



(11)

EP 2 890 904 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.2018 Patentblatt 2018/14

(51) Int Cl.:
F15B 21/14 ^(2006.01) **F15B 1/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13744441.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/002269

(22) Anmeldetag: **31.07.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/032757 (06.03.2014 Gazette 2014/10)

(54) HYDRAULISCHES ENERGIERÜCKGEWINNUNGSSYSTEM

HYDRAULIC ENERGY RECOVERY SYSTEM

SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE 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: **28.08.2012 DE 102012017004**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.2015 Patentblatt 2015/28

(73) Patentinhaber: **Hydac Technology GmbH
66280 Sulzbach/Saar (DE)**

(72) Erfinder: **ERKKILÄ, Mikko
FIN-33700 Tampere (FI)**

(74) Vertreter: **Bartels und Partner, Patentanwälte
Lange Strasse 51
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2011/140972 WO-A2-2012/066268
DE-A1-102005 052 108 DE-A1-102008 015 729
DE-U1-202009 004 071**

EP 2 890 904 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 hydraulisches Energierückgewinnungssystem mit den Merkmalen im Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Im Hinblick auf die Verknappung der Ressourcen und die zunehmende CO₂-Belastung der Umwelt kommen z.B. in der Fahrzeugtechnik zunehmend hybride Antriebssysteme zur Anwendung. Bei derzeitig im Einsatz befindlichen Systemen handelt es sich zumeist um elektromotorische Hybride, bei denen bei Bremsvorgängen gewonnene elektrische Energie gespeichert wird und aus der gespeicherten Energie Antriebsenergie wieder umgewandelt wird, um das Fahrzeug im Fahrbetrieb und insbesondere bei Beschleunigungsvorgängen zu unterstützen. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, für vergleichbare Fahrleistungen die Antriebsleistung des als Primärtrieb dienenden Verbrennungsmotors herabzusetzen. Ein derartiges "down sizing" führt nicht nur zu einer Verbrauchsreduzierung, sondern eröffnet auch die Möglichkeit, betreffende Fahrzeuge einer niedrigeren Leistungsklasse entsprechenden, günstigeren Schadstoffklasse zuzuordnen. Ein großer Nachteil elektromotorischer Hybride ist aber der Energieverlust, der sich durch die Umwandlungsschritte von mechanischer Energie in elektrische Energie und zurück ergibt. Der Energieverlust kann bis zu 66 % betragen.

[0003] Wegen der hohen Energiedichte und des kompakten Aufbaus hydraulischer Systeme lassen sich diese Ziele auch durch ein hydraulisches Hybridsystem erreichen. Um zusätzliches Antriebsdrehmoment auch bei niedrigen Drehzahlen und von der Null-Drehzahl ausgehend für Beschleunigungsvorgänge zur Verfügung zu stellen und um bei Bremsvorgängen die Bremswirkung zu unterstützen, wird hierbei hydraulische Energie in einen Hydrospeicher mittels einer Motor-Pumpen-Einheit gespeichert, um bei Bedarf den Motorbetrieb der Motor-Pumpen-Einheit zur Rückumwandlung zu nutzen. Ein derartiges hydrostatisches Antriebssystem mit Rückgewinnung von Bremsenergie wurde von der Anmelderin bereits in der WO 2011/116914 offenbart.

[0004] Es hat sich aber gezeigt, dass aufgrund der geringeren Verlustleistung im hydraulischen System im Vergleich zu elektromotorischen Hybriden sehr viel überschüssige Energie in den Hydrospeichern gespeichert wird. Es besteht daher die Forderung seitens der Anwender, diese überschüssige Energie auch für andere Zwecke nutzbar zu machen.

[0005] Die DE 20 2009 004 071 U1 beschreibt ein hydraulisches Energierückgewinnungssystem mit einer von einer Antriebseinheit betätigbaren Abtriebseinheit, durch welche eine hydraulische Motor-Pumpen-Einheit antreibbar ist, die in mindestens einer Energieeinspeisestelle eine Energie-Speichereinrichtung und/oder eine Arbeitshydraulik mit Fluid versorgt; und in einer Rekuperationsstellung unter Druck stehendes Fluid aus der Energie-Speichereinrichtung zumindest an die Arbeitshydraulik abgibt und/oder zur Betätigung der Abtriebsein-

heit verwendet, wobei eine hydraulische Versorgungspumpe von der Abtriebseinheit parallel zur Motor-Pumpen-Einheit antreibbar ist, wobei die Versorgungspumpe auf ihrer Ausgangsseite die Arbeitshydraulik versorgt und über diese Ausgangsseite an einen Versorgungsanschluss der Motor-Pumpen-Einheit angeschlossen ist.

[0006] Der Erfindung liegt daher, ausgehend vom aufgezeigten Stand der Technik, die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes hydraulisches Energierückgewinnungssystem aufzuzeigen, bei welchem die gespeicherte Energie auf vielfache Weise verwendbar ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein hydraulisches Energierückgewinnungssystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen des Energierückgewinnungssystems gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0008] Gemäß dem Kennzeichen von Anspruch 1 ist vorgesehen, dass die Versorgungspumpe eine Load-Sensing-Pumpe ist, die von der Arbeitshydraulik ansteuerbar ist. Auf diese Weise wird der erforderliche Steuer- aufwand für die Versorgungspumpe minimiert. Abhängig von der an der Arbeitshydraulik nachgefragten Last wird somit die Versorgungspumpe geregelt, um stets eine ausreichende Versorgung der nachgeschalteten Einheiten mit Energie zu gewährleisten.

