line (94), via which pressure medium can be fed into the pressure line (14) independently of the hydraulic pump (60), opens into the pressure line (14).
5. Hydraulic fan drive according to Claims 3 and 4, **characterized in that** there is a check valve (97) opening toward the section of the pressure line (14) in the branch line (94).
6. Hydraulic fan drive according to a preceding claim, **characterized in that** the hydraulic pump (10) can also be operated as a hydraulic motor while retaining the direction of rotation.
7. Hydraulic fan drive according to Claim 6, **characterized in that** the hydraulic pump (10) is a hydraulic pump that can be adjusted via zero, and it can therefore also be operated as a hydraulic motor with the same pressure port (12) and the same direction of rotation.
8. Hydraulic fan drive according to a preceding claim, **characterized in that** the hydraulic motor (15, 65) is assigned a torque control valve arrangement (69) for regulating a motor torque by adjusting the displacement.
9. Hydraulic fan drive according to Claim 8, **characterized in that** the torque control valve arrangement (69) has a valve piston which is acted upon by a force that can be varied by remote control so as to increase the displacement of the hydraulic motor (65) and is supported at an at least approximately fixed distance from an axis of rotation on a lever (88), and **in that** a pressure force dependent on the pressure in the pressure line (14) and acting on the valve piston so as to reduce the displacement acts on the lever (88) in the opposite direction, wherein the distance of the point of introduction of the pressure force into the lever (88) from the axis of rotation thereof depends on the position of an adjusting piston (78) of the hydraulic motor (65) and hence on the displacement of the hydraulic motor (65).
10. Hydraulic fan drive according to one of Claims 1 to

7, **characterized in that** the hydraulic motor (65) is assigned a control valve arrangement (42), by means of which the displacement of the hydraulic motor (15) can be varied proportionally to a control signal, wherein the control signal is dependent, on the one hand, on a setpoint speed value of the hydraulic motor (15) and, on the other hand, on a detected speed of the hydraulic motor (15) or on the detected pressure in the pressure line (14) and in the hydraulic accumulator (17).

Revendications

1. Entraînement hydraulique de ventilateur comprenant une pompe hydraulique (10, 60) de cylindrée réglable, à laquelle est associé un agencement de soupape de régulation de pression (20, 70) pour la régulation d'une pression de pompe par réglage de la cylindrée, comprenant un moteur hydraulique (15, 65) pour l'entraînement d'une roue de ventilateur (16) et comprenant une conduite de pression (14) qui est raccordée à un raccord de pression (35, 76) du moteur hydraulique (15, 65) et dans laquelle un fluide sous pression peut être refoulé par la pompe hydraulique (10, 60), **caractérisé en ce qu'un** accumulateur hydraulique (17) est notamment raccordé directement à la conduite de pression (14) et le volume d'absorption du moteur hydraulique (15, 65) peut être réglé.
2. Entraînement hydraulique de ventilateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ajustement de l'agencement de soupape de régulation de pression (20) peut être modifié par commande à distance.
3. Entraînement hydraulique de ventilateur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'entre** la pompe hydraulique (60) et une section de la conduite de pression (14) à laquelle est raccordé l'accumulateur hydraulique (17), est disposé un clapet anti-retour (66) qui se ferme en direction de la pompe hydraulique (60).
4. Entraînement hydraulique de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** conduite de branchement (94) débouche dans la conduite de pression (14), par le biais de laquelle du fluide sous pression peut être injecté dans la conduite de pression (14) indépendamment de la pompe hydraulique (60).
5. Entraînement hydraulique de ventilateur selon les revendications 3 et 4, **caractérisé en ce qu'un** clapet antiretour (97) se trouve dans la conduite de branchement (94), lequel s'ouvre vers la section de la conduite de pression (14).

