



(11)

EP 2 199 622 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.09.2017 Patentblatt 2017/38

(51) Int Cl.:
F15B 11/042 ^(2006.01) **F04B 49/06** ^(2006.01)
E02F 9/22 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09177880.3**

(22) Anmeldetag: **03.12.2009**

(54) **Hydrauliksystem**

Hydraulic system

Système hydraulique

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

(30) Priorität: **18.12.2008 DE 102008054880**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.2010 Patentblatt 2010/25

(73) Patentinhaber: **Deere & Company Moline, IL 61265 (US)**

(72) Erfinder: **Bitter, Marcus 68199, Mannheim (DE)**

(74) Vertreter: **Reichert, Christian John Deere GmbH & Co. KG Global Intellectual Property Services John-Deere-Straße 70 68163 Mannheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 877 168 WO-A1-2007/007460
US-A- 5 226 800 US-B1- 6 308 516

EP 2 199 622 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hydrauliksystem mit einem Antriebsmotor, einer durch den Antriebsmotor antreibbaren hydraulischen Verstellpumpe, einem durch die Verstellpumpe antreibbaren hydraulischen Verbraucher und einer elektronischen Steuereinheit, wobei die Verstellpumpe mit einem Förderstromregler ausgestattet ist, mit welchem eine sich zwischen Verbraucher und Verstellpumpe einstellende Druckdifferenz auf einen voreingestellten Regeldruckdifferenzwert regelbar ist.

[0002] Die US 5 226 800 zeigt ein Hydrauliksystem mit einem lastführenden Ventil und einem Drehzahlsensor, wobei das lastführende Ventil zwischen Position 1 und einer Position 2 bewegbar ist. In der Position 2 wird bei hoher Drehzahl der Antriebsmaschine der Ausstoß der Pumpe vergrößert. In der Position 1 wird bei niedriger Drehzahl der Antriebsmaschine der Ausstoß der Pumpe verringert.

[0003] Es sind landwirtschaftliche Maschinen bekannt, beispielsweise Traktoren, oder auch andere Arten von Arbeitsmaschinen, wie z.B. Baumaschinen oder Teleskoplader, die über ein Hydrauliksystem verfügen, mit dem ein oder mehrere hydraulische Verbraucher betrieben werden, z.B. Hydraulikzylinder, Hydraulikmotoren oder andere hydraulisch betriebene Komponenten. Derartige Hydrauliksysteme umfassen Hydraulikpumpen, die direkt, oder über ein starres Übersetzungsgetriebe ins Schnelle oder Langsame übersetzt, mit der Antriebswelle eines Antriebsmotors verbunden sind. Der maximal förderbare Volumenstrom der Hydraulikpumpe verändert sich somit mit der Drehzahl des Antriebsmotors. Je schneller der Antriebsmotor dreht, desto größer ist der Volumenstrom, der von der Hydraulikpumpe gefördert werden kann. Bei verstellbaren Load-Sense geregelten Hydraulikpumpen, sogenannten hydraulischen Verstellpumpen, wie sie heute als Stand der Technik im Einsatz sind, kann das geförderte maximale Fördervolumen dem vom hydraulischen Verbraucher benötigten Bedarf angepasst werden. Dieses geschieht üblicherweise über einen sogenannten Förderstromregler, der eine voreingestellte Regeldruckdifferenz zwischen dem Druck am Ausgang der Verstellpumpe und dem vom Verbraucher gemeldeten Load-Sense-Signal (im Folgenden LS-Signal genannt) regelt bzw. aufrecht erhält. Der Förderstromregler einer LS-geregelten Verstellpumpe funktioniert nun derart, dass er den Fördervolumenstrom der Verstellpumpe so verstellt, dass die voreingestellte Regeldruckdifferenz, die am Förderstromregler über eine Verstellfeder fest eingestellt werden kann, immer konstant gehalten wird. Die genaue Wirkungsweise eines solchen (Druck-) Förderstromreglers, kann in der einschlägigen Literatur nachgelesen werden und ist als solche Stand der Technik.

[0004] Der Fördervolumenstrom der von einem Hydraulikventil an einen Verbraucher, beispielsweise einen Hydraulikzylinder oder einen Hydromotor, abgegeben werden kann, ist direkt von dieser voreingestellten Re-

geldruckdifferenz abhängig. Über die Verstellfeder und einen Stellkolben des Förderstromreglers wird ein bestimmter zu regelnder Druck eingestellt, was die Verstellpumpe dazu zwingt, eine diesem eingestellten Druck entsprechende Regeldruckdifferenz zwischen Ausgang der Verstellpumpe und Verbraucher (L-S-Signal) aufrecht zu erhalten. Um diese Regeldruckdifferenz zu erreichen, schwenkt die in Abhängigkeit eines Verstellkolbens regelbare bzw. verstellbare Fördervolumenverstelleinheit der Verstellpumpe auf und beginnt, einen entsprechenden Fördervolumenstrom zu fördern. Der Verstellkolben ist dabei hydraulisch mit dem Förderstromregler verbunden und verändert seine Stellung in Abhängigkeit der am Förderstromregler vorliegenden bzw. eingestellten Regeldruckdifferenz. Die Fördervolumenverstelleinheit kann beispielsweise eine Schwenkscheibe umfassen, die mit Steuer- oder Hubkolben verbunden ist, wobei durch Drehen der Schwenkscheibe die Drehbewegung in eine Längsbewegung der Hubkolben umgewandelt wird. Der von der Verstellpumpe geförderte Fördervolumenstrom strömt durch die Leitungen und Ventile des Hydrauliksystems und erzeugt dabei bestimmte Druckverluste in den Leitungen und bei den jeweiligen Ventilen zu den Verbrauchern. Der Druck, der sich dann hinter den Ventilen bzw. am Verbraucher einstellt, wird als Lastdruck (LS-Signal) zurück an die Verstellpumpe gemeldet (über eine Lastdruckleitung (L-S-Leitung), die mit dem Förderstromregler verbunden ist) und veranlasst die Verstellpumpe dazu, derart viel Volumenstrom zu fördern, dass der Druck am Ausgang der Verstellpumpe um den Regeldruckdifferenzwert höher ist, als der vom L-S-Signal gelieferte Lastdruck am Verbraucher.

