



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 101 039 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.12.2002 Patentblatt 2002/50

(21) Anmeldenummer: **99948659.0**

(22) Anmeldetag: **20.07.1999**

(51) Int Cl.7: **F15B 11/05**, F15B 21/14

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/02238

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/008339 (17.02.2000 Gazette 2000/07)

(54) **HYDRO-TRANSFORMATOR**

HYDRO-TRANSFORMER

HYDROTRANSFORMATEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **06.08.1998 DE 19835676**
29.09.1998 DE 19844648

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.2001 Patentblatt 2001/21

(73) Patentinhaber: **Mannesmann Rexroth AG**
97816 Lohr am Main (DE)

(72) Erfinder: **DANTLGRABER, Jörg**
D-97816 Lohr (DE)

(74) Vertreter: **Polte, Willi, Dr.-Ing. Dipl.-Ing. et al**
Winter, Brandl, Fűrnis, Hübner,
Röss, Kaiser, Polte,
Partnerschaft,
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei,
Bavariaring 10
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 805 290 US-A- 4 548 296
US-A- 4 819 429 US-A- 5 794 441

- **TRUNINGER R: "ENERGIE: OSZILLIEREN**
STATT DISSIPIEREN" OLHYDRAULIK UND
PNEUMATIK,DE,VEREINIGTE FACHVERLAGE,
MAINZ, Bd. 40, Nr. 9, Seite 620-622,624
XP000196948 ISSN: 0341-2660

EP 1 101 039 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Hydro-Transformatoren, durch die ein Antriebsglied oder mehrere Antriebsglieder mit Fluid aus einer Einrichtung zur Abgabe hydraulischer Energie gespeist werden.

[0002] Aus dem Stand der Technik, wie dieser in "Hydrostatische Antriebe mit Sekundärregelung, Der Hydraulik Trainer Band 6", Vogel-Buchverlag Würzburg, 1989, dargelegt ist, sind Hydro-Transformatoren bekannt, die eine mit dem Antriebsglied hydraulisch verbundene Konstanteinheit und eine mit dem System mit eingepprägtem Druck hydraulisch verbundene Verstelleinheit aufweisen. Die Konstanteinheit ist eine Einrichtung mit der Funktion Konstantpumpe/Konstantmotor, während die Verstelleinheit eine sekundär geregelte Einrichtung mit der Funktion Verstellpumpe/Verstellmotor ist. Die Wellen der Konstanteinheit und der Verstelleinheit sind mechanisch miteinander gekoppelt.

[0003] Wenn als Antriebsglied ein Zylinder mit einseitig wirkender Last verwendet wird, so soll mit einem Hydro-Transformator bewirkt werden, daß vorgegebene Zylindergeschwindigkeiten beim Ausfahren und beim Einfahren des Zylinders unabhängig von der Zylinderbelastung erreicht werden und geringe Verluste auftreten.

[0004] Beim Betrieb eines solchen herkömmlichen Hydro-Transformators wird daher zum Ausfahren des Zylinders die Drehzahl der verbundenen Wellen von Verstelleinheit und Konstanteinheit vorgegeben und über eine Anpassung des Hubvolumens der Verstelleinheit eine Drehzahlregelung ausgeführt. Die Konstanteinheit arbeitet dabei als Pumpe und die Verstelleinheit als Motor. Beim Einfahren des Zylinders arbeitet hingegen die Verstelleinheit als Pumpe und die Konstanteinheit als Motor, wobei ebenfalls eine Drehzahlregelung stattfindet. Ferner erfolgt durch die Verstelleinheit eine Rückgewinnung von Energie, die in das System mit eingepprägtem Druck gespeist wird. Die Drehzahlregelung kann sowohl beim Ausfahren als auch beim Einfahren des Zylinders hydraulisch, wie z.B. in der Patentschrift US-A-4 819 429, oder elektronisch ausgeführt werden.

[0005] Herkömmliche Hydro-Transformatoren haben den Nachteil, daß zu ihrer Anwendung ein hoher gerätetechnischer Aufwand notwendig ist und damit vor allem der Einsatz im oberen Leistungsbereich, wie z.B. bei Großbaggern, erfolgt.

[0006] Die Nachteile des Standes der Technik sollen mit der vorliegenden Erfindung überwunden werden.

[0007] Somit hat die vorliegende Erfindung die Aufgabe einen Hydro-Transformator vorzusehen, mit dem vorgegebene Volumenströme an einem Antriebsglied unabhängig von der Belastung dieses Antriebsgliedes erreicht werden, die Energierückgewinnung vom Antriebsglied möglich ist, der gerätetechnische Aufwand geringer als bei herkömmlichen Hydro-Transformatoren ist und ein günstiger Wirkungsgrad erreicht wird.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Hydro-Transformator entsprechend Patentanspruch 1 gelöst.

[0009] Es wird ein Hydro-Transformator vorgesehen, der eine beliebige Hydromaschine aufweist, deren einer Anschluß wahlweise über einen Arbeitsanschluß des Schaltventils mit einer Druckleitung hydraulisch verbindbar ist und die vorzugsweise ein Zahnradmotor ist. Der andere Anschluß der Hydromaschine ist mit einer hydraulischen Leitung, die zu einem Antriebsglied führt, hydraulisch verbunden. Das Schaltventil wird über eine Steuerungseinrichtung in Abhängigkeit von einer den Volumenstrom der Hydromaschine kennzeichnenden gemessenen Kenngröße angesteuert. Dabei wird der Arbeitsanschluß wahlweise mit dem Druckanschluß oder einem Anschluß, an dem ein niedrigerer Druck als in der Hydromaschine herrscht, verbunden. Auf diese Weise kann in dem Fall, in dem das Antriebsglied ein Zylinder ist, dieser in Abhängigkeit vom Volumenstrom auszufahren werden. Andererseits kann beim Einfahren des Zylinders Fluid in Abhängigkeit vom Volumenstrom in die Druckleitung geführt werden, wodurch eine Energierückgewinnung erfolgt. Durch den geringen gerätetechnischen Aufwand kann der Anwendungsbereich von Hydro-Transformatoren wesentlich erweitert werden.

[0010] Vorteilhaft ist es, wenn die Ansteuerung des Schaltventils so vorgenommen wird, daß die den Volumenstrom kennzeichnende Kenngröße im wesentlichen konstant ist. Somit ist ein Zylinder mit konstanter Geschwindigkeit lastunabhängig aus- und einfahrbar.

[0011] Als Kenngröße für den Volumenstrom ist die Drehzahl der Hydromaschine verwendbar. Damit muß ein einfach und kostengünstig abgreifbarer Meßwert bestimmt werden, was die Kosten des Hydro-Transformators günstig gestaltet.

[0012] Es ist ferner von Vorteil, den einen Anschluß der Hydromaschine über das Schaltventil wahlweise, in einer ersten Schaltposition, mit der Druckleitung oder, in einer zweiten Schaltposition, einer Ablaufleitung zu verbinden, da der relativ große Volumenstrom in die Ablaufleitung kurze Schaltperioden des erfindungsgemäßen Hydro-Transformators zur Folge hat.