[0009] Das erfindungsgemäße hydraulische Energierückgewinnungssystem weist eine von einer Antriebseinheit betätigbare Abtriebseinheit, insbesondere eine Welle, auf, durch welche eine hydraulische Motor-Pumpen-Einheit antreibbar ist. Die Motor-Pumpen-Einheit versorgt in mindestens einer Einspeisestelle eine Energie-Speichereinrichtung und/oder eine Arbeitshydraulik mit Fluid. Darüber hinaus gibt die Motor-Pumpen-Einheit in einer so genannten Rekuperations- oder Energierückgewinnungsstellung unter Druck stehendes Fluid aus der Energie-Speichereinrichtung zumindest an eine Arbeitshydraulik ab und/oder verwendet es zur Betätigung der Abtriebseinheit.

[0010] Auf diese Weise kann beispielsweise Bremsenergie der Abtriebseinheit, beispielsweise von der Antriebseinheit in Form eines Motors kommend, in der Energie-Speichereinrichtung gespeichert werden. Dabei kann bereits die Abtriebseinheit durch das hydraulische Energierückgewinnungssystem vorteilhaft abgebremst oder verzögert werden. Die in der Energie-Speichereinrichtung gespeicherte Energie kann dann in an sich bekannter Weise verwendet werden, um sie wieder an die Abtriebseinheit zurück zu geben. Erfindungsgemäß kann die in der Energie-Speichereinrichtung gespeicherte Energie in Form eines unter Druck stehenden Fluids aber auch dazu benutzt werden, um beispielsweise eine Arbeitshydraulik zu versorgen.

[0011] Während der Betriebsdauer von Motoren ergeben sich oftmals auch Perioden, in denen die verfügbare Leistung des Motors nicht vollständig benötigt wird. In diesen Situationen ist es wünschenswert, die Energie in einem Speicher zwischenspeichern. Auf diese Weise kann ein Motor vorteilhaft auf einem annähernd gleich-

bleibenden Drehzahl- und/oder Belastungsniveau betrieben werden. Die zwischengespeicherte Energie kann dazu zu Zeiten von Lastspitzen wieder aus der Energie-Speichereinrichtung abgerufen werden. Dies ist auch hinsichtlich der Auslegung des Motors relevant, weil dieser lediglich zur Erbringung einer Durchschnittsleistung und nicht auf einen Spitzenleistungsbedarf hin ausgelegt werden muss.

[0012] Die besonderen Vorteile des Systems liegen in der Einfachheit der Konstruktion und in der Universalität der Verwendbarkeit der gespeicherten Energie. Es gibt nur geringe Druckverluste im hydraulischen System, da die Anzahl der Ventile gegenüber vergleichbaren, im Stand der Technik bekannten Systemen minimiert ist. Damit ist der Wirkungsgrad des Systems sehr hoch.

[0013] Die in der Energie-Speichereinrichtung zwischengespeicherte Energie kann, wie bereits dargelegt, zur Versorgung der Arbeitshydraulik verwendet werden. Dadurch kann die Pumpe für die Arbeitshydraulik kleiner dimensioniert werden und es ergibt sich ein geringerer Fluidfluss über den Tank, so dass dieser auch kleiner ausfallen kann.

[0014] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Energierückgewinnungssystems ist, dass es selbst größten Druckunterschieden standhält und diese in der Energie-Speichereinrichtung zwischen zu speichern vermag.

[0015] Darüber hinaus kann in der Energie-Speichereinrichtung Energie aus der Arbeitshydraulik oder direkt von einer Versorgungspumpe kommend gespeichert werden.

[0016] Weiterhin arbeitet das System als Hydrotransformator, durch welchen die unterschiedlichen Drücke in der Energie-Speichereinrichtung und in der Arbeitshydraulik in entsprechende Volumenströme eines Fluids transformiert werden.

[0017] Von der Abtriebseinheit ist eine hydraulische Versorgungspumpe parallel zur Motor-Pumpen-Einheit antreibbar, wobei die Versorgungspumpe auf ihrer Ausgangsseite die Arbeitshydraulik versorgt und über diese Ausgangsseite an einen Versorgungsanschluss der Motor-Pumpen-Einheit angeschlossen ist. Durch die hydraulische Versorgungspumpe kann vorteilhaft die Grundversorgung der Arbeitshydraulik mit Hydraulikfluid sichergestellt werden. Darüber hinaus kann durch die Versorgungspumpe der Motor-Pumpen-Einheit zusätzliches Fluid zugeführt werden, so dass etwaige Abgangs- oder Leckageverluste wieder ausgeglichen werden können.

[0018] Das Energierückgewinnungssystem ist vorteilhaft dahingehend optimiert, dass bei einem größeren Fördervolumen der Versorgungspumpe gegenüber einem Schluckvolumen der Motor-Pumpen-Einheit der höhere Ausgangsdruck von Versorgungspumpe oder Motor-Pumpen-Einheit an der Arbeitshydraulik ansteht. Auch diese Maßnahme dient dazu, immer eine ausreichende Versorgung mit Fluid bei einem hohen Druck sicherzustellen.

