

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50527/2017  
(22) Anmeldetag: 27.06.2017  
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2019

(51) Int. Cl.: **F15B 21/14** (2006.01)  
B29C 45/76 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102014108370 A1  
DE 102007027567 A1  
DE 3033062 A1  
DE 4140408 A1  
GB 2533224 A  
KR 101264661 B1  
JP S57105576 A

(73) Patentinhaber:  
ENGEL AUSTRIA GMBH  
4311 SCHWERTBERG (AT)

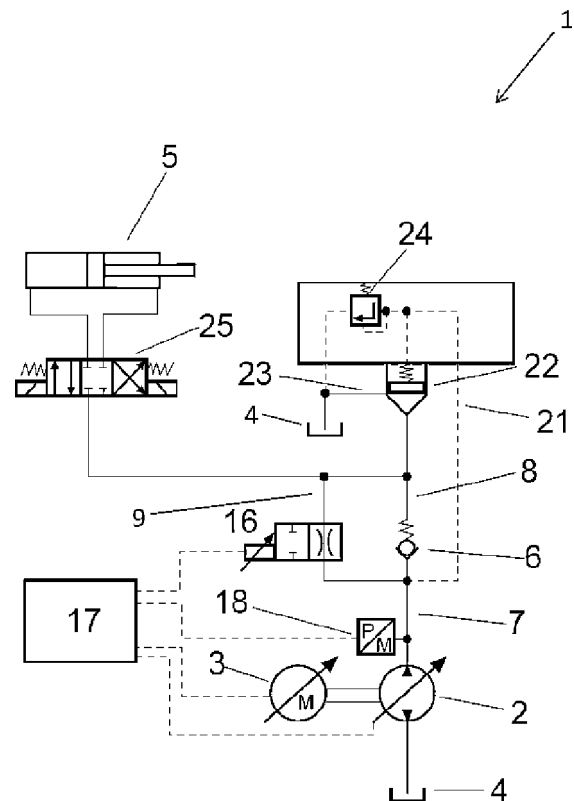
(72) Erfinder:  
Lohnecker Anton Ing.  
3355 Ertl (AT)

(74) Vertreter:  
Mag. Dr. Paul N. Torggler, Dipl.-Ing. Dr. Stephan  
Hofinger, Mag. Dr. Markus Gangl, MMag. Dr.  
Christoph Maschler, Dipl.-Ing. (FH) Dr. Bernhard  
Hechenleitner, Dipl.-Phys. Dr. Almar Lercher  
6020 Innsbruck (AT)

(54) **Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine**

(57) Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit zumindest einer Hydraulikleitung (7, 8), geeignet zur Verbindung mit einem hydraulischen Verbraucher (5), wenigstens einer Pumpe (2), welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluids in der zumindest einen Hydraulikleitung (7, 8) ausgebildet ist, wenigstens einem Ventil, welches zwischen einem verbraucherseitigen Teilstück (8) und einem pumpenseitigen Teilstück (7) der Hydraulikleitung angeordnet ist, wobei das Ventil, welches zwischen dem verbraucherseitigen Teilstück (8) und dem pumpenseitigen Teilstück (7) der Hydraulikleitung angeordnet ist, ein gesteuertes oder geregeltes Ventil (16) ist, welches dazu ausgebildet ist, ein Zurückfließen des Hydraulikfluids von dem verbraucherseitigen Teilstück (8) der Hydraulikleitung in das pumpenseitige Teilstück (7) der Hydraulikleitung zu steuern oder zu regeln, wobei ein Sensor vorgesehen ist, durch welchen ein für die Drehzahl der wenigstens einer Pumpe (2) charakteristisches Signal erfassbar ist, und eine Steuer- oder Regeleinheit (17) vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, das gesteuerte oder geregelte Ventil (16) anhand des charakteristischen Signals in seiner Position zu verändern, und wobei eine parallel zum verbraucherseitigen Teilstück (8) geschaltete Vorrichtung (21, 22, 23, 24) zum Druckabbau vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, einen vorherrschenden Druck in dem verbraucherseitigen Teilstück (8) abzubauen.

Fig. 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit zumindest einer Hydraulikleitung, geeignet zur Verbindung mit einem hydraulischen Verbraucher, wenigstens einer Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluids in der zumindest einen Hydraulikleitung ausgebildet ist, sowie einem Sicherheitsventil, welches ein Zurückfließen des Hydraulikfluides von einem verbraucherseitigen Teilstück der Hydraulikleitung in ein pumpenseitiges Teilstück der Hydraulikleitung verhindert oder wenigstens einem Ventil, welches zwischen einem verbraucherseitigen Teilstück der Hydraulikleitung und einem pumpenseitigen Teilstück der Hydraulikleitung angeordnet ist. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betreiben eines Hydrauliksystems für eine Formgebungsmaschine.

**[0002]** Unter Formgebungsmaschine können dabei Spritzgießmaschinen, Spritzpressen, Pressen und dergleichen verstanden werden.

**[0003]** Bei Hydrauliksystemen, wie sie oft beispielsweise für Formgebungsmaschinen verwendet werden, sind in einem Arbeitszyklus hohe hydraulische Drücke erforderlich, welche beispielsweise bei der Formgebungsmaschine dafür verwendet werden, zwei Werkzeughälften aneinander zu bewegen und zu drücken oder ein Medium in die Form einzubringen. Im weiteren Verlauf des Arbeitszyklus werden diese hohen hydraulischen Drücke wieder abgebaut, wenn kein weiteres Einbringen eines Mediums in eine Form mehr erforderlich ist oder ein Trennen der zwei Werkzeughälften voneinander erfolgt. Hierbei werden hohe Energien durch den Druckabbau freigesetzt.