6. Entraînement hydraulique de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pompe hydraulique (10) peut aussi fonctionner en tant que moteur hydraulique en conservant le sens de rotation.
7. Entraînement hydraulique de ventilateur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la pompe hydraulique (10) est une pompe hydraulique réglable par passage par zéro, de sorte qu'elle puisse également fonctionner en tant que moteur hydraulique avec le même raccord de pression (12) et le même sens de rotation.
8. Entraînement hydraulique de ventilateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moteur hydraulique (15, 65) est associé un agencement de soupape de régulation de couple (69) pour régler un couple du moteur par réglage du volume d'absorption.
9. Entraînement hydraulique de ventilateur selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'agencement de soupape de régulation de couple (69) présente un piston de soupape qui est sollicité dans le sens d'une augmentation du volume d'absorption du moteur hydraulique (65) par une force variable commandée à distance et qui est supporté sur un levier (88) à une distance au moins approximativement fixe d'un axe de rotation, et **en ce que** dans le sens opposé, une force de pression dépendant de la pression dans la conduite de pression (14) et agissant sur le piston de soupape dans le sens d'une réduction du volume d'absorption s'exerce sur le levier (88), la distance du point d'introduction de la force de pression dans le levier (88) à son axe de rotation dépendant de la position d'un piston de commande (78) du moteur hydraulique (65) et donc du volume d'absorption du moteur hydraulique (65).
10. Entraînement hydraulique de ventilateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'au** moteur hydraulique (65) est associé un agencement de soupape de régulation (42), avec lequel le volume d'absorption du moteur hydraulique (15) peut être modifié de manière proportionnelle à un signal de commande, le signal de commande dépendant d'une part d'une valeur de consigne de régime du moteur hydraulique (15) et d'autre part d'un régime détecté du moteur hydraulique (15) ou de la pression détectée dans la conduite de pression (14) et dans l'accumulateur hydraulique (17).