[0019] Auf besonders zweckmäßige Weise wird ein Hydrotransformator durch die Motor-Pumpen-Einheit und die Versorgungspumpe gebildet, so dass mehr Energie in die Energie-Speichereinrichtung im Vergleich zur Einspeisung allein durch die Motor-Pumpen-Einheit einspeicherbar ist. Hierbei steigert oder "boostet" die Versorgungspumpe die Leistung der Motor-Pumpen-Einheit. Mit anderen Worten stellt sie Fluid bei einem höheren Druck als dem atmosphärischen Tankdruck zur Verfügung, so dass die Motor-Pumpen-Einheit mehr Fluid bei einem höheren Druck in die Energie-Speichereinrichtung pumpen kann.

[0020] Eine Versorgungsleitung von der Motor-Pumpen-Einheit kann in eine Druckleitung von der Versorgungspumpe zur Arbeitshydraulik münden, wobei in diese Versorgungsleitung ein Prioritätsventil geschaltet ist, welches vorzugsweise als 2/2-Wege-Schaltventil ausgebildet ist. Das Prioritätsventil kann auch in Form eines hydraulischen Stromteilers in der Druckleitung ausgebildet sein. Ein solcher hydraulischer Stromteiler kann vorteilhaft unabhängig von den an ihm jeweils anstehenden Differenzdrücken einen zugeführten Fluidvolumenstrom in konstante, gleiche Teilmengen aufteilen und den nachgeschalteten Verbrauchern zuleiten. Abhängig von der Schaltung des Prioritätsventils kann deshalb die Energie von der Versorgungspumpe auch vollständig in die Arbeitshydraulik eingespeist werden. Ein in einer Sperrstellung wirkendes Rückschlagventil im Prioritätsventil sorgt dafür, dass lediglich Energie aus der Energie-Speichereinrichtung bzw. von der Motor-Pumpen-Einheit kommend in die Arbeitshydraulik eingespeist wird, nicht aber Fluid von der Versorgungspumpe in Richtung Motor-Pumpen-Einheit gefördert werden kann. Auf diese Weise unterstützt die Motor-Pumpeneinheit gegebenenfalls die Förderleistung der Versorgungspumpe.

[0021] Ein Drucksensor kann an die Druckleitung zwecks Druckwerterfassung für eine zentrale Steuereinheit (Central Processing Unit, CPU) angeschlossen sein. Auf diese Weise kann das System optimal gesteuert werden und insbesondere können schädliche Überdrücke im System durch entsprechende Nachregelung der übrigen Komponenten vermieden werden.

[0022] Zweckmäßigerweise bilden die Motor-Pumpen-Einheit, die Energie-Speichereinrichtung und die Versorgungsleitungen einen hydraulischen Nebenzweig. Ein solcher hydraulischer Nebenzweig wird in Fachkreisen auch als "Closed Loop System" bezeichnet. Dieser Nebenzweig kann beispielsweise als Pumpe zur Versorgung der Arbeitshydraulik und etwaiger weiterer angeschlossener hydraulischer Verbraucher dienen und die Energie hierfür von der Abtriebseinheit und/oder aus der Energie-Speichereinrichtung entnehmen. Alternativ oder zusätzlich kann der Nebenzweig als Motor, z.B. zur Betätigung der Antriebseinrichtung, der Versorgungspumpe und/oder weiterer angeschlossener Aggregate herangezogen werden.

[0023] Hierzu ist es vorteilhaft, wenn die Motor-Pumpen-Einheit einen 4-Quadranten-Betrieb ermöglicht und

vorzugsweise elektrisch von der zentralen Steuereinheit (CPU) ansteuerbar ist. Durch den 4-Quadranten-Betrieb kann individuell und richtungsunabhängig Energie umgewandelt werden. Beispielsweise wird kinetische Energie von der Abtriebseinheit kommend in hydraulische Energie umgesetzt oder hydraulische Energie in kinetische Energie umgewandelt. Damit leistet der 4-Quadranten-Betrieb einen wesentlichen Beitrag zur universellen Einsetzbarkeit des Energierückgewinnungssystems.

[0024] Zweckmäßigerweise ist ein Druckhalteventil in die Versorgungsleitung von der Motor-Pumpen-Einheit zur Energie-Speichereinrichtung geschaltet, welches vorzugsweise als 2/2-Wege-Schaltventil ausgebildet ist. Durch das Druckhalteventil kann ein in der Energie-Speichereinrichtung aufgebautes Druckniveau solange gehalten werden, bis es wieder benötigt wird.

[0025] Weiterhin kann ein Drucksensor an die Versorgungsleitung zwischen dem Druckhalteventil und der Energie-Speichereinrichtung zwecks Druckwerterfassung für die zentrale Steuereinheit (CPU) angeschlossen sein.

[0026] Die Energie-Speichereinrichtung ist zumindest durch einen Hydrospeicher, vorzugsweise in Form eines Blasen- oder Kolbenspeichers, gebildet.

[0027] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von zwei in Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein stark schematisch vereinfachtes Schaltbild eines hydraulischen Energierückgewinnungssystems; und

Fig. 2 ein Schaltbild eines mit weiteren Komponenten ausgestatteten, erfindungsgemäßen Energierückgewinnungssystems.

[0028] Die in der Fig. 1 gezeigte Ausführungsform dient hierbei nur der Erläuterung des Hintergrundes der Erfindung und ist nicht Gegenstand eines Anspruchs.