**[0004]** Um einen solchen Druckabbau durchzuführen, gibt es verschiedene Ansätze zur Lösung. Eine oft vorgesehene Lösung ist, dass eine Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides in der zumindest einen Hydraulikleitung vorgesehen ist, es erlaubt wird, in die gegenläufige Richtung (oder auch bei in die gleiche Richtung bei Pumpen mit variabler Hubgeometrie wie beispielsweise bei Axialkolbenpumpen) zu beschleunigen und diese Pumpe über Bremswiderstände abgebremst wird. Dabei wird die Bremsenergie als Wärme freigesetzt und geht somit verloren.

**[0005]** Nachteilig an einer solchen Lösung ist, dass eine relativ hohe Energie verloren geht und nicht wieder in den Arbeitszyklus zurückgeführt werden kann, vor allem im Hinblick auf eine Formgebungsmaschine, bei der wiederholt in einem relativ kurzen Zeitabstand mehrere Arbeitszyklen durchlaufen werden.

**[0006]** Eine Weiterentwicklung zu dieser Thematik stellt die DE 10 2008 038 992 A1 dar. Hierbei wird eine hydraulische Presse beschrieben, welche ein Rückfließen des Hydraulikfluides aus einem Verbraucher an eine zur Versorgung vorgesehene Pumpe durch ein Rückschlagventil verhindert. Es ist aber ein weiterer Zweig vorgesehen, in den dieses rückfließende Hydraulikfluid fließen kann und welcher zu einer weiteren Pumpe führt. Diese weitere Pumpe ist mit einem Schwungrad verbunden. So kann das zurückfließende Hydraulikfluid die weitere Pumpe in eine Richtung beschleunigen und ein mit der Pumpe verbundenes Schwungrad antreiben. Wenn das Hydraulikfluid, kommend vom Verbraucher, zurückgeflossen ist und das Schwungrad angetrieben ist, kann mittels eines Getriebes beispielsweise die Pumpe wieder in Richtung zur Druckbeaufschlagung durch das Schwungrad beschleunigt werden und das Hydraulikfluid zusätzlich zu der ersten Pumpe, welche zur Versorgung des Verbrauchers mit Hydraulikfluid vorgesehen ist, an den Verbraucher fördern und somit die Energie teilweise in den Arbeitszyklus rückkoppeln. Nachteilig hierbei ist es jedoch, dass durch das zusätzliche Vorsehen eines weiteren Teilstranges, der zusätzlichen Hydraulikleitung, der weiteren Pumpe und des Schwungrades relativ hohe Kosten entstehen und dass lediglich eine Rückgewinnung der kinetischen Energie (des rückgeführten Hydraulikfluides stattfindet) jedoch die potentielle Energie (der Druck des Hydraulikfluides) ungenutzt bleibt. Eine ähnliche Anwendung bei einer Spritzgussmaschine ist durch die JP S57105576 A gezeigt.

**[0007]** Eine andere Möglichkeit stellt die DE 10 2013 111 001 A1 dar. Hierbei wird beim Druck-

abbau ein zusätzlicher Druckspeicher geladen, welcher bei der Druckbeaufschlagung wieder entladen werden kann. Nachteilig hierbei ist es jedoch, dass durch die zusätzliche Vorsehung eines Druckbehälters ein relativ hoher Bauraum verloren geht und zusätzlich hohe Kosten für den Druckbehälter entstehen.

**[0008]** Die GB 2533224 A beschreibt ein Hydrauliksystem, welches eine Kolben-Zylinder-Einheit aufweist. Über ein gesteuertes oder geregeltes Ventil kann das rückfließende Hydraulikfluid gesteuert oder geregelt werden und somit eine Geschwindigkeit der Absenkung der Kolben-Zylinder-Einheit eingestellt werden. Eine Rückkoppelung der Energie beim Druckabbau wird dabei in bekannter Weise durch eine Pumpen Schwungrad-Kombination vorgenommen.

**[0009]** Weitere aus dem Stand der Technik bekannte Ausführungsbeispiele gehen aus der DE 102014108370 A1, der DE 102007027567 A1, der DE 3033062 A1, der DE 4140408 A1 oder der KR 101264661 B1 hervor.

**[0010]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine zu schaffen.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch ein Hydrauliksystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert. Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruches 12 gelöst.

**[0012]** Durch eine erfindungsgemäße Ausführungsform ist es gewährleistet, dass ein Zurückfließen von Hydraulikfluid in ein pumpenseitiges Teilstück einer Hydraulikleitung nur in einem gewissen Maß gestattet ist. Durch das Drosseln oder das Steuern oder Regeln eines Ventiles kann die Menge des zurückfließenden Hydraulikfluides frei gewählt werden und das Risiko eines unkontrolliert hohen Druckes, welcher zurückfließt und möglicherweise im pumpenseitigen Teilstück Komponenten beschädigt, wird ausgeschlossen.

**[0013]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass wenigstens eine Umgehungsleitung vorgesehen ist, welche das verbraucherseitige Teilstück und das pumpenseitige Teilstück der Hydraulikleitung unter Umgehung des Sicherheitsventils miteinander verbinden und in welcher eine Drosselvorrichtung angeordnet ist, wobei die Drosselvorrichtung ein gedrosseltes Zurückfließen des Hydraulikfluides von einem verbraucherseitigen Teilstück der Hydraulikleitung in ein pumpenseitiges Teilstück der Hydraulikleitung ermöglicht, wobei die Drosselvorrichtung ein gesteuertes oder geregeltes Ventil ist, wobei ein Sensor vorgesehen ist, durch welchen ein für die Drehzahl der wenigstens einer Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, charakteristisches Signal erfassbar ist und eine Steuer- oder Regeleinheit vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist anhand des charakteristischen Signals das gesteuerte oder geregelte Ventil in seiner Position zu verändern.

