

(19)



(11)

EP 4 361 450 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.05.2024 Patentblatt 2024/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F15B 7/00 (2006.01) **F15B 11/00** (2006.01)
F15B 21/08 (2006.01) **F15B 21/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23203942.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F15B 7/006; F15B 7/003; F15B 11/003;
F15B 21/082; F15B 21/087; F15B 21/003;
F15B 2211/20515; F15B 2211/20538;
F15B 2211/20561; F15B 2211/27;
F15B 2211/30515; F15B 2211/3058;
F15B 2211/3059; F15B 2211/3138; F15B 2211/327;

(22) Anmeldetag: **17.10.2023**

(Forts.)

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

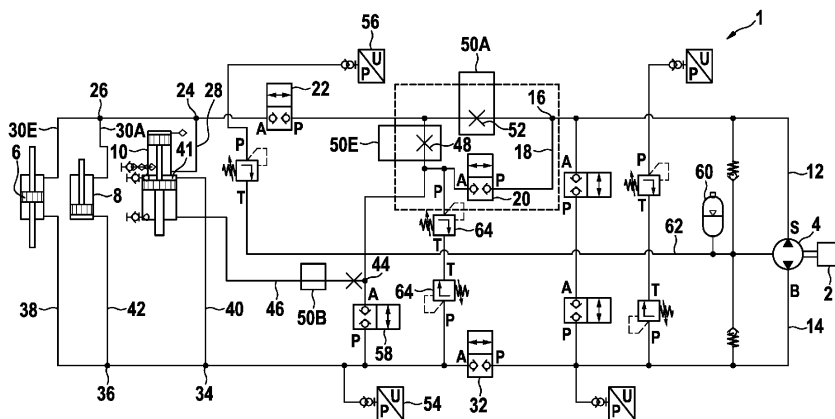
(72) Erfinder:
• **Trott, Alexander**
97753 Karlstadt (DE)
• **Rumpel, Manuel**
97753 Karlstadt (DE)

(30) Priorität: **27.10.2022 DE 102022211393**

(54) **HYDRAULISCHE ANORDNUNG MIT LASTHALTEFUNKTION UND STEUERUNGSVERFAHREN DER HYDRAULISCHEN ANORDNUNG**

(57) Offenbart ist eine hydraulische Anordnung (1) mit einem Hydrozylinder (6, 8, 10) und einer Hydropumpe (4) zu dessen Druckmittelversorgung, die von einem Elektromotor (2) der Anordnung (1) antreibbar ist und mit einem Zylinderraum über einen Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) fluidisch verbindbar ist. In dem Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) ist zumindest ein Sperrventil (22, 32) vorgesehen, durch das der Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) zum antriebslosen Halten ei-

ner Last des Hydrozylinders (6, 8, 10) hydraulisch abtrennbar ist. Eine Betriebsgröße des Elektromotors (2) wird beim hydraulischen Trennen des Druckmittelströmungspaths (12, 14, 18) ermittelt oder erfasst und die erfasste oder ermittelte Betriebsgröße wird beim Einstellen einer Bedingung, bei deren Eintreten der Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) geöffnet wird, an dem Elektromotor (2) eingestellt und nachgeführt.

**Fig. 1****EP 4 361 450 A1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)

F15B 2211/50518; F15B 2211/50527;
F15B 2211/625; F15B 2211/6309;
F15B 2211/6313; F15B 2211/633;
F15B 2211/6336; F15B 2211/6651;
F15B 2211/6653; F15B 2211/6656;
F15B 2211/6658; F15B 2211/7053;
F15B 2211/7054; F15B 2211/7056;
F15B 2211/7128; F15B 2211/76; F15B 2211/765;
F15B 2211/775; F15B 2211/785; F15B 2211/851;
F15B 2211/8606; F15B 2211/8613; F15B 2211/88

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine hydraulische Anordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Steuern einer hydraulischen Anordnung gemäß Patentanspruch 11.

[0002] Eine hydraulische Anordnung, beispielsweise eine hydraulische Achse, insbesondere eine Linearachse und/oder eine Kompaktachse, weist einen Hydrozylinder in geschlossenem oder bei notwendiger Kompensation von Differenzvolumen in teilgeschlossenem, hydraulischen Kreis auf. Der Hydrozylinder kann als Gleich- oder Differenzialzylinder ebenso als Mehrflächenzylinder ausgeprägt sein. Bei geringem Ölvolumen kann mittels der Achse mit hoher Dynamik, Präzision und Kraft bewegt, gepresst, gefügt oder geschlossen werden. Typische Anwendungen für derartige Achsen sind Pressen, Spritzgussmaschinen, Hexapode für Simulatoren oder dergleichen. Ist die Achse als servohydraulische Achse mit Servoantrieb ausgestaltet, weist sie eine extrem hohe Positioniergenauigkeit und zudem eine gute elektrische/elektronische Vernetzbarkeit auf.

[0003] Eine gattungsgemäße servohydraulische Achse zeigt das Datenblatt RD 08137 / 2018 - 02 des Anmelders. Die kompakt aufgebaute Achse hat einen Servomotor, einen Hydraulik-Steuerblock, sowie einen Hydraulikzylinder, einen Hydrospeicher und Steuerelemente wie beispielsweise Ventile, sowie eine Leistungselektronik. Die hydraulische servohydraulische Achse kann positions- und/oder kraftgeregelt werden. Auf diese Weise können an eine jeweilige Anwendung angepasste Weg-Kraft-Profil und Weg-Zeit-Profil der Achse gefahren werden.

[0004] Um die Position der Achse entgegen einer Last zu halten, kennt der Stand der Technik verschiedene Modi. In einem Modus bleibt die Achse in ihrer Positions- oder Kraftregelung und die Pumpe ist weiterhin fluidisch mit der Achse verbunden. Dabei wird das Fördervolumen, bzw. die Drehzahl des Servomotors so geregelt, dass lediglich die beim Halten der Last auftretende innere Leckage des Systems - der Pumpe - kompensiert wird. Ein anderer Modus wird durch die Verwendung eines Lasthalteventils ermöglicht, das den Druckmittelströmungspfad zwischen dem belasteten Zylinderraum und der Druckseite der Hydropumpe absperrt. Auf diese Weise kann der Servomotor momentenfrei geschaltet werden, was die Dauer seiner Leistungsaufnahme verringert und Verschleiß reduziert. Bei Wiederaufnahme der Last durch die Pumpe, im Anschluss an die vom Lasthalteventil gesicherte Position oder Kraft, kann es beim Öffnen des Lasthalteventils zu einer ungewollten Bewegung der Achse kommen, wenn der Druck zwischen der Pumpe und dem Lasthalteventil nicht an die Last der Achse angepasst ist.

[0005] Die Druckschrift US 2016 010 26 85 A1 zeigt eine servohydraulische Achse und ein Verfahren zu deren Steuerung beim Halten der Last mittels Pumpe und mittels Lasthalteventil sowie bei Wiederaufnahme der