[0005] Je weiter nun ein Ventil von der Verstellpumpe entfernt ist, desto größer werden durch die längere Strömungsstrecke die Druckverluste, was zu dem Effekt führt, dass Ventile, die weiter von der Verstellpumpe entfernt sind als andere Ventile, weniger Volumenstrom an einen Verbraucher ankommen lassen, obwohl es Ventile der gleichen Bauart sind. Um diesen Effekt zu kompensieren, ist es bekannt, Ventile einzusetzen, die ein verstärktes Lastsignal an die Pumpe melden, wie beispielsweise in der EP 176 0 325 A2 offenbart ist.

[0006] Vereinfacht gilt demnach, dass man einen bestimmten Druck benötigt, um einen bestimmten Volumenstrom durch eine Leitung und/oder ein Ventil zu drücken. Da die Druckverluste beim Durchströmen mit dem Volumenstrom ansteigen, wäre es also von Vorteil, die Querschnitte und Führungen der Leitungen und Bohrungen so groß wie möglich sowie die Verluste über die Ventile konstruktiv so klein wie möglich zu halten, wenn man eine bestimmte Menge Hydrauliköl für einen Verbraucher nutzbar machen will. Werden die Verluste nun zu groß und nimmt dadurch der Volumenstrom ab, kann man dies durch Querschnittsvergrößerung an den Ventilöffnungen kompensieren d.h. durch Querschnittsveränderungen an den Ventilöffnungen können Volumenströme verändert, also angehoben oder abgesenkt werden.

[0007] Anderen Möglichkeiten den Volumenstrom zu verändern zielen darauf ab, eine am Förderstromregler der Verstellpumpe wirkende Stellkraft zu verändern. So wird in der EP 0 439 621 B1 offenbart, dass für einen Feinbetrieb des Hydrauliksystems durch manuelles Auslösen einer Stellkraft am Förderstromregler die Regeldruckdifferenz der Verstellpumpe verringert werden kann, was einen geringeren maximalen Volumenstrom im Hydrauliksystem bzw. an den Ventilen zur Folge hat.

[0008] Nun stellt sich das Problem dar, dass es aus Umwelt- und Wirtschaftlichkeitsaspekten von Vorteil sein kann, ein Hydrauliksystem einer Arbeitsmaschine im unteren Motordrehzahlbereich zu betreiben. Dieses hat zur Folge, dass bei den heutigen Verstellpumpengrößen dann zu wenig Volumenstrom für die Anwendungen zur Verfügung steht, was zu dem Einsatz von größeren Verstellpumpen führt, so dass bei geringen Motordrehzahlen große Volumenströme gefördert werden können. Dies führt wiederum dazu, dass bei hohen Motordrehzahlen noch sehr viel größere (nicht ausschöpfbare) Volumenströme gefördert werden, die zu sehr großen Leistungsverlusten in der Gesamtleistungsbilanz führen. Man könnte diese Probleme zumindest teilweise überwinden, indem man die Regeldruckdifferenz der Pumpe erhöht, was letztendlich aber auch zu einem höheren Kraftstoffverbrauch der Maschine führen würde, da man eine bestimmte Leistung benötigt, bzw. einen bestimmten Fördervolumenstrom benötigt, um die Regeldruckdifferenz zu erreichen. Ferner besteht die Möglichkeit alle Leitungen und Ventile auf die maximale Pumpenförderleistung hin auszulegen, was wiederum zu sehr hohen Kosten der einzelnen Komponenten und zu Platzproblemen auf der Arbeitsmaschine führen würde. EP 349 092 B1 offenbart eine weitere Möglichkeit, hohe Volumenströme bei geringen Motordrehzahlen zu ermöglichen, jedoch den Volumenstrom bei hohen Motordrehzahlen zu begrenzen. Dabei wird das von der Verstellpumpe geförderte maximale Fördervolumen begrenzt, wobei die Fördermenge der Verstellpumpe gemessen (z.B. durch Messung der Lage der Fördervolumenverstellmechanismen, z.B. des Verstellwinkels einer Stellscheibe bzw. Schwenkscheibe) und überwacht wird. Diese Verstellpumpen und die entsprechende Regelelektronik sind jedoch aufwändig und teuer.

[0009] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird darin gesehen, ein Hydrauliksystem der eingangs genannten Art anzugeben, durch welches die vorgenannten Probleme überwunden werden. Insbesondere soll mit einfachen, sicheren und kostengünstigen Mitteln ein Hydrauliksystem geschaffen werden, welches bei geringen Antriebsdrehzahlen ein großes Fördervolumen zur Verfügung stellt, dieses jedoch bei höheren Antriebsdrehzahlen auf einen bestimmten Maximalwert begrenzt.

[0010] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Lehre des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0011] Erfindungsgemäß wird ein Hydrauliksystem der

eingangs genannten Art derart ausgebildet, dass der Förderstromregler durch die Steuereinheit ansteuerbare Stellmittel umfasst, durch welche der Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler über die elektronische Steuereinheit veränderbar ist, wobei die elektronische Steuereinheit ein antriebsdrehzahlabhängiges Signal erfasst, in Abhängigkeit dessen durch die Steuereinheit ein Steuersignal für die ansteuerbaren Stellmittel generierbar ist, welche den Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler verändern. Durch Erfassung der Antriebsdrehzahl und Generierung eines entsprechenden Steuersignals für die mittels der Steuereinheit fernsteuerbaren Stellmittel am Förderstromregler kann eine voreingestellte Regeldruckdifferenz am Förderstromregler in Abhängigkeit von der Antriebsdrehzahl gezielt verändert werden.