**[0014]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass durch die Steuer- oder Regeleinheit die wenigstens eine Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, derart verstellbar ist, dass die wenigstens eine Pumpe dazu ausgebildet ist, als Hydraulikmotor zu arbeiten, um einen Energiespeicher zu speisen. Durch dies kann die Möglichkeit geschaffen werden, dass durch das zurückfließende Hydraulikfluid die Pumpe beim Druckabbau angetrieben wird und durch diese Pumpe, welche dann als Hydraulikmotor arbeitet, der Energiespeicher gefüllt werden kann.

**[0015]** Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, zwischen einer Ladestellung und einer Entladestellung für das Laden bzw. Entladen eines Energiespeichers variabel ist. Durch diese Möglichkeit kann es erlaubt werden, den Energiespeicher zu befüllen und zu entladen, was das zusätzliche Vorsehen einer weiteren Komponente zum Entladen des Energiespeichers überflüssig macht.

**[0016]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, mit einem Motor - insbesondere einem Elekt-

romotor - verbunden ist.

**[0017]** Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Motor in einer Ladestellung als Antrieb für die wenigstens eine Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, vorgesehen ist und in einer Entladestellung dieser Motor als Generator vorgesehen ist. Durch so eine Ausgestaltung kann es vorgesehen sein, dass bei Druckabbau bzw. beim Zurückfließen des Hydraulikfluides in ein pumpenseitiges Teilstück der Hydraulikleitung beispielsweise ein Elektromotor als Generator fungiert und somit elektrische Energie durch das Vernichten von hydraulischer Energie erzeugt. Diese elektrische Energie kann in ein Stromnetz gespeist werden oder eine Batterie bzw. einen Akkumulator laden. Bei der anschließenden Druckbeaufschlagung kann diese Batterie bzw. dieser Akkumulator wieder entladen werden und der Motor durch diese Energie angetrieben werden.

**[0018]** Es kann vorgesehen sein, dass der Motor als drehzahlvariabler Motor ausgebildet ist. Diese Drehzahl ist vorzeichenbehaftet und somit also auch die Drehrichtung änderbar.

**[0019]** Weiters kann bevorzugt vorgesehen sein, dass der Energiespeicher als wenigstens ein Schwungrad ausgebildet ist. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass ein Rotor eines Elektromotors, welcher als Antrieb der wenigstens einen Pumpe zur Druckbeaufschlagung vorgesehen ist, als Schwungrad fungiert.

**[0020]** Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, hubvolumenveränderlich ausgebildet ist. Somit kann das Fördervolumen eingestellt bzw. verändert werden. Besonders bevorzugt ist hierzu vorgesehen, dass das Hubvolumen der Pumpe zwischen einer Ladestellung und einer Entladestellung für das Laden bzw. Entladen eines Energiespeichers variabel ist. So ist es beispielsweise möglich, dass beim Laden des Energiespeichers ein relativ kleines Hubvolumen vorgesehen ist, wodurch das Laden des Energiespeichers über die Pumpe relativ langsam erfolgen kann. Für das Entladen kann das Hubvolumen der Pumpe relativ groß gewählt sein, womit durch Entladen des Energiespeichers eine relativ große Menge an Hydraulikflüssigkeit bereitgestellt werden kann.

**[0021]** Es ist vorgesehen, dass ein Sensor vorgesehen ist, durch welchen ein für die Drehzahl der wenigstens einen Pumpe, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides ausgebildet ist, charakteristisches Signal erfassbar ist. Weiters ist vorgesehen, dass eine Steuer- oder Regeleinheit vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, anhand des charakteristischen Signales das gesteuerte oder geregelte Ventil in seiner Position zu verändern. Es ist auch zum Beispiel möglich ein charakteristisches Signal für die Drehzahl der Pumpe an einer Komponente zu erfassen, welche mit der Pumpe verbunden ist. So kann dies auch an einem Motor oder einem Schwungrad ermittelt werden welcher/welches mit der Pumpe verbunden ist. Falls gegebenenfalls ein Getriebe oder dergleichen zwischen der Komponente und der Pumpe vorgesehen ist, kann die Pumpendrehzahl durch Berechnung über die Übersetzung ermittelt werden. Somit kann durch ein charakteristisches Signal, beispielsweise der Drehzahl der Pumpe (welche auch als Antrieb zur Speisung des Energiespeichers verwendet werden kann), die Öffnung des gesteuerten oder geregelten Ventiles verändert werden und somit gezielt die Drehzahl der Pumpe unter Kontrolle gehalten werden, um eine mögliche Schädigung der Pumpe durch eine zu hohe Drehzahl oder Beschleunigung zu vermeiden.

**[0022]** Es ist vorgesehen, dass eine Vorrichtung zum Druckabbau vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist einen vorherrschenden Druck in dem verbraucherseitigen Teilstück abzubauen. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Vorrichtung zum Druckabbau eine Vorsteuerleitung aufweist, welche dazu ausgebildet ist bei einer Druckdifferenz zwischen dem pumpenseitigen Teilstück der Hydraulikleitung und dem verbraucherseitigen Teilstück der Hydraulikleitung ein Ventil zum Druckabbau des Druckes im verbraucherseitigen Teilstück der Hydraulikleitung zu betätigen.