[0013] Obwohl mit der vorliegenden Erfindung auch nur ausschließlich das Ausfahren eines Zylinders als Antriebsglied bewirkt werden kann, ist es günstig eine Hydromaschine mit zwei Volumenstromrichtungen und zwei Drehrichtungen zu verwenden, da auf diese Weise Energie, die beim Einfahren des Zylinders auf das Fluid übertragen wird, teilweise wiedergewinnbar ist.

[0014] Liegt z.B. in der Druckleitung ein doppelt so hoher Druck als am Antriebsglied vor, so ist das Schaltventil in einer solchen Weise zu betätigen, daß das Schaltventil die gleiche Zeitdauer in der ersten Position wie in der zweiten Position verweilt.

[0015] Ferner kann zwischen dem anderen Anschluß der Hydromaschine und der zum Antriebsglied führenden Leitung ein weiteres Schaltventil vorgesehen sein, das die hydraulische Verbindung zwischen Hydroma-

schine und Antriebsglied wahlweise schalten kann. Somit ist durch eine Druckleitung mit geringem Druck ein Antriebsglied mit höherem Druck mit Fluid speisbar.

[0016] Vorzugsweise ist das weitere Schaltventil in einer solche Weise schaltbar, daß das Antriebsglied entweder mit der Hydromaschine oder mit einer Ablaufleitung in hydraulischer Verbindung steht. Um Kavitationen zu vermeiden, ist es sinnvoll, den Druck in der Ablaufleitung vorzuspannen. Aus dem gleichen Grund kann ein Nachsaugventil vorgesehen werden. Die große Differenz zwischen dem Druck in der Ablaufleitung und dem in der Hydromaschine hat eine hohe Ansprechempfindlichkeit des erfindungsgemäßen Hydro-Transformators zur Folge.

[0017] Eine hohe Taktfrequenz bei einem kleinen Volumenstrom in der Druckleitung verringert die Pulsation am Antriebsglied, während durch eine niedrige Taktfrequenz bei einem großen Volumenstrom in der Druckleitung der Schaltverlust klein gehalten wird. Daher sind in Abhängigkeit vom Unter- oder Überschreiten eines vorbestimmten Volumenstroms Taktfrequenzen oberhalb oder unterhalb einem vorbestimmten Wert zu wählen.

[0018] Das Dämpfungsverhalten der Hydromaschine kann verbessert werden, indem an deren Welle eine zusätzliche Masse rotationssymmetrisch befestigt wird. Durch das höhere Trägheitsmoment wird eine niedrige Taktfrequenz bei einem hohem Volumenstrom unterstützt. Somit werden die Schaltverluste verringert.

[0019] Der erfindungsgemäße Hydro-Transformator wird vorzugsweise in der Mobilhydraulik eingesetzt. Dadurch steht nun auch in der Mobilhydraulik ein kostengünstiger Hydro-Transformator zur Verfügung, der die Ansteuerung eines Antriebsgliedes nahezu unabhängig vom Vorliegen eines genau festgelegten Druckpegels in der Druckleitung macht. Dadurch lassen sich in der Mobilhydraulik in stärkerem Maße leichte und kostengünstige Hydrospeicher einsetzen.

[0020] Weitere Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der sonstigen Unteransprüche.

[0021] Bevorzugte Ausführungsbeispiel der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein hydraulisches Antriebssystem mit einem Hydro-Transformator entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2(a) bis 2(d) graphische Darstellungen der Funktionsweise eines Hydro-Transformators entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung über der Zeit, wobei die Schaltstellung eines ersten Schaltventils, das Drehmoment eines Hydromotors, die Drehzahl des Hydromotors und die Volumenströme am ersten Schaltventil bei einem Fluidstrom zum Antriebsglied gezeigt sind,

die Fig. 3(a) und 3 (b) graphische Darstellungen der Funktionsweise eines Hydro-Transformators entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung über der Zeit, wobei die Drehzahl des Hydromotors und die Schaltstellung eines ersten Schaltventils bei einem Fluidstrom vom Antriebsglied gezeigt sind, und

Fig. 4 ein hydraulisches Antriebssystem mit einem Hydro-Transformator entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0022] Ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hydro-Transformators ist in Fig. 1 als Anwendung in einem hydraulischen Antriebssystem gezeigt.

[0023] Der Hydro-Transformator entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel weist ein erstes Schaltventil 2, eine Hydromaschine 4, einen Sensor 6 und eine Steuerungseinrichtung 7 auf.

[0024] Das Schaltventil 2 hat einen Druckanschluß 2P, einen Arbeitsanschluß 2A und einen Ablaufanschluß 2T und kann zwei Schaltstellungen, die Stellung a und die Stellung b, einnehmen. In der Schaltstellung a ist der Druckanschluß 2P mit dem Arbeitsanschluß 2A verbunden, während in der Schaltstellung b der Arbeitsanschluß 2A mit dem Ablaufanschluß 2T verbunden ist. Der Steuerkolben 21 wird durch eine Feder 22 in die Schaltstellung a vorgespannt und ist durch einen Hubmagneten 23 in die Schaltstellung b schaltbar. Statt des aufgezeigten Schaltventils 2 kann eine beliebige Ventileinrichtung verwendet werden, bei der ein Druckanschluß und ein Arbeitsanschluß bzw. der Arbeitsanschluß und ein Tankanschluß innerhalb kurzer Zeit wahlweise verbindbar sind.

[0025] Die Hydromaschine 4 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Konstantmotor mit zwei Volumenstromrichtungen und zwei Drehrichtungen, und weist einen ersten Anschluß 4B und einen zweiten Anschluß 4C auf. Es kann jedoch auch ein beliebiger Hydromotor mit zumindest einer Volumenstromrichtung und einer Drehrichtung verwendet werden, wenn keine Energierückgewinnung erfolgen soll. Der Arbeitsanschluß 2A des Schaltventils 2 ist über eine Arbeitsleitung 24 mit dem ersten Anschluß 4B der Hydromaschine 4 verbunden.

[0026] An der Hydromaschine 4 ist ein Sensor 6 vorgesehen, der eine Kenngröße für den Volumenstrom in der Hydromaschine 4 mißt. Der Sensor 6 ist vorzugsweise ein Tachometer, das an einer Welle 4a des Konstantmotors 4 befestigt ist. Das elektrische Ausgangssignal des Sensors 6 wird über elektrische Leitungen 61 und 62 zur Steuerungseinrichtung 7 übertragen. Die Steuerungseinrichtung 7 vergleicht das den Volumenstrom durch die Hydromaschine 4 kennzeichnende elektrische Ausgangssignal des Sensors 6 mit einem Wert für den Soll-Volumenstrom Q_{Soll} , der an die Steuerungseinrichtung 7 angelegt ist. Der Soll-Volumenstrom

Q_{Soll} kann entweder in einem Speicher der Steuerungseinrichtung 7 vorliegen oder von einer externen Einrichtung vorgegeben werden. Das Ausgangssignal der Steuerungseinrichtung 7 wird über eine elektrische Leitung 71 dem Hubmagneten 23 des Schaltventils 2 zugeführt.