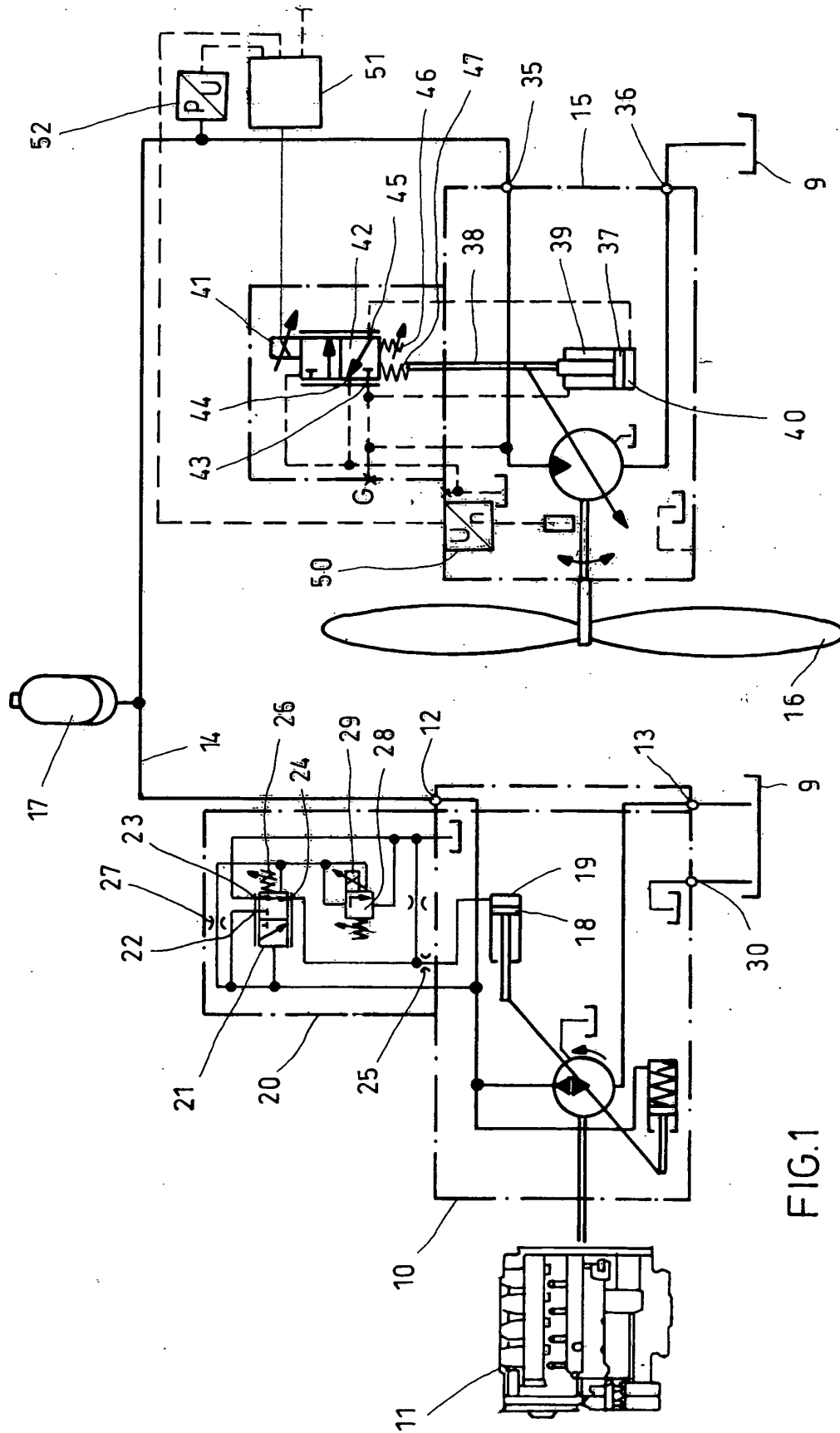


FIG.1

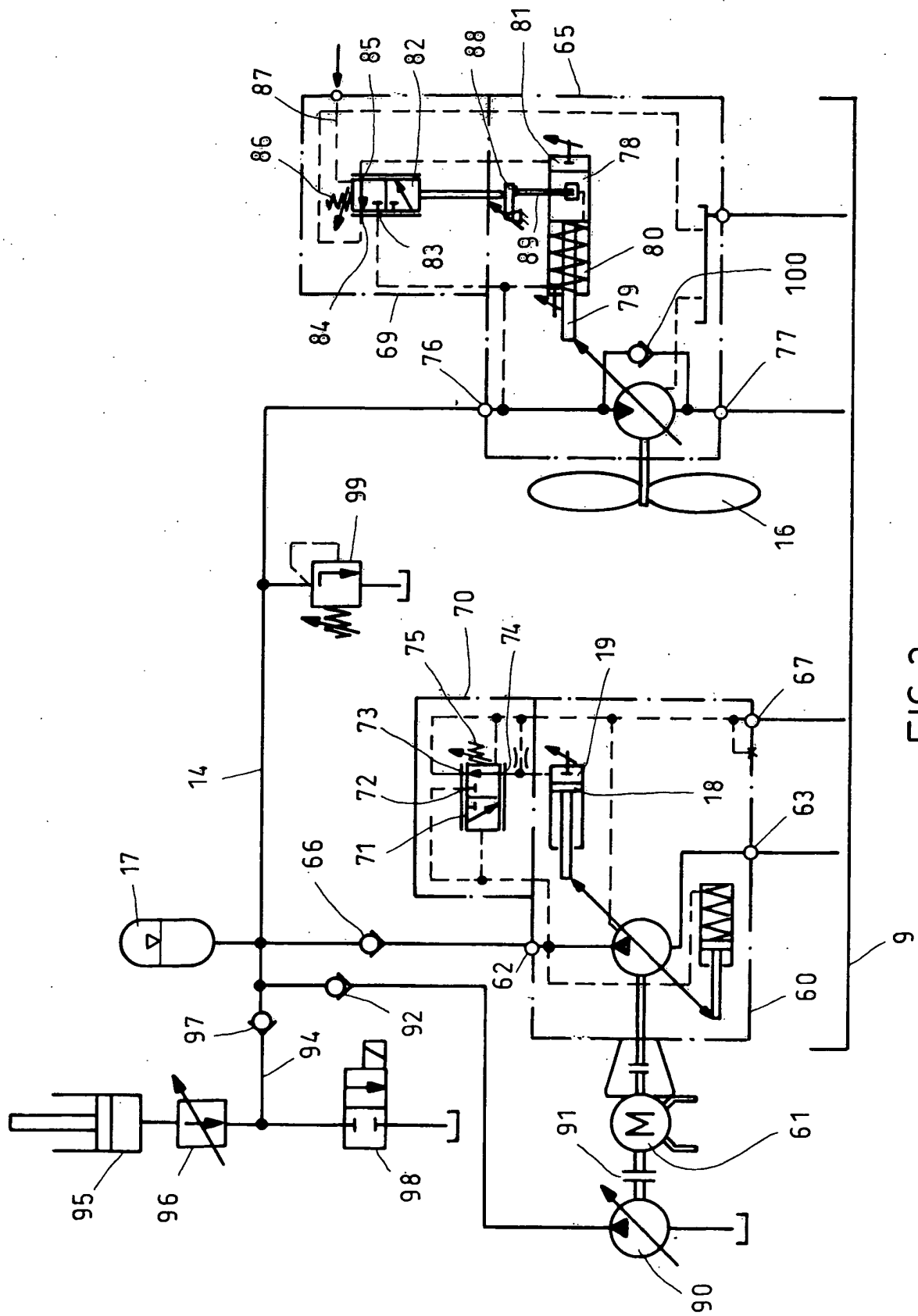


FIG. 2