**[0023]** Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbei-

spiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

**[0024]** Fig. 1 ein Hydrauliksystem

**[0025]** Fig. 2 ein weiteres Hydrauliksystem gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel

**[0026]** Fig. 3 ein weiteres Hydrauliksystem gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel

**[0027]** Fig. 4 die Möglichkeit die Antriebseinheit und die Pumpe zusätzlich mit einem Schwungrad zu koppeln

**[0028]** Fig. 5 ein weiteres Hydrauliksystem gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel

**[0029]** In Fig. 1 ist ein Hydrauliksystem 1 für eine Formgebungsmaschine gezeigt. Dabei ist eine Pumpe 2 ersichtlich, mit deren Hilfe ein Hydraulikfluid in einer Hydraulikleitung mit einem Druck beaufschlagbar ist. Diese Pumpe 2, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides in der zumindest einen Hydraulikleitung ausgebildet ist, wird durch eine Antriebseinheit 3 angetrieben. Die Pumpe 2, welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides in der zumindest einen Hydraulikleitung ausgebildet ist, ist über ein Teilstück der Hydraulikleitung mit einem Vorratsbehälter 4 verbunden.

**[0030]** Nach Druckbeaufschlagung durch die Pumpe 2 gelangt das Hydraulikfluid über eine Hydraulikleitung zu einem Verbraucher 5. Die Hydraulikleitung zwischen Pumpe 2 und Verbraucher 5 wird durch ein dazwischen angeordnetes Sicherheitsventil, genauer gesagt ein Rückschlagventil 6 in ein pumpenseitiges Teilstück der Hydraulikleitung 7 und ein verbraucherseitiges Teilstück der Hydraulikleitung 8 unterteilt. Des Weiteren ist eine Umgehungsleitung 9 zur Umgehung des Rückschlagventils 6 vorgesehen. In dieser Umgehungsleitung 9 ist in diesem Ausführungsbeispiel eine Drosselvorrichtung angeordnet bzw., genauer gesagt, ein Drosselventil 11. Bei einem typischen Arbeitszyklus einer Formgebungsmaschine wird zunächst Hydraulikfluid, kommend von einem Vorratsbehälter 4, durch die Pumpe 2 mit Druck beaufschlagt, durchfließt dann das pumpenseitige Teilstück der Hydraulikleitung 7 und das verbraucherseitige Teilstück der Hydraulikleitung 8 und gelangt zum Verbraucher 5.

**[0031]** In einem nächsten Schritt des Arbeitszyklus wird die Drehzahl des Antriebsmotors reduziert und der Schwenkwinkel der Pumpe 2 auf Nullhub gebracht, um das Ende der Bewegung des Verbrauchers 5 einzuleiten. Die Drehzahl der Antriebseinheit 3 wird dabei nur in dem Maß reduziert, wie es dem natürlichen Auslaufverhalten der Antriebseinheit 3 und der damit verbundenen Pumpe 2 entsprechen würde. Die Reduzierung des äußeren Fördervolumens nahe Null erfolgt eben durch das Zurückschwenken der Pumpe 2. Am Ende der Bewegung wird nun ein Schaltventil 25 deaktiviert und somit das verbraucherseitige Teilstück der Hydraulikleitung 8 vom Verbraucher 5 getrennt. Dadurch wird ein gewisser Restdruck in der Hydraulikleitung aufrecht bleiben der im Anschluss abgebaut werden muss, um für die nächste Bewegung einen kontrollierten und schlagfreien Bewegungsstart zu gewährleisten. In vielen Fällen ist der Restdruck durchaus sehr hoch, da am Ende der Bewegung sehr häufig bewusst ein Druck aufgebaut wird um die gewünschten Kräfte im Verbraucher 5 aufzubringen.

**[0032]** Der Druckabbau in der Hydraulikleitung kann nun parallel auf zwei Arten erfolgen. Durch Schwenken der Pumpe 2 in einen negativen Bereich (Motorbetrieb) wird zum Einen direkt über die Drossel 11 Druck aus der Hydraulikleitung über die Pumpe 2 abgebaut und daher die Antriebseinheit 3 angetrieben, was die Drehzahl der Antriebseinheit 3 wieder erhöht und somit in kinetische Energie umsetzt und kurzfristig speichert. In diesem Fall fungiert die Antriebeinheit 3 kurzfristig als Schwungrad 20 zum Speichern von kinetischer Energie. Um zu verhindern, dass die Antriebseinheit 3 auf eine unzulässig hohe Drehzahl beschleunigt wird, ist eine überlagerte Druckabbaufunktion vorgesehen, die sich aus der Vorsteuerleitung 21, dem Ventil 22 und der Tankleitung 23 zusammensetzt. Durch das Zurückschwenken der Pumpe 2 wird auch der Druck in der Steuerleitung 21 reduziert, somit wird sich ab einer gewissen Druckdifferenz des verbrau-

cherseitigen Teilstückes der Hydraulikleitung 8 und des pumpenseitigen Teilstückes der Hydraulikleitung 7 das Ventil 22 öffnen und der Restdruck des verbraucherseitigen Teilstückes der Hydraulikleitung 8 direkt in die Tankleitung 23 entlasten. Diese Tankleitung 23 kann in den Vorratsbehälter 4 führen oder in einen separaten Vorratsbehälter. Die Steuerleitung 21 kann dabei über ein Druckbegrenzungsventil 24 bei Erreichen eines zu hohen Druckniveaus in die Tankleitung entlastet werden.