Last durch die Pumpe im Anschluss an das Halten mittels Lasthalteventil. Die Ausgangslage ist der drehmomentfreie Servomotor, die ruhende Pumpe, sowie das geschlossene Lasthalteventil, das die Last hält. Fortwährend erfolgt die Ermittlung einer Soll-Ist-Abweichung der Position der Achse. Liegt die Abweichung innerhalb eines 5%-Toleranzbandes, bleibt die Ansteuerung des Servomotors und des Lasthalteventils ungeändert. Verlässt die Abweichung das Toleranzband, ist dies das Signal zur Wiederaufnahme der Last durch die Pumpe, um die Soll-Position wieder einzuregeln. Hierzu wird aus der Abweichung eine Soll-Drehrichtung und Soll-Drehzahl und ein entsprechendes Ansteuersignal für den Servomotor ermittelt. Um die Wiederaufnahme und das Erreichen der Soll-Position zu ermöglichen, muss das Lasthalteventil aufgesteuert oder geöffnet werden. Um dabei die oben beschriebene, ungewollte Bewegung der Achse zu verhindern, wird zunächst der Pumpendruck diesseits des Lasthalteventils auf den Lastdruck jenseits des Lasthalteventils gebracht. Um dies zu erreichen, wird der Servomotor mit dem zuvor ermittelten Ansteuersignal angesteuert, bevor - nach Ablauf einer im Millisekundenbereich liegenden Zeitkonstante - das Lasthalteventil aufgesteuert wird. Im Anschluss erfolgt dann die gleichzeitige Ansteuerung des Lasthalteventils (Öffnen) und Servomotors (hochrampen zur Soll-Drehzahl). Mit Erreichen eines 5%-Bandes der Soll-Position der Achse wird diese Drehzahl-Rampe abgeflacht, um ein Überschießen zu vermeiden. Ist die neue Soll-Position erreicht und bleibt die Abweichung während einer konfigurierbaren Zeitkonstante innerhalb des 5%-Toleranzbandes, werden zeitgleich a) das Lasthalteventil geschlossen und b) der Servomotor - und damit die Pumpe - auf die Drehzahl 0 heruntergerampft. Somit wird der energiesparende Lasthaltezustand per Lasthalteventil wieder eingenommen. Das Signal zum Lasthalten mittels Lasthalteventil und das Signal zur Wiederaufnahme der Last durch die Pumpe erfolgt gemäß der US 2016 010 26 85 A1 zum einen automatisch und zum anderen allein in Abhängigkeit der Ist-Position der Achse. Ergänzend kann eine Zeitkonstante wirksam sein, die das Umschalten in den Lasthaltemodus per Lasthalteventil etwas verzögert, sodass die Position der Achse trotz erfüllter Bedingung noch eine gewisse Zeit im Regelbetrieb gehalten werden kann.

[0006] Für eine solche Lösung wird aber zum einen eine Positionserfassung vorausgesetzt, zum anderen muss der Servomotor aufwendig geregelt werden, um die Druckniveaus auf beiden Seiten des Lasthalteventils anzugleichen, bevor das Lasthalteventil geöffnet wird.

[0007] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Anordnung bereitzustellen, die die Nachteile des Standes der Technik überkommt oder zumindest mindert und insbesondere ein ruckelfreies Umschalten aus einem Lasthaltemodus mit einfachem Druckangleich ermöglicht.

Kurzbeschreibung der Offenbarung

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch eine hydraulische Anordnung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 11 gelöst.

[0009] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine hydraulische Anordnung mit einem Hydrozylinder und einer Hydropumpe zu dessen Druckmittelversorgung, die von einem Elektromotor, insbesondere einem Servo- oder Schrittmotor, der Anordnung antreibbar ist und mit einem Zylinderraum über einen Druckmittelströmungspfad fluidisch verbindbar ist. In dem Druckmittelströmungspfad ist ein Sperrventil vorgesehen, durch das der Druckmittelströmungspfad zum antriebslosen Halten einer Last des Hydrozylinders hydraulisch abtrennbar ist. Offenbarungsgemäß wird eine Betriebsgröße des Elektromotors beim hydraulischen Trennen des Druckmittelströmungspfad ermittelt oder erfasst und die erfasste oder ermittelte Betriebsgröße wird beim Erkennen einer Bedingung, bei der der Druckmittelströmungspfad bzw. das Sperrventil geöffnet wird, an dem Elektromotor eingestellt.

[0010] Die Betriebsgröße an dem Elektromotor kann durch eine Steuereinheit der hydraulischen Anordnung eingestellt werden. Unter Einstellen ist dabei ein Setzen einer Steuergröße, insbesondere eines Steuerstroms, und ein anschließendes Nachführen des Elektromotors auf die Steuergröße zu verstehen.

[0011] Der Druckmittelströmungspfad zwischen dem Zylinderraum und der Hydropumpe ist also durch das (Ab-)Sperrventil hydraulisch absperrenbar. Wenn das Sperrventil geschlossen ist, kann der Hydrozylinder eine Last halten, ohne dass Leistung von der Hydropumpe benötigt wird. Das Sperrventil erfüllt also die Funktion eines Lasthalteventils. Durch Öffnen des Sperrventils wird die Lasthaltefunktion der hydraulischen Anordnung deaktiviert. Eine Steuereinheit der hydraulischen Anordnung erfasst oder ermittelt während des Schließens des Sperrventils die Betriebsgröße des Elektromotors. Wenn durch die Bedingung eingestellt oder erkannt wird, dass die Lasthaltefunktion beendet werden soll und Fluid von der Hydropumpe benötigt wird, wird die erfasste oder ermittelte Betriebsgröße des Elektromotors, der die Hydropumpe antreibt, durch die Steuereinheit eingestellt. Das Beenden bzw. Deaktivieren der Lasthaltefunktion der hydraulischen Anordnung entspricht damit einer Wiederaufnahme der Last durch die Hydropumpe im Anschluss an das Halten mittels Lasthalteventil.

[0012] In anderen Worten ist das Sperrventil in dem Druckmittelströmungspfad über eine Steuereinheit der Anordnung in Abhängigkeit wenigstens der erfassten oder ermittelten Betriebsgröße der Anordnung zusteuerbar. Die wenigstens eine Betriebsgröße ist dabei eine Betriebsgröße des Elektromotors.

[0013] Die Belastung der Motor-Pumpeneinheit bzw. die Betriebsgröße des Elektromotors kann also zum Zeitpunkt des Absperrens des Sperrventils als Referenz für

die Wiederaufnahme gesichert und geregelt reduziert werden, um bei der Wiederaufnahme wieder auf den Wert der Betriebsgröße beim Absperren oder nachgeführt auf den aktuellen Zustand, angehoben zu werden, ohne dass eine nennenswerte Druckänderung oder Bewegung in der belasteten Zylinderkammer auftritt.

[0014] Vorzugsweise wird die erfasste oder ermittelte Betriebsgröße des Elektromotors eingestellt, bevor das Sperrventil geöffnet wird und eine fluidische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder und der Hydropumpe hergestellt wird.

[0015] Die hydraulische Anordnung hat die folgenden Vorteile. Durch das Einstellen der erfassten oder ermittelten Betriebsgröße vor dem Öffnen des Sperrventils wird der Elektromotor und dadurch die Hydropumpe an das Belastungsniveau bzw. das Druckniveau im Zylinderraum angepasst. Somit wird eine Unstetigkeit in der Kraft oder Position durch ein schlagartiges Angleichen der unterschiedlichen Druckniveaus beim Öffnen des Sperrventils vermieden. Da der Elektromotor über eine Betriebsgröße des Elektromotors gesteuert oder geregelt wird, ist die Regelung einfacher auszulegen und weniger fehleranfällig. Weiterhin sind Kraft-, Positions- und/oder Drucksensoren im Zylinderraum nicht zwingend erforderlich. Somit können Kosten eingespart werden.

[0016] Die Aufgabe der vorliegenden Offenbarung wird ferner durch ein Verfahren zum Steuern einer hydraulischen Anordnung mit einem Hydrozylinder und einer Hydropumpe gelöst. Das offenbarungsgemäße Verfahren weist dabei die folgenden Schritte auf. Das Sperrventil in dem Druckmittelströmungspfad zwischen dem Hydrozylinder und der Hydropumpe der hydraulischen Anordnung wird geschlossen. Während des Schließens des Sperrventils wird die Betriebsgröße des Elektromotors, der die Hydropumpe antreibt, ermittelt oder erfasst. In einem nächsten Schritt wird erkannt, dass eine Bedingung für eine Wiederaufnahme (der Last durch die Hydropumpe) vorliegt. Daraufhin wird die ermittelte oder erfasste Betriebsgröße an dem Elektromotor eingestellt. Als letzter Schritt wird das Sperrventil geöffnet.

