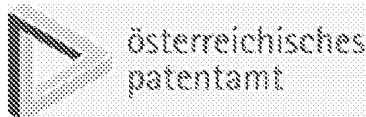


(19)



(10)

AT 517070 A4 2016-11-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50863/2015
(22) Anmeldetag: 08.10.2015
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2016

(51) Int. Cl.: **F04B 49/00** (2006.01)
B29C 45/82 (2006.01)
B30B 15/16 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102008038992 A1
US 5481873 A

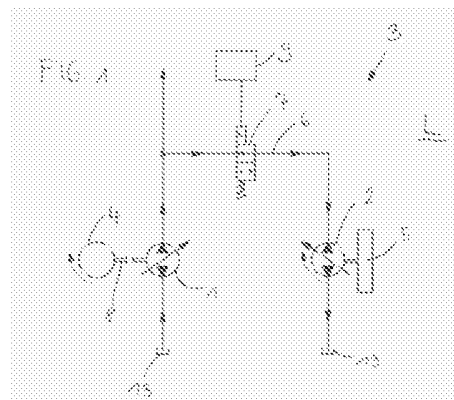
(71) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GMBH
4311 SCHWERTBERG (AT)

(72) Erfinder:
Lohnecker Anton Ing.
3355 Ertl (AT)
Steinparzer Helmut Ing.
4400 Steyr (AT)
Zeidlhofer Herbert Dipl.Ing.
3350 Haag (AT)

(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
Christoph MMag. Dr.
Innsbruck

(54) Hydraulische Antriebsvorrichtung für eine Formgebungsmaschine

(57) Hydraulische Antriebsvorrichtung (3), insbesondere für eine Formgebungsmaschine, mit wenigstens einem Motor (4), insbesondere Elektromotor, wenigstens einer ersten hydraulischen Pumpe (1), welche durch den wenigstens einen Motor (4) antreibbar ist, und wenigstens einem Schwungrad (5), wobei wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) vorgesehen ist, welche mit dem wenigstens einen Schwungrad (5) verbunden oder verbindbar ist, und dass eine hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe (2) vorgesehen ist.



Zusammenfassung

Hydraulische Antriebsvorrichtung (3), insbesondere für eine Formgebungsmaschine, mit wenigstens einem Motor (4), insbesondere Elektromotor, wenigstens einer ersten hydraulischen Pumpe (1), welche durch den wenigstens einen Motor (4) antreibbar ist, und wenigstens einem Schwungrad (5), wobei wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) vorgesehen ist, welche mit dem wenigstens einen Schwungrad (5) verbunden oder verbindbar ist, und dass eine hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe (2) vorgesehen ist.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Antriebsvorrichtung, insbesondere für eine Formgebungsmaschine, mit wenigstens einem Motor, insbesondere Elektromotor, wenigstens einer ersten hydraulischen Pumpe, welche durch den wenigstens einen Motor antreibbar ist, und wenigstens einem Schwungrad. Weiters betrifft die Erfindung eine Formgebungsmaschine mit einer solchen hydraulischen Antriebsvorrichtung und eine Verfahren zum Betreiben einer hydraulischen Antriebsvorrichtung.

Hydraulische Antriebsvorrichtungen werden meist so ausgelegt, dass eine oder mehrere Motor-Pumpen-Einheit(en) sämtliche erforderlichen Leistungen in einem Arbeitszyklus abdecken kann/können. Dabei ist üblicherweise berücksichtigt, dass elektrische Motoren kurzfristig auch deutlich über deren Nennlast betrieben werden können.

Ist jedoch auch nur einmal in einem Arbeitszyklus eine höhere Leistung erforderlich, muss das meist mit zusätzlichen oder leistungsfähigeren Motoren und/oder Pumpen realisiert werden, was zur Folge hat, dass auch die Gesamtanschlussleistung der Anlage steigt.

Alternativ werden für solche Fälle auch häufig hydraulische Speicher eingesetzt, die in den Pausenzeiten geladen werden und zum Abdecken der Spitzenlasten das unter Druck gespeicherte Hydrauliköl wieder entnommen wird. Hier liegt der Nachteil ganz deutlich im schlechten Wirkungsgrad und somit höheren Energieverbrauch. Aber auch die zusätzlichen und regelmäßig erforderlichen Sicherheitsabnahmen der Speicher sind bei Anwendern nicht beliebt.

Eine Antriebsvorrichtung mit Elektromotor, Hydropumpe und Schwungmasse geht aus der DE 197 01 671 B4 hervor. Diese eignet sich für die Durchführung unterschiedlicher Arbeitszyklen mit sich in unterschiedlicher Weise veränderndem Leistungsbedarf. Dies wird dadurch erreicht, dass der Elektromotor mit einer Rotorwelle der Hydropumpe über eine Unterbrechung der Drehmomentübertragung ermöglichende Kupplung verbunden ist und dass eine die

Leistungsabgabe des Elektromotors in Abhängigkeit vom Unterschreiten und vom Überschreiten je einer vorbestimmten Drehzahl des Schwungrades erhöhende bzw. verringernde Steuereinrichtung vorgesehen ist. Nachteilig dabei ist, dass für die Änderung der Leistungsabgabe unter anderem eine aufwändige mechanische Kupplung notwendig ist.

Die DE 10 2010 035 283 A1 zeigt eine Hydraulikantriebsvorrichtung, wobei ein frequenz geregelter Antriebsmotor über seine Motorwelle permanent fest mit (zumindest) einem Schwungrad und (zumindest) einer ungeregelten Hydraulikpumpe verbunden ist. Dadurch wird bei jeder Drehzahl eine maximale Drehmomentabgabe ermöglicht. Nachteilig hierbei ist unter anderem, dass der Antriebsmotor ständig mit dem Schwungrad verbunden ist. Somit ist permanent eine Abhängigkeit zwischen Antriebsmotor, Hydraulikpumpe und Schwungrad gegeben.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte hydraulische Antriebsvorrichtung zu schaffen.

Dies wird durch eine hydraulische Antriebsvorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 erreicht. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben. Demnach weist die hydraulische Antriebsvorrichtung erfindungsgemäß wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe, welche mit dem wenigstens einen Schwungrad verbunden oder verbindbar ist, und eine hydraulische Verbindungsleitung zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe auf. Dadurch ist es möglich, dass die zweite hydraulische Pumpe mitsamt dem Schwungrad bei Spitzenlasten zusätzlich eingesetzt werden kann. Somit ist die Effizienz der gesamten hydraulischen Antriebsvorrichtung wesentlich verbessert.

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein erstes hydraulisches Schaltelement vorgesehen, durch welches die hydraulische Verbindungsleitung zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe absperrbar ist. Der große Vorteil dieser Lösung im Vergleich zur DE 197 01 671 B4, wo eine Motor-Pumpen-Schwungrad-Einheit beschrieben ist, ist der Umstand, dass die über das Schwungrad gespeicherte Energie mittels eines einfachen Schaltelements (z. B.

einem Hydraulikventil) abrufbar ist, anstatt über aufwändige und mechanische Kupplungen.

