

(19)



(11)

EP 2 593 679 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(51) Int Cl.:
F04B 49/20^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11730221.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/003295

(22) Anmeldetag: **02.07.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/007114 (19.01.2012 Gazette 2012/03)

(54) **HYDROAGGREGAT**

HYDRAULIC ASSEMBLY

GROUPE HYDRAULIQUE

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

(30) Priorität: **14.07.2010 DE 102010027183**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.05.2013 Patentblatt 2013/21

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **ARNS, Stefan**
97816 Lohr am Main (DE)

(74) Vertreter: **Wiesmann, Stephan**
Bosch Rexroth AG
DC/IPR
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102007 007 005 US-A- 4 823 552
US-A- 5 951 258

EP 2 593 679 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hydroaggregat gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb eines Hydroaggregats.

[0002] Bei derartigen Hydroaggregaten mit einer Hydropumpe, die von einem Elektromotor angetrieben wird, sind Anordnungen mit Konstantpumpen bekannt. Bei einem Betrieb mit vergleichsweise geringem Volumenstrom und vergleichsweise hohem Druck wird trotz geringer Leistung des Hydroaggregats der Elektromotor bei geringen Drehzahlen mit hohem Drehmoment belastet. Dabei ist in derartigen Teillastbetrieben durch die ohmschen Verluste am Elektromotor ein schlechter Wirkungsgrad des Hydroaggregats gegeben. Weiterhin ist nachteilig, dass die Kühlung durch einen an die Drehzahl des Elektromotors gekoppelten Motorlüfter dabei zu gering werden kann.

[0003] Aus der Patentschrift US 5 951 258 ist bereits eine Regelung bekannt, welche in Abhängigkeit von einer Motordrehzahl den Schwenkwinkel einer Pumpe regelt. Aus der Patentschrift US 4 823 552 ist bereits eine Regelung bekannt, welche in Abhängigkeit von einem Schwenkwinkelsensor ein hydraulisches Ventil ansteuert.

[0004] Die Druckschrift DE 10 2007 007 005 A1 zeigt in Figur 3 ein Hydroaggregat zur Versorgung eines Verbrauchers, bei dem eine Pumpe von einem einstellbaren Elektromotor angetrieben wird. Die Pumpe ist eine Verstellpumpe. Dabei sind ein hydromechanischer Regler für einen Schwenkwinkel der Verstellpumpe und ein Regler für die Motordrehzahl vorgesehen.

[0005] In einem Druckhaltebetrieb, bei dem von dem Hydroaggregat bzw. der Verstellpumpe ein gewisser Druck ohne nennenswerte Volumenströme gehalten werden muss, schwenkt die Verstellpumpe zurück. Dabei wird das Drehmoment des Hydroaggregats bzw. des Elektromotors abgesenkt, was zu einer Energieeinsparung führt.

[0006] Nachteilig an derartigen Hydroaggregaten ist, dass der Elektromotor im Teillastbetrieb mit kaum veränderter Drehzahl betrieben wird und dabei noch eine nennenswerte Verlustleistung aufweist.

[0007] Dem entsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Hydroaggregat zu schaffen, dessen Wirkungsgrad bei Teillastbetrieb weiter verbessert ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Hydroaggregat mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren zu dessen Betrieb gemäß Patentanspruch 7.

[0009] Das erfindungsgemäße Hydroaggregat hat einen regelbaren Elektromotor und eine daran koppelbare hydrostatische Verstellpumpe, deren Schwenkwinkel über eine hydromechanische Verstelleinrichtung einstellbar ist. Dabei sind der Schwenkwinkel über einen Schwenkwinkelsensor und ein Arbeitsdruck der Verstellpumpe über einen Drucksensor erfassbar. Eine Drehzahl des Elektromotors ist in Abhängigkeit des Schwenkwinkelsensors und des Drucksensors regelbar. Damit kann im Teillastbetrieb die Verlustleistung des Hydroaggregats minimiert werden. Zudem ist die Lösung für die Nachrüstung bestehender Anlagen vorteilhaft, da Schnittstellen zur Anlagensteuerung, zur Energieversorgung und zur Hydraulik unverändert genutzt werden können.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0011] Es wird besonders bevorzugt, wenn die Drehzahl des Elektromotors über einen Frequenzumrichter regelbar ist. Dadurch kann die Pumpe bei routinemäßigen Unterbrechungen (Reparatur, Werkzeugwechsel, Pause) problemlos abgeschaltet werden, was zu weiterer Energieeinsparung führt.