**[0033]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Hydrauliksystems 1 wie durch die Figur 2 gezeigt ist, kann das in der Umgehungsleitung 9 angeordnete Drosselventil 11 als gesteuertes oder geregeltes Ventil 16 ausgeführt sein. Dieses gesteuerte oder geregelte Ventil 16 ist hier mit einer entsprechenden Steuer- oder Regeleinheit 17 verbunden. Diese Steuer- oder Regeleinheit 17 verfügt über Signalverbindungsleitungen zu einem Hydrauliksensor 18, der Antriebseinheit 3, der Pumpe 2 und dem gesteuerten oder geregelten Ventil 16. So kann bei einem Druckabbau der Hydraulikleitung wie bereits in Figur 1 beschrieben die Steuer- oder Regeleinheit 17 aufgrund des erfassten Signals des Hydrauliksenors 18 in dem pumpenseitigen Teilstück der Hydraulikleitung 8, eines übertragenen Signales der Antriebseinheit 3, welches charakteristisch für die Drehzahl der Antriebseinheit 3 ist und aufgrund eines übermittelten Signales der Pumpe 2, welches charakteristisch für die Drehzahl der Pumpe 2 und/oder des aktuellen Hubvolumens der Pumpe 2 entweder das gesteuerte oder geregelte Ventil 16 steuern oder regeln oder das Hubvolumen der Pumpe 2 variieren oder die Antriebseinheit 3 steuern oder regeln. So kann durch die Steuer- oder Regeleinheit 17 gesteuert oder geregelt werden, dass die Pumpe 2 oder die Antriebseinheit 3 eine kritische Drehzahl nicht überschreitet.

**[0034]** Wie durch die Figur 3 gezeigt ist, kann es auch vorgesehen sein, dass ein gesteuertes oder geregeltes Ventil 19 eine weitere Durchflussstellung aufweist und somit das Rückschlagventil 6 ersetzt. So kann durch die mit dem gesteuerten oder geregelten Ventil 19 verbundene Steuer- oder Regeleinheit 17 beim Versorgen des Verbrauchers 5 mit Hydraulikfluid durch die Pumpe 2 das gesteuerte oder geregelte Ventil 19 in die Durchflussposition bringen. Beim Druckabbau kann das gesteuerte oder geregelte Ventil 19 durch die Steuer- oder Regeleinheit 17 in die Drosselposition und in die Sperrposition bewegt werden wie bereits zu Figur 2 und das damit verbundene gesteuerte oder geregelte Ventil 16 beschrieben wurde.

**[0035]** Figur 4 zeigt die Möglichkeit die Antriebseinheit 3 und die Pumpe 2 zusätzlich mit einem Schwungrad 20 zu koppeln. In dieser Figur 4 ist nur das Detail der Antriebseinheit 3 in Verbindung mit dem Schwungrad 20 und der Pumpe 2 dargestellt. Die weitere Ausgestaltung des Hydrauliksystems 1 kann wie bereits aus den Figuren 1, 2 oder 3 bekannt ausgeführt sein. Dies ergibt den Vorteil, dass beim Druckabbau und der daher rührenden Beschleunigung der Antriebseinheit 3 (wie bereits zu Figur 1 beschrieben) eine höhere Trägheit der zu beschleunigenden Masse bereitgestellt wird und somit mehr kinetische Energie gespeichert werden kann.

**[0036]** Figur 5 zeigt ein weiteres Hydrauliksystem gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel. Hierbei wird ein Hydraulikfluid mittels einer Pumpe 2 und der damit verbundenen Antriebseinheit 3 mit Druck beaufschlagt. Dieses Hydraulikfluid versorgt somit einen Verbraucher 5 über die Hydraulikleitung. Dieser Verbraucher 5 kann durch Druckbeaufschlagung durch das Hydraulikfluid eine Kraftbeaufschlagung einer Maschinenkomponente einer Formgebungsmaschine bewirken. Nach Beendigung der Kraftbeaufschlagung wird durch das Rückschlagventil 6 ein Druckabbau des Hydraulikfluides an der Pumpe 2 verhindert. Durch das Ventil 26 kann, um den Druckabbau des Hydraulikfluides zuzulassen, eine weitere Hydraulikleitung geöffnet werden welche zu einer weiteren Pumpe 10 führt, welche beim Druckabbau als Hydraulikmotor fungiert. Diese weitere Pumpe 10 kann dadurch einen Druckabbau des Hydraulikfluides bewerkstelligen indem sie die potentielle Energie des Hydraulikfluides (Druck bzw. Spannung) in eine kinetische Energie umwandelt und ein verbundenes Schwungrad 20 antreibt. Das Schwungrad 20 dient in dieser Ausführungsform als Energiespeicher. Die durch das Schwungrad 20 gespeicherte Energie lässt sich in einer anschließenden Druckbeaufschlagung des Hydraulikfluides nützen indem die weitere Pumpe 10 durch das Schwungrad 20 angetrieben wird. Die Pumpe 10 kann in diesem Ausführungsbeispiel als Pumpe mit variabler Hubgeometrie ausgebildet sein, sodass sie durch ein Verändern der Hubgeometrie in einer Stellung das

Schwungrad 20 laden kann und in einer weiteren Stellung das Schwungrad 20 entladen kann. Auch das Vorsehen eines Getriebes (hier nicht dargestellt) zwischen der weiteren Pumpe 10 und dem Schwungrad 20 kann dazu dienen, zwischen einer Lade- und einer Entladestellung des Schwungrades 20 zu variieren.

## BEZUGSZEICHENLISTE:

- 1     Hydrauliksystem
- 2     Pumpe
- 3     Antriebseinheit
- 4     Vorratsbehälter
- 5     Verbraucher
- 6     Rückschlagventil
- 7     pumpenseitiges Teilstück der Hydraulikleitung
- 8     verbraucherseitiges Teilstück der Hydraulikleitung
- 9     Umgehungsleitung
- 10    Pumpe
- 11    Drosselventil
- 16    gesteuertes oder geregeltes Ventil
- 17    Steuer- oder Regeleinheit
- 18    Hydrauliksensor
- 19    Ventil
- 20    Schwungrad
- 21    Vorsteuerleitung
- 22    Ventil
- 23    Tankleitung
- 24    Druckbegrenzungsventil
- 25    Schaltventil
- 26    Ventil