[0012] Dies heißt, dass bei einer geringen Antriebsdrehzahl die Regeldruckdifferenz beispielsweise $P=P_1$ bar beträgt. Diese Einstellung ist beispielsweise geeignet einen Volumenstrom bis zu einer Größe von V_1 l/min durch die Ventile zu fördern. Die Verstellpumpe hat jedoch aufgrund ihres maximalen Fördervolumens die Möglichkeit, bei einer maximalen Antriebsdrehzahl Fördervolumenströme von V_{max} l/min zu fördern, was zu hohe Verluste in den Leitungen und Ventilen erzeugen würde. Bei Leerlaufdrehzahl fördert diese Pumpe nun z. B. einen maximalen Fördervolumenstrom von V_{leer} l/min ($V_{leer} < V_1 < V_{max}$) und mit zunehmender Antriebsdrehzahl ($U+$) steigt der Fördervolumenstrom (V) an. Nun ist es denkbar, dass man bei Erreichen der V_1 l/min-Grenze die Regeldruckdifferenz P bar immer weiter reduziert ($P = P_1 - P(U)$; wobei $P(U)$ als Funktion der Antriebsdrehzahl zu verstehen ist und mit ansteigender Antriebsdrehzahl zunimmt) und damit auch das Fördervolumen der Verstellpumpe reduziert, so dass bei maximaler Antriebsdrehzahl von z. B. U_{max} U/min noch immer nur $V(1)$ l/min von der Verstellpumpe gefördert werden. Sinkt die Antriebsdrehzahl wieder, hebt man die Regeldruckdifferenz und damit das Fördervolumen wieder langsam an ($P = P_1 - P(U)$; wobei $P(U)$ mit abnehmender Antriebsdrehzahl abnimmt), bis der Ursprungswert ($P=P_1$) wieder erreicht worden ist. Die entsprechenden Funktionen und Berechnungsalgorithmen sind vorzugsweise in der elektronischen Steuereinheit abgelegt. Ein entsprechendes Steuersignal wird von der Steuereinheit generiert und an die Stellmittel am Förderstromregler zwecks Ansteuerung derselben geleitet werden. Durch Ansteuerung der Stellmittel wird der Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler verändert.

[0013] Bei Überschreiten eines voreinstellbaren Antriebsdrehzahlwertes kann der Regeldruckdifferenzwert der Verstellpumpe reduziert werden. Der voreinstellbare Antriebsdrehzahlwert, der die Verstellung des Regeldruckdifferenzwertes auslöst, kann dabei je nach Anwendung vorzugsweise über ein Eingabemodul an einem Fahrerdisplay eines Arbeitsgerätes oder über eine andere geeignete Eingabeschneittstelle der Steuereinheit vorgegeben werden. Es kann jedoch auch gemäß der

Leistungsgröße der Verstellpumpe bereits ein fester Antriebsdrehzahlwert vorgegeben und in der Steuereinheit abgelegt sein.

[0014] Bei Überschreiten eines voreinstellbaren Antriebsdrehzahlwertes kann der Regeldruckdifferenzwert proportional zur Antriebsdrehzahl verändert werden, wobei die Steuereinheit mit zunehmender Antriebsdrehzahl den Regeldruckdifferenzwert reduziert und mit abnehmender Antriebsdrehzahl erhöht. Diesbezüglich ist das von der Steuereinheit generierte Steuersignal vorzugsweise stufenlos an eine Antriebsdrehzahländerung angepasst, so dass ein Bediener des Systems die Veränderung des Fördervolumens nicht direkt bemerkt.

[0015] Für spezielle Anwendungsfälle ist es vorgesehen, das maximal mögliche Fördervolumen der Verstellpumpe ausnutzen zu können. Dazu sind Einstellmittel vorgesehen, in Abhängigkeit derer das Steuersignal modifizierbar ist, und der Regeldruckdifferenzwert über die Einstellmittel veränderbar ist, derart, dass der Regeldruckdifferenzwert unabhängig von der Antriebsdrehzahl reduziert oder erhöht werden kann. So kann eine Bedienperson die von der Steuereinheit übernommene Ansteuerung der Stellmittel am Förderstromregler quasi "überstimmen" und durch entsprechende Eingaben am Einstellmittel, beispielsweise an einem Eingabemodul oder an einem Eingabeknopf mit Stellrad oder einem Potentiometer die antriebsdrehzahlabhängige Steuerfunktion der Steuereinheit deaktivieren und durch direkte Vorgabe eines über die Einstellmittel vorgebbaren Eingabesignals das Steuersignal modifizieren, so dass trotz ursprünglicher antriebsdrehzahlabhängigen Generierung eines Steuersignals das durch die Einstellmittel eingegebene Signal priorisiert wird. Damit ist es möglich, eine antriebsdrehzahlabhängige Steuerung zu umgehen und beispielsweise auch bei hohen Antriebsdrehzahlen das Hydrauliksystem mit einem hohen Regeldruckdifferenzwert zu betreiben bzw. bei jeder beliebigen Antriebsdrehzahl einen beliebigen Regeldruckdifferenzwert einzustellen. Es gibt besondere Anwendungen, bei denen der Bediener unbedingt das maximale Fördervolumen der Verstellpumpe ohne Rücksicht auf die Leistungsverluste ausnutzen möchte. Eine solche Anwendung wäre zum Beispiel der Betrieb eines Frontladers, bei dem der Bediener möglichst kurze Zykluszeiten und damit mehr Umschlagleistung erreichen möchte. In einem solchen Fall würde eine Verstellpumpe mit großem Fördervolumen nicht viel helfen, wenn nicht alle Leitungen und Ventile ebenfalls vergrößert würden. Hier kann es dann sinnvoll sein, die Regeldruckdifferenz gezielt zu erhöhen, um sicherstellen zu können, dass bei höheren Antriebsdrehzahlen die Verstellpumpe voll aufschwenken kann, um mehr Volumenstrom zu fördern.

[0016] Das Hydrauliksystem kann ferner einen Temperatursensor umfassen, der die Temperatur im Hydrauliksystem erfasst und ein entsprechendes Signal an die Steuereinheit liefert. Insbesondere die Viskosität einer Hydraulikflüssigkeit hängt von der Temperatur ab, so dass es von Vorteil sein kann, bei tiefen Temperaturen,

bzw. bei einer hohen Viskosität der Hydraulikflüssigkeit, den Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler ferner in Abhängigkeit der Viskosität bzw. Temperatur zu verstellen, beispielsweise zu erhöhen. Ferner kann es von Vorteil sein, bei extrem tiefen Temperaturen viskositätsbedingten Kavitationsproblemen entgegenzuwirken, so dass der Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler begrenzt bzw. reduziert wird und erst bei einer bestimmten Temperatur eine Erhöhung stattfindet und zwar unabhängig oder abhängig von der Antriebsdrehzahl. Ebenso kann es ratsam sein, den Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler bei höheren Temperaturen den geringeren Strömungsverlusten anzupassen, also beispielsweise zu reduzieren. So können also sowohl in Abhängigkeit von der Antriebsdrehzahl allein, als auch in Kombination in Abhängigkeit von der Temperatur im Hydrauliksystem Zustandsbedingungen eintreten, für die eine Verstellung des Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler vorteilhaft ist. Dementsprechende Steuerfunktionen bzw. Steueralgorithmen können in der elektronischen Steuerung implementiert und als entsprechende Zustandsdiagramme abgelegt sein. Anhand dieser Steuerfunktionen bzw. Steueralgorithmen können entsprechende Steuersignale, sowohl in Abhängigkeit von der Antriebsdrehzahl, als auch in Abhängigkeit von der Temperatur, zur Ansteuerung der Stellmittel bzw. zur Verstellung des Regeldruckdifferenzwerts am Förderstromregler generiert werden.