[0017] Durch das Schließen des Sperrventils wird die hydraulische Anordnung in den Lasthaltemodus geschaltet. Wenn die Lasthaltefunktion deaktiviert wird, kann erst die ermittelte oder erfasste Betriebsgröße an dem Elektromotor eingestellt und anschließend das Sperrventil geöffnet werden. Die ermittelte oder erfasste Betriebsgröße kann dabei insbesondere die Belastung der Hydropumpe und damit des Elektromotors abbilden.

[0018] Bei der Wiederaufnahme handelt es sich dabei um die Deaktivierung der Lasthaltefunktion und somit um das (zeitversetzte) Öffnen des Sperrventils. Durch die Wiederaufnahme ist der Hydrozylinder wieder in der Regelung (der Steuereinheit der hydraulischen Anordnung).

[0019] Durch das offenbarungsgemäße Verfahren wird insbesondere das Belastungs- oder Druckniveau des Zylinderraums und der Hydropumpe aneinander an-

geglichen, bevor das Sperrventil öffnet. Die angeglichenen Druckniveaus an beiden Seiten des Sperrventils verhindern eine ungewollte Bewegung des Zylinderkolbens beim Öffnen des Sperrventils.

[0020] Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Offenbarung sind Gegenstand der beigefügten Unteransprüche.

[0021] Vorzugsweise ist die Betriebsgröße des Elektromotors proportional zu einem Druck im Zylinderraum. Die Betriebsgröße kann somit die Belastung des Elektromotors während des hydraulischen Trennens der Fluidleitung durch das Sperrventil angeben. Die Belastung des Elektromotors kann von dem Druck in dem Zylinderraum abhängig sein. Die Betriebsgröße, die proportional zu dem Druck im Zylinderraum ist, kann deshalb ein Maß für die Belastung des Elektromotors sein. Da eine Betriebsgröße des Elektromotors ermittelt oder erfasst wird, ist eine Druckmessung im Zylinderraum optional. Da die Betriebsgröße des Elektromotors an dem Elektromotor erfasst werden kann, kann die Regelung bzw. Ansteuerung des Elektromotors einfacher gehalten werden.

[0022] Nach einem optionalen Merkmal der vorliegenden Offenbarung ist die Betriebsgröße des Elektromotors aus dessen Belastung ermittelbar oder wird aus dessen Belastung ermittelt. Somit kann die Belastung des Elektromotors eine Belastung des Elektromotors der Hydropumpe abbilden.

[0023] Vorzugsweise ist die Betriebsgröße des Elektromotors aus dessen Stromaufnahme ermittelbar oder wird aus dessen Stromaufnahme ermittelt. Die Stromaufnahme des Elektromotors kann dabei einfach erfasst werden. Bei bekannter Stromaufnahme des Elektromotors kann das Drehmoment des Elektromotors ermittelt werden. Somit kann durch Erfassen der Stromaufnahme der Druck im Zylinderraum bzw. die Kraft am Zylinder ermittelt werden. Dadurch könnte auf Sensoren im Zylinderraum verzichtet werden, was Kosten sparen könnte. Ferner könnte durch einen Steuerstrom des Elektromotors der Druck im Zylinderraum bzw. die Kraft am Zylinder beeinflusst werden.

[0024] Nach einem weiteren optionalen Merkmal der vorliegenden Offenbarung ist die Betriebsgröße des Elektromotors dessen Drehmoment. Das Drehmoment des Elektromotors kann proportional zu dem Druck im Zylinderraum sein und aus den bekannten Betriebsgrößen des Elektromotors berechnet werden. Das Drehmoment als Betriebsgröße kann somit die Belastung des Elektromotors angeben.

[0025] Die Lasthaltefunktion kann durch eine Bedingung deaktiviert werden. Als Bedingung für die Deaktivierung der Lasthaltefunktion können verschiedene Vorgänge oder Ereignisse infrage kommen.

[0026] Bei geöffnetem Sperrventil kann eine hydraulische / fluidische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder und der Hydropumpe bestehen. Somit kann eine Steuereinheit der hydraulischen Anordnung eine Bewegung, einen Druck und/oder eine Position des Hydrozylinders durch einen Steuerstrom des Elektromotors, der

die Hydropumpe antreibt, regeln bzw. ansteuern. Wenn das Sperrventil geschlossen wird, kann die fluidische Verbindung getrennt werden und der Hydrozylinder kann nicht mehr geregelt werden. Die Deaktivierung der Lasthaltefunktion kann also einem Öffnen des Sperrventils und dadurch einer Wiederaufnahme der Regelung durch die Steuereinheit entsprechen.

[0027] Vorzugsweise ist die Bedingung, dass die Lasthaltefunktion deaktiviert wird. Das Deaktivieren der Lasthaltefunktion kann zeitlich gesteuert werden oder kann durch einen Benutzer veranlasst werden. Beispielsweise kann die Bedingung der Befehl sein, die Lasthaltefunktion zu deaktivieren.

[0028] Die Bedingung kann ferner eine Eingabe eines Steuerwortes sein. Durch das Steuerwort können die Deaktivierung der Lasthaltefunktion und damit die Wiederaufnahme der Regelung manuell durch den Benutzer angewiesen werden.

[0029] Nach einem weiteren optionalen Merkmal der vorliegenden Offenbarung kann die Bedingung ein Verlassen des Drucks und/oder der Kraft eines vorbestimmten Bereiches sein. Wenn die Kraft am Zylinder und/oder der Druck im Zylinderraum erfasst wird, kann eine Abweichung vom Sollwert, die größer als eine vorbestimmte Toleranzabweichung ist, die Bedingung für das Deaktivieren der Lasthaltefunktion sein. Vorteilhaft kann dabei sein, dass der Ist-Druck im Zylinderraum bzw. die Ist-Kraft am Zylinder nicht aus der Betriebsgröße des Elektromotors ermittelt werden muss und somit keine Abweichungen durch die Ermittlung in der Regelung auftreten.

[0030] Druckverlust im Zylinderraum oder Kraftänderungen am Zylinder könnten beispielsweise durch Leckage beim Sperrventil auftreten oder Laständerungen am Zylinder. Wenn der Druck im Zylinderraum oder die Kraft am Zylinder unter einen vordefinierten Grenzwert sinkt, kann dadurch veranlasst werden, dass das Sperrventil geöffnet wird, um den Druck im Zylinderraum mithilfe der Hydropumpe zu erhöhen oder zu reduzieren. Somit wird ein Absinken oder Ansteigen des Zylinderdruckes unter oder über ein zulässiges Niveau verhindert.

[0031] Vorzugsweise kann die Bedingung sein, dass eine Position des Hydrozylinders bzw. einer Kolbenstange des Hydrozylinders außerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt. Wenn die Position eines Zylinderkolbens bzw. der Kolbenstange erfasst wird, kann eine Abweichung der Kolbenposition, die eine vordefinierte Toleranzabweichung übersteigt, eine Deaktivierung der Lasthaltefunktion triggern. Somit können unerwünschte Kolbenbewegungen und damit ein Absinken/Ansteigen des Zylinderdruckes erkannt und vermieden werden.

[0032] Nach einem weiteren optionalen Merkmal der vorliegenden Offenbarung kann die Bedingung eine Änderung eines Positionssollwerts des Hydrozylinders bzw. der Kolbenstange des Hydrozylinders sein. Wenn ein Benutzer einen neuen Sollwert für die Position des Zylinderkolbens eingibt oder anfordert, dann kann die Lasthaltefunktion deaktiviert werden, um den Hydrozylinder

mithilfe der Hydropumpe zu dem neuen Sollwert zu verfahren. Somit kann die hydraulische Anordnung zeitnah auf Benutzereingaben reagieren.

[0033] Wenn die Bedingung eingetreten ist, dann wird zuerst die erfasste oder ermittelte oder nachgeführte Betriebsgröße des Elektromotors eingestellt und dann das Sperrventil geöffnet. Somit kann eine hydraulische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder und der Hydropumpe hergestellt werden. Die Lasthaltefunktion ist dann deaktiviert und die Achse ist in der Regelung.