[0012] Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist eine dem Frequenzumrichter übergeordnete speicherprogrammierbare Steuerung vorgesehen, die mit dem Schwenkwinkelsensor und mit dem Drucksensor verbunden ist. Diese kann den Frequenzumrichter steuern.

[0013] Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist die hydromechanische Verstelleinrichtung ein Druckregler oder ein kombinierter Druck-Förderstromregler.

[0014] Vorzugsweise ist der Elektromotor ein Asynchronmotor, insbesondere ein kostengünstiger Norm-Asynchronmotor.

[0015] Bei bevorzugten Anwendungsfällen ist das erfindungsgemäße Hydroaggregat in einer Werkzeugmaschine - insbesondere in deren Spannvorrichtung - oder in einer Presse oder in einer Kunststoffmaschine - insbesondere Kunststoffspritzgießmaschine - oder in einer Ladevorrichtung für einen Hydrospeicher angeordnet.

Bei diesen Anwendungsfällen ist häufig eine Schleif- fahrt oder sogar ein Stillstand mit gehaltenem Arbeits- druck nötig, so dass die erfindungsgemäßen Energieein- sparungspotenziale entsprechend häufig genutzt wer- den.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steue- rung eines Hydroaggregats gemäß einem der vorherge- henden Ansprüche hat die Schritte:

- Erkennen eines Druckhaltebetriebes; und
- Verringerung der Drehzahl des Elektromotors.

[0017] Damit kann im Druckhaltebetrieb die Verlust- leistung des Hydroaggregats minimiert werden.

[0018] Vorrichtungstechnisch einfach erfolgt das Er- kennen des Druckhaltebetriebes über den Drucksensor und den Schwenkwinkelsensor.

[0019] Es wird bevorzugt, wenn das Erkennen des Druckhaltebetriebes durch Erreichen eines vorbestim- mten Arbeitsdrucks und durch Unterschreiten eines vor- bestimmten Schwenkwinkels erfolgt.

[0020] Im Folgenden werden anhand der Figuren ver- schiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung detailliert beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen hydraulischen Schaltplan eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Hydroaggregats; und

Figur 2 einen hydraulischen Schaltplan eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Hydroaggregats.

[0021] Figur 1 zeigt einen hydraulischen Schaltplan eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Hydroaggregats. Es hat eine Verstellpumpe 1, die über eine Arbeitsleitung 7 einen (nicht gezeigten) Verbraucher versorgt. In der Arbeitsleitung 7 ist eine einstellbare Zumessblende 8 zur Steuerung des Verbrauchers angeordnet. Das erfindungsgemäße Hydroaggregat wird in einem offenen Hydraulikkreislauf betrieben, wobei die Verstellpumpe 1 über eine Tankleitung 22 Druckmittel von einem Tank T ansaugt.

[0022] Ein Schwenkwinkel der Verstellpumpe 1 wird über einen Druckregler 2 eingestellt. Dieser ist über eine Steuerleitung 10 mit der Arbeitsleitung 7 stromauf der Zumessblende 8 verbunden. Ebenfalls stromauf der Zumessblende 8 ist ein Drucksensor 5 angeordnet, der über eine Signalleitung 12 mit einem Frequenzumrichter 6 verbunden ist.

[0023] Der Frequenzumrichter 6 ist über elektrische Leitungen 14 mit einem regelbaren Asynchronmotor 3 verbunden. Der Asynchronmotor 3 ist über eine Welle 16, in der eine Kupplung 18 angeordnet ist, mit der Verstellpumpe 1 verbunden.

