

(19)



(11)

EP 3 026 271 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

(51) Int Cl.:
F15B 11/08 ^(2006.01) **B66C 13/02** ^(2006.01)
B66D 1/52 ^(2006.01) **F15B 11/042** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15195530.9**

(22) Anmeldetag: **20.11.2015**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **27.11.2014 DE 102014224203**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Wintjes, Thomas**
5211 KA, 's-Hertogenbosch (NL)
• **Romijnders, Lambert**
5665 JL Geldrop (NL)

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
BR/IPR
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main (DE)

(54) **BEWEGUNGSAusGLEICHsvORRICHTUNG**

(57) Offenbart ist eine Bewegungsausgleichsvorrichtung mit einem hydraulischen Aktuator, von dem eine Last abgestützt wird, und mit einer Versorgungseinrichtung, über die der hydraulische Aktuator mit einem Druckmittel versorgbar ist. Weiter weist die Versorgungs-

einrichtung mindestens eine Antriebseinrichtung mit mindestens einer Hydromaschine auf, die als eine Pumpe oder als ein Motor betreibbar und mit einem Schwungrad koppelbar ist.

EP 3 026 271 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bewegungsausgleichsvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Bei bekannten Bewegungsausgleichsvorrichtungen kommen Hydrospeicher, insbesondere gasbelastete, hydraulische Kolbenspeicher zur Anwendung, die als Gasfeder zum Kraftausgleich oder als Komponente zur Speicherung von Energie eingesetzt werden. Bei einem Kolbenspeicher wird eine Hydraulikflüssigkeit gegen ein Gas, in der Regel Stickstoff oder Luft, in einen Behälter gepresst. Gas und Hydraulikflüssigkeit sind beispielsweise durch einen abdichtenden Kolben getrennt. Die Gasfeder dient zum Ausgleichen einer passiven Last, wobei ein separater aktiver Teil der Bewegungsausgleichsvorrichtungen, der einen Hydrospeicher zur Energiespeicherung nutzt, zum Bewegungsausgleich dient. Um das Speichervolumen der Gasfeder zu vergrößern, kann das Gasvolumen durch eine oder mehrere nachgeschaltete Druckbehälter vergrößert werden.

[0003] Diese bekannten hydraulischen Kolbenspeicher haben den Nachteil, dass das Gas in dem Kolbenspeicher bei Temperaturschwankungen und Volumenänderungen relativ hohen Druckänderungen unterliegt.

[0004] Weitere Nachteile der bekannten Kolbenspeicher sind, dass zur Aufrechterhaltung eines Drucks und/oder zur Anpassung an eine durch eine Laständerung bedingte Druckänderung viele Kompressoren und Druckbehälter benötigt werden, was einen erhöhten Platzbedarf und ein erhöhtes Gewicht zur Folge hat. Außerdem ist die Anpassung an eine solche Druckänderung, insbesondere an eine größere Druckänderung, mit einem Kolbenspeicher relativ langsam, insbesondere bei einer erforderlichen Druckerhöhung, da Kompressoren einen relativ schlechten Wirkungsgrad haben.

[0005] Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Bewegungsausgleichsvorrichtung zu schaffen, die schnell an eine Laständerung anpassbar ist und bei der Druckänderungen aufgrund von Temperaturschwankungen und Volumenänderungen vermieden werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Bewegungsausgleichsvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0007] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung sind in den weiteren Unteransprüchen beschrieben.

[0008] Eine Bewegungsausgleichsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung enthält einen hydraulischen Aktuator, der zur Abstützung einer Last vorgesehen ist. Weiter enthält die erfindungsgemäße Bewegungsausgleichsvorrichtung eine Versorgungseinrichtung, die mindestens eine Antriebseinrichtung mit mindestens einer mit dem hydraulischen Aktuator fluidisch verbindbaren in ihrem Hubvolumen verstellbaren Hydromaschine aufweist, die sowohl als Pumpe als auch als Hydromotor betreibbar ist und von der in einem Betrieb als Pumpe

dem hydraulischen Aktuator Druckmittel zugeführt wird und die in einem Betrieb als Hydromotor von dem hydraulischen Aktuator zurückfließendem Druckmittel angetrieben. Erfindungsgemäß weist die Antriebseinrichtung ein sowohl im Pumpenbetrieb als auch im Motorbetrieb der Hydromaschine mit der Hydromaschine koppelbares Schwungrad auf. Bevorzugt weist die Antriebseinrichtung zwei oder mehr fluidisch, insbesondere vier parallel zueinander angeordnete Hydromaschinen auf.