[0029] In Fig. 1 ist ein herkömmliches Energierückgewinnungssystem 101 und in Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Energierückgewinnungssystem 201 gezeigt. Von einer Antriebseinheit 102, 202 ist eine Abtriebseinheit 103, 203, insbesondere in Form einer Welle, betätigbar. Der Antrieb der Abtriebseinheit 103, 203 kann hierbei wie gezeigt direkt oder indirekt, beispielsweise über ein nicht dargestelltes Getriebe oder Antriebsräder, erfolgen. An die Abtriebseinheit 103, 203 ist eine hydraulische Motor-Pumpen-Einheit 104, 204 angeschlossen. Durch die Motor-Pumpen-Einheit 104, 204 wird die Rotationsenergie der Welle 103, 203 in hydraulische Energie umgewandelt.

[0030] Die Motor-Pumpen-Einheit 104, 204 ist in einem 4-Quadranten-Betrieb in mehreren Stellungen abhängig vom Schwenkwinkel betreibbar. Der Schwenkwinkel wird dabei von einer zentralen Steuereinheit (CPU) 205 elektrisch eingestellt, vgl. Fig. 2. Auf diese Weise versorgt die Motor-Pumpen-Einheit 104, 204 in mindestens einer Energieeinspeisestellung eine Energie-Speichereinrichtung 106, 206 und/oder eine Arbeits-

hydraulik 107, 207 mit Fluid. In einer Rekuperationsstellung wird unter Druck stehendes Fluid aus der Energie-Speichereinrichtung 106, 206 abgerufen und zur Arbeitshydraulik 107, 207 geleitet oder in mechanische Energie der Abtriebseinheit 103, 203 umgewandelt.

[0031] Die Energie-Speichereinrichtung 106, 206 ist hierbei durch einen Hydrospeicher in Form eines Blasenspeichers gebildet. Der Hydrospeicher 106, 206 ist über eine Versorgungsleitung 108, 208 an die Motor-Pumpen-Einheit 104, 204 angeschlossen. Die Arbeitshydraulik 107, 207 ist wiederum über eine gegenüberliegende Versorgungsleitung 109, 209 an die Motor-Pumpen-Einheit 104, 204 angeschlossen. Die Arbeitshydraulik 107, 207 kann ein beliebiger hydraulischer Verbraucher sein.

[0032] In der erweiterten Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist auf der Abtriebseinheit 203 eine Versorgungspumpe 210 angeordnet, die zur Motor-Pumpen-Einheit 204 parallel betreibbar ist. Die Versorgungspumpe 210 versorgt auf ihrer Ausgangsseite 211 über eine Druckleitung 212 die Arbeitshydraulik 207 und ist ebenfalls über diese Ausgangsseite 211 fluidleitend an einen Versorgungsanschluss 213 der Motor-Pumpen-Einheit 204 angeschlossen. Die hydraulische Versorgungspumpe 211 fördert Fluid aus einem Tank 214. Die Versorgungspumpe 210 ist dabei als Load-Sensing-Pumpe ausgeführt, die durch ein Lastsignal 215 von der Arbeitshydraulik 207 kommand gesteuert wird. Der Zweig 216, der den Tank 214 über die Versorgungspumpe 210 mit der Arbeitshydraulik 207 verbindet, wird auch als "Open Loop System" bezeichnet.

[0033] Die von der Motor-Pumpen-Einheit 204 kommende Versorgungsleitung 209 mündet in die Druckleitung 212 zwischen der Versorgungspumpe 210 und der Arbeitshydraulik 207. Auf diese Weise kann die Arbeitshydraulik 207 von der Versorgungspumpe 210 und der Motor-Pumpen-Einheit 204 mit Fluid versorgt werden. Die beiden Einheiten 204, 210 sind so geschaltet, dass bei einem größeren Schwenkwinkel der Versorgungspumpe 210 gegenüber einem Schwenkwinkel der Motor-Pumpen-Einheit 204 der höhere Ausgangsdruck von Versorgungspumpe 210 oder Motor-Pumpen-Einheit 204 an der Arbeitshydraulik 207 ansteht. Dies gewährleistet ein stets hohes Niveau des zur Verfügung stehenden Fluids an der Arbeitshydraulik 207.

[0034] Die Versorgungspumpe 210 und die Motor-Pumpen-Einheit 204 sind zu einem Hydrotransformator 217 zusammengeschaltet. Das aus dem Tank 214 geförderte Fluid wird von der Versorgungspumpe 210 mit einem hohen Druck zur Motor-Pumpen-Einheit 204 gefördert, die den Fluidruck nochmals erhöht. Das Fluid wird dann über die Versorgungsleitung 208 in die Energie-Speichereinrichtung 206 eingespeist. Auf diese Weise kann in der Energie-Speichereinrichtung 206 ein höheres Druckniveau erzeugt werden. Diesen Vorgang nennt man auch "Boosten" des Fluids.

[0035] Um einen Druckabfall an der Arbeitshydraulik 207 aufgrund eines Abflusses in Richtung zur Motor-Pumpen-Einheit 204 zu vermeiden, ist ein Prioritätsventil

218 in der Versorgungsleitung 209 zwischen Motor-Pumpen-Einheit 204 und Druckleitung 212 vorgesehen. Dieses Ventil 218 hat zwei Schaltstellungen und ist dementsprechend als 2/2-Wege-Schaltventil ausgebildet. In einer Schaltstellung weist das Prioritätsventil 218 ein Rückschlagventil 219 auf, welches in Richtung auf die Motor-Pumpen-Einheit 204 sperrt. Auf diese Weise kann vorgegeben werden, dass das Fluid der Versorgungspumpe 210 vollständig zur Arbeitshydraulik 207 weitergeleitet wird.