[0024] An der Verstellpumpe 1 ist ein Schwenkwinkelsensor 4 angeordnet, dessen Ausgangssignal über eine Signalleitung 20 an den Frequenzumrichter 6 übertragen wird.

[0025] An der Arbeitsleitung 7 zwischen der Verstellpumpe 1 und der Zumessblende 8 ist ein Druckbegrenzungsventil 24 angeordnet, bei dem eine in Schließrichtung wirksame Federkraft einstellbar ist. Das Druckbegrenzungsventil 24 entlastet im Falle eines Ansprechens die Arbeitsleitung 7 zum Tank T.

[0026] Im Folgenden wird die Funktion des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Hydroaggregats gemäß Figur 1 erläutert.

[0027] In Abhängigkeit einer Last des (nicht gezeigten) Verbrauchers und einer Einstellung der Zumessblende 8 stellt sich in der Arbeitsleitung 7 ein Arbeitsdruck ein, der über die Steuerleitung 10 zum Druckregler 2 gemeldet wird. Dieser vergrößert bei abnehmendem Arbeitsdruck den Schwenkwinkel, während er ihn bei zunehmendem Arbeitsdruck verringert. Bei einer Verringerung des Schwenkwinkels wird die Förderleistung der Verstellpumpe 1 verringert. Der Schwenkwinkel wird vom Schwenkwinkelsensor 4 über die Signalleitung 20 zum Frequenzumrichter 6 gemeldet, während der Arbeitsdruck vom Drucksensor 5 über die Signalleitung 12 zum Frequenzumrichter 6 gemeldet wird. Dieser versorgt in Abhängigkeit der beiden Signale den Asynchronmotor 3 mit elektrischer Leistung.

[0028] Figur 2 zeigt einen hydraulischen Schaltplan eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Hydroaggregats. Dabei werden im Folgenden nur die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 erläutert.

[0029] An einem gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel vereinfachten Frequenzumrichter 106 ist über eine Signalleitung 126 eine speicherprogrammierbare Steuerung angeschlossen. Diese Steuerung 128 ist dem Frequenzumrichter 106 übergeordnet und steuert diesen. Dazu sind die mit dem Drucksensor 5 verbundene Signalleitung 12 und die mit dem Schwenkwinkelsensor 4 verbundene Signalleitung 20 an die Steuerung 128 angeschlossen. Ein entsprechendes Steuerungssignal zur Leistungsregelung des Asynchronmotors 3 wird von der Steuerung 128 über die Signalleitung 126 zum Frequenzumrichter 106 übertragen.

[0030] Erfindungsgemäß ist insbesondere folgender Fall von Interesse: Wenn der hydraulische Verbraucher (zum Beispiel in einer Presse) nicht weiter bewegt werden soll bzw. kann und trotzdem der in der Arbeitsleitung 7 erreichte Arbeitsdruck aufrecht erhalten werden soll, wird die Verstellpumpe 1 über den Druckregler 2 zurückgeschwenkt. Wenn dabei der vom Schwenkwinkelsensor 4 ermittelte Schwenkwinkel unter einen Schwellwert absinkt, während gleichzeitig der vom Drucksensor 5 ermittelte Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 7 oberhalb eines vorbestimmten Schwellwertes bleibt, erkennt eine den Frequenzumrichter 6 zugeordnete elektronische Schaltung den Druckhaltebetrieb. Dieser kann in einem theoretischen Grenzfall auch ein Nullhubbetrieb sein, bei dem die Verstellpumpe 1 auf Null zurück geschwenkt ist und kein weiteres Druckmittel in die Arbeitsleitung 7 fördert. Dabei bleibt der zuvor erzeugte Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 7 erhalten und lässt den Verbraucher gegen seine Lastkraft verharren.