[0009] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass die erfindungsgemäße Bewegungsausgleichsvorrichtung schnell an eine Laständerung anpassbar ist. Die in dem Schwungrad gespeicherte Energie ist umso höher, je höher die Drehzahl und je größer die träge Masse des Schwungrads ist. Die gespeicherte Energie nimmt mit dem Quadrat der Drehzahl zunimmt. Große Mengen an Energie sind sehr schnell speicherbar und wieder abgebar.

[0010] Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung sind ein geringerer Platzbedarf, geringeres Gewicht, geringerer Energieverbrauch aufgrund der geringen installierten Leistung und ein geringerer gerätetechnischer Aufwand.

[0011] Vorteilhafterweise ist die mindestens eine Hydromaschine eine Hydromaschine ist, deren Hubvolumen von einem positiven Wert über den Wert null zu einem negativen Wert verstellbar ist, so dass die Hydromaschine unter Beibehaltung der Drehrichtung als Pumpe und als Hydromotor betreibbar ist. Es sind dann keine Ventile notwendig, um die Anschlüsse der Hydromaschine in ihrer Funktion als Hochdruckanschluss und Niederdruckanschluss zu vertauschen.

[0012] Vorteilhafterweise weist die Antriebseinrichtung zusätzlich zu der mindestens einen Hydromaschine einen insbesondere elektrischen Motor zum Antreiben des Schwungrads auf. Mit dem Antrieb können insbesondere hydraulische und/oder mechanische Verluste in der erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung ausgeglichen werden. Bevorzugt ist der Antrieb ein drehzahlvariabler Elektromotor, also ein Elektromotor, dessen Drehzahl mit Hilfe eines elektrischen Steuergeräts willkürlich einstellbar ist.

[0013] Die Versorgungseinrichtung kann mehrere fluidisch parallelgeschaltete Antriebseinrichtungen aufweisen, so dass die zu speichernde Energie auf mehrere Antriebseinrichtungen verteilt werden kann. Dies wirkt sich nicht nur kosteneinsparend auf die Konstruktion der einzelnen Schwungräder aus, sondern bietet auch den Vorteil einer redundanten Auslegung.

[0014] Vorteilhafterweise können eine oder mehrere Antriebseinrichtungen ganz oder teilweise in einen unwirksamen oder neutralen Betriebszustand gebracht werden. Je nachdem, wie viel Leistung vom System angefordert oder abgegeben wird, ist so lediglich die jeweils benötigte Anzahl von Antriebseinrichtungen oder Teilen von Antriebseinrichtungen wirksam und der Wirkungsgrad ist optimiert. Eine Antriebseinrichtung kann zum

Beispiel dadurch ganz oder teilweise unwirksam gemacht werden, dass die fluidische Verbindung zwischen allen ihren Hydromaschinen oder die fluidische Verbindung zwischen einigen der Hydromaschinen und dem hydraulischen Aktuator abgesperrt wird. Eine andere Möglichkeit, eine Antriebseinrichtung ganz oder teilweise unwirksam zu machen, besteht darin, dass alle Hydromaschinen oder weniger als alle Hydromaschinen einer Antriebsvorrichtung auf ein Hubvolumen null gestellt werden.