Für die Ausbildung der Pumpen sind zwei Varianten möglich. Gemäß einer ersten Variante ist vorgesehen, dass die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe und/oder die wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe hubvolumenveränderlich ausgebildet sind/ist. Somit kann das Fördervolumen eingestellt bzw. verändert werden. Besonders bevorzugt ist hierzu vorgesehen, dass das Hubvolumen der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe zwischen einer Ladestellung und einer Entladestellung für das Laden bzw. Entladen des Schwungrads variabel ist. So ist es beispielsweise möglich, dass für die erste hydraulische Pumpe ein relativ kleiner Motor verwendet wird, wodurch das Laden des Schwungrads über die Verbindungsleitung und die zweite Pumpe relativ langsam erfolgen kann. Für das Entladen kann das Hubvolumen der zweiten Pumpe relativ groß sein, womit durch Zuschalten der zweiten Pumpe samt Schwungrad der Verbraucher mit einer großen Menge an Hydraulikflüssigkeit versorgt werden kann.

Gemäß einer zweiten Variante ist vorgesehen, dass die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe und/oder die wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe als Konstantpumpe ausgebildet sind/ist. Somit wird bei dieser Pumpe bzw. diesen Pumpen immer dasselbe Volumen pro Zeiteinheit gefördert.

Für den Motor ist bevorzugt vorgesehen, dass dieser als drehzahlvariabler Motor ausgebildet ist. Diese Drehzahl ist vorzeichenbehaftet, somit ist also auch die Drehrichtung änderbar.

Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass der wenigstens eine Motor und die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe durch eine gemeinsame Welle gekoppelt sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die hydraulische Antriebsvorrichtung eine Steuer- oder Regeleinheit aufweist. Durch diese Steuer- oder Regeleinheit kann der Motor, die erste hydraulische Pumpe, die

zweite hydraulische Pumpe und/oder das erste Schaltelement gesteuert oder geregelt werden. Bevorzugt ist eine einzige Steuer- oder Regeleinheit vorgesehen, durch welche sämtliche Komponenten der hydraulischen Antriebsvorrichtung ansteuerbar sind.

Besonders bevorzugt kann die Steuer- oder Regeleinheit dazu eingesetzt werden, um die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe über das erste hydraulische Schaltelement mit der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe zu koppeln, sodass Hydraulikflüssigkeit durch die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe zur wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe förderbar ist. In einer ersten Phase ist dabei durch die Steuer- oder Regeleinheit ein Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe derart verstellbar, dass diese zweite hydraulische Pumpe als Hydraulikmotor arbeitet und dadurch das Schwungrad beschleunigt. In einer zweiten Phase ist durch die Steuer- oder Regeleinheit ein Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe derart verstellbar, dass diese zweite hydraulische Pumpe als (Unterstützungs-)Pumpe arbeitet und dabei vom Schwungrad antreibbar ist.

Die beiden Pumpen können die Hydraulikflüssigkeit in eine gemeinsame Hydraulikleitung fördern. Es ist prinzipiell auch möglich, dass die wenigstens zwei Pumpen (jeweils im Einzelbetrieb) getrennte Systeme versorgen. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die wenigstens eine erste und die wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe parallel geschaltet sind. Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass die Flussrichtung der Hydraulikflüssigkeit in der Parallelschaltung durch Veränderung der Drehzahl des Motors und/oder durch Veränderung des Schwenkwinkels der wenigstens einen ersten hydraulischen Pumpe und/oder durch ein zwischen Motor und erster hydraulischer Pumpe geschaltetes Getriebe umschaltbar ist. Hierzu kann vorgesehen sein, dass die Flussrichtung der Hydraulikflüssigkeit in der Parallelschaltung durch ein zweites hydraulisches Schaltelement, vorzugsweise ein 4/3-Wege-Ventil, umschaltbar ist. Die Umschaltung erfolgt dabei bevorzugt durch die Steuer- oder Regeleinheit (nicht händisch). Bei der Parallelschaltung kann weiters eine Speisepumpe und/oder ein Druckspeicher vorgesehen sein, durch welche die Parallelschaltung mit Druck beaufschlagbar ist. Dadurch ist ein Druck in der Parallelschaltung aufbaubar, sodass keine Kavitation auftritt. Der Druckspeicher

kann in Form eines Blasenspeichers, einer Kolben-Zylinder-Einheit oder dergleichen ausgebildet sein.

Prinzipiell können die erste und die zweite Pumpe identisch (das heißt baugleich) ausgebildet sein. Um aber eine effiziente Anpassung an die Gegebenheiten in der jeweiligen hydraulischen Antriebsvorrichtung zu gewährleisten, können die erste Pumpe und die zweite Pumpe, vorzugsweise hinsichtlich ihrer maximalen Drehzahl, unterschiedlich sein.

Um eine möglichst genaue und schnelle Beeinflussung beim Betrieb der hydraulischen Antriebsvorrichtung zu gewährleisten, ist ein Sensor vorgesehen, durch welchen ein für die Drehzahl des Schwungrads und/oder der zweiten Pumpe charakteristisches Signal erfassbar ist. Durch die Steuer- oder Regeleinheit, welcher das für die Drehzahl des Schwungrads charakteristische Signal zuführbar ist, sind durch Steuern oder Regeln der wenigstens einen ersten Pumpe und/oder durch Steuern oder Regeln der wenigstens einen zweiten Pumpe und/oder durch Steuern oder Regeln des Motors Schwankungen des Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit ausgleichbar.

Mit anderen Worten wird bei der vorliegenden Erfindung also eine Motor-Pumpen-Einheit zum Antrieb von mindestens einem Verbraucher verwendet. Dabei kann die Motor-Pumpen-Einheit über das erste hydraulische Schaltelement mit einer zusätzlichen zweiten hydraulischen Pumpe verbunden werden, welche wiederum (nur) mit einem Schwungrad kuppelbar bzw. gekuppelt ist. Das heißt, die erste hydraulische Pumpe kann die zweite hydraulische Pumpe mit dem zugehörigen Schwungrad auf eine gewünschte Drehzahl bringen und somit eine zusätzliche hydraulische Antriebsachse auf Leistung bringen. Wird nun eine höhere Leistung als die (erste) Motor-Pumpen-Kombination benötigt, kann diese über das gleiche Schaltventil zugeschaltet werden. Dabei sollte die Förderrichtung der zweiten Pumpe umgekehrt werden, was im einfachsten Fall mit einer Regelpumpe und einer invertierten Schwenkwinkelauslenkung realisiert werden könnte. Natürlich sind auch andere Varianten der „Förderstromumkehr“ denkbar (z. B. Umschalten über Hydraulikventile von Saug-Druckleitung,...). Die hydraulische Leistung könnte

theoretisch verdoppelt werden ohne die Anschlussleistung zu erhöhen. Die hydraulische Leistung kann nicht nur verdoppelt sondern auch vervielfacht werden, wenn beispielsweise die zweite hydraulische Pumpe um ein Vielfaches größer ist als die erste hydraulische Pumpe oder höhere Drehzahlen fahren kann als die erste hydraulische Pumpe. Bei Anordnung von mehreren zweiten hydraulischen Pumpen mit Schwungrädern die sequentiell „geladen“ werden, könnte die hydraulische Spitzenleistung sogar vervielfacht werden.