[0036] Um das Druckniveau in der Druckleitung 212 zu überwachen, kann weiterhin ein Drucksensor 220 in der Druckleitung 212 vorgesehen sein. Der Drucksensor 220 ist mit der zentralen Steuereinheit 205 gekoppelt.

[0037] Die Motor-Pumpen-Einheit 204, die Energie-Speichereinrichtung 206 und die Versorgungsleitungen 208, 209 bilden einen hydraulischen Nebenzweig 221, der auch als "Closed Loop System" bezeichnet wird. Der Nebenzweig 221 fungiert abhängig vom relativen Druck in der Arbeitshydraulik 207 zu der Energie-Speichereinrichtung 206 als Pumpe für die Versorgung der Arbeitshydraulik 207 und etwaiger zusätzlicher angeschlossener hydraulischer Verbraucher. Dazu verwendet er Energie, die von der Abtriebseinheit 203 oder der Energie-Speichereinrichtung 206 stammt. Abhängig vom relativen Druck zwischen der Arbeitshydraulik 207 und der Energie-Speichereinrichtung 206 agiert der Nebenzweig 221 als Motor zur Unterstützung der Antriebseinrichtung 202, der Versorgungspumpe 210 und gegebenenfalls weiterer angeschlossener Aggregate.

[0038] Ein Druckhalteventil 222 in der Versorgungsleitung 208 zwischen der Motor-Pumpen-Einheit 204 und der Energie-Speichereinrichtung 206 ist vom Aufbau gleich dem Prioritätsventil 218. In einer Schaltstellung weist das Druckhalteventil 222 ein Rückschlagventil 223 auf, welches in Richtung der Energie-Speichereinrichtung 206 öffnet. Das Druckhalteventil 222 ist als 2/2-Wege-Schaltventil ausgebildet. Zur Überwachung des Drucks in der Energie-Speichereinrichtung 206 ist ein Drucksensor 224 an die Versorgungsleitung 208 zwischen dem Druckhalteventil 222 und der Energie-Speichereinrichtung 206 zwecks Druckwerterfassung für die zentrale Steuereinheit (CPU) 205 angeschlossen.

[0039] Mithin sind die Motor-Pumpen-Einheit 204, das Prioritätsventil 218, das Druckhalteventil 222 und die Drucksensoren 220, 224 in der Druckleitung 212 und in der Versorgungsleitung 208 an die zentrale Steuereinheit (CPU) 205 angeschlossen.

Patentansprüche

1. Hydraulisches Energierückgewinnungssystem mit einer von einer Antriebseinheit (202) betätigbaren Abtriebseinheit (203), durch welche eine hydraulische Motor-Pumpen-Einheit (204) antreibbar ist, die
 - in mindestens einer Energieeinspeisestellung

eine Energie-Speichereinrichtung (206) und/oder eine Arbeitshydraulik (207) mit Fluid versorgt; und

- in einer Rekuperationsstellung unter Druck stehendes Fluid aus der Energie-Speichereinrichtung (206) zumindest an die Arbeitshydraulik (207) abgibt und/oder zur Betätigung der Abtriebseinheit (203) verwendet,

wobei eine hydraulische Versorgungspumpe (210) von der Abtriebseinheit (203) parallel zur Motor-Pumpen-Einheit (204) antreibbar ist, wobei die Versorgungspumpe (210) auf ihrer Ausgangsseite (211) die Arbeitshydraulik (207) versorgt und über diese Ausgangsseite (211) an einen Versorgungsanschluss (213) der Motor-Pumpen-Einheit (204) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Versorgungspumpe (210) eine Load-Sensing-Pumpe ist, die von der Arbeitshydraulik (207) ansteuerbar ist.

2. Energierückgewinnungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem größeren Fördervolumen der Versorgungspumpe (210) gegenüber einem Schluckvolumen der Motor-Pumpen-Einheit (204) der höhere Ausgangsdruck von Versorgungspumpe (210) oder Motor-Pumpen-Einheit (204) an der Arbeitshydraulik (207) ansteht.

3. Energierückgewinnungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hydrotransformator (217) durch die Motor-Pumpen-Einheit (204) und die Versorgungspumpe (210) gebildet ist, so dass mehr Energie in die Energie-Speichereinrichtung (206) im Vergleich zur Einspeisung allein durch die Motor-Pumpen-Einheit (204) einspeicherbar ist.

4. Energierückgewinnungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Versorgungsleitung (209) von der Motor-Pumpen-Einheit (204) in eine Druckleitung (212) von der Versorgungspumpe (210) zur Arbeitshydraulik (207) mündet, wobei in diese Versorgungsleitung (209) ein Prioritätsventil (218) geschaltet ist, welches vorzugsweise als 2/2-Wege-Schaltventil ausgebildet ist.

5. Energierückgewinnungssystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Drucksensor (220) an die Druckleitung (212) zwecks Druckwerterfassung für eine zentrale Steuereinheit (205) angeschlossen ist.

6. Energierückgewinnungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motor-Pumpen-Einheit (204), die Energie-Speichereinrichtung (206) und die Versorgungslei-

tungen (208, 209) einen hydraulischen Nebenzweig (221) bilden.

7. Energierückgewinnungssystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nebenzweig (221)
 - als Pumpe für die Versorgung der Arbeitshydraulik (207) und etwaiger zusätzlicher angeschlossener hydraulischer Verbraucher dient und die Energie hierfür von der Abtriebseinheit (203) und/ oder aus der Energie-Speichereinrichtung (206) stammt; und/oder
 - als Motor zur Unterstützung der Antriebseinrichtung (202), der Versorgungspumpe (210) und/oder weiterer angeschlossener Aggregate arbeitet.
8. Energierückgewinnungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motor-Pumpen-Einheit (204) einen 4-Quadranten-Betrieb ermöglicht und vorzugsweise elektrisch von der zentralen Steuereinheit (205) ansteuerbar ist.
9. Energierückgewinnungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Druckhalteventil (222) in die Versorgungsleitung (208) von der Motor-Pumpen-Einheit (204) zur Energie-Speichereinrichtung (206) geschaltet ist, welches vorzugsweise als 2/2-Wege-Schaltventil ausgebildet ist.
10. Energierückgewinnungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Drucksensor (224) an die Versorgungsleitung (208) zwischen dem Druckhalteventil (222) und der Energie-Speichereinrichtung (206) zwecks Druckwerterfassung für die zentrale Steuereinheit (205) angeschlossen ist.
11. Energierückgewinnungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energie-Speichereinrichtung (206) durch zumindest einen Hydrospeicher, vorzugsweise in Form eines Blasen- oder Membranspeichers, gebildet ist.
12. Energierückgewinnungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motor-Pumpeneinheit (204) als Hydrotransformator zwischen Arbeitshydraulik (207) und Energiespeicher-Einrichtung (206) funktioniert.

Claims

1. A hydraulic energy recovery system comprising an

output drive unit (203) that can be actuated by a drive unit (202) and by means of which a hydraulic motor-pump unit (204) can be driven which,

- in at least one energy feed position supplies an energy storage device (206) and/or working hydraulics (207) with fluid; and
- in a recuperation position delivers pressurised fluid from the energy storage device (206) at least to the working hydraulics (207) and/or is used for the actuation of the output drive unit (203),

a hydraulic supply pump (210) being able to be driven by the output drive unit (203) in parallel to the motor-pump unit (204), the supply pump (210) supplying the working hydraulics (207) on its output side (211), and being connected via this output side (211) to a supply connection (213) of the motor-pump unit (204), **characterised in that** the supply pump (210) is a load sensing pump which may be controlled by the working hydraulics (207).

2. The energy recovery system according to Claim 1, **characterised in that** in the case of a larger delivery volume of the supply pump (210) as compared to a displacement of the motor-pump unit (204), the higher output pressure of the supply pump (210) or motor-pump unit (204) is present at the working hydraulics (207).
3. The energy recovery system according to Claim 1 or 2, **characterised in that** a hydraulic transformer (217) is formed by the motor-pump unit (204) and the supply pump (210), and so more energy may be fed into the energy storage device (206) in comparison to feeding by the motor-pump unit (204) alone.
4. The energy recovery system according to any of Claims 1 to 3, **characterised in that** a supply line (209) of the motor-pump unit (204) leads into a pressure line (212) of the supply pump (210) for the working hydraulics (207), a priority valve (218) being connected in this supply line (209), which priority valve is preferably designed as a 2/2-way switching valve.
5. The energy recovery system according to Claim 4, **characterised in that** a pressure sensor (220) is connected to the pressure line (212) for the purpose of recording pressure values for a central control unit (205).
6. The energy recovery system according to any of the preceding claims, **characterised in that** the motor-pump unit (204), the energy storage device (206) and the supply lines (208, 209) form a secondary hydraulic branch (221).

7. The energy recovery system according to Claim 6, **characterised in that** the secondary branch (221) is used

- as a pump for supplying the working hydraulics (207) and any additional connected hydraulic consumers, and withdraws the energy for this purpose from the output drive unit (203) and/or from the energy storage device (206); and/or
- as a motor for boosting the drive device (202), the supply pump (210) and/or other connected units.

8. The energy recovery system according to any of the preceding claims, **characterised in that** the motor-pump unit (204) enables a 4-quadrant operating mode and may preferably be electrically controlled by the central control unit (205).

9. The energy recovery system according to any of the preceding claims, **characterised in that** a constant pressure valve (222), which is preferably designed as a 2/2-way switching valve, is connected in the supply line (208) from the motor-pump unit (204) to the energy storage device (206).

10. The energy recovery system according to Claim 9, **characterised in that** a pressure sensor (224) is connected to the supply line (208) between the constant pressure valve (222) and the energy storage device (206) for the purpose of recording pressure values for the central control unit (205).

11. The energy recovery system according to any of the preceding claims, **characterised in that** the energy storage device (206) is formed at least by a hydraulic storage device, preferably in the form of a bladder accumulator or a diaphragm accumulator.

12. The energy recovery system according to any of the preceding claims, **characterised in that** the motor-pump unit (204) operates as a hydraulic transformer between the working hydraulics (207) and the energy storage device (206).