[0015] Vorteilhafterweise ist die Änderung der Last in Abhängigkeit eines Druckes in einem hochdruckseitigen Arbeitsraum des hydraulischen Aktuators oder in einem damit fluidisch verbundenen Druckraum ermittelbar. Alternativ oder zusätzlich dazu ist die Änderung der Last in Abhängigkeit einer Längenänderung eines Tragelements, zum Beispiel eines Seils ermittelbar. Eine Laständerung tritt beispielsweise bei einem schrittweisen Beladen oder Entladen eines Behälters auf, der von dem Tragelement gehalten ist, beispielsweise an einem Drahtseil hängt. Alternativ oder zusätzlich dazu tritt eine Laständerung oder eine Bewegungsänderung beispielsweise bei einer durch Wellengang bedingte Hubbewegung der Bewegungsausgleichsvorrichtung auf, wenn diese auf einem Schiff montiert ist. Grund hierfür ist eine durch Massenträgheit bedingte, zusätzliche Belastung beziehungsweise Entlastung des Tragelements. Die durch derartige Laständerungen bedingten Druckänderungen in dem hochdruckseitigen Arbeitsraum des hydraulischen Aktuators, oder in dem damit fluidisch verbundenen Druckraum, sind vorteilhafterweise ein Maß für den Betrag und die Richtung der Änderung der wirksamen Länge des Tragelements, die zum Beibehalten einer Position der Last erforderlich ist, das heißt, ob die wirksame Länge verkürzt oder verlängert wird und um wie viel. Als eine Last im Sinne der Erfindung ist eine Nutzlast oder eine Personenlast zu verstehen.

[0016] Vorteilhafterweise weist die Versorgungseinrichtung eine Ladepumpe zur Druckmittelversorgung mindestens einer der Antriebseinrichtungen auf. Die Ladepumpe gewährleistet immer ausreichenden Sogdruck und trägt somit zur schnellen Anpassung an die durch die oben genannten Laständerungen bedingten Druckänderungen bei.

[0017] Vorteilhafterweise ist der hydraulische Aktuator linear betätigbar, beispielsweise ein Hydrozylinder, insbesondere ein Differentialzylinder, oder er ist rotatorisch betätigbar, beispielsweise eine drehende Hydromaschine, insbesondere als Teil einer hydraulischen Winde.

[0018] Vorteilhaft ist eine Bewegung eines Schiffes auf dem Wasser in Bezug auf die von dem Tragelement gehaltene, insbesondere hängende Last oder in Bezug auf ein sich auf dem Wasser befindliches zweites Schiff über die auf mindestens einem der Schiffe montierte Bewegungsausgleichsvorrichtung ausgleichbar. Durch den erfindungsgemäßen Bewegungsausgleich sind Wartezeiten auf hoher See reduzierbar, die durch hohen Wellengang entstehen, der ansonsten ein Beladen von einer

oder ein Entladen auf eine Plattform oder von einem zweiten Schiff oder auf ein zweites Schiff unsicher oder unmöglich machen würde.

[0019] Die Bewegung schließt vorteilhafterweise ein oder ist vorteilhafterweise begrenzt auf eine Hubbewegung des Schiffes, eine Seitwärtsbewegung des Schiffes, eine Vorwärts/Rückwärts-Bewegung des Schiffes, eine Rollbewegung des Schiffes um seine Längsachse, eine Stampfbewegung des Schiffes um seine Querachse und/oder eine Gierbewegung des Schiffes um seine vertikale Achse.

[0020] Die verschiedenen Bewegungen werden vorteilhafterweise über ein Hebelsystem in geeigneter Weise auf die Bewegungsausgleichsvorrichtung übertragen, so dass eine mehrere Freiheitsgrade aufweisende Bewegungsausgleichsvorrichtung zur Verfügung steht. Je nach den Anforderungen an ein System kann der Bewegungsausgleich für einen Freiheitsgrad bis zu sechs Freiheitsgraden stattfinden.

[0021] Je nach zur Verfügung stehendem Bauraum und konstruktiver Ausführung des hydraulischen Aktuators kann dieser beliebig ausgerichtet sein. Der linear betätigbare Aktuator, beispielsweise ein Hydraulikzylinder, insbesondere ein Differentialzylinder, ist vorteilhafterweise horizontal oder vertikal ausgerichtet. Der hydraulische Aktuator gleicht vorteilhafterweise die Schiffsbewegungen zusammen mit der Bewegungsausgleichsvorrichtung aus und behält somit seine Ausrichtung bei.

[0022] Vorteilhafterweise ist die erfindungsgemäße Bewegungsausgleichsvorrichtung bei einer Netzunterbrechung als unterbrechungsfreie Energieversorgung nutzbar, da in diesem Fall im Schwungrad gespeicherte Energie abrufbar ist.

[0023] Die erfindungsgemäße Bewegungsausgleichsvorrichtung ist beispielsweise für Anwendungen nutzbar die eine maximale Zyklusdauer von etwa 60 Sekunden haben und bei denen eine Energierückgewinnung möglich ist.