[0027] Nachfolgend wird nun die äußere Beschaltung eines Hydro-Transformators entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Fig. 1 erläutert.

[0028] Der Druckanschluß 2P des Schaltventils 2 im vorstehend beschriebenen Hydro-Transformator 10 ist über eine Druckleitung 11 mit einem Hydrospeicher 1 mit Gasvorspannung hydraulisch verbunden. Der Hydrospeicher kann alternativ dazu ein beliebiges anderes System mit eingepreßtem Druck sein. Der Volumenstrom vom Hydrospeicher 1 zum Druckanschluß 2P ist in Fig. 1 mit Q_A bezeichnet. Der Ablaufanschluß 2T des Schaltventils 2 ist über eine erste Ablaufleitung 25 mit einem Tank 3 verbunden. Der Volumenstrom vom Tank 3 zum Ablaufanschluß 2T ist in Fig. 1 mit Q_B bezeichnet.

[0029] Der zweite Anschluß 4C des Hydromotors 4 des Hydro-Transformators 10 ist über eine zweite Arbeitsleitung 41 mit einem ersten Anschluß 5A eines Antriebsglieds 5 verbunden. Das Antriebsglied 5 ist beispielsweise ein Zylinder mit einseitig wirkender Last. Der zweite Anschluß 5B des Antriebsglieds 5 ist über eine zweite Ablaufleitung 51 mit einem Tank 30 verbunden.

[0030] Die äußere Beschaltung des Hydro-Transformators ist jedoch nicht auf die dargestellte Form beschränkt, sondern muß nur folgende Grundvoraussetzungen erfüllen: Es soll die Möglichkeit bestehen, daß am Druckanschluß 2P ein größerer Druck als am Ablaufanschluß 2T anliegt, und an den zweiten Anschluß 4C der Hydromaschine 4 muß eine Last angeschlossen sein.

[0031] Um während der endlichen Schaltzeiten des Schaltventils 2 Kavitationen oder Druckspitzen in der Leitung 24 zu vermeiden, werden zwischen der Leitung 24 und einem in Fig. 1 nicht bezeichneten Tank ein Rückschlagventil 26 sowie zwischen der Leitung 24 und dem Hydrospeicher 1 ein Rückschlagventil 27 vorgesehen.

[0032] Die Funktionsweise des Hydro-Transformators entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 2(a) bis 2(d), Fig. 3(a), 3(b) sowie Fig. 1 beschrieben. Dabei wird als Antriebsglied ein Zylinder mit einseitig wirkender Last beispielhaft verwendet.

a) Zum Ausfahren des Zylinders wird als erstes ein Sollwert Q_{Soll} für den Volumenstrom in die Steuerungseinrichtung 7 eingegeben und das Schaltventil 2 in die Schaltstellung a gebracht, wie es in Fig. 1 und 2(a) gezeigt ist. Dadurch kann Fluid aus dem Hydrospeicher 1 und das Schaltventil 2 in die Hydromaschine 4 treten, deren Drehmoment M sich

kurzzeitig erhöht, um dann auf konstantem Niveau zu bleiben, wie es in Fig. 2(b) gezeigt ist, und deren Drehzahl n sich kontinuierlich erhöht. Der Volumenstrom Q_A vom Hydrospeicher 1 zum Schaltventil 2 erhöht sich, wie es in Fig. 2(d) gezeigt ist. Das Fluid gelangt von der Hydromaschine 4 in den Zylinder, der ausfährt.

Aus der mit dem Sensor 6 erfaßten Drehzahl n wird unter Verwendung von Parametern der Hydromaschine 4 in der Steuerungseinrichtung 7 der Ist-Volumenstrom Q_{ist} ermittelt und mit dem vorbestimmten Soll-Volumenstrom Q_{Soll} verglichen. Erreicht der Ist-Volumenstrom Q_{ist} diesen vorbestimmten Soll-Volumenstrom Q_{Soll} , wird dem Hubmagnet 23 des Schaltventils 2 ein elektrisches Signal zugeführt, durch das das Schaltventil 2 in die Schaltstellung b gebracht wird, wie es in Fig. 2(a) gezeigt ist. Dadurch fällt das Drehmoment der Hydromaschine 4 steil ab und verringert sich die Drehzahl n von dieser kontinuierlich, wie es in den Fig. 2(b) und 2(c) gezeigt ist. Gleichzeitig verringert sich der Volumenstrom Q_B vom Tank 3 zum Ablaufanschluß 2T des Schaltventils 2, wie es in Fig. 2(d) gezeigt ist. Unterschreitet der Ist-Volumenstrom Q_{ist} in der Hydromaschine nun einen Wert, der vom Soll-Volumenstrom Q_{Soll} abhängt, wie z.B. 95% des Soll-Volumenstroms Q_{Soll} , so schaltet die Steuerungseinrichtung 7 den Hubmagneten 23 des Schaltventils 2 wieder in die Schaltstellung a. Im Anschluß wiederholt sich die vorstehend beschriebene Steuerung.

Liegt beispielsweise im Hydrospeicher ein Druck von 20 MPa vor und liegt am Zylinder zum Heben des Kolbens beispielsweise ein Druck von 5 MPa an, so kann unabhängig von der augenblicklichen Belastung des Zylinders dieser mit konstanter Geschwindigkeit, die in Form des Soll-Volumenstromes Q_{Soll} vorgegeben ist, ausgefahren werden.

b) Beim Einfahren des Zylinders wird das Schaltventil 2 in die Schaltposition b gebracht, wie es in Fig. 3(b) gezeigt ist. Dadurch strömt Fluid aus dem Zylinder über den Hydromotor 4, der in zum vorhergehenden Fall entgegengesetzte Richtung angetrieben wird, und das Schaltventil 2 zum Tank 3. Die negative Drehzahl $-n$ der Hydromaschine erhöht sich kontinuierlich, wie es in Fig. 3(a) gezeigt ist, wobei der Zylinder einfährt.

[0033] Überschreitet der über den Sensor 6 gemessene negative Ist-Volumenstrom einen vorbestimmten Wert, der der negative Soll-Volumenstrom Q_{Soll} oder ein anderer eingegebener Volumenstrom für das Einfahren sein kann, so wird das Schaltventil 2 in die Schaltposition A gebracht, wie es in Fig. 3(a) gezeigt ist. Dadurch gelangt Fluid aus dem Zylinder in den Hydrospeicher 1. Sinkt der über den Sensor 6 gemessene Ist-Volumenstrom unter ein vorbestimmtes Niveau, das vom vorbe-

stimmten Wert abhängt, wie z.B. 95% vom vorbestimmten Wert, so wird das Schaltventil 2 wieder in die Schaltstellung b gebracht.

[0034] Als Ergebnis kann Fluid aus dem Zylinder mit relativ geringem Druck, in einen Hydrospeicher 1 mit relativ hohem Druck geleitet werden. Somit erfolgt beim Einfahren des Zylinders eine Energierückgewinnung. Folglich ist der Hydro-Transformator entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel in der Mobilhydraulik effektiv einsetzbar. Durch den im Verhältnis zum Stand der Technik geringen gerätetechnischen Aufwand beim Hydro-Transformator entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel wird die Möglichkeit für eine Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten von Hydro-Transformatoren geschaffen.