[0034] Optional kann vor dem ersten Schritt des Sperrens des Druckmittelströmungspfad durch das Sperrventil abgefragt werden, ob überhaupt eine Bedingung für die Aktivierung der Lasthaltefunktion vorliegt. Erst, wenn die Aktivierung der Lasthaltefunktion durch ein Erreichen eines vorbestimmten Drucks im Zylinderraum und/oder durch ein manuelles Steuerwort angefordert wäre, könnte das Sperrventil geschlossen werden und insbesondere der Druckmittelströmungspfad abgesperrt werden.

[0035] Vorzugsweise wird während des Schließens des Sperrventils ein Druck in dem oder in den Druckmittelströmungspfaden erfasst. Der Druck kann beispielsweise durch Drucksensoren in dem oder in den Druckmittelströmungspfaden erfasst werden. Der Druck, der beim Sperren des Sperrventils erfasst wurde, könnte bei der Wiederaufnahme der Regelung bzw. beim Deaktivieren der Lasthaltefunktion eine Referenz darstellen, auf die der Elektromotor und damit die Hydropumpe eingestellt werden.

[0036] Nach einem weiteren optionalen Merkmal der vorliegenden Offenbarung wirkt die Regelung des Hydrozylinders während des Schließens des zumindest einen Sperrventils. Bei geöffnetem Sperrventil kann eine hydraulische / fluidische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder und der Hydropumpe bestehen. Somit kann die Steuereinheit den Hydrozylinder durch einen Steuerstrom des Elektromotors, der die Hydropumpe antreibt, regeln. Solange das Sperrventil nicht vollständig geschlossen ist, wirkt die Regelung der Steuereinheit auf den Hydrozylinder. Somit kann es möglich sein, die Betriebsgröße des Elektromotors während des Schließens des Sperrventils zu erfassen oder ermitteln.

[0037] Vorzugsweise wird die Regelung des Hydrozylinders mithilfe der Hydropumpe bzw. des Elektromotors nach dem Schließen des Sperrventils beendet. Mit dem Schließen des Sperrventils ist die hydraulische Anordnung im Lasthaltemodus. Die hydraulische / fluidische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder und der Hydropumpe kann dabei unterbrochen sein. Somit kann es unmöglich sein, den Hydrozylinder über die (Ansteuerung der) Hydropumpe zu regeln.

[0038] Vorzugsweise wird die Betriebsgröße des Elektromotors reduziert, nachdem das Sperrventil geschlossen wurde. Insbesondere wird das Drehmoment und damit die Belastung des Elektromotors durch eine Drehmomentregelung reduziert, die einem Profil zur Reduzierung der Belastung des Elektromotors folgt. Durch die

Reduzierung der Betriebsgröße, insbesondere des Drehmoments, des Elektromotors wird während dem Lasthaltemodus Energie gespart.

[0039] Das vollständige Schließen des zumindest einen Sperrventils kann entweder durch eine zeitliche Steuerung oder durch eine Stellungsüberwachung sichergestellt werden. Das Schließen des Sperrventils kann eine Bedingung sein, dass die Betriebsgröße des Elektromotors reduziert wird.

[0040] Nach einem weiteren optionalen Merkmal der vorliegenden Offenbarung wird die Betriebsgröße, insbesondere das Drehmoment, des Elektromotors beim Eintreten der Bedingung auf den erfassten oder ermittelten oder nachgeführten Wert der Betriebsgröße beim Schließen des Sperrventils erhöht.

[0041] Vorzugsweise wird die Betriebsgröße des Elektromotors, insbesondere das Drehmoment, erhöht, bevor das Sperrventil öffnet.

[0042] Vorzugsweise wird die Betriebsgröße beim Schließen des Sperrventils in einer Speichereinheit der Steuereinheit der hydraulischen Anordnung gespeichert. Insbesondere wird das Drehmoment des Elektromotors und damit die Belastung des Elektromotors beim Schließen des Sperrventils gespeichert. Der gespeicherte Wert kann beim Eintreten der Bedingung abgerufen und optional nachgeführt werden und die Betriebsgröße solange erhöht werden, bis der gespeicherte Wert erreicht wird.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0043]

Fig. 1 zeigt eine hydraulische Anordnung gemäß der vorliegenden Offenbarung;

Fig. 2 zeigt einen zeitlichen Verlauf einer Kraft eines Hydrozylinders und eines Drehmoments eines Elektromotors; und

Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Steuern der hydraulischen Anordnung gemäß der vorliegenden Offenbarung.

Detaillierte Beschreibung der Figuren

[0044] Eine hydraulische Anordnung 1 hat gemäß Fig. 1 eine Hydropumpe oder -maschine 4, die von einem Elektromotor 2 angetrieben wird, und mindestens einen von drei von der Hydropumpe 4 druckmittelversorgte Hydrozylinder 6, 8 und 10. Grundzüge der hydraulischen Anordnung 1 sind aus der WO 2020 / 260 124 A1 bekannt. Dementsprechend wird auf die Unterschiede zu der WO 2020 / 260 124 A1 eingegangen.

[0045] Von der Hydropumpe 4 geht ein erster Arbeitsströmungspfad 12 und ein zweiter Arbeitsströmungspfad 14 aus. Der erste Arbeitsströmungspfad 12 hat eine Verzweigung 16, an der ein dritter Arbeitsströmungspfad 18 abzweigt. In diesem ist ein (Ab-)Sperrventil 20, das als

2/2-Wege-Schaltventil ausgestaltet ist, angeordnet.

[0046] Von der Verzweigung 16 ausgehend erstreckt sich der erste Arbeitsströmungspfad 12 weiter, wobei ein weiteres Sperrventil 22 angeordnet ist, über das der erste Arbeitsströmungspfad 12 absperrenbar ist. Auch das Sperrventil 22 ist vorrichtungstechnisch einfach als 2/2-Wege-Schaltventile ausgestaltet.

[0047] In Fortführung des ersten Arbeitsströmungspfad 12 weist dieser Verzweigungen 24 und 26 auf. Von der Verzweigung 24 zweigt ein Arbeitsanschluss 28 und von der Verzweigung 26 zweigen Arbeitsanschlüsse 30E und 30A ab.

[0048] In dem zweiten Arbeitsströmungspfad 14 ist ein Sperrventil 32 angeordnet, über das der zweite Arbeitsströmungspfad 14 absperrenbar ist. Der zweite Arbeitsströmungspfad 14 setzt sich über das Sperrventil 32 bis zu einer Verzweigung 34 fort. Von der Verzweigung 34 zweigt ein Arbeitsanschluss 40 ab. Von der Verzweigung 34 ausgehend erstreckt sich der zweite Arbeitsströmungspfad 14 zu einer Verzweigung 36. Von der Verzweigung 36 zweigen Arbeitsanschlüsse 38, 42 ab.

[0049] Der dritte Arbeitsströmungspfad 18 ist jenseits des Sperrventils 20 fortgesetzt, bis zu einer Verzweigung 44, von der ein dritter Arbeitsanschluss 46 zu dem Hydrozylinder 10 abzweigt. Der dritte Arbeitsanschluss 46 ist durch eine (schaltbare) Konfiguration 50B zuschaltbar.

[0050] Bei der hydraulischen Anordnung 1 kann wahlweise und je nach Konfiguration die Hydrozylinder 6, 8 mit zwei Kolbenflächen oder der Hydrozylinder 10 mit drei Kolbenflächen druckmittelversorgt werden.

[0051] Hierzu ist ein Verbindungsströmungspfad 48 vorgesehen, über den der erste Arbeitsströmungspfad 12 mit dem dritten Arbeitsströmungspfad 18 stromab des Sperrventils 20 fluidverbindbar ist. Im Verbindungsströmungspfad 48 ist eine Aufnahme 50E vorgesehen. Eine im Ausführungsbeispiel gleich ausgestaltete Aufnahme 50A ist im ersten Arbeitsströmungspfad 12 in einem Abschnitt zwischen der Abzweigung 16 und einer Einmündung des Verbindungsströmungspfad 48 vorgesehen.