## Patentansprüche

1. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine mit
  - zumindest einer Hydraulikleitung (7, 8), geeignet zur Verbindung mit einem hydraulischen Verbraucher (5),
  - wenigstens einer Pumpe (2), welche zur Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluids in der zumindest einen Hydraulikleitung (7, 8) ausgebildet ist,
  - wenigstens einem Ventil, welches zwischen einem verbraucherseitigen Teilstück (8) und einem pumpenseitigen Teilstück (7) der Hydraulikleitung angeordnet ist, wobei das Ventil, welches zwischen dem verbraucherseitigen Teilstück (8) der Hydraulikleitung und dem pumpenseitigen Teilstück (7) der Hydraulikleitung angeordnet ist, ein gesteuertes oder geregeltes Ventil (16, 19) ist, welches dazu ausgebildet ist, ein Zurückfließen des Hydraulikfluids von dem verbraucherseitigen Teilstück (8) der Hydraulikleitung in das pumpenseitige Teilstück (7) der Hydraulikleitung zu steuern oder zu regeln, wobei ein Sensor vorgesehen ist, durch welchen ein für die Drehzahl der wenigstens einer Pumpe (2), welche zur Druckbeaufschlagung des Hydraulikfluids ausgebildet ist, charakteristisches Signal erfassbar ist, und eine Steuer- oder Regeleinheit (17) vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, das gesteuerte oder geregelte Ventil (16, 19) in seiner Position zu verändern, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuer- oder Regeleinheit (17) dazu ausgebildet ist, anhand des charakteristischen Signals das gesteuerte oder geregelte Ventil (16, 19) in seiner Position zu verändern, und wobei eine parallel zum verbraucherseitigen Teilstück (8) geschaltete Vorrichtung (21, 22, 23, 24) zum Druckabbau vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist einen vorherrschenden Druck in dem verbraucherseitigen Teilstück (8) abzubauen.
2. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sicherheitsventil (6) vorgesehen ist, welches ein Zurückfließen des Hydraulikfluids von dem verbraucherseitigen Teilstück (8) der Hydraulikleitung in das pumpenseitige Teilstück (7) der Hydraulikleitung verhindert, wobei wenigstens eine Umgehungsleitung (9) vorgesehen ist, welche das verbraucherseitige Teilstück (8) der Hydraulikleitung und das pumpenseitige Teilstück (7) der Hydraulikleitung unter Umgehung des Sicherheitsventiles (6) miteinander verbindet und in welcher das gesteuerte oder geregelte Ventil (16) angeordnet ist.
3. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Steuer- oder Regeleinheit (17) die wenigstens eine Pumpe (2) derart verstellbar ist, dass sie wahlweise als Hydraulikmotor arbeitet, wobei ein Energiespeicher gespeist wird.
4. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Pumpe (2) zwischen einer Ladestellung und einer Entladestellung für das Laden bzw. Entladen eines Energiespeichers variabel ist.
5. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Pumpe (2) mit einem Motor (3), insbesondere mit einem Elektromotor, verbunden ist.
6. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motor (3) in einer Ladestellung als Antrieb für die wenigstens eine Pumpe (2) vorgesehen ist und in einer Entladestellung dieser Motor (3) als Generator vorgesehen ist.
7. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motor (3) als drehzahlvariabler Motor ausgebildet ist.
8. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher als wenigstens ein Schwungrad (20) ausgebildet ist.

9. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Pumpe (2) hubvolumenveränderlich ausgebildet ist.
10. Hydrauliksystem für eine Formgebungsmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zum Druckabbau eine Vorsteuerleitung (21) aufweist, welche dazu ausgebildet ist, bei Erreichen einer bestimmten Druckdifferenz zwischen dem verbraucherseitigen Teilstück (8) der Hydraulikleitung und dem pumpenseitigen Teilstück (7) der Hydraulikleitung ein Ventil (22) zum Druckabbau des Druckes im verbraucherseitigen Teilstück (8) der Hydraulikleitung zu betätigen.
11. Verfahren zum Betreiben eines Hydrauliksystems für eine Formgebungsmaschine, wobei durch Druckbeaufschlagung eines Hydraulikfluides mittels wenigstens einer Pumpe (2) eine Kraftbeaufschlagung eines Maschinenelementes (5) der Formgebungsmaschine bewirkt wird, wobei bei einer Beendigung der Kraftbeaufschlagung eine Spannung des Hydraulikfluides in kinetische Energie umgewandelt und in einem Energiespeicher gespeichert wird, wobei
  - die Umwandlung der Spannung des Hydraulikfluides in kinetische Energie mittels der wenigstens einen Pumpe (2) über ein gesteuertes oder geregeltes Ventil (16, 19) durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - bei der Steuerung oder Regelung einer Position des Ventils (16, 19) eine Drehzahl der Pumpe (2) berücksichtigt wird und
  - parallel dazu ein vorherrschender Druck in dem verbraucherseitigen Teilstück (8) mittels einer Vorrichtung (21, 22, 23, 24) zum Druckabbau abgebaut wird.