[0017] Die Stellmittel am Förderstromregler umfassen vorzugsweise einen Elektromotor, der von der Steuereinheit ansteuerbar ist und die Verstellfeder im Förderstromregler verstellen kann. Ferner ist es auch denkbar einen Elektromagneten einzusetzen, der die Verstellfeder im Förderstromregler verstellt. Vorzugsweise sollte die Verstellung des Förderstromreglers bzw. der Verstellfeder direkt an der Vorspannung der Verstellfeder des Förderstromreglers erfolgen. Erfolgen kann diese Verstellung wie oben bereits erwähnt elektrisch oder elektromagnetisch, aber auch hydraulisch, pneumatisch oder rein mechanisch, wobei eine elektrische bzw. elektromagnetische Verstellung bevorzugt wird, da diese einfacher zu handhaben ist, als andere Verstellarten. Diese Verstellung kann nun die Federvorspannung erhöhen oder verringern, wobei automatisch die Regeldruckdifferenz verstellt wird. Die Verstellung kann beispielsweise über einen Proportionalmagneten, der in beide Richtungen wirksam ist, erfolgen. Natürlich ist es auch denkbar, eine Verstellung nur in eine Richtung zuzulassen. Da es immer dazu kommen kann, dass die Elektronik am Arbeitsfahrzeug ausfällt, ist es sinnvoll, Maßnahmen vorzusehen, die bei Ausfall der Elektronik verhindern, dass es zu einem Ausfall des ganzen Hydrauliksystems kommt. Aus diesem Grund ist der Einsatz eines Schrittmotors für die Verstellung der Regeldruckdifferenz besonders geeignet. Der Schrittmotor hat den Vorteil, dass er eine bestimmte Selbsthemmung hat und sehr genau in eine bestimmte Position (Drehwinkel) verfahren werden kann, die er nicht mehr verlässt, es sei denn, er be-

kommt eine neues Steuersignal oder eine sehr starke Kraft zieht an ihm.

Ein solcher Schrittmotor kann einfach an die Verstell- schraube zur Verstellung der Regeldruckdifferenz des Förderstromreglers angeschlossen werden und kann diese Verstellschraube dann je nach Steuersignal sehr genau und sehr schnell verdrehen, so dass die Regel- druckdifferenz sehr feinfühlig verstellt werden kann. Soll- te es zu einem Ausfall der Elektronik kommen, würde der Schrittmotor einfach in seiner letzten Position stehen bleiben und somit sicherstellen, dass zumindest ein be- stimmter Minimalbetrieb des Hydrauliksystem gewähr- leistet bleibt.

[0018] Ein erfindungsgemäßes Hydrauliksystem fin- det in Arbeitsfahrzeugen Anwendung, die in der Land- wirtschaft verwendet werden, also in landwirtschaftlichen Fahrzeugen, wie Traktoren mit oder ohne Frontlader so- wie auch Teleskoplader. Ferner eignet sich ein derartiges Hydrauliksystem auch für den Einsatz in Baumaschinen, beispielsweise in Bagger oder Radlader.

[0019] Das erfindungsgemäße Hydrauliksystem er- möglicht einen optimalen Betrieb eines Hydrauliksys- tems in allen antriebsabhängigen Betriebszuständen des Fahrzeugs und dient insbesondere der Verringerung von Leistungsverlusten und der Zurverfügungstellung großer Volumenströme bei geringer Antriebsdrehzahl. Ferner können vorhandene kleinere Leitungsquerschnitte und Ventile trotz einer Verstellpumpe mit großem Fördervolumen verwendet werden. Bei Bedarf sind sehr große Fördervolumenströme trotz kleiner Leitungsquerschnitte und Ventile möglich. Eine Beibehaltung der vorhandenen Ventile und Leitungen, unabhängig von der Verwendung einer größeren Verstellpumpe, ist damit möglich. Ferner kann trotz elektronischer Ansteuerung des Förderstrom- reglers bei Ausfall der Elektrik gewährleistet werden, dass das vorhandene Hydrauliksystem weiterhin verfüg- bar ist.

[0020] Anhand der Zeichnung, die ein Ausführungs- beispiel der Erfindung zeigt, werden nachfolgend die Er- findung sowie weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbil- dungen und Ausgestaltungen der Erfindung näher be- schrieben und erläutert.

[0021] Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen hydraulischen Schalt- plan eines erfindungsgemäßen Hydrauliksys- tems mit einem Elektromotor als Stellmittel,

Fig. 2 einen schematischen hydraulischen Schalt- plan eines alternativen erfindungsgemäßen Hydrauliksystems mit einem Proportionalventil als Stellmittel und

Fig. 3 ein Arbeitsfahrzeug mit einem Hydrauliksystem gemäß Fig. 1 oder 2.

[0022] Figur 1 zeigt ein Hydrauliksystem 10 zum Be- treiben eines hydraulischen Verbrauchers 12, beispiele-

weise eines hydraulischen Zylinders zum Heben und Senken eines Frontladers 14.