[0024] Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung ist in der Zeichnung dargestellt. Anhand der Figur dieser Zeichnung wird die Erfindung nun näher erläutert.

[0025] Es zeigt Figur 1 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung.

[0026] Die in Figur 1 dargestellte Bewegungsausgleichsvorrichtung 1 enthält einen hydraulischen Aktuator 2, der hier linear betätigbar ausgebildet ist und zwar als ein Differentialzylinder. Alternativ dazu kann der Aktuator rotatorisch betätigbar ausgebildet sein, beispielsweise als eine hydraulische Winde.

[0027] Zur Versorgung des hydraulischen Aktuators 2 mit einem Druckmittel ist dieser mit seinem hochdruckseitigem Arbeitsraum 3 fluidisch mit einer Versorgungseinrichtung 4 verbunden, die zwei parallelgeschaltete Antriebseinrichtungen 6 und eine Hydropumpe 8 enthält. Die Antriebseinrichtungen 6 sind je nach Lastzustand und/oder Energiebedarf in der erfindungsgemäßen Be-

wegungsausgleichsvorrichtung 1 jeweils mit einem Schaltventil 10 von dem hydraulischen Aktuator 2 fluidisch trennbar. Weiter kann jede einzelne Antriebseinrichtung 6 je nach Lastzustand und/oder Energiebedarf in der erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung 1 zur Erhöhung des Wirkungsgrads in einen Freilaufbetrieb oder Neutralbetrieb geschaltet werden.

[0028] In jeder Antriebseinrichtung 6 sind vier fluidisch parallelgeschaltete Hydromaschinen 12 enthalten, die mit einem Schwungrad 14 der Antriebseinrichtung 6 koppelbar sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind jeweils zwei Hydromaschinen 12 auf jeder Seite des Schwungrads 14 angeordnet und jeweils mit dem Schwungrad 14 koppelbar. Die Hydromaschinen 12 sind als Einheiten mit verstellbarem Hubvolumen ausgebildet und als Pumpe oder als Motor betreibbar. Das Hubvolumen ist über den Wert null zwischen positiven Werten und negativen Werten verstellbar. Durch die Möglichkeit, eine Hydromaschine 12 auf ein Hubvolumen null zu stellen, kann eine Antriebseinrichtung 6 auch teilweise unwirksam geschaltet werden. Dies wäre auch möglich, wenn das Schaltventil 10 nicht allen Hydromaschinen 2 einer Antriebseinrichtung 6 zugeordnet wäre, sondern mehrere Schaltventile 10 vorgesehen wären, von denen jedes nur einer geringeren als der maximalen Zahl der Hydromaschinen einer Antriebseinrichtung 6, zum Beispiel einer oder zwei Hydromaschinen, zugeordnet wäre.

[0029] Zu jeder Antriebseinrichtung gehört ein Elektromotor 16, dessen Drehzahl mit Hilfe eines elektrischen Steuergeräts einstellbar oder regelbar ist und von dem das jeweilige Schwungrad antreibbar ist. Die Energieverluste des Systems können mit dem Elektromotor 16 ausgeglichen werden. Der Elektromotor erhöht die Drehzahl des Schwungrads, wenn dies notwendig ist, und zu Beginn des Betriebs.

[0030] Den Hydromaschinen 12 vorgeschaltet ist die Hydropumpe 8, die Druckmittel aus einem Tank 22 ansaugt und es an eine Niederdruckleitung abgibt, an die die Hydromaschinen 12 mit ihrem jeweiligen den Schaltventilen 10 fluidisch abgelegenen Niederdruckanschluss angeschlossen sind. An die Niederdruckleitung ist ein Hydrospeicher 18 angeschlossen. Die Hydropumpe gewährleistet als Ladepumpe zusammen mit dem Hydrospeicher 18 eine ausreichende Druckmittelversorgung der Hydromaschinen 12 im Saugbereich. An die Niederdruckleitung ist außerdem ein Druckbegrenzungsventil 20 angeschlossen, dessen Ausgang mit dem Tank 22 verbunden ist und durch das der Druck in der Niederdruckleitung auf zum Beispiel 20 bar begrenzt ist.