[0035] Um einen niedrigen Druck am Antriebsglied in einen hohen Druck am Hydrospeicher umzusetzen, ist es notwendig, das erste Schaltventil 2 einen bezüglich der jeweiligen Gesamtschaltperiode längeren Zeitraum in der Schaltstellung b zu belassen. Beispielsweise beträgt der Druck am Antriebsglied 5 MPa, während im Hydrospeicher 1 ein Druck von 20 MPa herrscht. In diesem Fall ist es günstig, daß das Schaltventil 3/4 der Gesamtschaltperiode in der Schaltstellung b belassen wird.

[0036] Eine Voraussetzung für den Betrieb des Hydro-Transformators entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel ist, daß der Druck im Hydrospeicher stets höher als der Druck im Antriebsglied 5 ist. Es kann jedoch auch der Fall auftreten, daß am Antriebsglied ein Druck notwendig ist, der oberhalb des Drucks im Hydrospeicher liegt. Für diesen Fall wurde das zweite erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel vorgesehen.

[0037] In Fig. 4 ist ein hydraulisches Antriebssystem gezeigt, das einen Hydro-Transformator entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0038] Der Hydro-Transformator 10 entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel darin, daß zwischen dem zweiten Anschluß 4C der Hydromaschine 4 und dem ersten Anschluß 5A des Antriebsgliedes 5 ein zweites Schaltventil 8 vorgesehen ist. Dieses Schaltventil 8 weist einen Druckanschluß 8P', einen Arbeitsanschluß 8A und einen Ablaufanschluß 8T auf. Der Druckanschluß 8P' ist über eine Arbeitsleitung 41 mit dem zweiten Anschluß 4C der Hydromaschine 4 hydraulisch verbunden. Der Arbeitsanschluß 8A ist über eine Arbeitsleitung 84 mit dem ersten Anschluß 5A des Antriebsgliedes 5 hydraulisch verbunden. Der Ablaufanschluß 8T ist mit einem Tank 300 hydraulisch verbunden.

[0039] Das zweite Schaltventil 8 hat eine Schaltstellung a, in der der Druckanschluß 8P mit dem Arbeitsanschluß 8A hydraulisch verbunden ist, und eine Schaltstellung b, in der der Druckanschluß 8P mit dem Ablaufanschluß 8T hydraulisch verbunden ist. Ein Steuerkolben 81 des zweiten Schaltventils 8 wird über eine Feder 82 vorgespannt und mittels Betätigung eines Hubma-

gneten 83 des Schaltventils 8 bewegt.

[0040] Der Druck in der Arbeitsleitung 84 wird mit einem Druckmesser 9 gemessen, wobei das elektrische Ausgangssignal dieses Druckmessers zu einer weiteren Steuerungseinrichtung 7a übertragen wird, die mit der Steuerungseinrichtung 7 in einem Gehäuse ausgebildet sein kann. Die Steuerungseinrichtung 7a ist über eine elektrische Leitung 71a mit dem Hubmagneten 83 des zweiten Schaltventils 8 verbunden.

[0041] Der grundlegende Aufbau und die grundlegende Funktionsweise der anderen Bestandteile des Hydro-Transformators 10 des zweiten Ausführungsbeispiels entsprechen denen des Hydro-Transformators 10 vom ersten Ausführungsbeispiel und werden daher nachfolgend nicht detailliert beschrieben.

[0042] Nachstehend wird die Bedeutung des zweiten Schaltventils 8 bei Betrieb des Hydro-Transformators 10 erläutert.

a) Soll mit einem relativ geringen Druck, wie z.B. 5 MPa im Hydrospeicher 1 ein Zylinder als Antriebsglied, in dem ein relativ hoher Druck, wie z.B. 20 MPa erforderlich ist, ausgefahren werden, so wird das zweite Schaltventil 8 als erstes in die Schaltstellung b gebracht, in der der Druckanschluß 8P mit dem Ablaufanschluß 8T hydraulisch verbunden ist. Als Ergebnis stellt sich an der Hydromaschine 4 eine bestimmte Drehzahl ein. Nun wird das zweite Schaltventil 8 in Abhängigkeit von einem spezifischen Parameter, wie z.B. dem Verstreichen einer vorbestimmten Zeitspanne oder dem Erreichen eines bestimmten Ist-Volumenstromes in der Hydromaschine 4', mittels einer entsprechenden Ansteuerung des Hubmagneten 83 durch die weitere Steuerungseinrichtung 7a in die Schaltstellung a gebracht. Dadurch wird dem Antriebsglied 5 Fluid zugeführt. Unterschreitet der über den Druckmesser 9 gemessene Druck oder der Differenzenquotient dieses Drucks einen vorbestimmten Wert, so wird das zweite Schaltventil 8 durch Ansteuerung des Hubmagneten 83 in die Schaltstellung b zurückgeschaltet. Anschließend wiederholt sich das vorstehend beschriebene Schalten in die Schaltstellung a. Als Ergebnis fährt der Zylinder aufgrund eines Drucks im Hydrospeicher, der geringer als der Lastdruck ist, mit konstanter Geschwindigkeit aus.

b) Beim Einfahren des Zylinders erfolgt eine Steuerung des zweiten Schaltventils 8 durch die weitere Steuerungseinrichtung 7a in einer solchen Weise, daß der Druck am ersten Anschluß 5A des Antriebsgliedes 5 höher als der Druck am Arbeitsanschluß 2A des ersten Schaltventils 2 ist. Das kann entweder darüber erfolgen, daß für bestimmte Druckwerte am Druckmesser 9 ein bestimmtes gespeichertes Schaltverhalten des zweiten Schaltventils 8 aus der Steuerungseinrichtung 7a abgerufen wird oder daß der Druck in zumindest einer der hydraulischen

Leitungen 11', 24 und 41 gemessen und dann in der Steuerungseinrichtung 7a ausgewertet und zur Ansteuerung des Hubmagneten 83 verwendet wird. Die Ansteuerung des ersten Schaltventils 2 erfolgt wie beim Einfahren des Zylinders, der an einem Hydro-Transformator entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel vorgesehen ist. Als Ergebnis kann an den Hydrospeicher 1 ein vorbestimmter Druck angelegt und ein vorbestimmter Volumenstrom zu-
geführt werden, wodurch eine gezielte Rückgewinnung von Energie möglich ist.

[0043] Bei kleinen Volumenströmen am Antriebsglied kann durch das Schalten der Schaltventile entsprechend dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiele ein starkes Pulsieren an der Last des Antriebsgliedes auftreten. Andererseits entstehen an den Schaltventilen Schaltverluste.

[0044] Zur Verringerung des Pulsierens an der Last bei Volumenströmen unterhalb eines vorbestimmten Wertes hat es sich als günstig erwiesen, die Taktfrequenz bei der Ansteuerung der Hubmagneten größer als eine vorbestimmte Taktfrequenz zu gestalten, während zur Minimierung der Schaltverluste bei Volumenströmen oberhalb eines vorbestimmten Wertes die Taktfrequenz bei der Ansteuerung des Hubmagneten kleiner als eine vorbestimmte Taktfrequenz zu gestalten ist. Der vorbestimmte Wert für den Volumenstrom und die Werte für die Taktfrequenz liegen dabei entweder standardmäßig in der entsprechenden Steuerungseinrichtung vor oder wurden in diese vor dem jeweiligen Betrieb des hydraulischen Antriebssystems eingegeben.