[0052] In die jeweilige Aufnahme 50E, 50B, 50A ist ein als Schraube, insbesondere M18 x 1.5 (in diesem Fall gemäß DIN906) ausgebildetes Verschlussmittel 52 einsetzbar, bzw. eingesetzt. Aufgrund der im Ausführungsbeispiel gleichen Ausführung der Aufnahmen 50E, 50A mit M18-Gewinde kann je nach wünschenswerter Konfiguration E, A das genau eine Verschlussmittel 52 in die entsprechende Aufnahme 50E, 50A eingesetzt werden.

[0053] Durch das Verschlussmittel 52 ist die Schaltungsstruktur konfigurierbar. Eine detaillierte Erklärung der Schaltungsstruktur der hydraulischen Anordnung ist in der WO 2020 / 260 124 A1 beschrieben und wird deshalb hier ausgespart. Die Aufnahmen 50A, 50B und 50E und damit die Konfigurationen A1 und E1 sind dabei optional.

[0054] Der zweite Arbeitsströmungspfad 14 weist einen Drucksensor 54 stromabwärts des Sperrventils 32 auf. Der Drucksensor ist dabei optional. Der pumpensei-

tige Teil der hydraulischen Anordnung 1 weist ebenfalls einen optionalen Drucksensor 56 auf. Die Arbeitsanschlüsse 40 und 46 sind über das Sperrventil 58 fluidverbunden und können kurzgeschlossen werden.

[0055] Um eine Lasthaltefunktion der hydraulischen Anordnung 1 zu ermöglichen, kann eines der Sperrventile 20, 22, 32 und 58 die fluidische Leitung bzw. den Druckmittelströmungspfad zwischen der Hydropumpe 4 und dem jeweiligen Hydrozylinder 6, 8 und 10 sperren. Beispielsweise können in einer Konfiguration A der Arbeitsanschluss 28 durch das Sperrventil 20 und in einer Konfiguration E der Arbeitsanschluss 28 durch das Sperrventil 22 abgesperrt werden. Dadurch können die jeweiligen Hydrozylinder 6, 8 und 10 eine Last halten, ohne einen Antrieb durch die Hydropumpe 4 zu benötigen.

[0056] Um Differenzvolumina aufzunehmen, die aus unterschiedlichen Kolbenflächengrößen der Hydrozylinder 6, 8, 10 resultieren, hat die hydraulische Anordnung einen Speicherströmungspfad 62, der über auf einen Druckwert voreingestellte Druckbegrenzungsventile 64 mit dem jeweiligen Arbeitsströmungspfad 12, 14 fluidisch verbindbar ist. An den Speicherströmungspfad 62 ist ein gasbelasteter Hydrospeicher 60 angebunden.

[0057] Die folgende Funktionsweise kann mit jedem der Sperrventile 20, 22, 32, 58 ausgeführt werden. Zum einfacheren Verständnis wird das Sperrventil 32 exemplarisch betrachtet.

[0058] Beispielsweise wird der Arbeitsanschluss 40 über das Sperrventil 32 fluidisch von der Hydropumpe 4 getrennt. Damit wird die Lasthaltefunktion ermöglicht, durch die eine Last am Hydrozylinder 10 antriebslos gehalten werden kann. Bei aktiver Lasthaltefunktion kann die Hydropumpe 4 und damit auch der Elektromotor 2 abgeschaltet werden bzw. die Belastung des Elektromotors 2 reduziert werden. Der zeitliche Ablauf des Schließens des Sperrventils 32 und der Reduzierung des Drehmoments des Elektromotors 2 wird in der Fig. 2 verdeutlicht.

[0059] Fig. 2 zeigt beispielhaft einen zeitlichen Verlauf einer Kraft am Hydrozylinder 10 bzw. eines Drucks in dem Zylinderraum 41 des Hydrozylinders 10 und eines Drehmoments des Elektromotors 2. Der grundlegende zeitliche Ablauf ist für alle anderen Arbeitsanschlüsse und Zylinderräume der Hydrozylinder 6, 8 und 10 identisch. Der Druck im Zylinderraum 41 wird dabei beispielsweise von einem Drucksensor 54 im Zylinderraum 41 erfasst. In einem ersten Bereich B1 ist das Sperrventil 32 offen. Bei geöffnetem Sperrventil 32 besteht eine fluidische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder 6 und der Hydropumpe 4. Dadurch kann der Hydrozylinder 10 über einen Steuerstrom des Elektromotors 2, der die Hydropumpe 4 antreibt, geregelt werden. Der Hydrozylinder 10 kann bei geöffnetem Sperrventil 32 also über eine Steuereinheit der hydraulischen Anordnung 1 geregelt werden. Die Lasthaltefunktion ist in diesem Bereich also nicht aktiv. Die externe Belastung erhöht das Drehmoment des Elektromotors 2. Damit steigt die Belastung der

Hydropumpe 4 und der Druck im Zylinderraum 41 steigt. Das Drehmoment des Elektromotors 2 wird solange erhöht, bis die erfasste Kraft F_{ist} einen Kraft-Sollwert F_{soll} bzw. einen vorbestimmten Toleranzbereich nahe dem Kraft-Sollwert F_{soll} erreicht und optional eine erfasste Position einen Positions-Sollwert x_{soll} bzw. einen vorbestimmten Toleranzbereich nahe dem Positions-Sollwert x_{soll} erreicht.

[0060] Die Lasthaltefunktion kann also durch ein erfasstes Signal aktiviert werden. Das erfasste Signal kann beispielsweise die erfasste Kraft am Hydrozylinder 10 sein, die in einem vordefinierten Zielbereich liegt, bei gleichzeitiger optional erreichter Position in einem vordefinierten Zielbereich des Hydrozylinders 10, bei gleichzeitigem Erreichen eines vorbestimmten Drehmoments am Elektromotor 2 aktiviert werden. Ferner kann die Aktivierung der Lasthaltefunktion durch eine manuelle Kommandierung über ein Steuerwort erfolgen.

[0061] Wenn die erfasste Kraft F_{ist} und optional die erfasste Position x_{ist} den vorbestimmten Toleranzbereich erreicht, beginnt eine Zeit t_1 zu laufen. Der vorbestimmte Toleranzbereich kann beispielsweise ein bestimmter zu erreichender Prozentsatz des Kraft-Sollwertes, optional des Positions-Sollwertes, sein. Die Zeit t_1 wird als Entprellzeit bezeichnet. Durch die Entprellzeit soll verhindert werden, dass die hydraulische Anordnung 1 auf kurzfristige Kraft-/Positionsschwankungen reagiert. Wenn die Zeit t_1 abgelaufen ist, wird die Lasthaltefunktion aktiviert. Das Sperrventil 32 wird geschlossen. Der Schließvorgang des Sperrventils 32 benötigt die Zeitspanne t_2 . Wenn das Sperrventil 32 vollständig geschlossen ist, also im zweiten Bereich B2, ist der Zylinderkolben nicht mehr über die Steuereinheit der hydraulischen Anordnung 1 geregelt. Der fluide Durchgang zwischen der Hydropumpe 4 und dem Hydrozylinder 10 ist also durch das Sperrventil 32 hydraulisch getrennt. Das Drehmoment des Elektromotors 2 wird anschließend auf null reduziert. Dabei folgt die Regelung des Elektromotors 2 einem vorbestimmten Profil zur Belastungs- oder Drehmomentreduzierung.