[0031] Nicht dargestellt ist das Tragelement, mit dem die ebenfalls nicht dargestellte Last an der Bewegungsausgleichsvorrichtung 1 aufgenommen ist. Das Tragelement kann ein Drahtseil sein, das derart über an beiden Enden (Ende Kolbenstange und Ende Zylindergehäuse) des Differentialzylinders vorgesehenen Umlenkrollen um den Differentialzylinder verläuft, dass ein Ausfahren des Differentialzylinders eine Verkürzung einer wirksamen Länge des Drahtseils bewirkt. Die wirksame Länge

des Drahtseils erstreckt sich zwischen dem Differentialzylinder und der Last. Im Fall dass ein rotatorisch betätigbarer hydraulischer Aktuator 2, beispielsweise eine hydraulische Winde, zum Einsatz kommt, erstreckt sich das Drahtseil zwischen der Winde und der Last. Eine Verkürzung der wirksamen Länge des Drahtseils erfolgt über eine Drehung der Winde in einer ersten Drehrichtung, so dass das Drahtseil weiter auf die Winde aufgewickelt wird.

[0032] Eine Verlängerung des Drahtseils erfolgt analog zu dem oben beschriebenen in umgekehrter Weise: Bei dem Differentialzylinder über ein Einfahren des Differentialzylinders, bei der Winde über eine Drehung der Winde in einer zweiten Drehrichtung, so dass das Drahtseil von der Winde abgewickelt wird. Diese Bewegungen finden dabei unter Wirkung der Last statt.

[0033] Ist die erfindungsgemäße Bewegungsausgleichsvorrichtung 1 zum Ausgleichen von durch Wellengang bedingten Bewegungen eines Schiffes auf dem Schiff montiert, bedingt ein Anheben des Schiffes durch eine Welle eine Laständerung im Drahtseil, hier eine erhöhte Belastung des Drahtseils wegen der Massenträgheitswirkung auf die Last. Dadurch erhöht sich der in einem hochdruckseitigen Arbeitsraum 3 des hydraulischen Aktuators 2, hier des Differentialzylinders, entstehende Druck. Damit die Last ihre vor der Hubbewegung des Schiffes eingenommene Position behält, wird in Abhängigkeit von der durch die Laständerung hervorgerufenen Druckänderung eine Verlängerung der wirksamen Länge des Drahtseils dadurch herbeigeführt, dass die Hydromaschinen 12 als Motor betrieben werden und der Differentialzylinder einfährt. Die alternativ zum Differentialzylinder eingesetzte Winde wickelt in diesem Fall Drahtseil ab. Die Höhe der Druckänderung ist ein Maß für den Betrag der Verlängerung der wirksamen Länge.

[0034] Im Motorbetrieb der Hydromaschinen 12 wird das angekoppelte Schwungrad 14 angetrieben und speichert die Energie aus dem Druckmittel, das beim Einfahren des Differentialzylinders aus dessen hochdruckseitigem Arbeitsraum 3 strömt.

[0035] Von der Niederdruckseite der Hydromaschinen 12 strömt das Druckmittel über das Druckbegrenzungsventil 20 in den Tank 22, wobei stromauf des Druckbegrenzungsventils 20 der Druck von 20 bar aufrechterhalten wird.

[0036] Nicht dargestellt ist eine Verbindung eines niederdruckseitigen Zylinderraums 24 des Differentialzylinders mit der Atmosphäre oder einem Gasreservoir, wenn man einmal annimmt, dass der Zylinderraum 24 mit Gas oder Luft gefüllt ist. Ist Zylinderraum 24 mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt, so ist er mit dem Tank 22 oder gegebenenfalls einem zweiten Tank fluidisch verbunden, um Hydraulikflüssigkeit daraus nachsaugen und dorthin abgeben zu können. Der zylinderraum 24 soll einen möglichst geringen Einfluss auf die erfindungsgemäße Bewegungsausgleichsvorrichtung 1 haben und ist deswegen vorteilhafterweise mit Gas, beispielsweise Luft, gefüllt.