[0031] Dieser Druckhalte- bzw. Nullhubbetrieb wird erfindungsgemäß über die Sensoren 4, 5 erkannt, woraufhin neben dem Drehmoment insbesondere auch die Drehzahl des Asynchronmotors 3 reduziert wird.

[0032] Durch diese Leistungsverringerung des Asynchronmotors 3 im Druckhalte- bzw. Nullhubbetrieb spart das erfindungsgemäße Hydroaggregat Energie.

[0033] Bei beiden gezeigten Ausführungsbeispielen kann die Verstellpumpe eine Axialkolbenpumpe oder eine Radialkolbenpumpe sein.

[0034] Bei Strangpressen z.B. gibt es eine Schließfunktion für ein Presswerkzeug, die für den gesamten Pressvorgang aufrecht erhalten werden muss. Dieser dauert ca. 50-80% des gesamten Zyklus und verlangt dabei eine geringe Fördermenge bei gleichzeitig hohem Druck. Dabei kommen gemäß dem Stand der Technik Steuerölsysteme mit Speicherladepumpen und Speichersystemen zu Einsatz. Derartige Speicherladepumpen werden oft für einen maximalen Arbeitszyklus ausgelegt. Somit sind die Speicherladepumpen für langsamere Arbeitszyklen (z. B. bei Produktionswechsel) überdimensioniert. Diese Speicherladepumpen arbeiten

daher relativ häufig und im Druckhalte- bzw. Nullhubbetrieb. Der Einsatz eines erfindungsgemäßen Hydroaggregates rechnet sich bei diesem Anwendungsbeispiel nach 1 bis 2 Jahren.

[0035] Offenbart ist ein Hydroaggregat mit einem regelbaren Elektromotor und mit einer daran koppelbaren hydrostatischen Verstellpumpe, deren Schwenkwinkel über eine hydromechanische Verstelleinrichtung einstellbar ist. Dabei sind der Schwenkwinkel über einen Schwenkwinkelsensor und ein Arbeitsdruck der Verstellpumpe über einen Drucksensor erfassbar. Eine Drehzahl des Elektromotors ist in Abhängigkeit des Schwenkwinkelsensors und des Drucksensors regelbar.

Bezugszeichenliste

[0036]

1	Verstellpumpe
2	Druckregler
3	Asynchronmotor
4	Schwenkwinkelsensor
5	Drucksensor
6; 106	Frequenzumrichter
7	Arbeitsleitung
8	Zumessblende
10	Steuerteitung
12	Signalleitung
14	elektrische Leitungen
16	Welle
18	Kupplung
20	Signalleitung
22	Tankleitung
24	Druckbegrenzungsventil
126	Signalleitung
128	speicherprogrammierbare Steuerung

T Tank

Patentansprüche

1. Hydroaggregat mit einem regelbaren Elektromotor (3) und mit einer daran koppelbaren Verstellpumpe (1), deren Schwenkwinkel über eine hydromechanische Verstelleinrichtung (2) einstellbar ist und deren Arbeitsdruck über einen Drucksensor (5) erfassbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwenkwinkel über einen Schwenkwinkelsensor (4) erfassbar ist, wobei eine Drehzahl des Elektromotors (3) in Abhängigkeit des Schwenkwinkelsensors (4) und des Drucksensors (5) regelbar ist.
2. Hydroaggregat nach Anspruch 1, wobei die Drehzahl des Elektromotors (3) über einen Frequenzumrichter (6; 106) regelbar ist.
3. Hydroaggregat nach Anspruch 2, mit einer dem Fre-

quenzumrichter (106) übergeordneten speicherprogrammierbare Steuerung (128), die mit dem Schwenkwinkelsensor (4) und mit dem Drucksensor (5) verbunden ist.