[0023] Das Hydrauliksystem 10 umfasst einen Hydraulik- tank 16, eine hydraulische Verstellpumpe 18 mit einem Förderstromregler 20 zum Einstellen eines Regeldruck- differenzwertes zwischen Verstellpumpe 18 und Ver- braucher 12, einem Druckbegrenzer 22 zur Begrenzung des Betriebsdrucks für die Verstellpumpe 18, sowie ei- nem Verstellkolben 23 zum Verstellen und Begrenzen des über eine Fördervolumenverstelleinheit 24 einstell- baren Fördervolumens der Verstellpumpe 18. Ferner ist ein als Verstellspindel ausgebildeter Anschlag 23' für den Verstellkolben 23 vorgesehen, der mit dem Verstellkol- ben 23 in Eingriff bringbar ist und mit dem ein maximales Fördervolumen der Verstellpumpe 18 einstellbar ist. Die Verstellpumpe 18 wird über einen Antriebsmotor 25 an- getrieben. Zwischen Verbraucher 12 und Verstellpumpe 18 ist ein hydraulisches Steuerventil 26 geschaltet, über welches der hydraulische Verbraucher 12 ansteuerbar ist. Zwischen Verbraucher 12 und Steuerventil 26 ist eine Lastdruckleitung 28 angeschlossen, die mit dem Förder- stromregler 20 verbunden ist, wobei die Lastdruckleitung 28 ein mit dem Tank 16 verbundene Druckentlastungs- blende 29 und ein in Richtung des Verbrauchers 12 schließendes Rückschlagventil 30 aufweist, wobei das Rückschlagventil 30 zwischen der Druckentlastungs- blende 29 und dem Verbraucher 12 angeordnet ist. Fer- ner verfügt das Hydrauliksystem 10 über eine elektroni- sche Steuereinheit 32 die mit einem Drehzahlsensor 34 und einer Einstellvorrichtung 36 verbunden ist. Der För- derstromregler 20 verfügt über Stellmittel 38, die als Elek- tromotor, vorzugsweise als Schrittmotor, ausgebildet sind und von der elektronischen Steuereinheit 32 ansteu- erbar sind.

[0024] Der Antriebsmotor 25 ist direkt mit der Verstell- pompe 18 verbunden, wobei dies hier nur exemplarisch dargestellt ist. Selbstverständlich können hier auch Unter- oder Übersetzungsgetriebe zwischengeschaltet sein. Die Antriebswelle des Motors 25, der vorzugsweise als Verbrennungsmotor ausgebildet ist, jedoch beispiele- wise auch als Elektromotor ausgebildet sein kann, ist direkt mit dem Drehzahlsensor 34 versehen, welcher ein Drehzahl- signal an die elektronische Steuereinheit 32 lei- tet. Ferner kann die elektronische Steuereinheit 32 Ein- gabesignale von der Einstellvorrichtung 36 empfangen, welche sie dann bei der Generierung eines Steuersignals für die Stellmittel 38 berücksichtigt. Bei der Generierung eines Steuersignals wird in erster Linie nur ein von dem Drehzahlsensor 34 geliefertes Drehzahl- signal berücksichtigt, in Abhängigkeit dessen die elektronische Steu-ereinheit 32 das Steuersignal für die Stellmittel 38 gene-riert. Sollte jedoch eine zusätzlich Eingabe über die Ein- stellmittel 36 erfolgen, so wird das zunächst auf dem Drehzahl- signal basierende Steuersignal entsprechend modifiziert. Dies hat den Hintergrund, dass über die Ein- stellmittel 36 von einer Bedienperson signalisierbar ist, dass keine drehzahl- abhängige Ansteuerung der Stell- mittel 38 am Förderstromregler 20 erfolgen soll, sondern

vielmehr von der Bedienperson vorgebbare Steuergrößen zur Ansteuerung der Stellmittel 38 herangezogen werden sollen. Beispielsweise kann die Bedienperson über die Einstellmittel 38 den maximalen Fördervolumenwert oder einen anderen einstellbaren Fördervolumenwert für die Verstellpumpe 18 vorgeben, der unabhängig von der Drehzahl des Antriebsmotors 25 durch die elektronische Steuereinheit 32 eingestellt werden soll.

[0025] Der Förderstromregler 20 der über eine Vorspannfeder 40 mit einem festen Regeldruckdifferenzwert voreingestellt wird kann nun durch Verstellen der Vorspannung der Vorspannfeder 40 über die Stellmittel 38 verstellt werden, so dass der Regeldruckdifferenzwert sowohl angehoben als auch abgesenkt werden kann. Je nach herrschendem Druckverhältnis des zwischen Steuerventil 26 und Verbraucher 12 vorliegenden Systemdrucks und dem am Verstellpumpenausgang vorliegenden Systemdruck ergibt sich eine Druckdifferenz, die dem Förderstromregler 20 über die Load-Sensing-Druckleitung 28 und über eine mit dem Ausgang der Verstellpumpe 18 verbundenen Steuerdruckleitung 42 vorgegeben wird. Gemäß dem voreingestellten Regeldruckdifferenzwert wird der mit dem Förderstromregler 20 über den Druckbegrenzer 22 verbundene Verstellkolben 23 in eine entsprechende Steuerstellung gebracht. Entsprechend der Steuerstellung des Verstellkolbens 23 wird wiederum die Fördervolumenverstelleinheit 24 der Verstellpumpe 18 eingestellt. So wird also über den am Förderstromregler 20 eingestellten Regeldruckdifferenzwert das Fördervolumen der Verstellpumpe 18 gesteuert bzw. geregelt. Über die Vorspannfeder 40 kann der Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler 20 verstellt werden, so dass über die mit der Vorspannfeder 40 verbundenen Stellmittel 38 der Regeldruckdifferenzwert verstellbar und damit über die elektronische Steuereinheit ansteuerbar bzw. verstellbar bzw. regelbar ist. Somit kann in Abhängigkeit von dem vom Drehzahlsensor 34 gelieferten Signal eine Steuerung der Stellmittel 38 am Förderstromregler 20 und damit des Fördervolumens der Verstellpumpe 18 vorgenommen werden.

[0026] Vorzugsweise sind dazu in der elektronischen Steuereinheit 32 abgelegte bzw. abgespeicherte Schwellwerte implementiert, anhand derer ein entsprechendes Steuerprogramm gestartet werden kann, so dass beispielsweise ab Erreichen eines vorgebbaren Drehzahlwertes am Antriebsmotor 25 der Regeldruckdifferenzwert in Abhängigkeit der weiter steigenden Drehzahl immer weiter reduziert wird, um das Fördervolumen entsprechend zu reduzieren und den Fördervolumenstrom zu begrenzen.