[0037] Ein Absenken des Schiffes durch ein Wellental bedingt ebenfalls eine Laständerung im Drahtseil, hier eine verringerte Belastung des Drahtseils wegen der Massenträgheitswirkung auf die Last. Dadurch verringert sich der in dem hochdruckseitigen Arbeitsraum 3 des hydraulischen Aktuators 2, hier des Differentialzylinders, entstehende Druck. Damit die Last ihre vor der Hubbewegung des Schiffes eingenommene Position behält, wird in Abhängigkeit von der durch die Laständerung hervorgerufenen Druckänderung eine Verkürzung der wirksamen Länge des Drahtseils dadurch herbeigeführt, dass die Hydromaschinen 12 von dem angekoppelten Schwungrad 14 angetrieben als Pumpe betrieben werden. Alternativ oder zusätzlich können die Hydromaschinen 12 von dem als drehzahlvariablen Elektromotor ausgebildeten Antrieb 16 angetrieben werden. Druckmittel strömt in den hochdruckseitigen Arbeitsraum 3, der Differentialzylinder fährt aus und verringert so die wirksame Länge. Die alternativ zum Differentialzylinder eingesetzte Winde wickelt in diesem Fall Drahtseil auf. Die Höhe der Druckänderung ist ein Maß für den Betrag der Verkürzung der wirksamen Länge.

[0038] Aus dem niederdruckseitigen Arbeitsraum 24 strömt Gas in die Atmosphäre oder Hydraulikflüssigkeit in die gegebenenfalls zweite Druckmittelsenke.

[0039] Hydraulische und/oder mechanische Verluste in der erfindungsgemäßen Bewegungsausgleichsvorrichtung 1 können vorteilhafterweise über den durch ein elektrisches Steuergerät in seiner Drehzahl steuerbaren oder regelbaren Elektromotor 16 ausgeglichen werden. Der Elektromotor treibt erforderlichenfalls das Schwungrad 14 und/oder die als Pumpen arbeitenden Hydromaschinen 12 an.

[0040] Alternativ oder zusätzlich zu der oben beschriebenen Druckänderung ist die Änderung der Last in Abhängigkeit einer Längenänderung des Tragelement ermittelbar, beispielsweise über eine Dehnungsmessung am Tragelement, hier am Drahtseil.

[0041] Offenbart ist eine Bewegungsausgleichsvorrichtung zum Beibehalten einer Position einer Last, bei der eine Energierückgewinnung über eine Schwunghasse erfolgt. Die erfindungsgemäße hat einen hydraulischen Aktuator, der über ein zur Aufnahme einer Last vorgesehenes Tragelement der Bewegungsausgleichsvorrichtung mit der Last verbindbar ist, und eine Versorgungseinrichtung, über die der hydraulische Aktuator mit einem Druckmittel versorgbar ist. Eine wirksame Länge des Tragelements ist in Abhängigkeit einer Änderung der Last über den hydraulischen Aktuator verkürzbar oder verlängerbar. Die Versorgungseinrichtung weist mindestens eine Antriebseinrichtung mit mindestens einer Hydromaschine auf, die als eine Pumpe oder als ein Motor betreibbar ist. Erfindungsgemäß weist die Antriebseinrichtung ein mit der Hydromaschine koppelbares Schwungrad auf, über das der hydraulische Aktuator antreibbar ist.

Bezugszeichenliste

[0042]