4. Hydroaggregat nach Anspruch 1, wobei die hydromechanische Verstelleinrichtung ein Druckregler (2) oder ein kombinierter Druck-Förderstromregler ist.
5. Hydroaggregat nach Anspruch 1, wobei der Elektromotor ein Asynchronmotor (3) ist.
6. Hydroaggregat nach Anspruch 1, das in einer Werkzeugmaschine oder in einer Presse oder in einer Kunststoffmaschine oder in einer Ladevorrichtung für einen Hydrospeicher angeordnet ist.
7. Verfahren zur Steuerung eines Hydroaggregats gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Erkennen eines Druckhaltebetriebes; und
 - Verringerung der Drehzahl des Elektromotors (3).
8. Verfahren nach Anspruch 7 wobei der Schritt "Erkennen des Druckhaltebetriebes" über den Drucksensor (5) und den Schwenkwinkelsensor (4) erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Schritt "Erkennen des Druckhaltebetriebes" durch Erreichen eines vorbestimmten Arbeitsdrucks und durch Unterschreiten eines vorbestimmten Schwenkwinkels erfolgt.

Claims

1. Hydraulic assembly with a controllable electric motor (3) and with an adjusting pump (1) which can be coupled to the said electric motor, it being possible for the pivot angle of the said adjusting pump to be set by means of a hydromechanical adjusting device (2) and it being possible for the operating pressure of the said adjusting pump to be detected by means of a pressure sensor (5), **characterized in that** the pivot angle can be detected by means of a pivot angle sensor (4), wherein a rotation speed of the electric motor (3) can be controlled depending on the pivot angle sensor (4) and the pressure sensor (5).
2. Hydraulic assembly according to Claim 1, wherein the rotation speed of the electric motor (3) can be controlled by means of a frequency converter (6; 106).
3. Hydraulic assembly according to Claim 2, having a programmable logic controller (128) which is super-

ordinate to the frequency converter (106) and which is connected to the pivot angle sensor (4) and to the pressure sensor (5).

4. Hydraulic assembly according to Claim 1, wherein the hydromechanical adjusting device is a pressure regulator (2) or a combined pressure/flow regulator.
5. Hydraulic assembly according to Claim 1, wherein the electric motor is an asynchronous motor (3).
6. Hydraulic assembly according to Claim 1, which is arranged in a machine tool or in a press or in a plastics machine or in a charging apparatus for a hydraulic accumulator.
7. Method for controlling a hydraulic assembly according to one of the preceding claims, **characterized by** the steps of:
 - identifying a pressure-holding mode; and
 - reducing the rotation speed of the electric motor (3).
8. Method according to Claim 7, wherein the step of "identifying the pressure-holding mode" is performed by means of the pressure sensor (5) and the pivot angle sensor (4).
9. Method according to Claim 8, wherein the step of "identifying the pressure-holding mode" is performed by a predetermined operating pressure being reached and by a predetermined pivot angle being undershot.

Revendications

1. Groupe hydraulique comportant un moteur électrique pouvant être régulé (3) et une pompe de réglage (1) qui peut lui être reliée, dont l'angle de pivotement peut être réglé par l'intermédiaire d'un dispositif hydromécanique (2) et dont la pression de fonctionnement peut être détectée par l'intermédiaire d'un capteur de pression (5), **caractérisé en ce que** l'angle de pivotement peut être détecté par l'intermédiaire d'un capteur d'angle de pivotement (4), dans lequel une vitesse de rotation du moteur électrique (3) peut être réglée en fonction du capteur d'angle de pivotement (4) et du capteur de pression (5).
2. Groupe hydraulique selon la revendication 1, dans lequel la vitesse de rotation du moteur électrique (3) peut être régulée par l'intermédiaire d'un convertisseur de fréquence (6 ; 106).
3. Groupe hydraulique selon la revendication 2, comportant une unité de commande (128) programma-

ble par mémoire commandant le convertisseur de fréquence (106), laquelle unité de commande est connectée au capteur d'angle de pivotement (4) et au capteur de pression (5).