**Hierzu 5 Blatt Zeichnungen**

Fig. 1

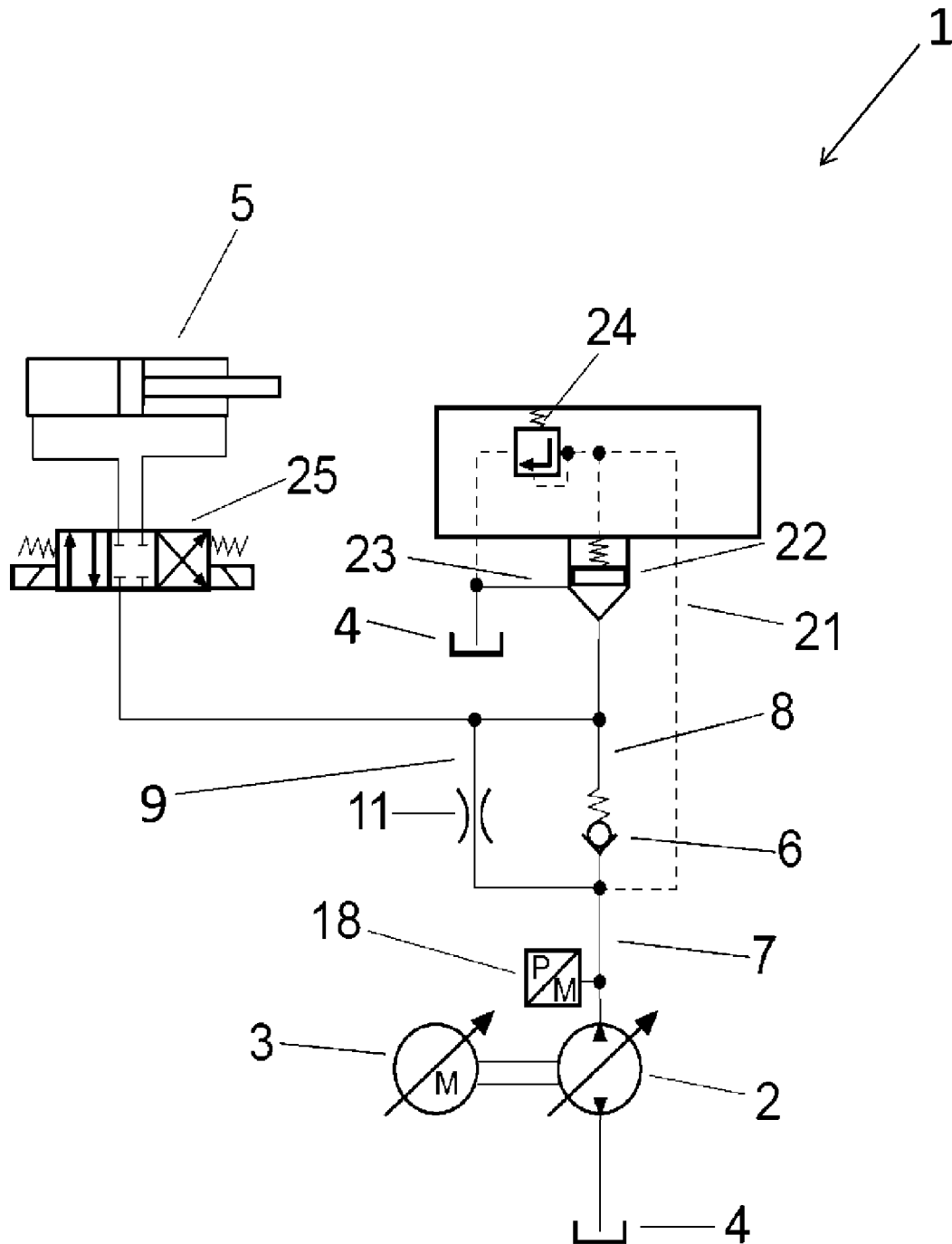


Fig. 2

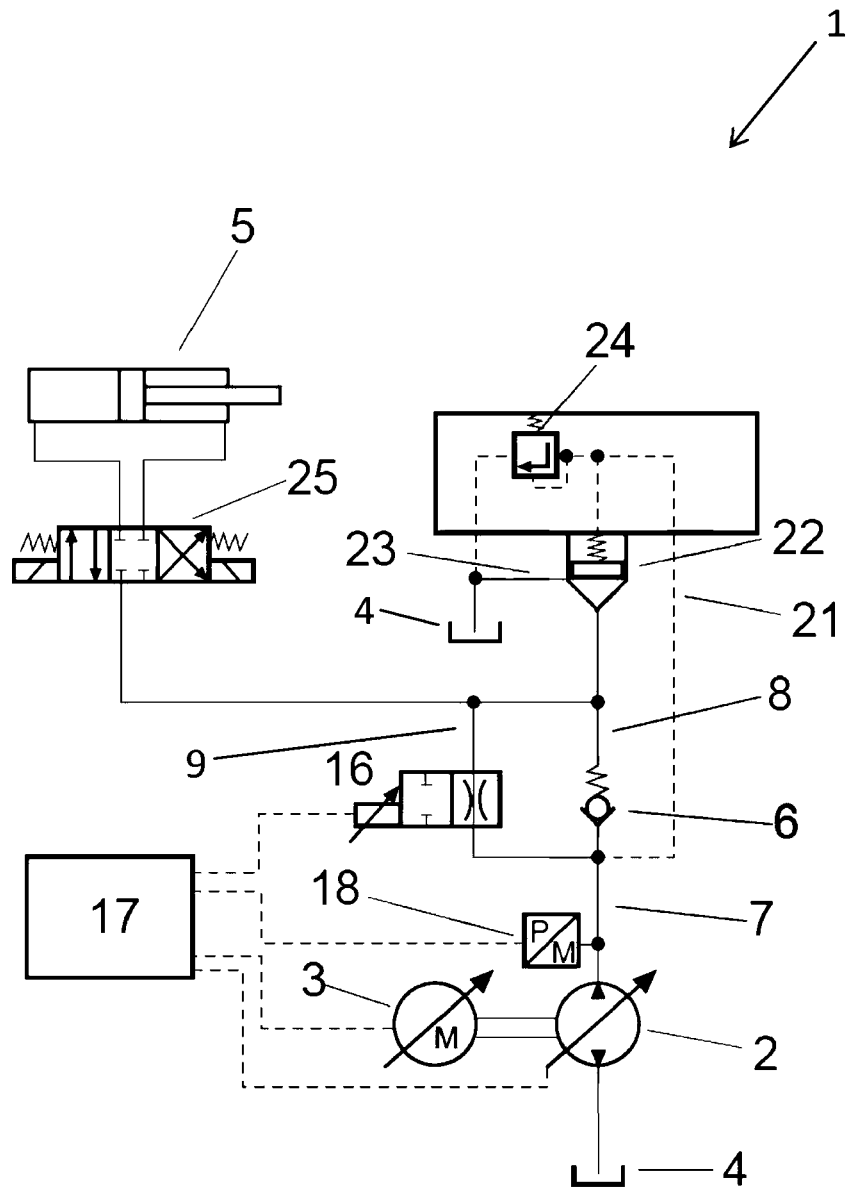