Schutz wird auch begehrt für eine Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, welche zumindest einen Verbraucher aufweist, wobei dieser Verbraucher durch eine erfindungsgemäße hydraulische Antriebsvorrichtung antreibbar ist. Ein solcher Verbraucher kann beispielsweise ein hydraulischer Aktuator, insbesondere ein Hydraulikzylinder oder ein Hydromotor, sein.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 18 gelöst. Demnach wird die Hydraulikflüssigkeit, vorzugsweise ein Hydrauliköl, zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe über die Verbindungsleitung gefördert. Auch bei diesem Verfahren weist die hydraulische Antriebsvorrichtung bevorzugt ein erstes hydraulisches Schaltelement auf, durch welches die hydraulische Verbindungsleitung zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe absperrrbar ist. Zudem ist bevorzugt eine Steuer- oder Regeleinheit vorgesehen, durch welche das erste hydraulische Schaltelement angesteuert wird, und wobei durch die Steuer- oder Regeleinheit die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe über das erste hydraulische Schaltelement mit der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe gekoppelt wird, wodurch der Schritt Fördern der Hydraulikflüssigkeit zwischen der wenigstens einen ersten hydraulischen Pumpe und der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe in Abhängigkeit der Schaltstellung des ersten hydraulischen Schaltelements möglich ist.

Insbesondere werden bei dem Verfahren die nacheinander erfolgenden Schritte Beschleunigen des Schwungrads und Antreiben der zweiten hydraulischen Pumpe durch das Schwungrad durchgeführt. Das Beschleunigen erfolgt indem über die Steuer- oder Regeleinheit der Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe derart

verstellt wird, dass diese als Hydraulikmotor zum Beschleunigen des Schwungrads arbeitet. Das Antreiben der zweiten hydraulischen Pumpe durch das Schwungrad erfolgt indem über die Steuer- oder Regeleinheit der Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe verstellt wird.

Sämtliche bevorzugte Ausführungsvarianten der hydraulischen Antriebsvorrichtung gelten sinngemäß auch für das Verfahren und umgekehrt.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine hydraulische Antriebsvorrichtung beim Laden des Schwungrads,
- Fig. 2 schematisch die hydraulische Antriebsvorrichtung mit Schwungrad beim Speichern,
- Fig. 3 schematisch die hydraulische Antriebsvorrichtung bei der Entnahme aus den Einzelsystemen,
- Fig. 4 schematisch die hydraulische Antriebsvorrichtung bei der Entnahme aus dem Gesamtsystem,
- Fig. 5 schematisch eine hydraulische Antriebsvorrichtung mit mehreren Schwungrädern und Verbindungsleitungen,
- Fig. 6a & 6b schematisch eine hydraulische Antriebsvorrichtung mit Parallelschaltung in unterschiedlichen Schaltstellungen,
- Fig. 7 schematisch eine hydraulische Antriebsvorrichtung in Speicherbetrieb,
- Fig. 8 schematisch eine aufgeladene hydraulische Antriebsvorrichtung und
- Fig. 9 schematisch eine ladende hydraulische Antriebsvorrichtung.

In Fig. 1 ist eine Basisausführung einer hydraulischen Antriebsvorrichtung 3 dargestellt. Die erste hydraulische Pumpe 1 wird von einem Motor 4, vorzugsweise von einem Elektromotor (oder einem Hydromotor), über eine Welle 8 angetrieben. Mindestens eine weitere (zweite) hydraulische Pumpe 2 ist vorgesehen, deren Achse anstatt des üblichen Elektromotors mit einem mechanischen Schwungrad 5

verbunden ist. Weiters ist eine Verbindungsleitung 6 (mit einem hydraulischen Schaltelement 7) vorgesehen, um die erste Pumpe 1 und die Pumpe 2 hydraulisch verbinden zu können. Jede der beiden Pumpen 1 und 2 steht leitungstechnisch mit einem Tank 13 Hydraulikflüssigkeit in Verbindung (Natürlich kann anstatt zwei separaten Tanks 13 auch nur ein Tank 13 vorgesehen sein). Das in bzw. an der Verbindungsleitung 6 angeordnete Schaltelement 7 steht mit einer Steuer- oder Regeleinheit 9 in signaltechnischer Verbindung.

In der Ladestellung L gemäß Fig. 1 treibt der Motor 4 die erste Pumpe 1 an. Über das Schaltelement 7 wird der Förderstrom der ersten Pumpe 1 zur zweiten Pumpe 2 geschaltet, wodurch die Pumpe 2 wie ein Hydraulikmotor angetrieben wird und somit die zweite Pumpe 2 mit dem Schwungrad 5 in Bewegung kommt und auf eine gewünschte Drehzahl gebracht werden kann. Bei geeigneter Dimensionierung des Schwungrades 5 kann somit mit der Einheit aus zweiter Pumpe 2 und Schwungrad 5 eine hydraulische Leistung gespeichert werden, die bei Bedarf von Spitzenleistungen entsprechend zugeschaltet werden kann.

Bei der Antriebseinheit bestehend aus Motor 4 und erster Pumpe 1 ist es grundsätzlich unerheblich, ob es sich um eine Regel- oder Konstantpumpe oder auch um einen Elektromotor mit konstanter oder variabler Drehzahl handelt. Vorteilhaft ist eine Ausführung mit mindestens einem variablen Freiheitsgrad (Motordrehzahl oder/oder Pumpenschwenkwinkel).

Wird die zweite hydraulische Pumpe 2 als Regelpumpe ausgeführt, ergeben sich mehrere Vorteile: Zum Beispiel wird die in Fig. 1 als Regelpumpe ausgebildete zweite hydraulische Pumpe 2 einfach in den negativen Schwenkbereich (Saugbetrieb) gebracht und somit über den Förderstrom der ersten hydraulischen Pumpe 1 beschleunigt, sodass die zweite hydraulische Pumpe 2 den Förderstrom der ersten hydraulischen Pumpe 1 zurück in den Tank 13 fördert.

Die Möglichkeit des veränderlichen negativen Schwenkwinkels der zweiten hydraulischen Pumpe 2 bietet im Ladebetrieb bzw. in Ladestellung L den Vorteil, dass das erforderliche Moment zum Beschleunigen des Schwungrades 5 über den

Schwenkwinkel der zweiten hydraulischen Pumpe 2 einstellbar ist, was eine optimale Regelbarkeit beim Hochfahren des Schwungrades 5 bietet.

Weiters könnte die zweite hydraulische Pumpe 2 ein deutlich größeres Fördervolumen als die erste hydraulische Pumpe 1 aufweisen und trotzdem ist ein Ladevorgang möglich. Beispielhaft bringt eine erste hydraulische Pumpe 1 bei einem Hubvolumen von 70 ccm/U maximal 100 l/min bei 1500 U/min. Eine doppelt so groß zweite hydraulische Pumpe mit einem Hubvolumen von 140 ccm/U würde aber beim Ladevorgang nur auf -50 % zurückschwenken. Das eingebrachte Drehmoment auf die Schwungscheibe wäre zwar nur halb so groß als wenn der volle negative Schwenkwinkel wirksam würde, aber das hätte nur zur Folge, dass der Ladevorgang doppelt so lange dauert.

Ein weiterer Vorteil ist, dass es sogar möglich wäre das Schwungradsystem auf eine deutlich höhere Drehzahl als das Motor-Pumpen-System zu bringen, indem man den negativen Schenk Winkel der Pumpe 2 weiter zurücknimmt. Dabei ist es völlig irrelevant ob die Pumpe 2 größer, gleich groß oder kleiner als die Pumpe 1 ist.