[0062] Durch Leckage des Sperrventils 32 und gleichzeitig drückende Last auf den Zylinder 10 oder anderen Druckverlusten kann die anliegende Kraft an dem Hydrozylinder 10 während des aktiven Lasthaltemodus im Bereich B2 langsam absinken. Wenn sich die Kraft außerhalb eines vorbestimmten (Grenz-)Bereichs ändert, wird die Lasthaltefunktion deaktiviert. In den vorbestimmten Grenzbereich kann zusätzliche eine Hystereseanpassung F_{hyst} einfließen.

[0063] Optional kann auch die Position des Zylinders 10 durch einen Positionssensor (nicht dargestellt) erfasst werden. Wenn die Zylinderposition durch (ungewollte) Bewegung aufgrund von Leckage einen vorbestimmten (Grenz-)Bereich verlässt, kann dadurch ein Signal zum Deaktivieren der Lasthaltefunktion gegeben werden. In den vorbestimmten Grenzbereich kann zusätzliche eine Hystereseanpassung x_{hyst} einfließen.

[0064] Wenn die Lasthaltefunktion deaktiviert wird,

wird das Drehmoment des Elektromotors 2 auf den letzten (erfassten) Wert oder optional an die aktuelle Lastsituation nachgeführt vor dem Schließen des Sperrventils 32 erhöht. Wenn das Drehmoment den Sollwert erreicht, wird eine Zeitspanne t_3 gewartet. Die Zeitspanne t_3 soll sicherstellen, dass das gewünschte Drehmoment eingestellt ist, kann aber auch 0 Sekunden betragen. Anschließend wird das Sperrventil 32 geöffnet. Der Öffnungsvorgang des Sperrventils 32 benötigt eine Zeitspanne t_4 . Wenn das Sperrventil geöffnet ist, wird eine fluidische Verbindung zwischen dem Hydrozylinder 10 und der Hydropumpe 4 wiederhergestellt. Es wird die kommandierte Kraft und/oder Position wiederhergestellt. Die Kraft am Hydrozylinder 10 steigt somit auf den Sollwert an bzw. die Position wird wieder auf den Sollwert ausgeregelt. Da das Drehmoment des Elektromotors 1 vor dem Öffnen des Sperrventils 32 erhöht wurde, wird der Druck in den entsprechenden Leitungen vor dem Öffnen des Sperrventils 32 bzw. nachgeführt auf die aktuelle Belastung der Kammer, angeglichen. Ab dem Zeitpunkt, an dem das Sperrventil 32 komplett offen ist, wird der Hydrozylinder wieder durch die Steuereinheit geregelt. Die Lasthaltefunktion ist somit vollständig deaktiviert. Damit ist der dritte Bereich B3 erreicht.

[0065] Der letzte erfasste Wert des Elektromotors 2 kann beispielsweise das erfasste Drehmoment des Elektromotors 2 beim Schließen des Sperrventils 32 sein und optional an die aktuelle Lastsituation angepasst, nachgeführt werden. Dieser Wert kann in einer Speichereinheit gespeichert werden und bei der Erhöhung des Drehmoments abgerufen werden.

[0066] Es ist aber auch denkbar, dass der Elektromotor 2 bei der Wiederaufnahme der Hydropumpe 4 über den erfassten Druck an der Pumpenseite der hydraulischen Anordnung 1 geregelt wird. In diesem Fall müsste jeweils ein Drucksensor an der Zylinderseite und an der Pumpenseite vorliegen, um die jeweiligen Drücke vor dem Öffnen des Sperrventils aneinander anzupassen.

[0067] Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines offenbarungsgemäßen Verfahrens zum Steuern der hydraulischen Anordnung 1 mit den Hydrozylindern 6, 8, 10 und der Hydropumpe 4. In Schritt S1 wird das Sperrventil 32 in dem Arbeitsströmungspfad oder Druckmittelströmungspfad 14 zwischen dem Hydrozylinder 10 und der Hydropumpe 4 geschlossen. Das Schließen des Sperrventils 32 benötigt die Zeitdauer t_2 . In Schritt S2 wird eine Betriebsgröße des Elektromotors 2, der die Hydropumpe 4 antreibt, während des Schließens des Sperrventils 32 ermittelt oder erfasst. Dabei kann es sich entweder um ein Drehmoment des Elektromotors 2 oder um einen Druck im Zylinderraum 41 handeln. Die ermittelte oder erfasste Betriebsgröße kann beispielsweise in einer Speichereinheit der hydraulischen Anordnung 1 gespeichert werden. In Schritt S3 wird bestimmt, ob eine Bedingung für die Deaktivierung der Lasthaltefunktion bzw. für eine Wiederaufnahme der Regelung vorliegt. In Schritt S4 wird die ermittelte oder erfasste Betriebsgröße an dem Elektromotor 2 eingestellt. D.h. der Elektromotor

2 erhöht beispielsweise sein Drehmoment so lange, bis das Drehmoment anliegt, das beim Schließen des Sperrventils 32 ermittelt oder erfasst wurde. In Schritt S5 wird das Sperrventil 32 geöffnet. Somit ist die Lasthaltefunktion deaktiviert. Wenn das Sperrventil 32 geöffnet ist, wird der Hydrozylinder 6 wieder durch die Steuereinheit der hydraulischen Anordnung 1 geregelt.

[0068] Vor Schritt S1 kann ein optionaler Schritt S0 ausgeführt werden, in dem (durch die Steuereinheit) geprüft wird, ob eine Bedingung zur Aktivierung der Lasthaltefunktion vorliegt. Diese Bedingung kann dabei eine automatische Erkennung, ob der Druckmittelströmungspfad abgesperrt werden soll, wenn ein vorbestimmter Kraft- oder Druckbereich erreicht wird. Das Erreichen des vorbestimmten Kraft- oder Druckbereich kann durch die Sensoren im Druckmittelströmungspfad erkannt werden. Die Bedingung zur Aktivierung der Lasthaltefunktion kann ferner eine manuelle Kommandierung durch ein Steuerwort sein.

[0069] Bei der Bedingung für die Deaktivierung der Lasthaltefunktion kann es sich beispielsweise um eine manuelle Deaktivierung der Lasthaltefunktion handeln. Es kann sich ferner um ein Steuerwort handeln, mit dem eine Wiederaufnahme der Regelung angeordnet wird. Die Bedingung kann beispielsweise auch sein, dass eine erfasste Kraft am Hydrozylinder bzw. ein Druck im Zylinderraum einen vorbestimmten Toleranzbereich verlässt. Weiterhin kann die Bedingung sein, dass eine erfasste Position des Zylinderkolbens einen vorbestimmten Toleranzbereich verlässt. Auch eine Änderung eines Positionssollwerts des Zylinderkolbens kann eine Bedingung für die Deaktivierung der Lasthaltefunktion sein.

[0070] Der Ablauf des offenbarungsgemäßen Steuerungsverfahrens wird im Folgenden detailliert dargelegt. Am Anfang ist die Lasthaltefunktion deaktiviert. Anschließend wird ein Sperren des Sperrventils 32 entweder automatisch oder manuell aktiviert und danach das Sperrventil 32 geschlossen. Das vollständige Schließen des Sperrventils 32 kann zeitlich überwacht werden oder über eine Stellungsüberwachung realisiert werden. Ist das Sperrventil 32 komplett geschlossen, wird der Hydrozylinder 10 aus der Regelung genommen und das Drehmoment des Elektromotors 2 geregelt auf 0 Nm reduziert.