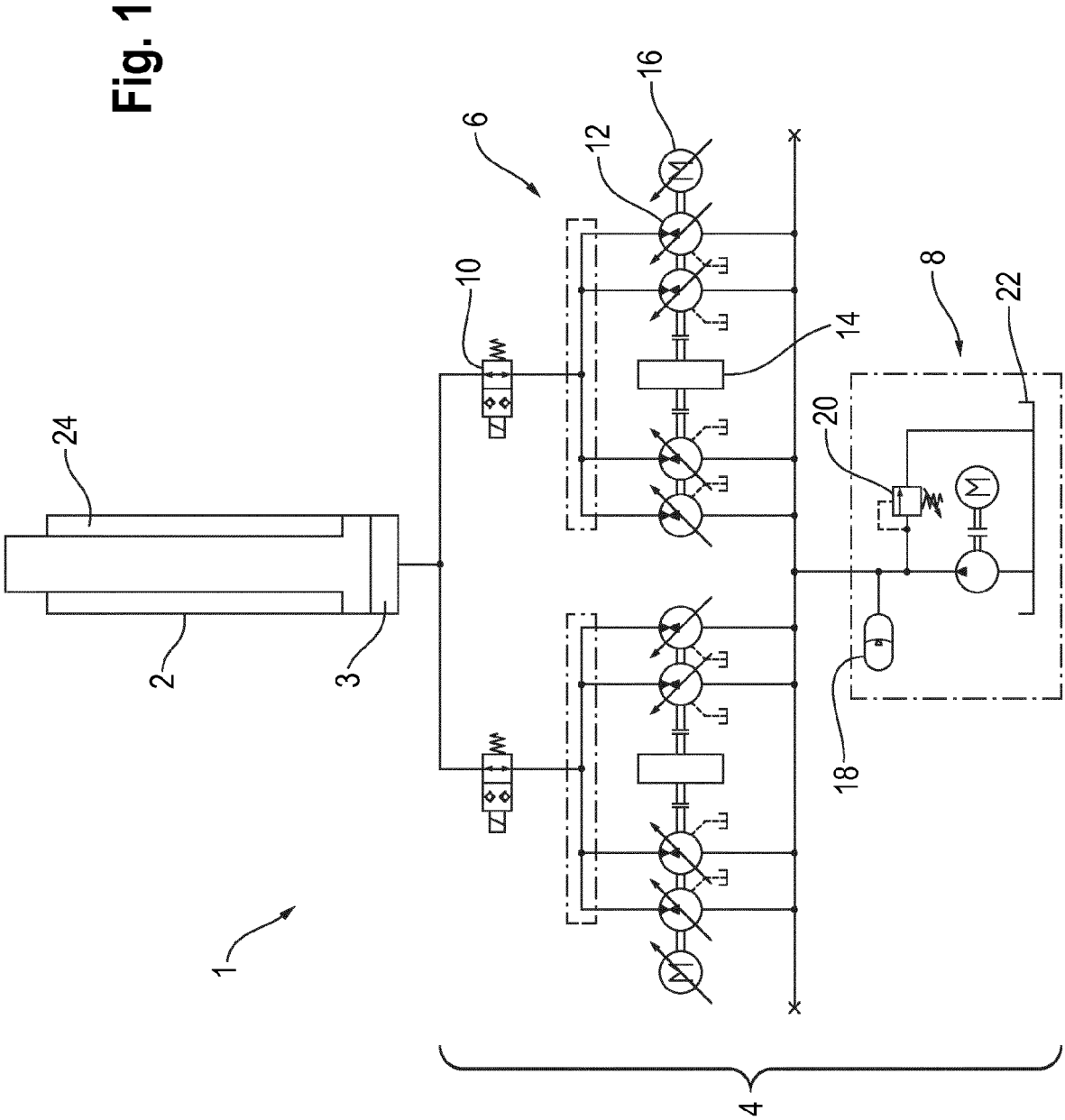
- | | | |
|----|----|---|
| 5 | 1 | Bewegungsausgleichsvorrichtung |
| | 2 | hydraulischer Aktuator |
| | 3 | hochdruckseitiger Arbeitsraum des hydraulischen Aktuators |
| | 4 | Versorgungseinrichtung |
| 10 | 6 | Antriebseinrichtung |
| | 8 | Ladepumpe |
| | 10 | Schaltventil |
| | 12 | Hydromaschine |
| | 14 | Schwungrad |
| 15 | 16 | Antrieb |
| | 18 | Druckspeicher |
| | 20 | Druckbegrenzungsventil |
| | 22 | Tank |
| 20 | 24 | Zylinderraum |

Patentansprüche

1. Bewegungsausgleichsvorrichtung mit einem hydraulischen Aktuator (2), der zur Abstützung einer Last dient, und mit einer Versorgungseinrichtung (4), die mindestens eine Antriebseinrichtung (6) mit mindestens einer mit dem hydraulischen Aktuator (2) fluidisch verbindbaren in ihrem Hubvolumen verstellbaren Hydromaschine (12) aufweist, die sowohl als Pumpe als auch als Hydromotor betreibbar ist und von der in einem Betrieb als Pumpe dem hydraulischen Aktuator (2) Druckmittel zugeführt wird und die in einem Betrieb als Hydromotor von dem hydraulischen Aktuator (2) zurückfließendem Druckmittel angetrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (6) ein sowohl im Pumpenbetrieb als auch im Motorbetrieb der Hydromaschine (12) mit der Hydromaschine (12) koppelbares Schwungrad (14) aufweist.
2. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Hydromaschine (12) eine Hydromaschine ist, deren Hubvolumen von einem positiven Wert über den Wert null zu einem negativen Wert verstellbar ist, so dass die Hydromaschine unter Beibehaltung der Drehrichtung als Pumpe und als Hydromotor betreibbar ist.
3. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Antriebseinrichtung (6) zusätzlich zu der mindestens einen Hydromaschine (12) einen Motor (16) zum Antreiben des Schwungrads (14) aufweist.
4. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Versorgungseinrichtung (4) mehrere parallelgeschaltete Antriebseinrichtungen (6)