Beim in Fig. 2 dargestellten Speichern bietet die Ausführung der zweiten hydraulischen Pumpe 2 als Regelpumpe den Vorteil, dass nach dem Auftrennen der beiden Pumpensysteme durch ein Schalten des Schaltelements 7 die zweite hydraulische Pumpe 2 auf Nullhub gestellt werden kann und somit im Speicherbetrieb bzw. Speicherstellung SP keine unnötige Menge umgewälzt werden muss. Das heißt, die Verlustenergie der Schwungrad-Pumpen-Einheit wird auf ein Minimum reduziert, da im Nullhub die hydraulischen Verluste am geringsten sind. Die erste hydraulische Pumpe 1 kann in dieser Phase wahlweise abgeschaltet, auf stand-by (Pumpe in Druckregelung) betrieben oder für einen anderen Verbraucher verwendet werden.

Nachdem die Pumpen-Schwungrad-Einheit eigenständig (ohne Energiezufuhr) auf der gewünschten Drehzahl läuft, kann jederzeit (wie bei jedem anderen Pumpensystem auch) über eine positive Schwenkwinkelansteuerung der zweiten hydraulischen Pumpe 2 die hydraulische Leistung der Pumpen-Schwungrad-Einheit

abgerufen werden. Dies kann getrennt von jedem einzelnen System erfolgen, wodurch zwei unterschiedliche (nicht dargestellte) Verbraucher parallel bedient werden (Fig. 3). Durch Zusammenschalten von erster hydraulischer Pumpe 1 und zweiter hydraulischer Pumpe 2 lässt sich auch die verfügbare Leistung für einen (nicht dargestellten) Verbraucher erhöhen (Fig. 4). Genauso sind auch Varianten denkbar, dass eine Motor-Pumpen-Einheit mehrere Pumpen-Schwungrad-Systeme bedient und diese für die Entnahme genauso wahlweise zusammen geschaltet oder auch getrennt betrieben werden können (Fig. 5). Besonders vorteilhaft bei all diesen Systemen ist, dass die Ventile (Schaltelemente 7) für die Ladevorgänge auch gleichzeitig für die Zu- und Wegschaltung der Pumpen-Schwungrad-Einheiten bei der Entnahme verwendet werden.

Zu Fig. 4 ist anzuführen, dass beispielhaft ein Sensor 12 dargestellt ist, durch welchen ein für die Drehzahl des Schwungrads 5 oder der Pumpe 2 charakteristisches Signal S erfassbar ist. Dieses Signal S wird an die Steuer- oder Regeleinheit 9 weitergeleitet, welche entsprechende Steuerimpulse an das erste hydraulische Schaltelement 7, an die erste hydraulische Pumpe 1 und/oder die zweite hydraulische Pumpe 2 weiterleitet, um Schwankungen des Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit auszugleichen. Im Speziellen kann dadurch eine Drehzahlmessung und -auswertung der Pumpen-Schwungrad-Einheit durchgeführt werden. Sinnvoll ist es, die Pumpen-Schwungrad-Einheiten mit einem Drehzahlgeber (Sensor 12) auszustatten um einerseits den Ladevorgang optimal kontrollieren zu können, andererseits aber auch um bei der Entnahme (durch Kenntnis der genauen Drehzahl und des Schwenkwinkels der zweiten hydraulischen Pumpe 2) das genaue Fördervolumen der Einheit zu kennen. Es lässt sich somit sogar eine Regelung aufbauen, die das Fördervolumen einer Pumpen-Schwungrad-Einheit konstant bzw. auf einen gewünschten Wert hält, obwohl die Drehzahl der Einheit zwangsläufig bei Leistungsentnahme sinken wird. Es muss nur der Schwenkwinkel der zweiten hydraulischen Pumpe 2 entsprechend erhöht werden. Die Mindestfördermenge des Systems ist dann bestimmt durch eine minimal zulässige Drehzahl und den maximalen Schwenkwinkel der zweiten hydraulischen Pumpe 2.

Beispielhaft wird eine Pumpen-Schwungrad-Einheit auf 2000 U/min gebracht. Bei der Entnahme sinkt die Drehzahl bis auf etwa 1500 U/min. Parallel dazu wird in Abhängigkeit von der aktuellen Istdrehzahl der Schwenkwinkel der Pumpe 2 von 75% auf 100% erhöht. Somit bleibt das äußere Fördervolumen des Systems konstant.

Im Gegensatz zur Lösung mit Regelpumpe auf der Schwungachse unterscheidet sich die Variante mit „Konstantpumpe + Schwungrad“ in erster Linie dadurch, dass die Umkehr der Förderstromes zwischen Laden und Entnahme nicht durch die zweite hydraulische Pumpe 2 selbst möglich ist. Es muss entweder durch entsprechende Zusatzmaßnahmen der konstante Förderstrom umgeschaltet werden (Umschalten von Druck- und Saugleitung) oder man kombiniert eine verstellbare Ladeeinheit derart, dass diese das Fördervolumen der Pumpe-Schwungrad-Einheit zur Gänze „wegsaugen“ kann und somit ein geschlossener Kreislauf entsteht.

Gemäß Fig. 6a erfolgt ein Fördern zum nicht dargestellten Verbraucher mit 25 % ($Q_{\max}/4$). Demnach wird die erste hydraulische Pumpe 1 über einen drehzahlvariablen Motor 4 betrieben (Drehzahl $V = 25\%$). Über die Drehrichtungsumkehr ($-n_{\max}/2$) ist diese Motor-Pumpen-Einheit in der Lage das Fördervolumen der zweiten hydraulischen Pumpe 2 völlig „wegzusaugen“ und somit ein äußeres Fördervolumen von null zu erzeugen. Durch Reduzierung der „negativen“ Drehzahl kann das Gesamtfördervolumen gezielt erhöht werden.

Mit maximal „positiver“ Drehzahl ($V = 100\%$; $+n_{\max}$) wird das maximale Fördervolumen des Gesamtsystems erreicht (siehe Fig. 6b).

Fig. 7 zeigt einen Speicherbetrieb mit einer Konstantpumpen-Schwungrad-Kombination. „ $V = 0\%$ “ bedeutet, dass der äußere Volumenstrom bei null liegt. „ $-n_{\max}$ “ bedeutet, dass die erste hydraulische Pumpe 1 mit maximal negativer Drehzahl dreht und daher das gesamte Fördervolumen der zweiten hydraulischen Pumpe wegsaugt. Zusätzlich ist eine Speisepumpe 11 vorhanden, mit welcher die (in Parallelschaltung angeordneten) Leitungen der hydraulischen Antriebsvorrichtung 3

mit Druck (vorzugsweise mit fünf bar) beaufschlagbar sind. Es sind auch Rückschlagventile 14 vorhanden.