Revendications

1. Système de récupération d'énergie hydraulique, comprenant une unité (3) menée, qui peut être actionnée par une unité (202) menante et par laquelle peut être entraînée une unité (204) moteur hydraulique-pompe, qui

- alimente en fluide, dans au moins une position d'alimentation en énergie, un dispositif (206) d'accumulation d'énergie et/ou une hydraulique (207) de travail; et

- dans une position de récupération cède du fluide sous pression du dispositif (206) d'accumulation d'énergie à au moins l'hydraulique (207) de travail et/ou l'utilise pour actionner l'unité (203) menée,

dans lequel une pompe (210) hydraulique d'alimentation peut être entraînée par l'unité (203) menée, en parallèle à l'unité (204) moteur-pompe, la pompe (210) d'alimentation alimentant, sur son côté (211) de sortie, l'hydraulique (207) de travail et étant raccordée par ce côté (211) de sortie, à un raccord (213) d'alimentation de l'unité (204) moteur-pompe, **caractérisé en ce que** la pompe (210) d'alimentation est une pompe load sensing, qui peut être commandée par l'hydraulique (207) de travail.

2. Système de récupération d'énergie suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour un volume véhiculé assez grand de la pompe (210) d'alimentation par rapport à un volume absorbé de l'unité (204) moteur-pompe, la pression de sortie plus haute de la pompe (210) d'alimentation ou de l'unité (204) moteur-pompe s'applique à l'hydraulique (207) de travail.

3. Système de récupération d'énergie suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'un** transformateur (217) hydraulique est formé par l'unité (204) moteur-pompe et par la pompe (210) d'alimentation, de sorte que plus d'énergie peut être accumulée dans le dispositif (206) d'accumulation d'énergie, que par l'alimentation seulement par l'unité (204) moteur-pompe.

4. Système de récupération d'énergie suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'un** conduit (209) d'alimentation de l'unité (204) moteur-pompe débouche dans un conduit (212) de refoulement allant de la pompe (210) d'alimentation à l'hydraulique (207) de travail, une soupape (218) de priorité, qui est constituée de préférence sous la forme d'une soupape pilote à 2/2 voies, étant montée dans ce conduit (209) d'alimentation.

5. Système de récupération d'énergie suivant la revendication 4, **caractérisé en ce qu'une** sonde (220) de pression est raccordée au conduit (212) de refoulement en vue de la détection d'une valeur de pression pour une unité (205) centrale de commande.

6. Système de récupération d'énergie suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité (204) moteur-pompe, le dispositif (206) d'accumulation d'énergie et les conduits (208, 209) d'alimentation forment une branche (221) hydraulique secondaire.

7. Système de récupération d'énergie suivant la revendication 6, **caractérisé en ce que** la branche (221) secondaire sert de pompe pour l'alimentation de l'hydraulique (207) de travail et d'un consommateur hydraulique raccordé éventuel supplémentaire et l'énergie pour cela provient de l'unité (203) menée et/ou du dispositif (206) d'accumulation d'énergie; et/ou travaille en moteur, pour venir à l'appui du dispositif (202) d'entraînement de la pompe (210) d'alimentation et/ou d'autres groupes raccordés. 5 10
8. Système de récupération d'énergie suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité (204) moteur-pompe rend possible un fonctionnement, suivant 4 cadrans et peut être commandée, de préférence électriquement, par l'unité (205) centrale de commande. 15
9. Système de récupération d'énergie suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** soupape (222) de maintien de la pression est montée dans le conduit (208) d'alimentation, allant de l'unité (204) moteur-pompe au dispositif (206) d'accumulation d'énergie, laquelle soupape est constituée de préférence sous la forme d'une soupape pilote à 2/2 voies. 20 25
10. Système de récupération d'énergie suivant la revendication 9, **caractérisé en ce qu'une** sonde (224) de pression est raccordée au conduit (208) d'alimentation entre la soupape (222) de maintien de la pression et le dispositif (206) d'accumulation d'énergie, en vue de détecter une valeur de pression pour l'unité (205) centrale de commande. 30 35
11. Système de récupération d'énergie suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif (206) d'accumulation d'énergie est formé par au moins un hydroaccumulateur, de préférence sous la forme d'un accumulateur à vessie ou à membrane. 40
12. Système de récupération d'énergie suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité (204) moteur-pompe fonctionne en transformateur hydraulique entre l'hydraulique (207) de travail et le dispositif (206) d'accumulation d'énergie. 45