[0045] Um den Betrag der zurückgewonnenen Energie zu erhöhen und einen gleichmäßigen Lauf der Hydromaschine abzusichern, können die Hydro-Transformatoren entsprechend dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel in der nachstehend ausgeführten Weise abgewandelt werden.

[0046] An die Welle der Hydromaschine entsprechend dem ersten bzw. zweiten Ausführungsbeispiel kann eine Masse variabel angekoppelt werden. Dadurch erhöht sich der Widerstand, den die Hydromaschine einer Änderung des Bewegungszustandes ihrer Welle entgegensetzt. Dieses verschlechtert zwar das Anlaufverhalten der Hydromaschine, dämpft aber andererseits Schwankungen bei der Drehzahl, wodurch ein ausgeglicheneres Ausfahren eines Zylinders, der als Antriebsglied verwendet wird, sowie eine effektive Rückgewinnung von Energie beim Einfahren des Zylinders abgesichert werden.

[0047] Somit werden durch die Erfindung Hydro-Transformatoren geschaffen, mit denen eine lastunabhängige Volumenstromstabilisierung bei geringem gerätetechnischen Aufwand sowie eine Energierückgewinnung möglich sind. Beim zweiten Ausführungsbeispiel können zusätzlich Lastdrücke realisiert werden, die höher als der Speicherdruck sind.

[0048] Die vorliegende Erfindung bezieht sich somit

auf einen Hydro-Transformator, der eine Hydromaschine, ein Schaltventil und eine Steuerungseinrichtung aufweist. Ein Arbeitsanschluß des Schaltventils, der wahlweise mit einem Druckanschluß des Schaltventils oder einem Ablaufanschluß des Schaltventils hydraulisch verbindbar ist, ist mit einem ersten Anschluß der Hydromaschine verbunden. Der zweite Anschluß der Hydromaschine steht mit einem Antriebsglied in hydraulischer Verbindung. Das Schaltventil wird durch die Steuerungseinrichtung im Ansprechen auf ein Signal, das den Volumenstrom in die Hydromaschine kennzeichnet, angesteuert. Ist das Antriebsglied ein Zylinder, so kann dessen Ausfahren mit konstanter Geschwindigkeit und lastunabhängig ausgeführt werden sowie beim Einfahren Energie zurückgewonnen werden. Durch das Vorsehen eines weiteren Schaltventils zwischen dem zweiten Anschluß des Hydromotors und dem Antriebsglied ist bei geringem Druck am Druckanschluß des Schaltventils ein höherer Druck am Antriebsglied erzeugbar.

Patentansprüche

1. Hydro-Transformator (10) mit
einem Schaltventil (2), das einen Druckanschluß (2P) und einen Arbeitsanschluß (2A) aufweist, wobei die hydraulische Verbindung zwischen dem Druckanschluß (2P) und dem Arbeitsanschluß (2A) schaltbar ist,
eine Hydromaschine (4) zur Ansteuerung eines Antriebsglieds, deren erster Anschluß (4B) mit dem Arbeitsanschluß (2A) des Schaltventils (2) hydraulisch verbunden ist und deren zweiter Anschluß (4C) mit dem Antriebsglied (5) hydraulisch verbindbar ist, und
einer Steuerungseinrichtung (7), mit der das Schaltventil (2) in Abhängigkeit von einer den Volumenstrom der Hydromaschine (4) kennzeichnenden gemessenen Kenngröße ansteuerbar ist.
2. Hydro-Transformator (10) nach Anspruch 1, wobei zwischen dem Arbeitsanschluß (2A) und dem Druckanschluß (2P) ein Rückschlagventil (27) vorgesehen ist.
3. Hydro-Transformator (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Schaltventil (2) durch die Steuerungseinrichtung (7) in einer solchen Weise steuerbar ist, daß die gemessene Kenngröße im wesentlichen konstant bleibt.
4. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die gemessene Kenngröße die Drehzahl der Hydromaschine (4) ist.
5. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schaltventil (2) zwischen einer ersten Schaltstellung (a), in der der

Druckanschluß (2P) mit dem Arbeitsanschluß (2A) hydraulisch verbunden ist, und einer zweiten Schaltstellung (b), in der der Arbeitsanschluß (2A) mit einem Ablaufanschluß (2T) des Schaltventils (2) hydraulisch verbunden ist, schaltbar ist.

6. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen Arbeitsanschluß (2A) und Ablaufanschluß (2T) ein Rückschlagventil (26) vorgesehen ist.

7. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hydromaschine (4) zwei Volumenstromrichtungen und zwei Drehrichtungen aufweist.

8. Hydro-Transformator (10) nach Anspruch 7, wenn dieser von Anspruch 5 abhängt, wobei in dem Fall, in dem ein Volumenstrom von der Hydromaschine (4) zum Schaltventil (2) vorliegt, eine erste Periodezeit, in der sich das Schaltventil (2) in der ersten Schaltstellung (a) befindet, kürzer als eine zweite Periodezeit, in der sich das Schaltventil (2) in der zweiten Schaltstellung (b) befindet, ist.

9. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Anschluß (4C) der Hydromaschine (2) mit einem Druckanschluß (8P) eines weiteren Schaltventils (8) hydraulisch verbunden ist und ein Arbeitsanschluß (8A) des weiteren Schaltventils (8) mit dem Antriebsglied (5) hydraulisch verbunden ist, und wobei die hydraulische Verbindung zwischen dem Druckanschluß (8P) und dem Arbeitsanschluß (8A) des weiteren Schaltventils (8) in Abhängigkeit vom Druck am Arbeitsanschluß (8A) von diesem schaltbar ist.

10. Hydro-Transformator (10) nach Anspruch 9, wobei das weitere Schaltventil (8) in eine erste Schaltstellung (a), in der der Druckanschluß (8P) des weiteren Schaltventils (8) mit dem Arbeitsanschluß (8A) von diesem hydraulisch verbunden ist, und eine zweite Schaltstellung (b), in der Druckanschluß (8P) des weiteren Schaltventils (8) mit einem Ablaufanschluß (8T) von diesem hydraulisch verbunden ist, schaltbar ist.

11. Hydro-Transformator (10) nach Anspruch 10, wobei die Taktfrequenz des weiteren Schaltventils (8) bei einem Volumenstrom am Druckanschluß (8P) von diesem, der kleiner als ein vorbestimmter Volumenstrom ist, größer als eine vorbestimmte Taktfrequenz ist und bei einem Volumenstrom am Druckanschluß (8P) von diesem, der größer als ein vorbestimmter Volumenstrom ist, kleiner als eine vorbestimmte Taktfrequenz ist.

12. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche, wobei mit einer Welle (4a) der Hydromaschine (4) eine Masse wahlweise kopplbar ist.