4. Groupe hydraulique selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de réglage hydromécanique est un régulateur de pression (2) ou un régulateur de pression-débit combiné.
5. Groupe hydraulique selon la revendication 1, dans lequel le moteur électrique est un moteur asynchrone (3).
6. Groupe hydraulique selon la revendication 1, disposé dans une machine-outil ou dans une presse ou dans une machine pour traitement des matières plastiques ou dans un dispositif de chargement destiné à un accumulateur hydraulique.
7. Procédé de commande d'un groupe hydraulique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** les étapes consistant à :
 - identifier un fonctionnement de maintien de la pression ; et
 - réduire la vitesse de rotation du moteur électrique (3).
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'étape consistant à identifier le fonctionnement de maintien de la pression est effectuée par l'intermédiaire du capteur de pression (5) et du capteur d'angle de pivotement (4).
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel l'étape consistant à identifier le fonctionnement de maintien de la pression est effectuée en atteignant une pression de fonctionnement prédéterminée et en réduisant un angle de pivotement prédéterminé.

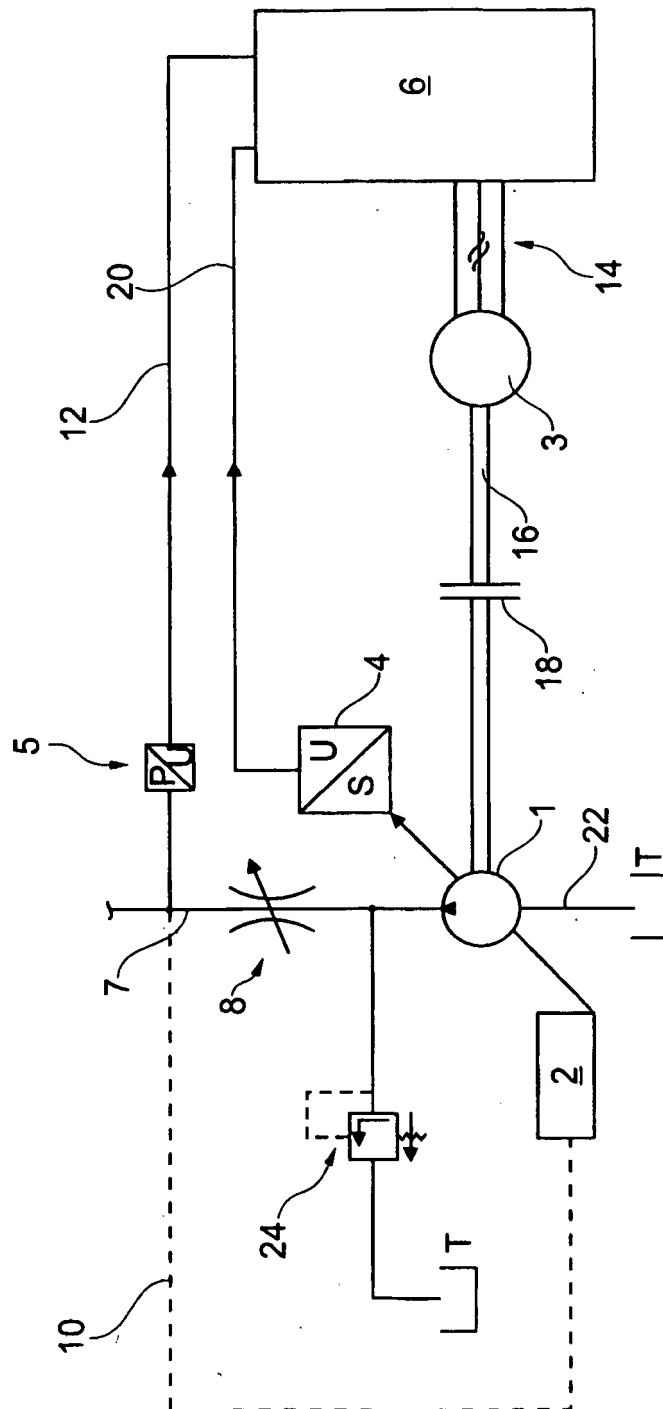


Fig. 1

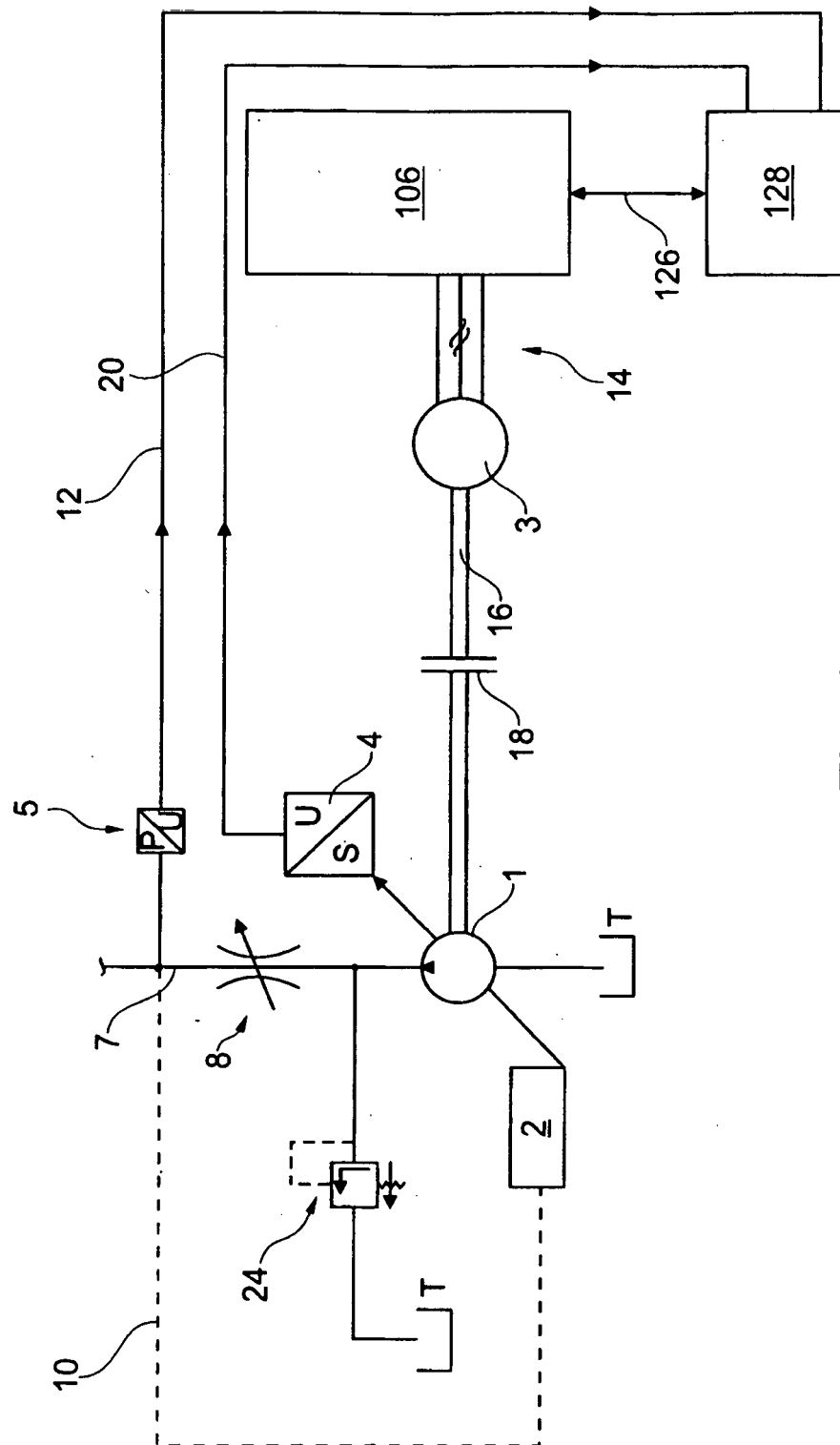


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5951258 A [0003]
- US 4823552 A [0003]
- DE 102007007005 A1 [0004]