Bei einer hydraulischen Antriebsvorrichtung 3 mit Konstantpumpe gibt es auch die Möglichkeit einer Umschaltung über ein Richtungsventil. Bei dieser in Fig. 8 und 9 dargestellten Variante wird der Ölstrom der Pumpe 2 über ein entsprechendes zweites hydraulisches Schaltelement 10 derart umgeschaltet, dass sich bei gleicher Drehrichtung der zweiten hydraulischen Pumpe 2 drei Möglichkeiten ergeben: Laden (Fig. 8), „Aufgeladen“ (Fig. 9 – stand-by bzw. druckloser Umlauf) und Entnahme (nicht dargestellt). Das zweite hydraulische Schaltelement 10 ist als 4/3-Wege-Ventil ausgebildet. In Fig. 8 ist durch die Schaltstellung des zweiten hydraulischen Schaltelements 10 ein interner Kreislauf zwischen Schwungrad 5, zweiter hydraulischer Pumpe 2 und Schaltelement 10 gegeben. Dagegen steht der Motor 4 still. In Fig. 9 befindet sich das zweite hydraulische Schaltelement 10 in einer Schaltstellung, welche der Ladestellung L entspricht, wodurch über den Motor 4, die erste hydraulische Pumpe 1 und die Verbindungsleitung 6 die zweite hydraulische Pumpe 2 und das Schwungrad 5 geladen werden.

Innsbruck, am 8. Oktober 2015

Patentansprüche

1. Hydraulische Antriebsvorrichtung (3), insbesondere für eine Formgebungsmaschine, mit
 - wenigstens einem Motor (4), insbesondere Elektromotor,
 - wenigstens einer ersten hydraulischen Pumpe (1), welche durch den wenigstens einen Motor (4) antreibbar ist, und
 - wenigstens einem Schwungrad (5),dadurch gekennzeichnet, dass
 - wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) vorgesehen ist, welche mit dem wenigstens einen Schwungrad (5) verbunden oder verbindbar ist, und dass
 - eine hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe (2) vorgesehen ist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein erstes hydraulisches Schaltelement (7) vorgesehen ist, durch welches die hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) hydraulischen Pumpe absperrbar ist.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) und/oder die wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) hubvolumenveränderlich ausgebildet sind/ist.
4. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Hubvolumen der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) zwischen einer Ladestellung (L) und einer Entladestellung (E) für das Laden bzw. Entladen des Schwungrads (5) variabel ist.
5. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) und/oder die wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) als Konstantpumpe ausgebildet sind/ist.

6. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Motor (4) als drehzahlvariabler Motor ausgebildet ist.
7. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Motor (4) und die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) durch eine gemeinsame Welle (8) gekoppelt sind.
8. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei eine Steuer- oder Regeleinheit (9) vorgesehen ist, durch welche das erste hydraulische Schaltelement (7) ansteuerbar ist, und wobei die Steuer- oder Regeleinheit (9) dazu ausgebildet ist, die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) über das erste hydraulische Schaltelement (7) mit der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) zu koppeln, sodass Hydraulikflüssigkeit durch die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) zur wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) förderbar ist.
9. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei durch die Steuer- oder Regeleinheit (9) ein Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe (2) derart verstellbar ist, dass diese zweite hydraulische Pumpe (2) als Hydraulikmotor arbeitet und dadurch das Schwungrad (5) beschleunigt.
10. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei durch die Steuer- oder Regeleinheit (9) ein Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe (2) derart verstellbar ist, dass diese zweite hydraulische Pumpe (2) als Pumpe arbeitet und dabei vom Schwungrad (5) antreibbar ist.
11. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine erste (1) und die wenigstens eine zweite (2) hydraulische Pumpe parallel geschaltet sind.
12. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Flussrichtung der Hydraulikflüssigkeit in der Parallelschaltung durch Veränderung der Drehzahl des Motors (4) und/oder durch Veränderung des Schwenkwinkels der wenigstens einen ersten hydraulischen Pumpe (1) und/oder durch ein zwischen

- Motor (4) und erster hydraulischer Pumpe (1) geschaltetes Getriebe umschaltbar ist.
13. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Flussrichtung der Hydraulikflüssigkeit in der Parallelschaltung durch ein zweites hydraulisches Schaltelement (10), vorzugsweise ein 4/3-Wege-Ventil, umschaltbar ist.
 14. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei eine Speisepumpe (11) und/oder ein Druckspeicher vorgesehen sind/ist, durch welche die Parallelschaltung mit Druck beaufschlagbar ist.
 15. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Sensor (12) vorgesehen ist, durch welchen ein für die Drehzahl des Schwungrads (5) und/oder der zweiten hydraulischen Pumpe (2) charakteristisches Signal (S) erfassbar ist.
 16. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 15, wobei eine Steuer- oder Regeleinheit (9) vorgesehen ist, welcher das charakteristische Signal (S) zuführbar ist, wobei die Steuer- oder Regeleinheit (9) dazu ausgebildet ist, durch Steuern oder Regeln der wenigstens einen ersten Pumpe (1) und/oder durch Steuern oder Regeln der wenigstens einen zweiten Pumpe (2) und/oder durch Steuern oder Regeln des Motors (4) Schwankungen des Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit auszugleichen.
 17. Formgebungsmaschine mit einer Antriebsvorrichtung (3) nach wenigstens einen der Ansprüche 1 bis 16.
 18. Verfahren zum Betreiben einer hydraulischen Antriebsvorrichtung (3), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die hydraulische Antriebsvorrichtung (3) wenigstens einen Motor (4), insbesondere Elektromotor, wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1), welche durch den wenigstens einen Motor (4) angetrieben wird, und wenigstens ein Schwungrad (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Antriebsvorrichtung (3) wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) aufweist, welche mit dem

wenigstens einen Schwungrad (5) verbunden oder verbindbar ist, und dass eine hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) hydraulischen Pumpe vorgesehen ist, mit dem Schritt: Fördern von Hydraulikflüssigkeit zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) hydraulischen Pumpe über die Verbindungsleitung (6).

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Antriebsvorrichtung (3) ein erstes hydraulisches Schaltelement (7) aufweist, durch welches die hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) hydraulischen Pumpe absperrbar ist.
20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei eine Steuer- oder Regeleinheit (9) vorgesehen ist, durch welche das erste hydraulische Schaltelement (7) angesteuert wird, und wobei durch die Steuer- oder Regeleinheit (9) die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) über das erste hydraulische Schaltelement (7) mit der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) gekoppelt wird, mit dem Schritt: Fördern der Hydraulikflüssigkeit zwischen der wenigstens einen ersten hydraulischen Pumpe (1) und der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) in Abhängigkeit einer Schaltstellung des ersten hydraulischen Schaltelements (7).
21. Verfahren nach Anspruch 20, mit dem Schritt: Beschleunigen des Schwungrads (5), indem über die Steuer- oder Regeleinheit (9) der Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe (2) derart verstellt wird, dass diese als Hydraulikmotor zum Beschleunigen des Schwungrads (5) arbeitet.
22. Verfahren nach Anspruch 20, mit dem Schritt: Antreiben der zweiten hydraulischen Pumpe (2) durch das Schwungrad (5), indem über die Steuer- oder Regeleinheit (9) der Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe (2) verstellt wird.