[0027] Über die Einstellmittel 36 kann nun eine Bedienperson die voreingestellten Schwellwerte "aushebeln" bzw. "übersteuern", so dass unabhängig von der Drehzahl eine über die Einstellmittel 36 vorgebbare Ansteuerung der Stellmittel 38 erfolgen kann. Beispielsweise kann der Regeldruckdifferenzwert über die Einstellmittel 36 auf einen konstanten Wert gesetzt werden, wobei die

Steuereinheit 32 dann die Ansteuerung der Stellmittel 38 unabhängig von der Drehzahl des Antriebsmotors 25 vornimmt. Die Einstellmittel 36 können dabei mehrere belegte Schalter oder ein Eingabedisplay oder ein verstellbares Potentiometer etc. umfassen, mit denen entsprechende Einstellgrößen vorgegeben werden können. Ferner kann über die Einstellmittel 36 auch eine Aktivierung oder Deaktivierung der drehzahlabhängigen Steuerung des Förderstromreglers 20 erfolgen.

[0028] Der Temperatursensor 37 erfasst, wie bereits erwähnt, die Temperatur der Hydraulikflüssigkeit und liefert ein entsprechendes Temperatursignal an die Steuereinheit 32. Die Steuereinheit 32 kann sowohl in Abhängigkeit von der Antriebsdrehzahl allein als auch in Kombination in Abhängigkeit von der Temperatur den Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler durch Verstellen der Stellmittel 38 verändern bzw. steuern oder regeln. So kann der Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler zusätzlich in Abhängigkeit von der Temperatur einer Hydraulikflüssigkeit des Hydrauliksystems 10 reduziert oder erhöht werden. Dementsprechende Steuersignale werden durch in der Steuereinheit 32 implementierte Steuerfunktionen bzw. Steueralgorithmen in Abhängigkeit von der Antriebsdrehzahl und/oder von der Temperatur generiert.

[0029] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird an Stelle des in Figur 1 abgebildeten Elektromotors 38 ein elektromagnetischer Proportionalmagnet 38' eingesetzt, wie in Figur 2 dargestellt ist. Der Proportionalmagnet 38' ist vorzugsweise ebenfalls in beide Richtungen wirksam, wobei generell eine Verstellung des Förderstromreglers 20 in nur eine Richtung durchaus denkbar ist, so dass beispielsweise nur eine Reduzierung des Regeldruckdifferenzwertes ermöglicht wird.

[0030] Figur 3 zeigt ein landwirtschaftliches Fahrzeug 44 in Form eines Schleppers, der mit einem Frontlader 14 bestückt ist, welcher durch ein in Figur 1 oder 2 beschriebenes Hydrauliksystem betrieben wird. Hierbei sind auch andere Anwendungsfälle für das erfindungsgemäße Hydrauliksystem denkbar, beispielsweise für den Einsatz in Baumaschinen oder bei Teleskopladern. Das erfindungsgemäße Hydrauliksystem kann auch zur Versorgung anderer hier nicht explizit aufgeführter hydraulischer Verbraucher genutzt werden, beispielsweise zur Versorgung von Dreipunktanhängvorrichtungen an landwirtschaftlichen Schleppern.

[0031] Auch wenn die Erfindung lediglich anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, erschließen sich für den Fachmann im Lichte der vorstehenden Beschreibung sowie der Zeichnung viele verschiedenartige Alternativen, Modifikationen und Varianten, die unter die vorliegende Erfindung fallen.

55 Patentansprüche

1. Hydrauliksystem (10) mit einem Antriebsmotor (25), einer durch den Antriebsmotor (25) antreibbaren hy-

- draulischen Verstellpumpe (18), einem durch die Verstellpumpe (18) antreibbaren hydraulischen Verbraucher (12) und einer elektronischen Steuereinheit (32), wobei die Verstellpumpe (18) mit einem Förderstromregler (20) ausgestattet ist, mit welchem eine sich zwischen Verbraucher (12) und Verstellpumpe (18) einstellende Druckdifferenz auf einen voreingestellten Regeldruckdifferenzwert regelbar ist, wobei der Förderstromregler (20) durch die Steuereinheit (32) ansteuerbare Stellmittel (38, 38') umfasst, durch welche der Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler (20) über die elektronische Steuereinheit (32) veränderbar ist, wobei die elektronische Steuereinheit (32) ein antriebsdrehzahlabhängiges Signal erfasst, in Abhängigkeit dessen durch die Steuereinheit (32) ein Steuersignal für die ansteuerbaren Stellmittel (38, 38') generierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuersignal den Regeldruckdifferenzwert am Förderstromregler (20) bei Überschreiten eines voreinstellbaren Antriebsdrehzahlwertes reduziert, um das Fördervolumen entsprechend zu reduzieren und den Fördervolumenstrom zu begrenzen.
2. Hydrauliksystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuersignal bei Überschreiten eines voreinstellbaren Antriebsdrehzahlwertes den Regeldruckdifferenzwert proportional zur Antriebsdrehzahl verändert, wobei die Steuereinheit (32) mit zunehmender Antriebsdrehzahl den Regeldruckdifferenzwert reduziert und mit abnehmender Antriebsdrehzahl erhöht.
 3. Hydrauliksystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Einstellmittel (36) vorgesehen sind, in Abhängigkeit derer das Steuersignal modifizierbar ist, und der Regeldruckdifferenzwert über die Einstellmittel (36) veränderbar ist, derart, dass der Regeldruckdifferenzwert unabhängig von der Antriebsdrehzahl reduziert oder erhöht werden kann.
 4. Hydrauliksystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursensor (37) vorgesehen ist und in Abhängigkeit eines vom Temperatursensor (37) gelieferten Temperatursignals das Steuersignal modifizierbar ist, derart, dass das maximale Fördervolumen zusätzlich in Abhängigkeit von der Temperatur einer Hydraulikflüssigkeit des Hydrauliksystems reduziert oder erhöht werden kann.
 5. Hydrauliksystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellmittel (38) einen Elektromotor umfassen.
 6. Hydrauliksystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellmit-

tel (38') einen Elektromagneten, vorzugsweise einen Proportionalmagneten umfassen.

7. Arbeitsfahrzeug (44), insbesondere landwirtschaftliches Fahrzeug oder Baumaschine, mit einem Hydrauliksystem (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.