[0071] Wird bei aktiver Lasthaltefunktion die Lasthaltefunktion deaktiviert oder eine Wiederaufnahme der Regelung des Hydrozylinders 10 angefordert, wird das Drehmoment des Elektromotors 2 erhöht. Wird die Lasthaltefunktion nicht deaktiviert, wird zuerst überprüft, ob der Positionssollwert des Zylinderkolbens geändert wurde. Ist dies der Fall, wird geprüft, ob eine automatische Fahrbewegung des Zylinderkolbens gewünscht ist. Der Druck in der Leitung 14 wird auf den Druck des Leitungszuges 41 vor dem Schließen des Sperrventils 32 angeglichen, bzw. auf die aktuelle Belastung der Kammer nachgeführt. Wenn eine automatische Fahrbewegung des Zylinderkolbens gewünscht ist, kann die Änderung des Positionssollwerts des Zylinderkolbens für die Dauer

des Wiederaufnehmens ignoriert werden. In diesem Fall wird die Änderung des Positionssollwerts des Zylinderkolbens erst aktiv, wenn das Sperrventil 32 vollständig geöffnet ist. Nachdem der Befehl zur Wiederaufnahme aktiviert ist, wird das Drehmoment des Elektromotors 2 erhöht. Es kann eine Wartezeit t_3 abgewartet werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass das Drehmoment dem Sollwert entspricht.

[0072] Anschließend wird das Sperrventil 32 geöffnet. Die Öffnungsdauer des Sperrventils 32 kann eine Zeitspanne t_4 benötigen. Nach dem vollständigen Öffnen des Sperrventils 32 ist der Hydrozylinder 10 wieder in der Regelung der hydraulischen Anordnung 1. Eine Sollwertänderung der Position des Zylinderkolbens ist aktiv und wird nicht mehr ignoriert. Die Lasthaltefunktion ist somit vollständig deaktiviert.

Patentansprüche

1. Hydraulische Anordnung (1) mit einem Hydrozylinder (6, 8, 10) und einer Hydropumpe (4) zu dessen Druckmittelversorgung, die von einem Elektromotor (2) antreibbar ist und mit einem Zylinderraum über einen Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) fluidisch verbindbar ist, in dem ein oder mehrere Sperrventile (20, 22, 32, 58) vorgesehen sind, durch das der Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) zum antriebslosen Halten einer Last des Hydrozylinders (6, 8, 10) hydraulisch abtrennbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Betriebsgröße des Elektromotors (2) beim hydraulischen Trennen des Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) ermittelt oder erfasst wird und die erfasste oder ermittelte Betriebsgröße beim Einstellen einer Bedingung, bei deren Eintreten der Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) geöffnet wird, an dem Elektromotor (2) eingestellt wird.
2. Anordnung (1) nach Anspruch 1, wobei die Betriebsgröße des Elektromotors (2) proportional zu einem Druck im Zylinderraum ist.
3. Anordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Betriebsgröße des Elektromotors (2) aus dessen Belastung ermittelbar oder ermittelt ist.
4. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Betriebsgröße des Elektromotors (2) aus dessen Stromaufnahme ermittelbar oder ermittelt ist.
5. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Betriebsgröße des Elektromotors (2) dessen Drehmoment ist.
6. Anordnung (1) nach Anspruch 1, wobei die Betriebsgröße des Elektromotors (2) ein erfasster Druck in

dem Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) ist, wobei der Elektromotor (2) derart eingestellt ist, dass der erfasste Druck beim Öffnen des Druckmittelströmungspfades (12, 14, 18) anliegt.

5

7. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bedingung ein Deaktivieren einer Lasthaltefunktion ist.
8. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bedingung ein manuell eingestelltes Steuerungswort ist. 10
9. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bedingung ist, dass eine erfasste Kraft an dem Hydrozylinder (6, 8, 10) oder Druck in dem Zylinderraum außerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs liegt. 15
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bedingung ist, dass eine erfasste Position des Hydrozylinders (6, 8, 10) außerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs liegt. 20
11. Anordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bedingung eine Änderung eines Positionssollwerts des Hydrozylinders (6, 8, 10) ist. 25
12. Verfahren zum Steuern einer hydraulischen Anordnung (1) mit einer Lasthaltefunktion mit zumindest einem Hydrozylinder (6, 8, 10) und einer Hydropumpe (4) mit den Schritten: 30
 - Schließen eines Sperrventils (20, 22, 32, 58) in einem Druckmittelströmungspfad (12, 14, 18) zwischen dem Hydrozylinder (6, 8, 10) und der Hydropumpe (4); 35
 - Ermitteln oder Erfassen einer Betriebsgröße eines Elektromotors (2), der die Hydropumpe (4) antreibt, während des Schließens des Sperrventils (20, 22, 32, 58); 40
 - Erkennen, dass eine Bedingung für eine Deaktivierung der Lasthaltefunktion vorliegt;
 - Einstellen und Nachführen der ermittelten oder erfassten Betriebsgröße an dem Elektromotor (2); und 45
 - Öffnen des Sperrventils (20, 22, 32, 58).
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Hydrozylinder (6, 8, 10) von einer Steuereinheit der hydraulischen Anordnung (1) geregelt wird, während das Sperrventil (20, 22, 32, 58) schließt. 50
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei eine Regelung des Hydrozylinders (6, 8, 10) durch die Steuereinheit beendet wird, nachdem das Sperrventil (20, 22, 32, 58) vollständig geschlossen ist. 55

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Betriebsgröße des Elektromotors (2) reduziert wird, nachdem das Sperrventil (20, 22, 32, 58) vollständig geschlossen ist.