Innsbruck, am 8. Oktober 2015

FIG. 1

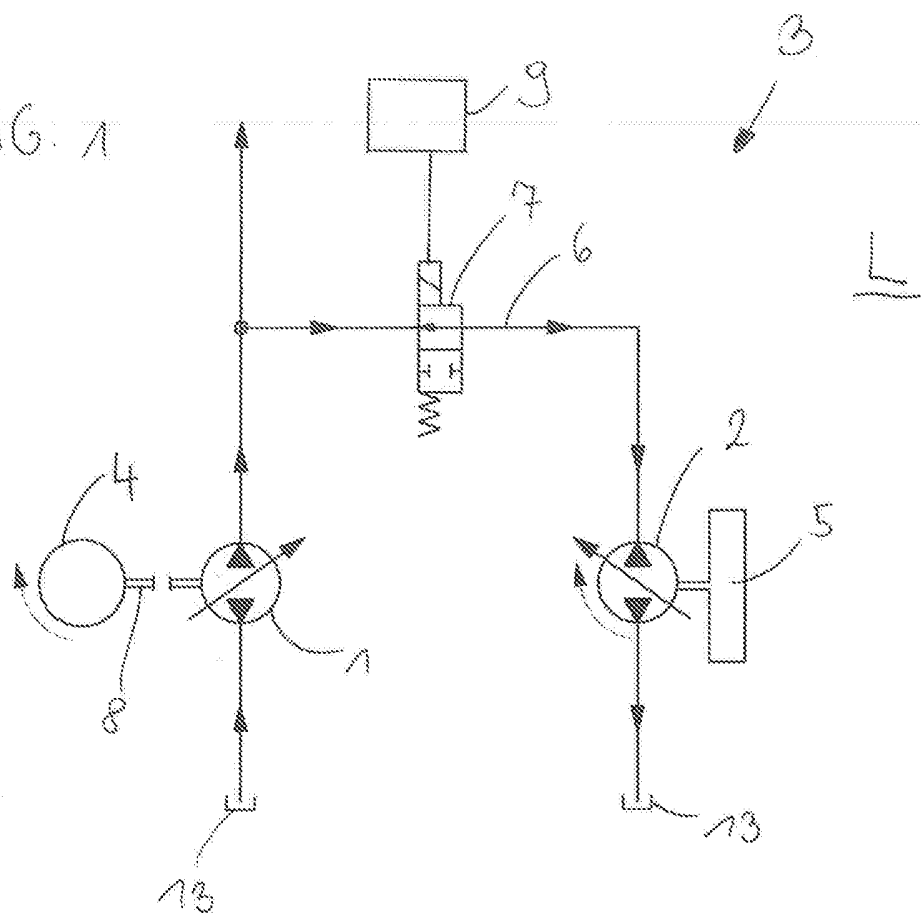


FIG. 2

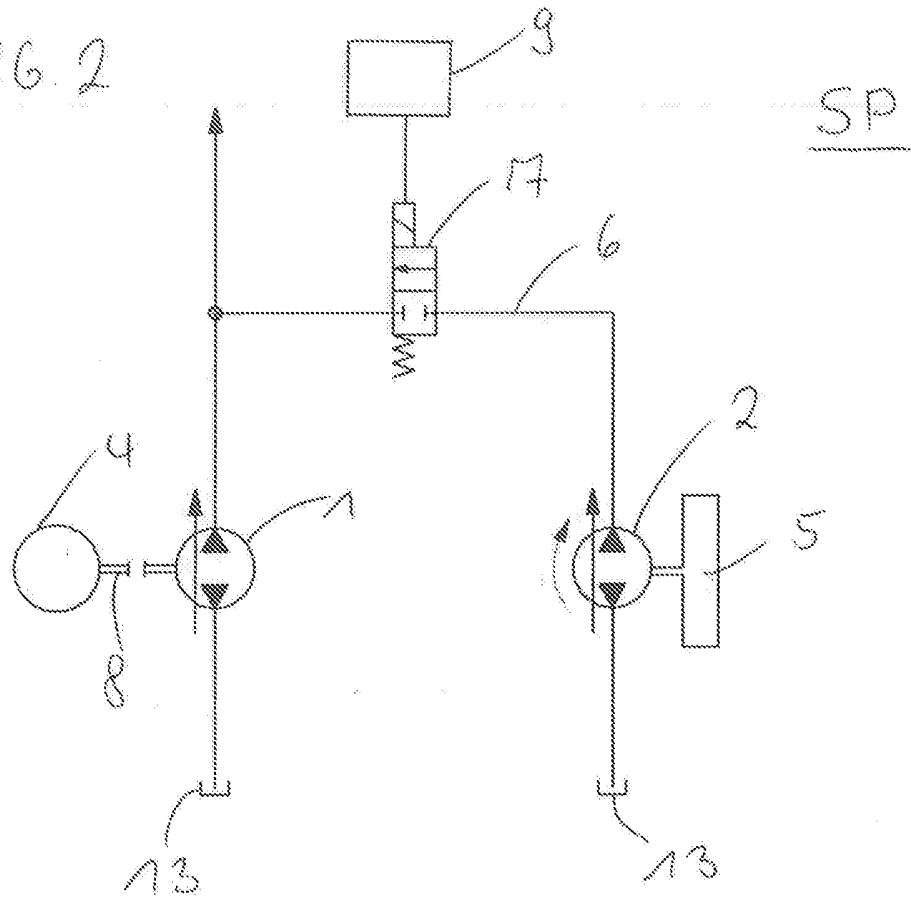


FIG. 3

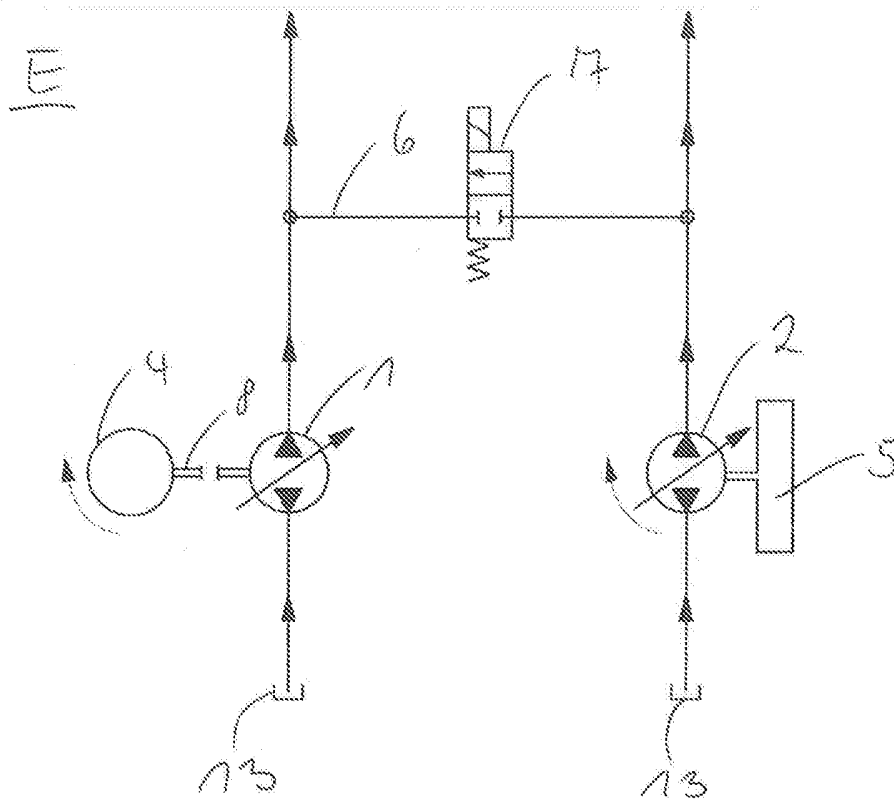