10 Claims

1. Hydraulic system (10) having a drive motor (25), a hydraulic variable displacement pump (18) which can be driven by the drive motor (25), a hydraulic consumer (12) which can be driven by the variable displacement pump (18), and an electronic control unit (32), wherein the variable displacement pump (18) is equipped with a feed flow regulator (20) with which a pressure difference which is set between the consumer (12) and the variable displacement pump (18) can be regulated to a preset regulating pressure differential value, wherein the feed flow regulator (20) comprises actuation means (38, 38') which can be controlled by the control unit (32) and by which the regulating pressure differential value at the feed flow regulator (20) can be changed by means of the electronic control unit (32), wherein the electronic control unit (32) acquires a drive-rotational-speed-dependent signal, as a function of which a control signal for the controllable actuation means (38, 38') can be generated by the control unit (32), **characterized in that** the control signal reduces the regulating pressure differential value at the feed flow regulator (20) when a presettable drive rotational speed value is exceeded, in order to reduce the feed volume correspondingly and limit the feed volume flow.
2. Hydraulic system (10) according to Claim 1, **characterized in that** when a presettable drive rotational speed value is exceeded, the control signal changes the regulating pressure differential value in proportion to the drive rotational speed, wherein the control unit (32) reduces the regulating pressure differential value as the drive rotational speed increases, and increases the regulating pressure differential value as the drive rotational speed decreases.
3. Hydraulic system (10) according to one of Claims 1 to 2, **characterized in that** setting means (36) are provided, as a function of which the control signal can be modified, and the regulating pressure differential value can be changed using the setting means (36) in such a way that the regulating pressure differential value can be reduced or increased independently of the drive rotational speed.
4. Hydraulic system (10) according to one of Claims 1

to 3, **characterized in that** a temperature sensor (37) is provided, and the control signal can be modified as a function of a temperature signal supplied by the temperature sensor (37), in such a way that the maximum feed volume can be reduced or increased additionally as a function of the temperature of a hydraulic fluid of the hydraulic system.

5. Hydraulic system (10) according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the actuation means (38) comprise an electric motor.
6. Hydraulic system (10) according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the actuation means (38') comprise an electromagnet, preferably a proportional magnet.
7. Working vehicle (44), in particular agricultural vehicle or construction machine, having a hydraulic system (10) according to one of Claims 1 to 6.

Revendications

1. Système hydraulique (10) comportant un moteur d'entraînement (25), une pompe d'ajustement hydraulique (18) pouvant être entraînée par le moteur d'entraînement (25), une charge hydraulique (12) pouvant être entraînée par la pompe d'ajustement hydraulique (18) et une unité de commande électronique (32), dans lequel la pompe d'ajustement hydraulique (18) est équipée d'un régulateur de débit d'entraînement (20) au moyen duquel il est possible de réguler une différence de pression s'établissant entre la charge (12) et la pompe d'ajustement (18) à une valeur de différence de pression de régulation préalablement réglée, dans lequel le régulateur de débit d'entraînement (20) comprend des moyens de réglage (38, 38') pouvant être commandés par l'unité de commande (32), au moyen desquels la valeur de différence de pression de régulation peut être modifiée par l'intermédiaire de l'unité de commande (32) sur le régulateur de débit d'entraînement (20), dans lequel l'unité de commande électronique (32) détecte un signal dépendant de la vitesse de rotation d'entraînement, en fonction duquel un signal de commande destiné aux moyens de réglage pouvant être commandés (38, 38') peut être généré au moyen de l'unité de commande (32), **caractérisé en ce que** le signal de commande réduit la valeur de différence de pression de régulation au niveau du régulateur de débit d'entraînement (20) lorsqu'une valeur de vitesse de rotation d'entraînement pouvant être prédéfinie est dépassée, afin de réduire de manière correspondante le volume d'entraînement et de limiter le débit volumique d'entraînement.
2. Système hydraulique (10) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que le signal de commande modifie la valeur de différence de pression de régulation proportionnellement à la vitesse de rotation d'entraînement lors du dépassement d'une valeur de vitesse de rotation d'entraînement pouvant être réglée à l'avance, dans lequel l'unité de commande (32) réduit la valeur de différence de pression de régulation lorsque la vitesse de rotation d'entraînement augmente et l'augmente lorsque la vitesse de rotation d'entraînement diminue.

3. Système hydraulique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'il** est prévu des moyens de réglage (36) en fonction desquels le signal de commande peut être modifié, et **en ce que** la valeur de différence de pression de régulation est modifiée par l'intermédiaire des moyens de réglage (36) de manière à ce que la valeur de différence de pression de régulation puisse être réduite ou augmentée indépendamment de la vitesse de rotation d'entraînement.
4. Système hydraulique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un capteur de température (37) et **en ce que** le signal de commande peut être modifié en fonction d'un signal de température délivré par le capteur de température (37) de manière à ce que le volume d'entraînement maximal puisse en outre être réduit ou augmenté en fonction de la température d'un fluide hydraulique du système hydraulique.
5. Système hydraulique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de réglage (38) comprennent un moteur électrique.
6. Système hydraulique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de réglage (38') comprennent un électroaimant, de préférence un électroaimant proportionnel.
7. Véhicule de travail (44), notamment véhicule agricole ou machine de chantier, comportant un système hydraulique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