5 13. Hydro-Transformator (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das in der Mobilhydraulik eingesetzt wird.

10 Claims

1. Hydro-transformer (10) including
a switching valve (2) comprising a pressure port (2P) and a work port (2A), wherein the hydraulic connection between said pressure port (2P) and said work port (2A) is switchable,

a hydraulic machine (4) for driving a drive member and having a first port (4B) hydraulically connected with the work port (2A) of said switching valve (2) and a second port (4C) capable of being hydraulically connected with said drive member (5), and

a control means (7) whereby said switching valve (2) may be driven in accordance with a measured characteristic value characterizing a volume flow of said hydraulic machine (4).

2. Hydro-transformer (10) according to claim 1, wherein a check valve (27) is provided between said work port (2A) and said pressure port (2P).

3. Hydro-transformer (10) according to claim 1 or 2, wherein said switching valve (2) may be controlled by said control means (7) in such a way that the measured characteristic value remains substantially constant.

4. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, wherein the measured characteristic value is the rotational speed of said hydraulic machine (4).

5. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, wherein said switching valve (2) may be switched between a first switching position (a) in which said pressure port (2P) is hydraulically connected with said work port (2A), and a second switching position (b) in which said work port (2A) is hydraulically connected with a drain port (2T) of said switching valve (2).

6. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, wherein a check valve (26) is provided between work port (2A) and drain port (2T).

7. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, wherein said hydraulic machine (4) presents two volume flow directions and two di-

rections of rotation.

8. Hydro-transformer (10) according to claim 7 if the latter is appended to claim 5, wherein in a case in which a volume flow from said hydraulic machine (4) to said switching valve (2) is present, a first period time in which said switching valve (2) is in the first switching position (a), is shorter than a second period time wherein said switching valve (2) is in the second switching position (b).
9. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, wherein said second port (4C) of said hydraulic machine (2) is hydraulically connected with a pressure port (8P) of a further switching valve (8), and a work port (8A) of said further switching valve (8) is hydraulically connected with said drive member (5), and wherein the hydraulic connection between said pressure port (8P) and said work port (8A) of said further switching valve (8) is switchable by the latter in accordance with the pressure at work port (8A).
10. Hydro-transformer (10) according to claim 9, wherein said further switching valve (8) may be switched to a first switching position (a) wherein said pressure port (8P) of said further switching valve (8) is hydraulically connected with said work port (8A) thereof, and a second switching position (b) wherein said pressure port (8P) of said further switching valve (8) is hydraulically connected with a drain port (8T) thereof.
11. Hydro-transformer (10) according to claim 10, wherein the clock frequency of said further switching valve (8) is greater than a predetermined clock frequency in the case of a volume flow at pressure port (8P) thereof, which is lower than a predetermined volume flow, and is lower than a predetermined clock frequency in the case of a volume flow at the pressure port (8P) thereof which is greater than a predetermined volume flow.
12. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, wherein a mass may optionally be coupled with a shaft (4a) of said hydraulic machine (4).
13. Hydro-transformer (10) according to any one of the preceding claims, which is employed in mobile hydraulics.

Revendications

1. Transformateur hydraulique (10) avec un relais pneumatique (2), comprenant un raccord de tubulure de refoulement (2P) et un raccord d'énergie

(2A), dans lequel le couplage hydraulique entre le raccord de tubulure de refoulement (2P) et le raccord d'énergie (2A) peut être commuté,

avec une machine hydraulique (4) pour mettre en mouvement un mécanisme d'entraînement, le premier raccord (4B) étant couplé par un dispositif hydraulique au raccord d'énergie (2A) du relais pneumatique (2) et le deuxième raccord (4C) pouvant être couplé par un dispositif hydraulique au mécanisme d'entraînement (5), et

avec un système de réglage (7) avec lequel le relais pneumatique (2) peut être commandé en fonction d'un paramètre significatif mesuré du débit volumétrique de la machine hydraulique (4).

2. Transformateur hydraulique (10) selon la revendication 1, dans lequel un clapet de retenue (27) est prévu entre le raccord d'énergie (2A) et le raccord de tubulure de refoulement (2P).
3. Transformateur hydraulique (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le relais pneumatique (2) peut être réglé par le système de réglage (7) de telle façon que le paramètre mesuré reste sensiblement constant.
4. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le paramètre mesuré est la vitesse de rotation de la machine hydraulique (4).
5. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le relais pneumatique (2) peut être commuté entre une première position de commutation (a), dans laquelle le raccord de tubulure de refoulement (2P) est couplé par un dispositif hydraulique au raccord d'énergie (2A), et une deuxième position de commutation (b), dans laquelle le raccord d'énergie (2A) est couplé par un dispositif hydraulique à un raccord de sortie (2T) du relais pneumatique (2).
6. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un clapet de retenue (26) est prévu entre le raccord d'énergie (2A) et le raccord de sortie (2T).
7. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la machine hydraulique (4) comprend deux sens de débit volumétrique et deux sens de rotation.
8. Transformateur hydraulique (10) selon la revendication 7, si celle-ci dépend de la revendication 5, dans lequel, s'il existe un débit volumétrique de la machine hydraulique (4) pour le relais pneumatique (2), une première période de temps, dans laquelle le relais pneumatique (2) se trouve dans la première

position de commutation (a) est plus courte qu'une deuxième période de temps, dans laquelle le relais pneumatique (2) se trouve dans la deuxième position de commutation (b).

5

9. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le deuxième raccord (4C) de la machine hydraulique (2) est couplé par un dispositif hydraulique à un raccord de tubulure de refoulement (8P) d'un relais pneumatique auxiliaire (8) et un raccord d'énergie (8A) du relais pneumatique auxiliaire (8) est couplé par un dispositif hydraulique au mécanisme d'entraînement (5), et dans lequel le couplage hydraulique entre le raccord de tubulure de refoulement (8P) et le raccord d'énergie (8A) du relais pneumatique auxiliaire (8) peut être commuté en fonction de la pression au niveau du raccord d'énergie (8A) de celui-ci. 10 15
10. Transformateur hydraulique (10) selon la revendication 9, dans lequel le relais pneumatique auxiliaire (8) peut être commuté dans une première position de commutation (a), dans laquelle le raccord de tubulure de refoulement (8P) du relais pneumatique auxiliaire (8) est couplé par un dispositif hydraulique au raccord d'énergie (8A) de celui-ci, et une deuxième position de commutation (b), dans laquelle le raccord de tubulure de refoulement (8P) du relais pneumatique auxiliaire (8) est couplé par un dispositif hydraulique à un raccord de sortie (8T) de celui-ci. 20 25 30
11. Transformateur hydraulique (10) selon la revendication 10, dans lequel la fréquence des impulsions du relais pneumatique auxiliaire (8) est supérieure à une fréquence d'impulsions prédéfinie pour un débit volumétrique, inférieur à un débit volumétrique prédéfini, au niveau du raccord de tubulure de refoulement (8P) de celui-ci, et inférieure à une fréquence d'impulsions prédéfinie pour un débit volumétrique, supérieur à un débit volumétrique prédéfini, au niveau du raccord de tubulure de refoulement (8P) de celui-ci. 35 40
12. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une masse peut être couplée à volonté à un arbre (4a) de la machine hydraulique (4). 45
13. Transformateur hydraulique (10) selon l'une des revendications précédentes, placé dans l'hydraulique mobile. 50