aufweist.

5. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine oder mehrere Antriebseinrichtungen (6) ganz oder teilweise in einen neutralen Betriebszustand versetzbar sind. 5
6. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Änderung der Last in Abhängigkeit eines Druckes in einem hochdruckseitigen Arbeitsraum (3) des hydraulischen Aktuators (2) oder in einem damit fluidisch verbundenen Druckraum ermittelbar ist. 10
7. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinrichtung (4) eine Ladepumpe (8) zur Druckmittelversorgung mindestens einer der Antriebseinrichtungen (6) aufweist. 15
20
8. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der hydraulische Aktuator (2) linear betätigbar oder rotatorisch betätigbar ist. 25
9. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Bewegung eines Schiffes auf dem Wasser in Bezug auf die von dem Tragelement gehaltene Last oder in Bezug auf ein sich auf dem Wasser befindliches zweites Schiff über die auf mindestens einem der Schiffe montierte Bewegungsausgleichsvorrichtung ausgleichbar ist. 30
10. Bewegungsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Bewegung einschließt oder begrenzt ist auf eine Hubbewegung des Schiffes, eine Seitwärtsbewegung des Schiffes, eine Vorwärts/Rückwärtsbewegung des Schiffes, eine Rollbewegung des Schiffes um seine Längsachse, eine Stampfbewegung des Schiffes um seine Querachse und/oder eine Gierbewegung des Schiffes um seine vertikale Achse. 35
40
45
50
55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 19 5530

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 724 672 A (OLMSTED PETER B [US]) 16. Februar 1988 (1988-02-16) * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 59 *	1-10	INV. F15B11/08 B66C13/02 B66D1/52 F15B11/042
X	US 5 647 208 A (SPITZBARTH JOACHIM KURT FRIEDR [BR]) 15. Juli 1997 (1997-07-15) * Spalte 2, Zeile 4 - Spalte 4, Zeile 9 *	1-10	
X	DE 28 16 078 A1 (HYDRAUDYNE BV) 23. November 1978 (1978-11-23) * Seite 4, letzter Absatz - Seite 6 *	1,4,9,10	
X	WO 2012/066268 A2 (NAT OILWELL VARCO NORWAY AS [NO]; ANKARGREN DAVID BENGT JOHAN [NO]; PO) 24. Mai 2012 (2012-05-24) * Seite 5, Zeile 7 - Seite 7, Zeile 23 *	1,9,10	
A	US 2010/314168 A1 (WILLIAMS KEVIN R [US]) 16. Dezember 2010 (2010-12-16) * Absätze [0046] - [0051] *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F15B B66C B66D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. April 2016	Prüfer Toffolo, Olivier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 19 5530

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-04-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4724672 A	16-02-1988	KEINE	
US 5647208 A	15-07-1997	KEINE	
DE 2816078 A1	23-11-1978	DE 2816078 A1	23-11-1978
		JP S53143871 A	14-12-1978
		NL 7705104 A	13-11-1978
		US 4342164 A	03-08-1982
WO 2012066268 A2	24-05-2012	EP 2640657 A2	25-09-2013
		GB 2485570 A	23-05-2012
		KR 20130113482 A	15-10-2013
		RU 2013122781 A	27-12-2014
		US 2013312979 A1	28-11-2013
		WO 2012066268 A2	24-05-2012
US 2010314168 A1	16-12-2010	CA 2776138 A1	10-03-2011
		EP 2474078 A2	11-07-2012
		US 2010314168 A1	16-12-2010
		WO 2011028895 A2	10-03-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82