

(19)



(11)

EP 2 592 237 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

15.05.2013 Patentblatt 2013/20

(51) Int Cl.:

F01D 17/14 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **12189506.4**(22) Anmeldetag: **23.10.2012**

(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(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

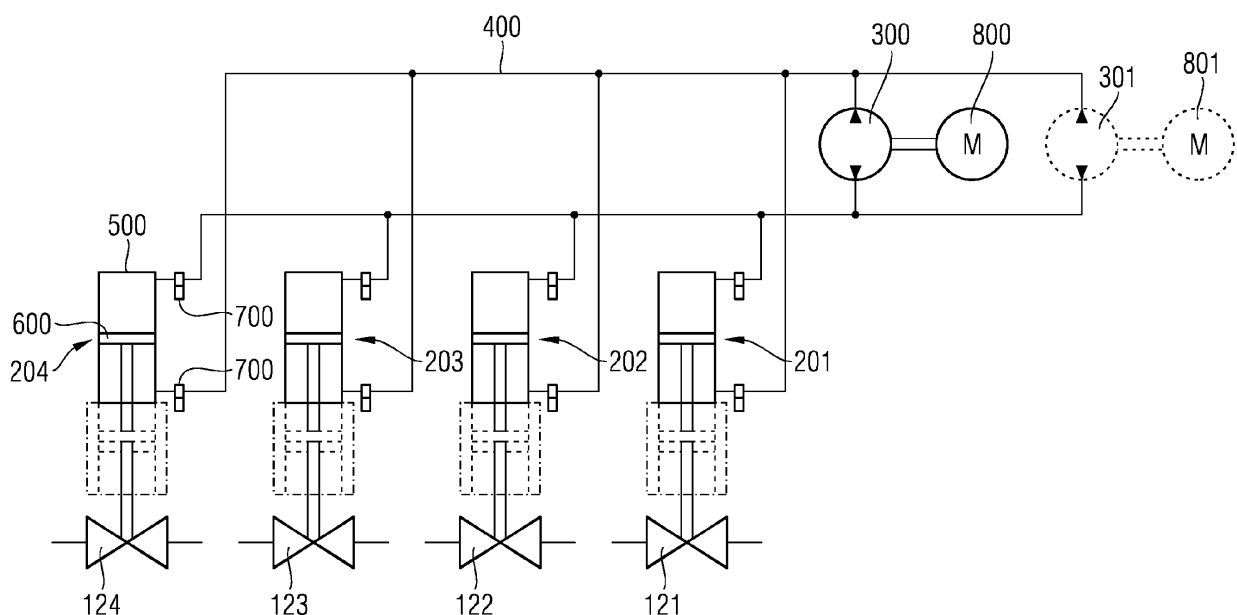
(72) Erfinder:

- **Backasch, Rüdiger
02826 Görlitz (DE)**
- **Heyn, Mike
02827 Görlitz (DE)**

(30) Priorität: **09.11.2011 DE 102011086030**(54) **Düsengruppenregelung für Turbinen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Düsengruppenregelung für eine Turbine, insbesondere eine Dampfturbine, umfassend wenigstens ein erstes Regelventil 121 und zweites Regelventil 122. Jedes Regelventil verfügt über einen eigenen Aktuator 201, 202, der das jeweilige Regelventil 121, 122 zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verfahren kann. Die Aktuatoren 201, 202 sind hydraulisch betätigt und der zur Betätigung

der Aktuatoren 201, 202 notwendige hydraulische Druck wird durch eine Pumpe 300 aufgebaut. Die Aktuatoren 201, 202 sind in einem Hydraulikkreislauf 400 parallel zueinander angeordnet und werden von einer gemeinsamen ersten Pumpe 300 angesteuert. Die parallele Anordnung der Aktuatoren 201, 202 ermöglicht die optimale Ausnutzung der Pumpe 300 und reduziert die Anzahl der notwendigen Pumpen auf lediglich eine einzige Pumpe.

FIG 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Düsengruppenregelung für eine Turbine nach dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1.