55

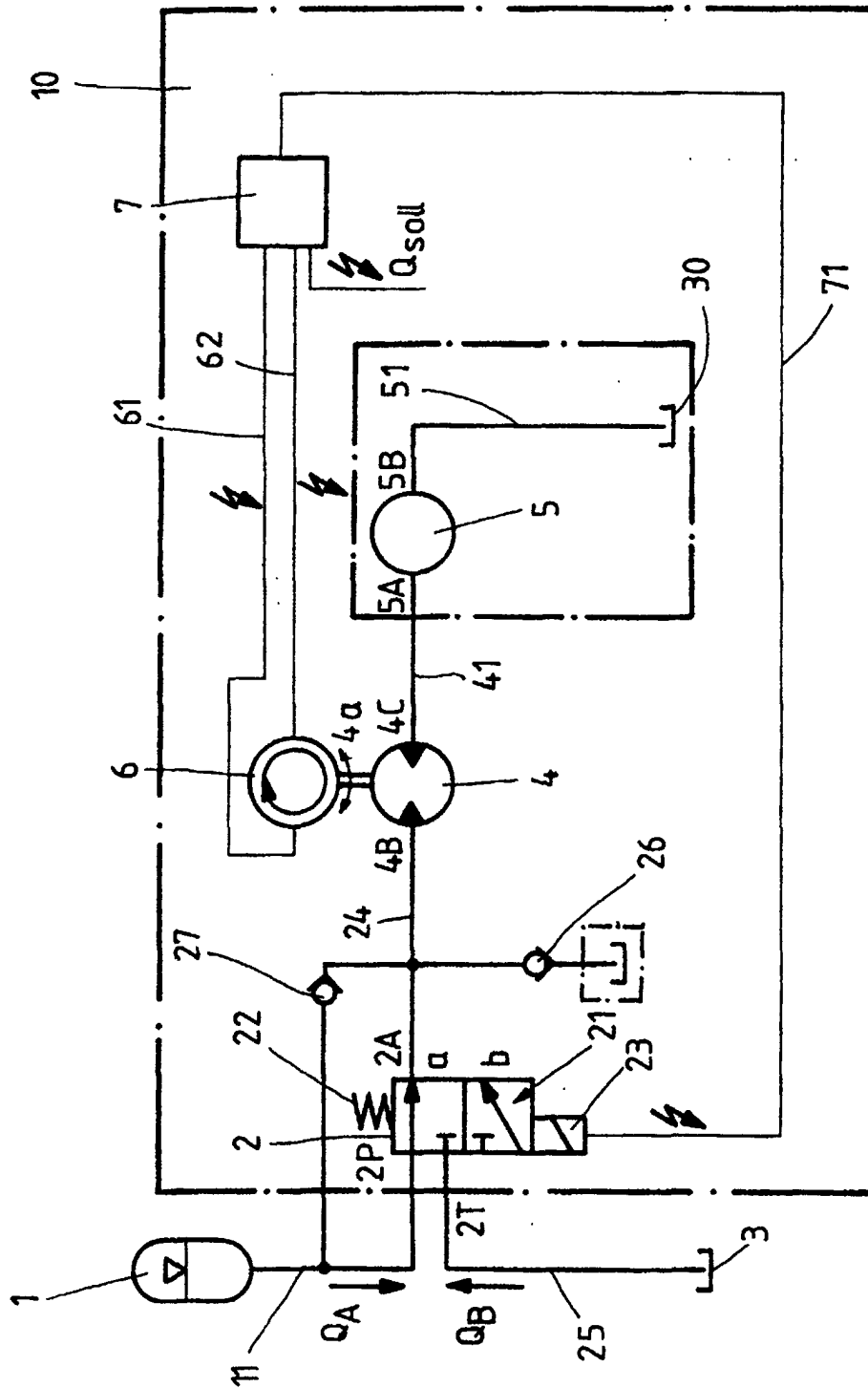


FIG. 1

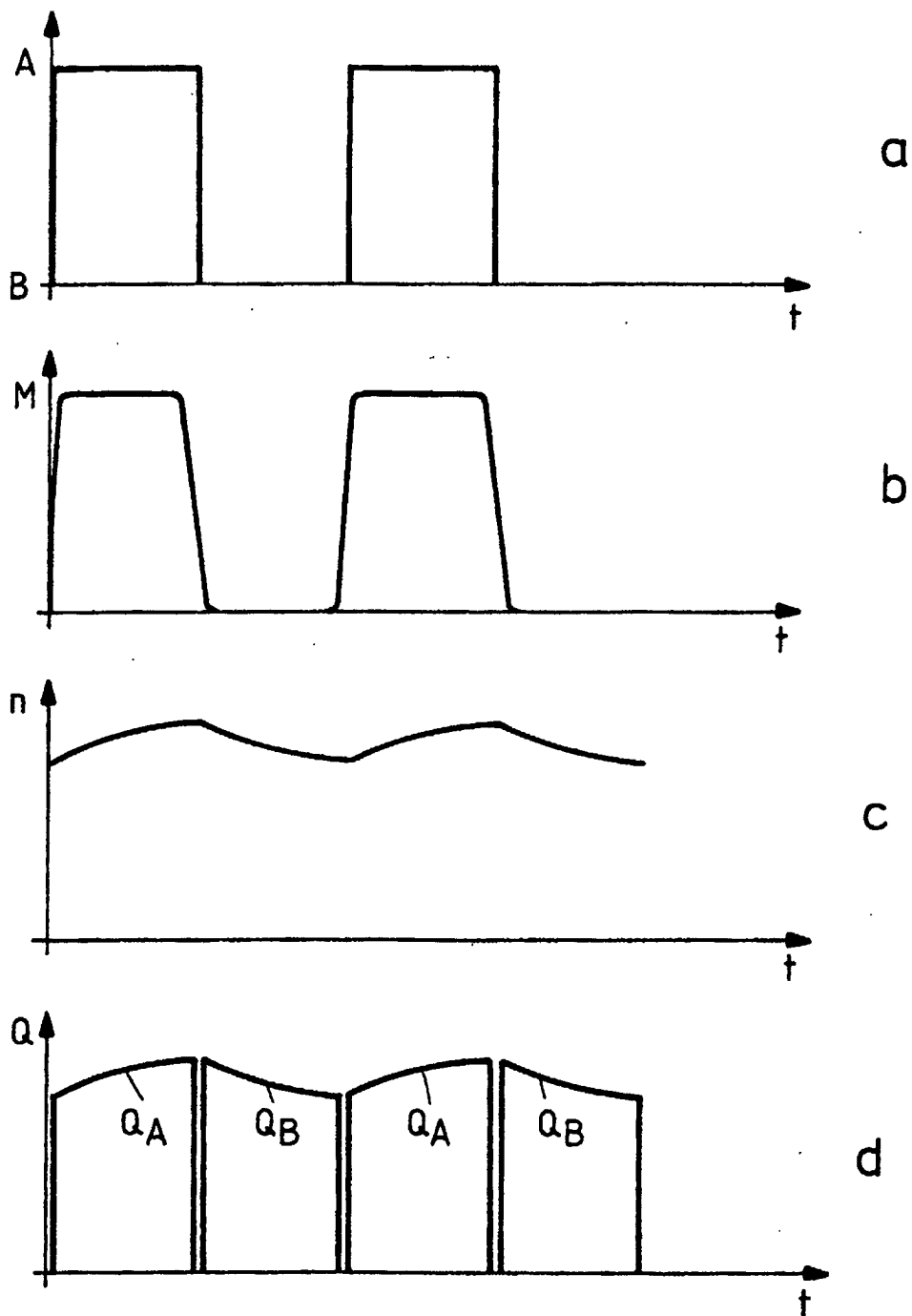


FIG. 2