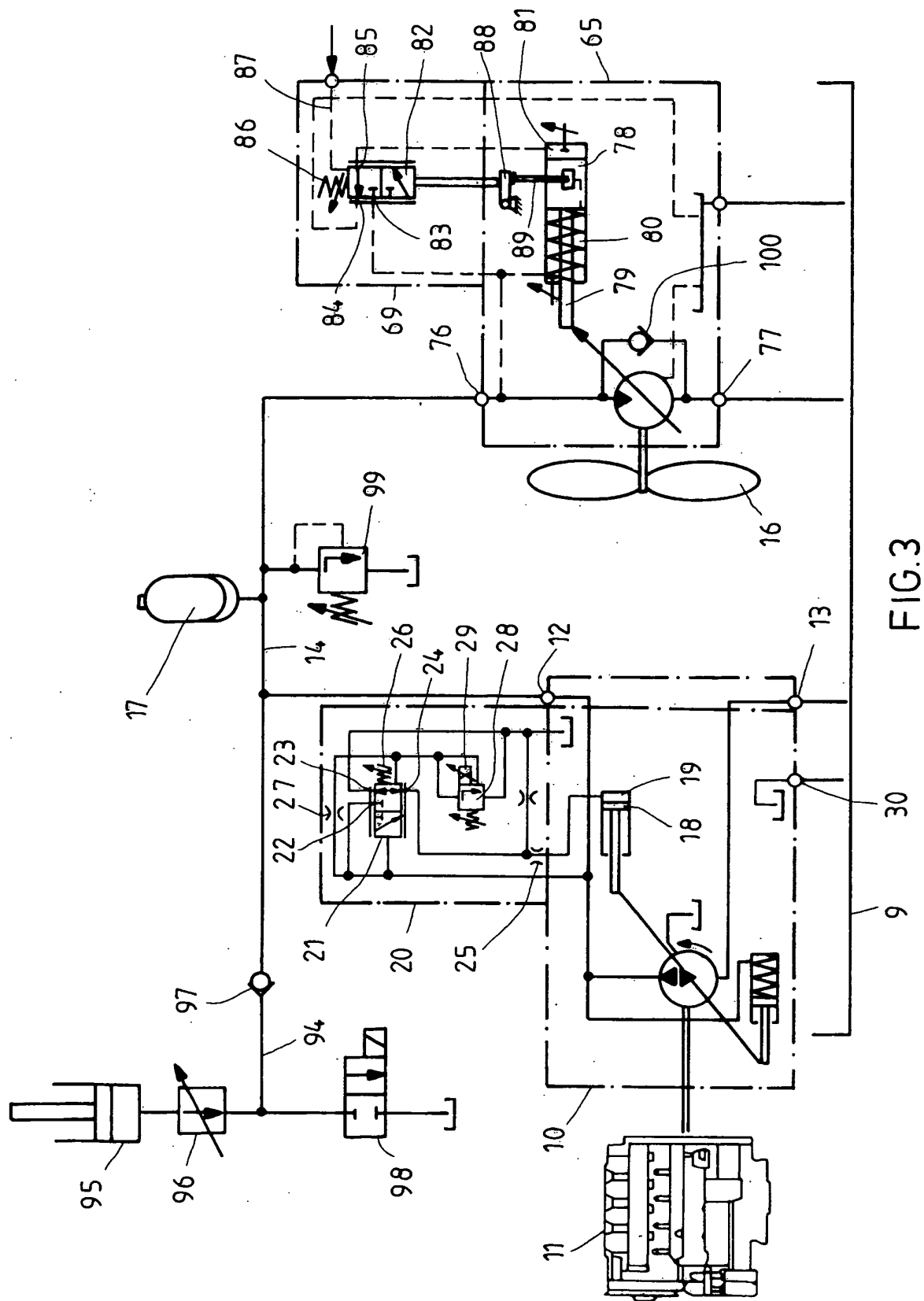


FIG.3

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

- DE 4321637 A1 [0002]