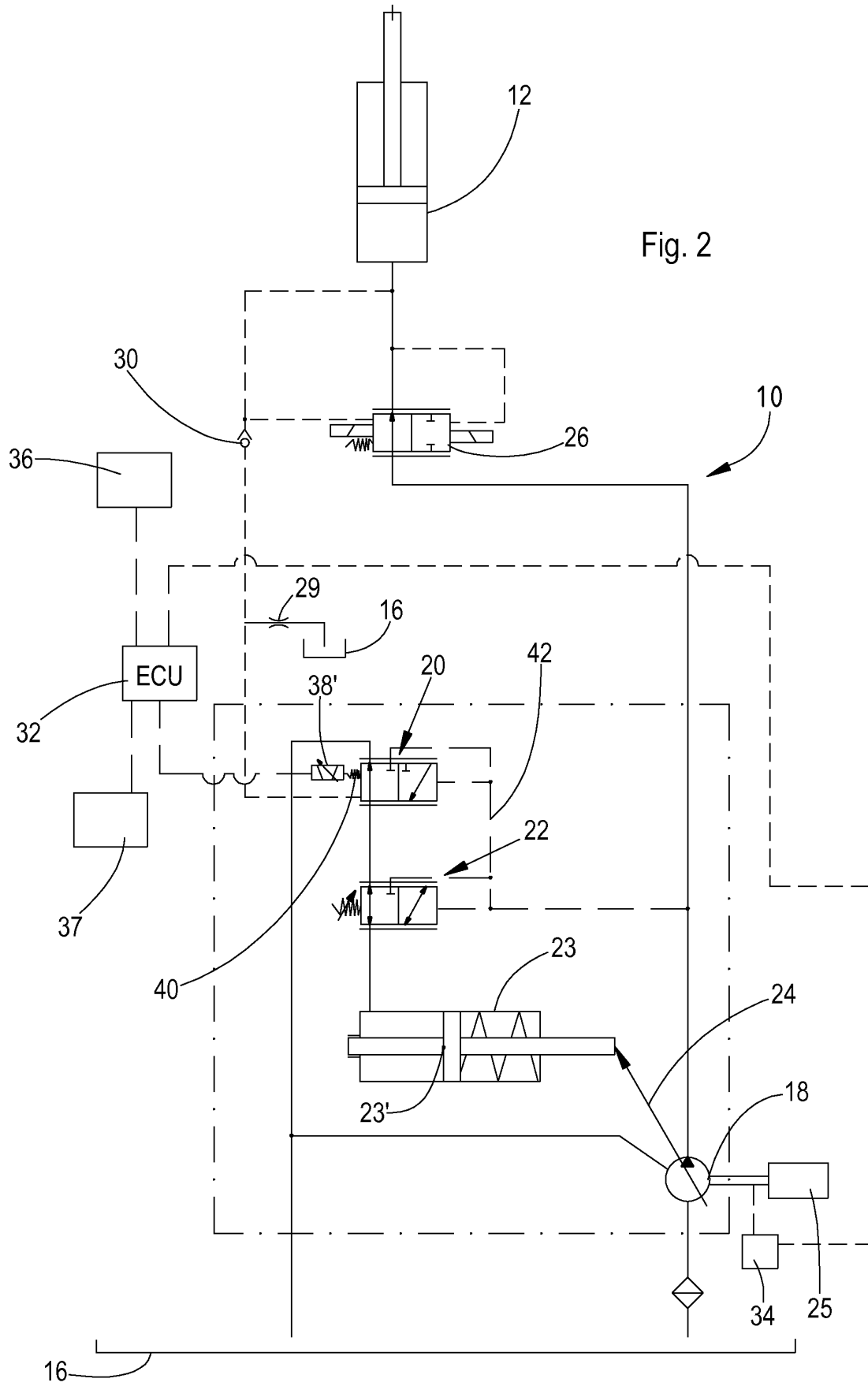


Fig. 2

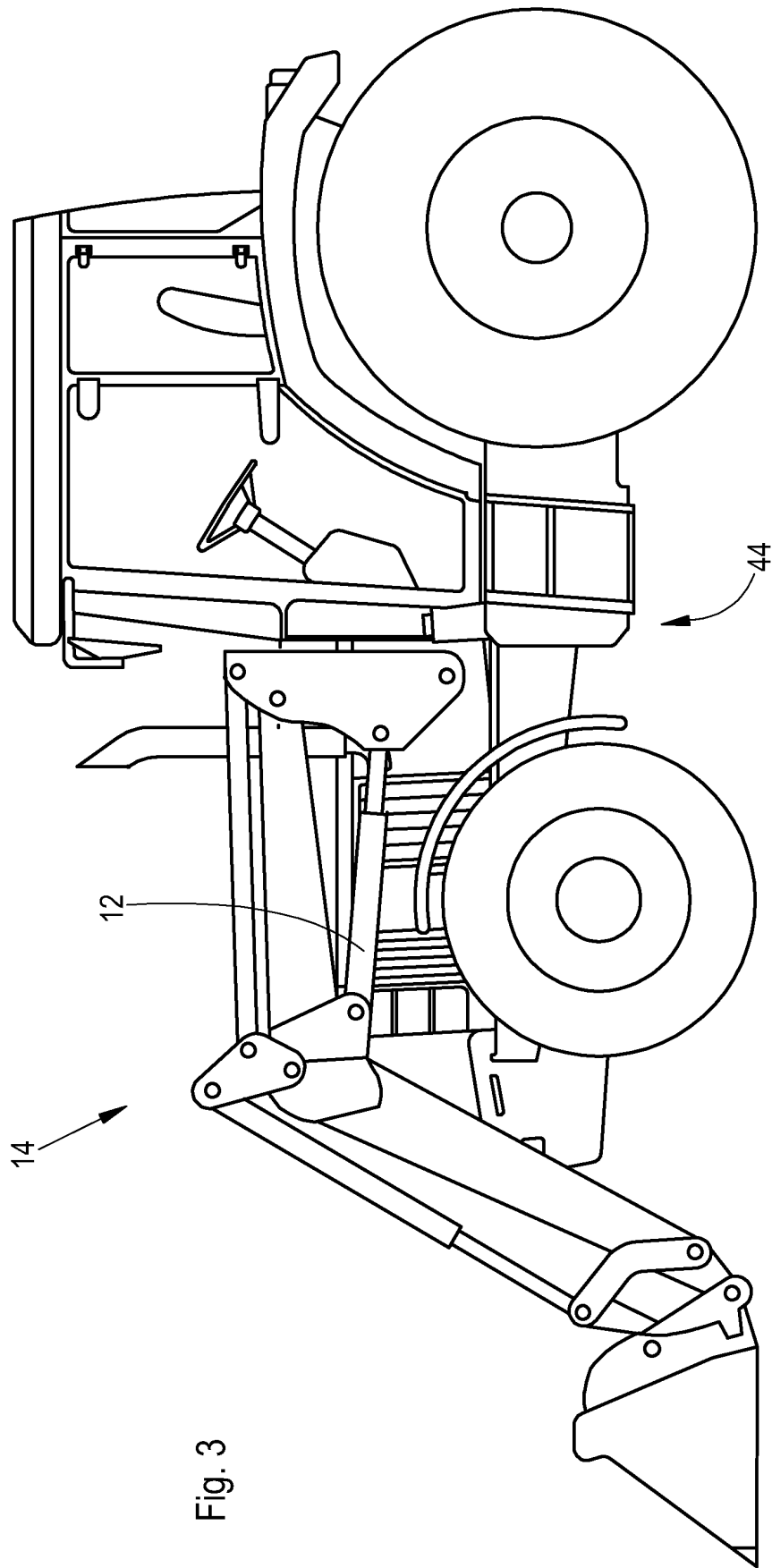


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5226800 A [0002]
- EP 1760325 A2 [0005]
- EP 0439621 B1 [0007]
- EP 349092 B1 [0008]