Fig. 3

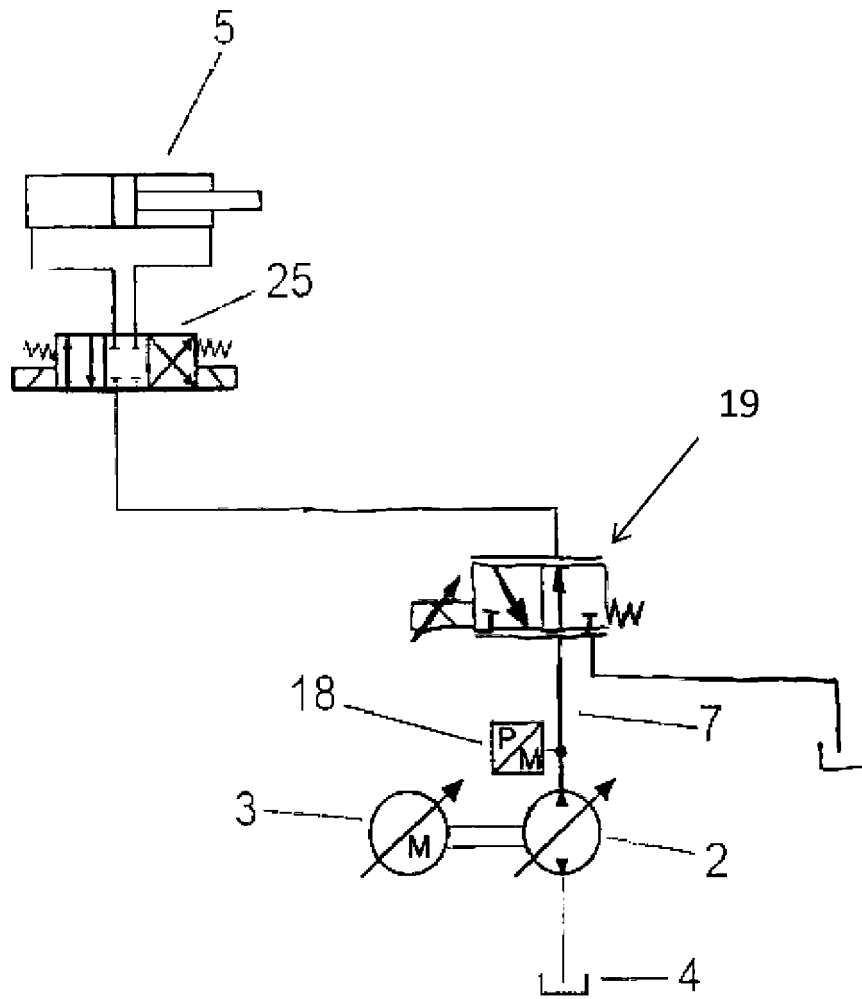


Fig. 4

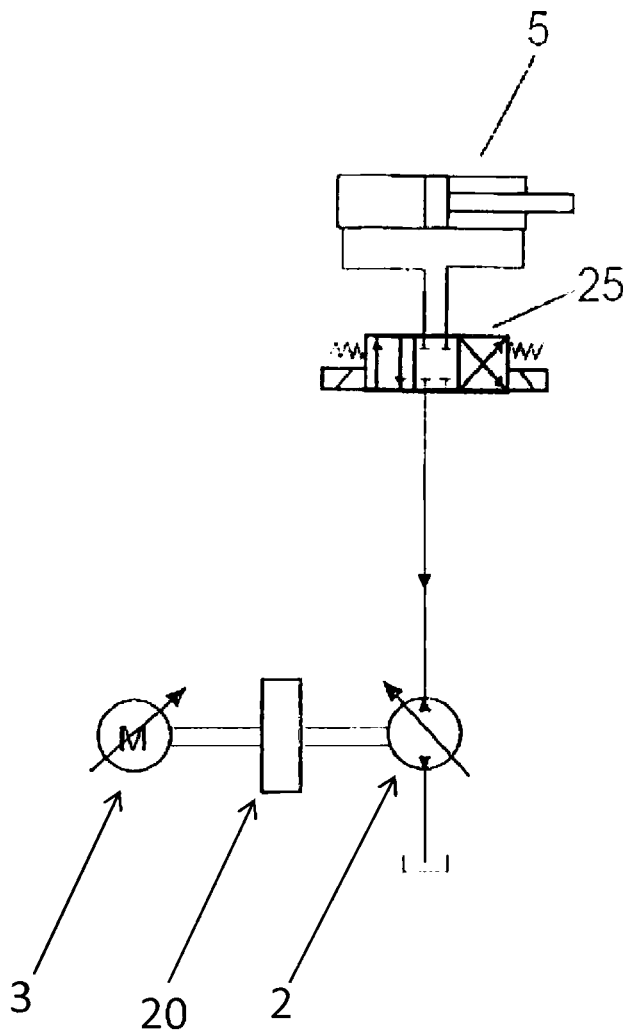


Fig. 5