FIG. 5

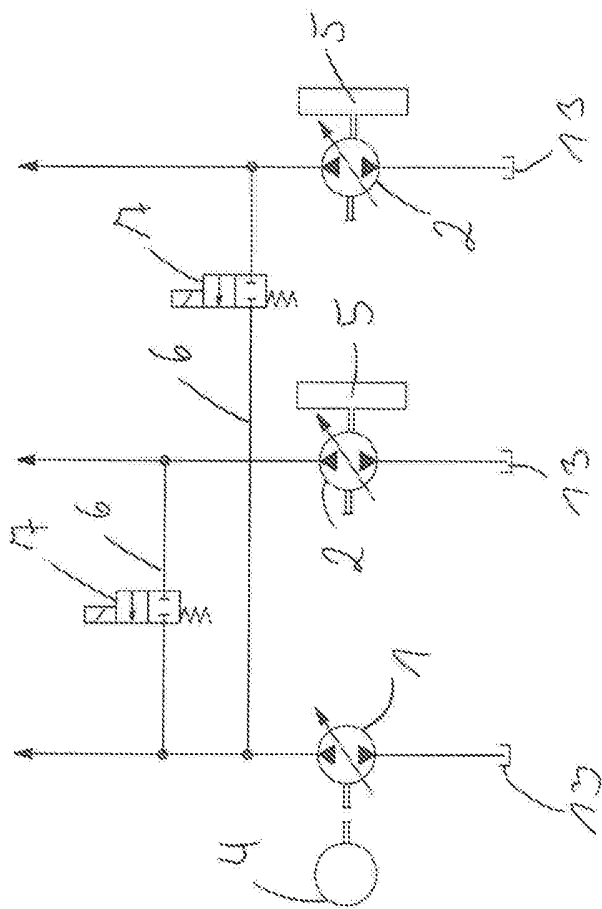


FIG. 6a

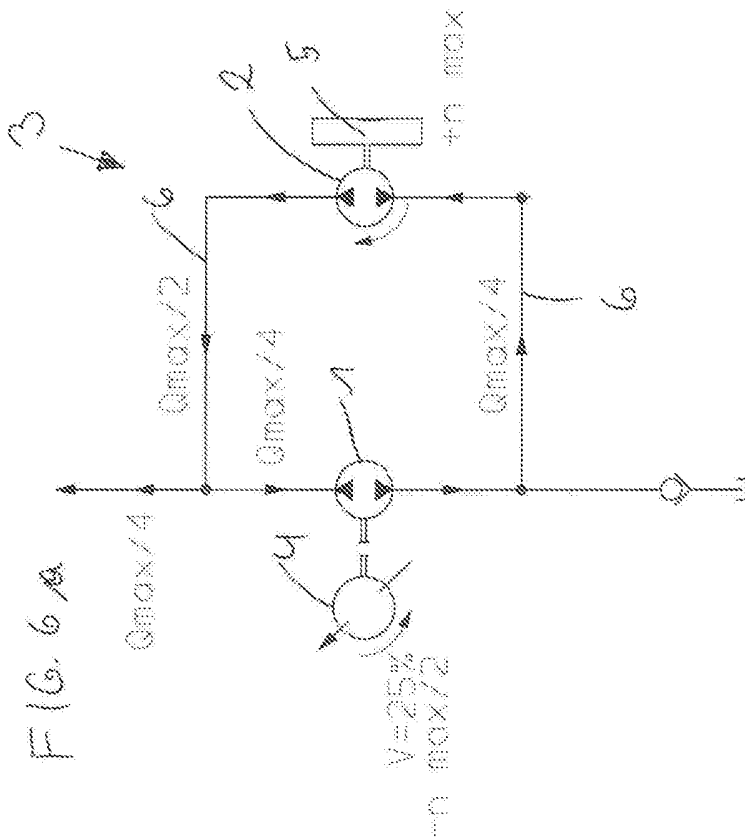
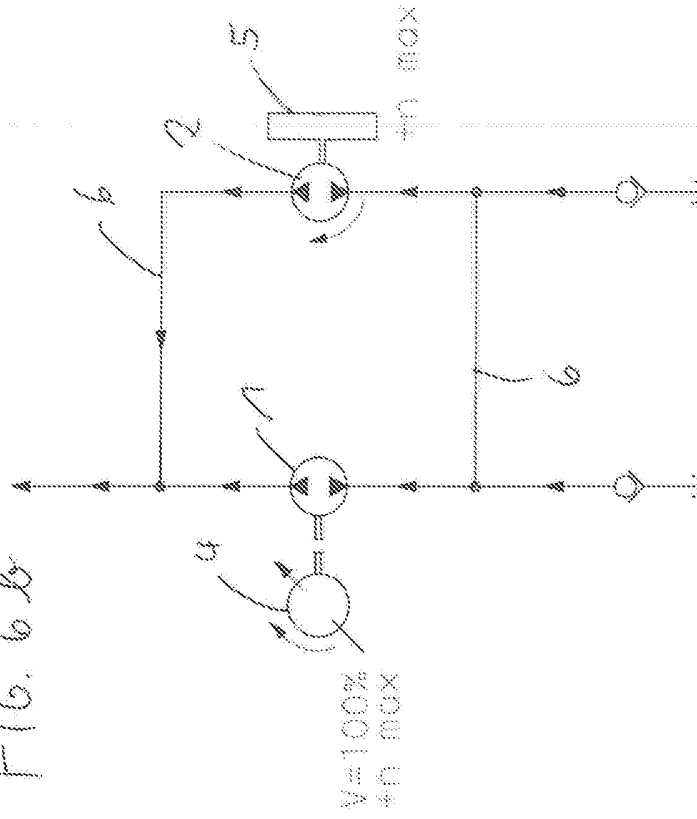


FIG. 6b



[illegible]