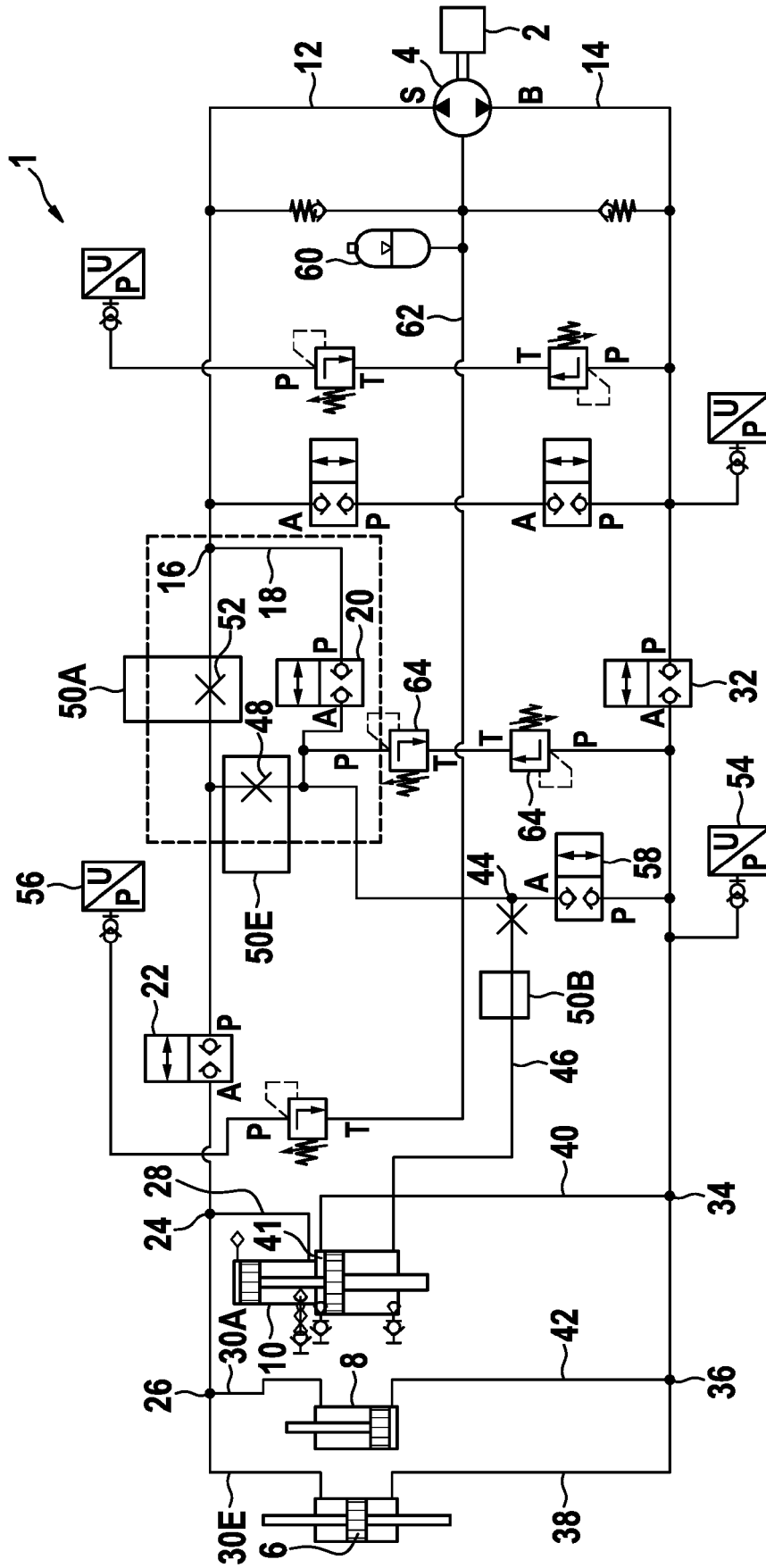


Fig. 1

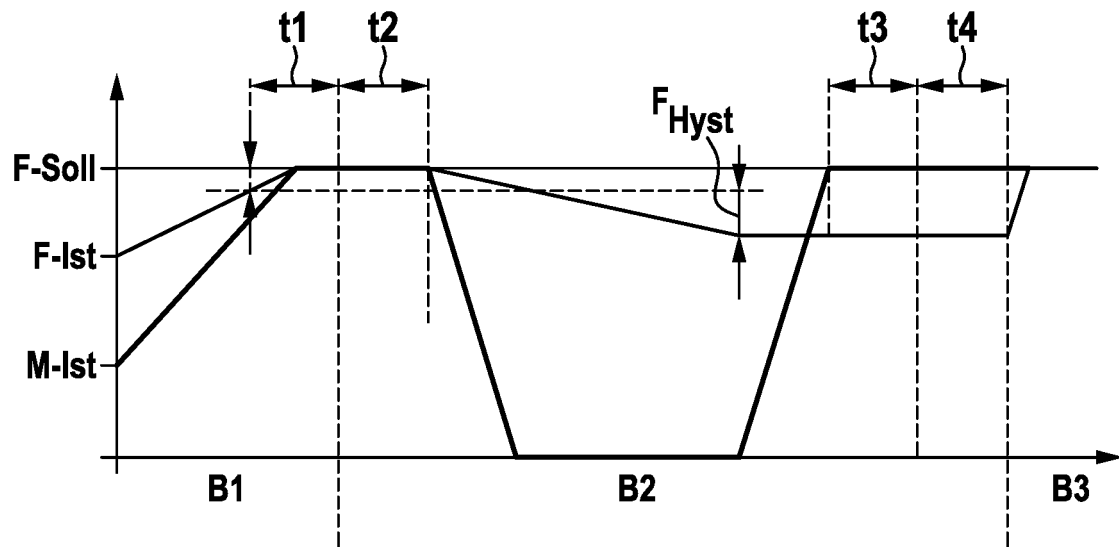


Fig. 2

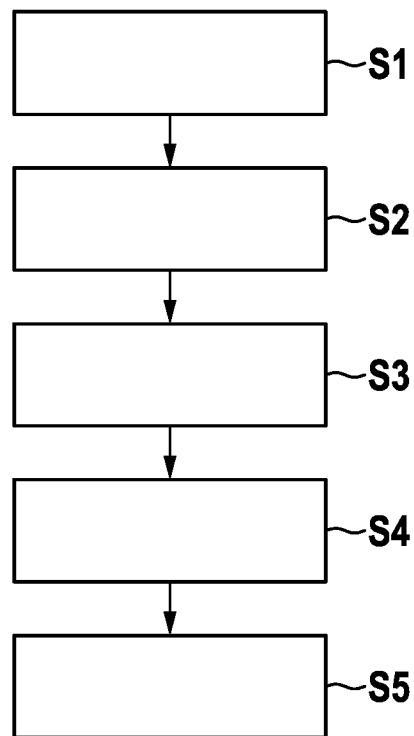


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 3942

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2020/239258 A1 (EATON INTELLIGENT POWER LTD [IE]) 3. Dezember 2020 (2020-12-03)	1-9, 12-15	INV. F15B7/00
Y	* Abbildungen 7-8 *	10, 11	F15B11/00 F15B21/08

X	US 2008/295504 A1 (VIGHOLM BO [SE] ET AL) 4. Dezember 2008 (2008-12-04)	1-9, 12-15	ADD. F15B21/00
Y	* Abbildungen 2-3 *	10, 11	

X	US 2020/262677 A1 (SAMBA MURTHY ARAVIND [US]) 20. August 2020 (2020-08-20)	1-9, 12-14	
Y	* Abbildung 1 *	10, 11	

X	DE 10 2011 056894 A1 (INT HYDRAULIK AKADEMIE GMBH [DE]) 8. November 2012 (2012-11-08)	1-4, 6-9, 12-15	
Y	* Abbildung 1 *	10, 11	

X	HAGEN DANIEL ET AL: "A Method for Smoothly Disengaging the Load-Holding Valves of Energy-Efficient Electro-Hydraulic Systems", THE 1ST INTERNATIONAL ELECTRONIC CONFERENCE ON ACTUATOR TECHNOLOGY: MATERIALS, DEVICES AND APPLICATIONS, 1. Januar 2020 (2020-01-01), Seite 36, XP093098679, Basel Switzerland DOI: 10.3390/IeCAT2020-08478	1-4, 6-9, 12-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F15B
Y	* das ganze Dokument *	10, 11	

Y,D	US 2016/102685 A1 (CHESTER MARK VINCENT [US]) 14. April 2016 (2016-04-14)	10, 11	
	* Abbildung 2 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Februar 2024	Prüfer Bindreiff, Romain
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 20 3942

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-02-2024

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2020239258 A1	03-12-2020	CN 114270053 A	01-04-2022
		EP 3976974 A1	06-04-2022
		EP 4098890 A1	07-12-2022
		US 2022307524 A1	29-09-2022
		WO 2020239258 A1	03-12-2020

US 2008295504 A1	04-12-2008	CN 101370985 A	18-02-2009
		CN 101370986 A	18-02-2009
		CN 101370987 A	18-02-2009
		CN 101370988 A	18-02-2009
		CN 101370989 A	18-02-2009
		CN 101370990 A	18-02-2009
		EP 1979546 A1	15-10-2008
		EP 1979547 A1	15-10-2008
		EP 1979548 A1	15-10-2008
		EP 1979549 A1	15-10-2008
		EP 1979550 A1	15-10-2008
		EP 1979551 A1	15-10-2008
		US 2007166168 A1	19-07-2007
		US 2008292474 A1	27-11-2008
		US 2008294316 A1	27-11-2008
		US 2008295504 A1	04-12-2008
		US 2008295505 A1	04-12-2008
		US 2008302099 A1	11-12-2008
		US 2009287373 A1	19-11-2009
		WO 2007081276 A1	19-07-2007
		WO 2007081277 A1	19-07-2007
		WO 2007081278 A1	19-07-2007
		WO 2007081279 A1	19-07-2007
		WO 2007081280 A1	19-07-2007
		WO 2007081281 A1	19-07-2007

US 2020262677 A1	20-08-2020	KEINE	

DE 102011056894 A1	08-11-2012	KEINE	

US 2016102685 A1	14-04-2016	CA 2972824 A1	14-04-2016
		CN 107002717 A	01-08-2017
		EP 3204652 A1	16-08-2017
		JP 2017534821 A	24-11-2017
		KR 20170066616 A	14-06-2017
		SG 11201702914V A	30-05-2017
		US 2016102685 A1	14-04-2016
		US 2018119711 A1	03-05-2018
		US 2022025910 A1	27-01-2022
		WO 2016057750 A1	14-04-2016

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

55

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 23 20 3942

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-02-2024

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 20160102685 A1 [0005]
- WO 2020260124 A1 [0044] [0053]