50

55

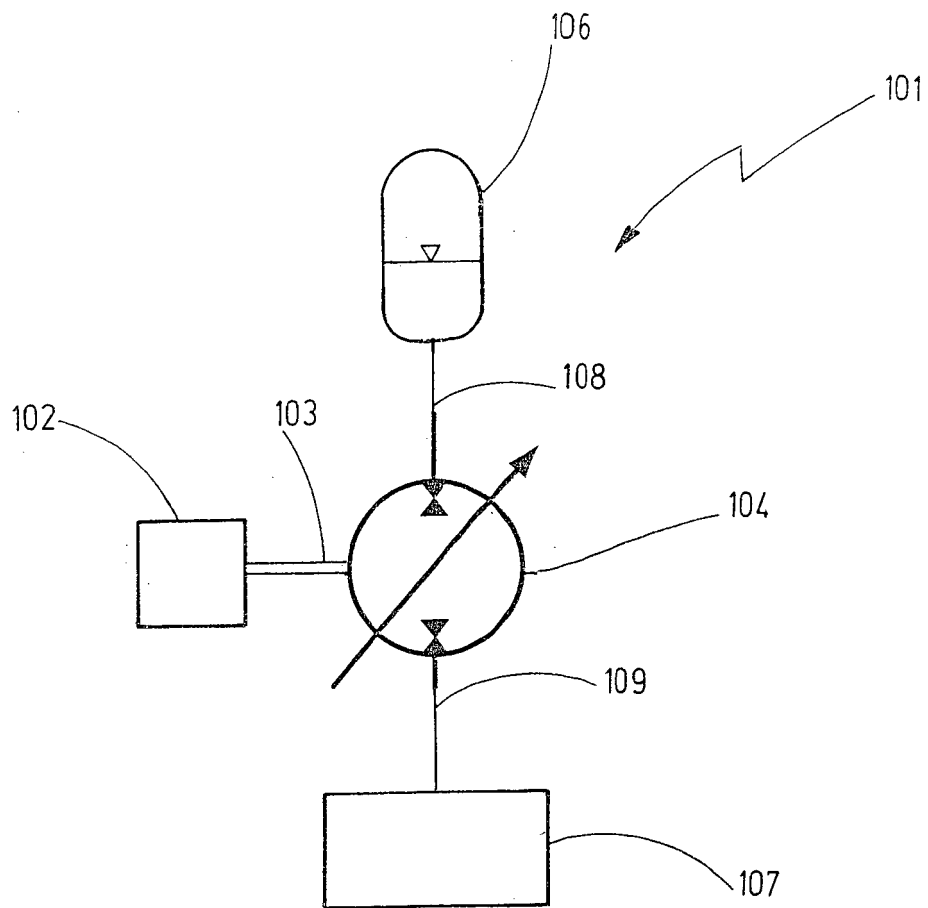


Fig.1

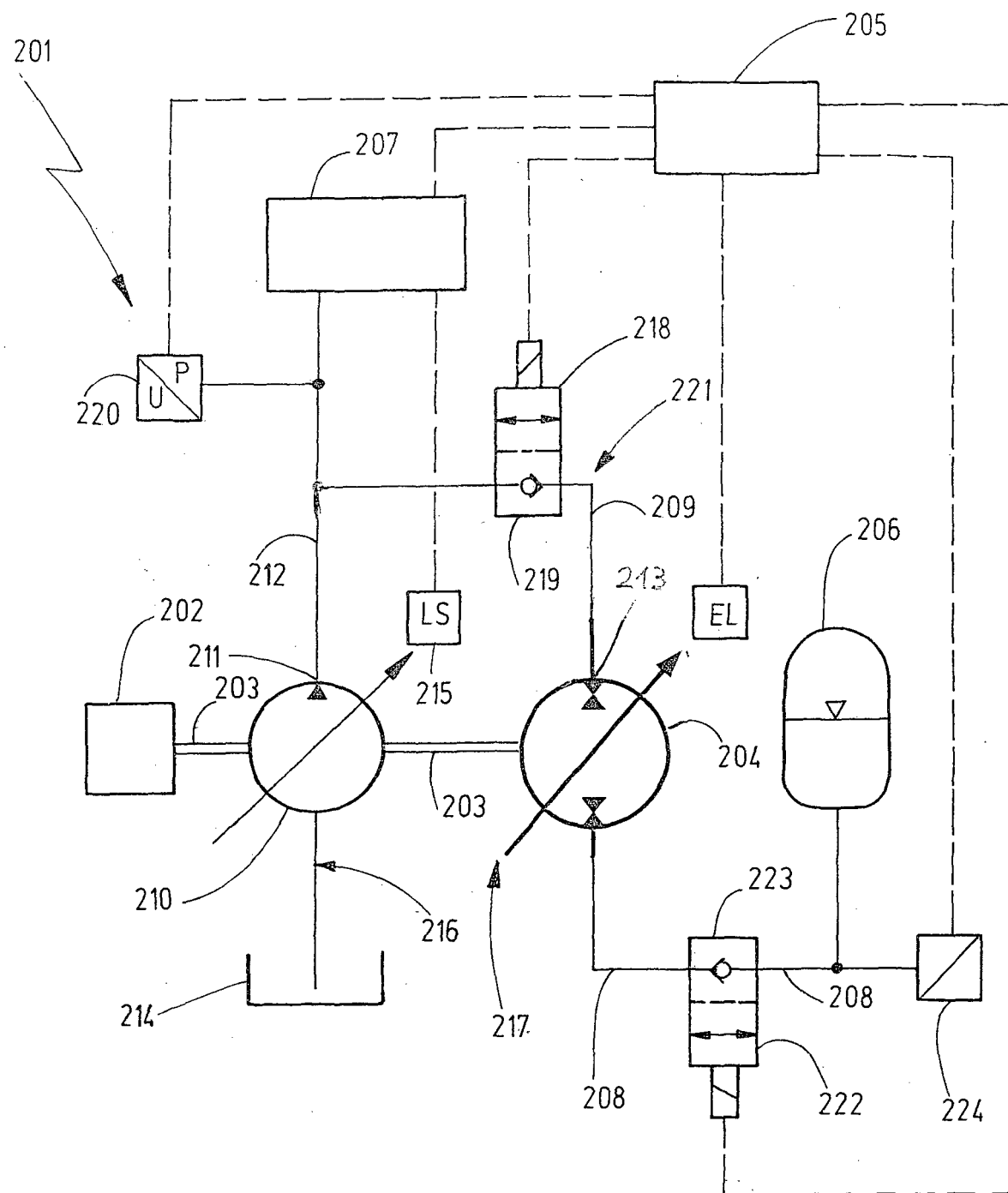


Fig.2

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

- WO 2011116914 A [0003]
- DE 202009004071 U1 [0005]