FIG. 8

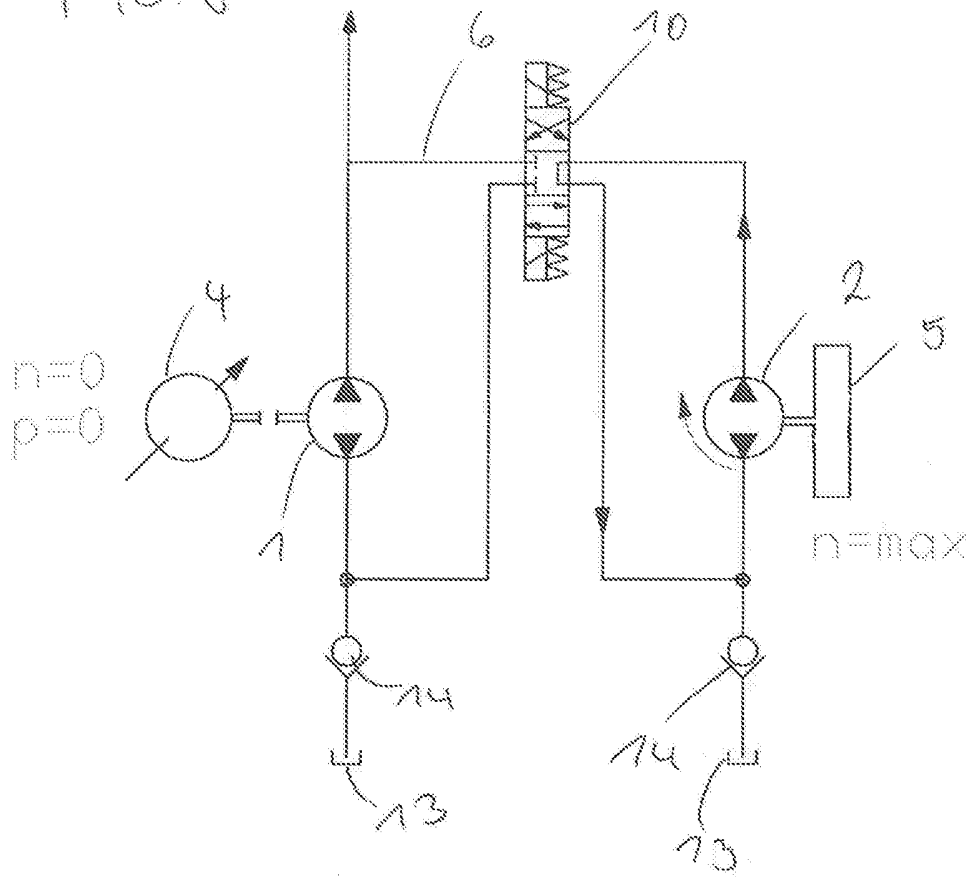
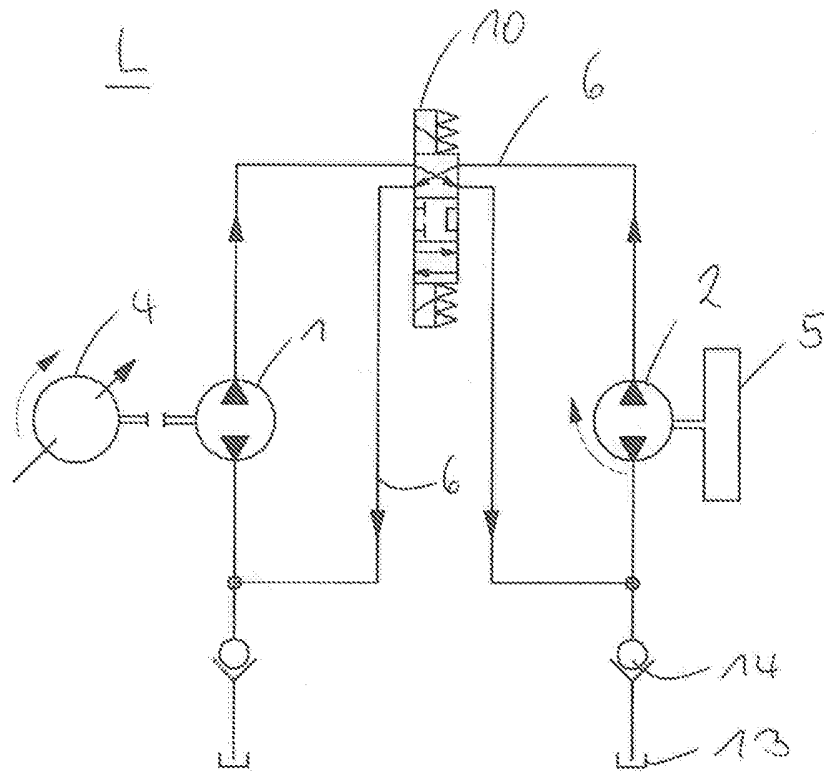


FIG. 9



Geänderte Patentansprüche

1. Hydraulische Antriebsvorrichtung (3), insbesondere für eine Formgebungsmaschine, mit
 - wenigstens einem Motor (4), insbesondere Elektromotor,
 - wenigstens einer ersten hydraulischen Pumpe (1), welche durch den wenigstens einen Motor (4) antreibbar ist,
 - wenigstens einem Schwungrad (5),
 - wenigstens einer zweiten hydraulischen Pumpe (2), welche mit dem wenigstens einen Schwungrad (5) verbunden oder verbindbar ist, und
 - einer hydraulischen Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten und der zweiten hydraulischen Pumpe (2),wobei die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) und/oder die wenigstens eine zweite hydraulische Pumpe (2) hubvolumenveränderlich ausgebildet sind/ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Hubvolumen der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) zwischen einer Ladestellung (L) und einer Entladestellung (E) für das Laden bzw. Entladen des Schwungrads (5) variabel ist.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein erstes hydraulisches Schaltelement (7) vorgesehen ist, durch welches die hydraulische Verbindungsleitung (6) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) hydraulischen Pumpe absperrbar ist.
3. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Motor (4) als drehzahlvariabler Motor ausgebildet ist.
4. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Motor (4) und die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) durch eine gemeinsame Welle (8) gekoppelt sind.
5. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei eine Steuer- oder Regeleinheit (9) vorgesehen ist, durch welche das erste hydraulische Schaltelement (7) ansteuerbar ist, und wobei die Steuer- oder

- Regeleinheit (9), die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) über das erste hydraulische Schaltelement (7) mit der wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) koppelt, sodass Hydraulikflüssigkeit durch die wenigstens eine erste hydraulische Pumpe (1) zur wenigstens einen zweiten hydraulischen Pumpe (2) förderbar ist.
6. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei durch die Steuer- oder Regeleinheit (9) ein Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe (2) derart verstellbar ist, dass diese zweite hydraulische Pumpe (2) als Hydraulikmotor arbeitet und dadurch das Schwungrad (5) beschleunigt.
 7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei durch die Steuer- oder Regeleinheit (9) ein Hubraum der zweiten hydraulischen Pumpe (2) derart verstellbar ist, dass diese zweite hydraulische Pumpe (2) als Pumpe arbeitet und dabei vom Schwungrad (5) antreibbar ist.
 8. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die wenigstens eine erste (1) und die wenigstens eine zweite (2) hydraulische Pumpe parallel geschaltet sind.
 9. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Flussrichtung der Hydraulikflüssigkeit in der Parallelschaltung durch Veränderung der Drehzahl des Motors (4) und/oder durch Veränderung des Schwenkwinkels der wenigstens einen ersten hydraulischen Pumpe (1) und/oder durch ein zwischen Motor (4) und erster hydraulischer Pumpe (1) geschaltetes Getriebe umschaltbar ist.
 10. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Flussrichtung der Hydraulikflüssigkeit in der Parallelschaltung durch ein zweites hydraulisches Schaltelement (10), vorzugsweise ein 4/3-Wege-Ventil, umschaltbar ist.
 11. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei eine Speisepumpe (11) und/oder ein Druckspeicher vorgesehen sind/ist, durch welche die Parallelschaltung mit Druck beaufschlagbar ist.

12. Antriebsvorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Sensor (12) vorgesehen ist, durch welchen ein für die Drehzahl des Schwungrads (5) und/oder der zweiten hydraulischen Pumpe (2) charakteristisches Signal (S) erfassbar ist.
13. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 12, wobei eine Steuer- oder Regeleinheit (9) vorgesehen ist, welcher das charakteristische Signal (S) zuführbar ist, wobei die Steuer- oder Regeleinheit (9) durch Steuern oder Regeln der wenigstens einen ersten Pumpe (1) und/oder durch Steuern oder Regeln der wenigstens einen zweiten Pumpe (2) und/oder durch Steuern oder Regeln des Motors (4) Schwankungen des Volumenstroms der Hydraulikflüssigkeit ausgleicht.
14. Formgebungsmaschine mit einer Antriebsvorrichtung (3) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13.

Innsbruck, am 18. Mai 2016