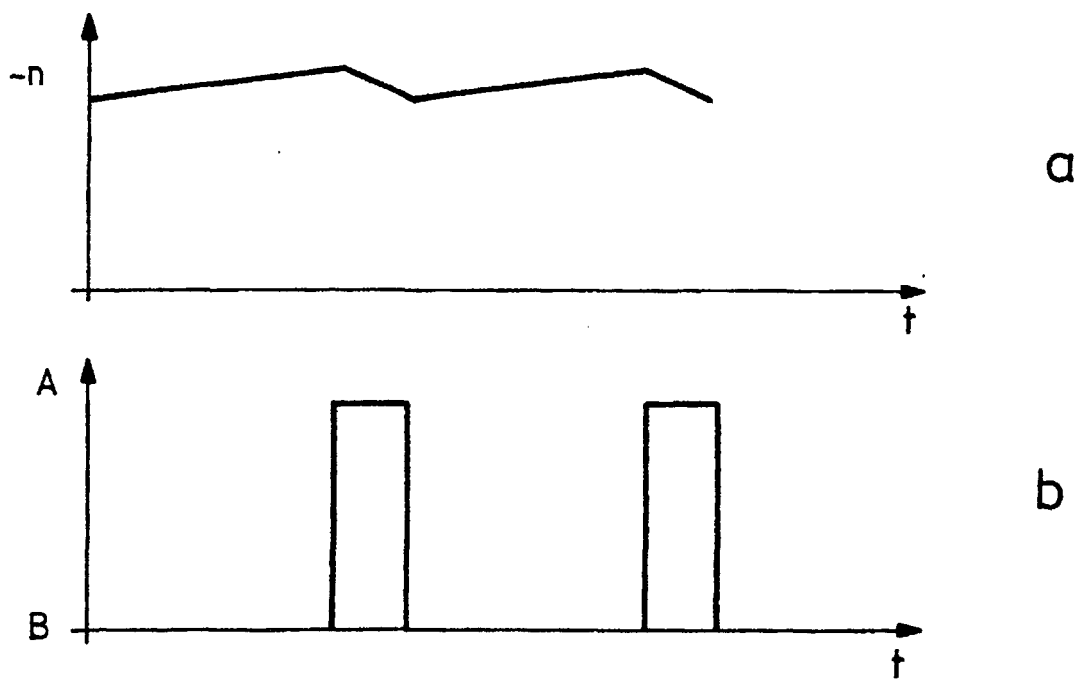


FIG. 3

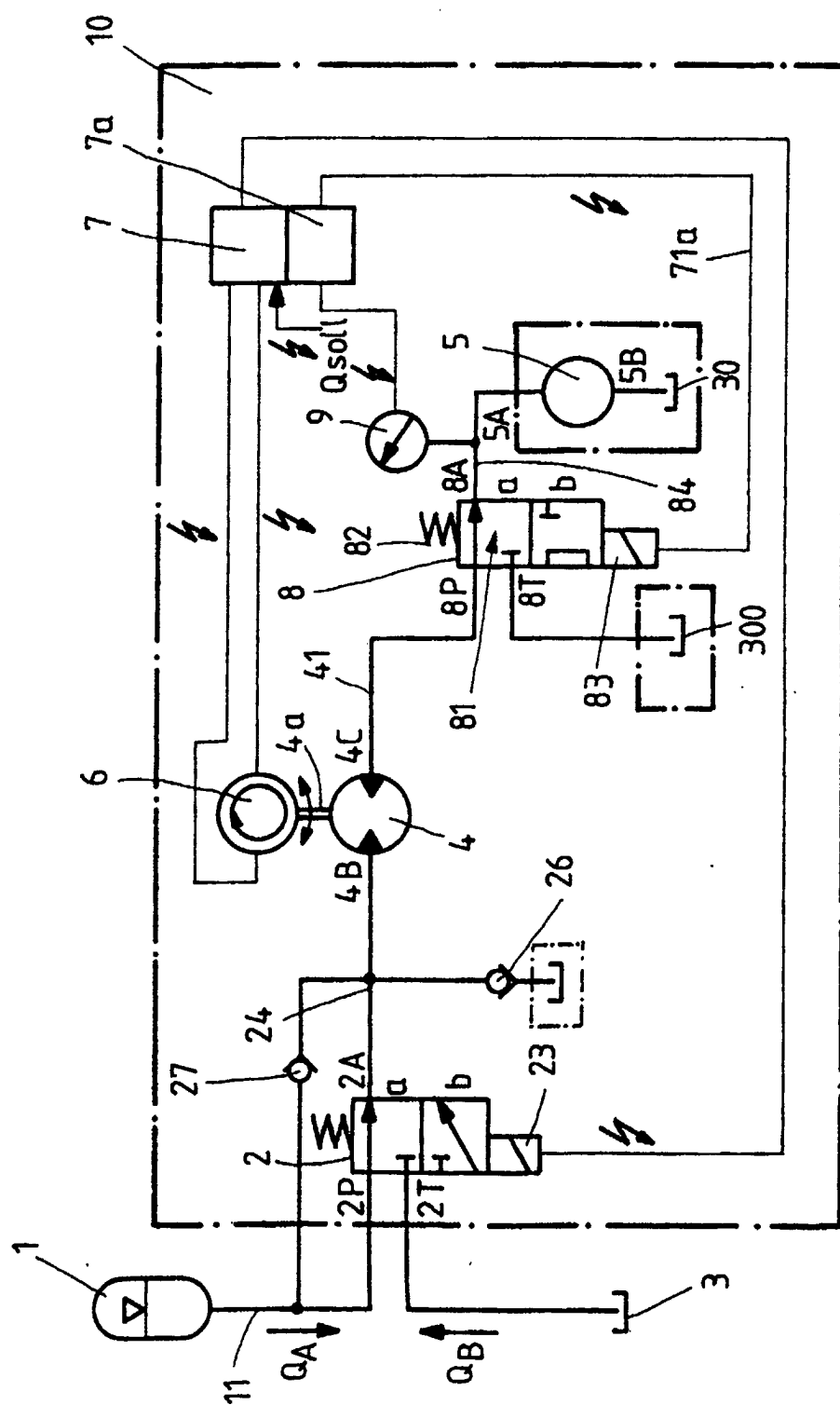


FIG. 4