[0002] Für Turbinen und insbesondere für Dampfturbinen gibt es unterschiedliche Konzepte der thermodynamischen Auslegung, wobei auf den unterschiedlichen Betrieb der Anlage hin optimiert wird. Wird die Turbine fast ausnahmslos unter der gleichen Last gefahren, so wird sie üblicherweise als drosselgeregelte Turbine ausgelegt. Hierbei optimiert man die Auslegung der Turbine auf den maximalen Lastpunkt.

[0003] Gibt es dagegen verschiedene Lastpunkte, dann ist es sinnvoll, dass Teillastverhalten der Turbine zu berücksichtigen. Die Turbine wird in diesem Fall durch Düsengruppen geregelt, wodurch sie im Teillastbereich einen höheren Wirkungsgrad im Vergleich zur drosselgeregelten Turbine hat.

[0004] Der Aufbau einer düsengruppengeregelten Turbine besteht aus Regelventilen, Strömungskanälen, Düsensegmenten (bestehend aus Turbinenschaufeln in Gleichdruckbauweise), dem Regelrad (bestehend aus Turbinenschaufel in Gleichdruckbauweise) sowie der in Strömungsrichtung folgenden Beschaufelung in Gleichdruck- oder Überdruckbauweise.

[0005] Bei einer Düsengruppenregelung einer Dampfturbinen wird der Frischdampf durch die einzelnen Regelventile jeweils einem Düsensegment zugeleitet. Die Beaufschlagung der einzelnen Düsensegmente erfolgt durch das nacheinander Öffnen der Regelventile. Dabei wird jeweils nur ein Regelventil geöffnet bzw. maximal zwei Regelventile gleichzeitig bewegt.

[0006] Bei älteren Konstruktionen wurde das sequentielle Betätigen durch einen Ventilbalken, in dem einzelne Regelventile in Hubrichtung lose befestigt sind und die bei unterschiedlichen Hubhöhen des Ventilbalkens betätigt werden, realisiert. Dadurch konnte ein einzelner Antrieb für mehrere Regelventile eingesetzt werden.

[0007] Aufgrund steigender Dampfparameter werden bei heutigen Konstruktionen anstelle der Balkenventile, Einzelantriebe eingesetzt, um die erforderlichen Kräfte zu realisieren.

[0008] Die Regelventile werden dabei durch hydraulische Aktuatoren angetrieben. Die Aktuatoren sind mit einer zentralen Hydraulikanlage verbunden und werden über diese mit dem erforderlichen Arbeitsdruck versorgt. Die Hydraulikanlage ist dabei als offene Anlage konzipiert, das heißt die Hydraulikflüssigkeit wird aus einem offenen Hydraulikflüssigkeitsspeicher herausgepumpt und auf den erforderlichen Arbeitsdruck der Regelventile gebracht. Durch den Hydraulikdruck werden die Regelventile in ihre entsprechende Lage verschoben.

[0009] Die Hydraulikanlage erfordert große unter Druck stehende Ölmengen, eine aufwendige Verlegung von Rohren und ist daher entsprechend aufwendig und teuer. Außerdem muss die Hydraulikflüssigkeit im Betrieb ständig unter Druck gehalten werden, was zu Si-

cherheitsproblemen und zu Undichtigkeiten an der Anlage führen kann.

[0010] Um diese Probleme zu vermeiden werden zunehmend hydrostatische Antriebe entwickelt, die dadurch gekennzeichnet sind, dass jeder Aktuator über einen Arbeitszylinder verfügt, der durch eine eigene Hydraulikpumpe in die gewünschte Position verfahren wird und damit das Regelventil ebenfalls in eine entsprechende Position bewegt. Das Halten der Position wird durch das Schließen zugehöriger Magnetventile realisiert, so dass ein hydrostatischer Druck in den Arbeitszylindern der Aktuatoren aufgebaut wird. Die Leckage über die zugehörigen Ventile ist dabei so gering, dass ein "Nachpumpen" erst nach längeren Zeitintervallen notwendig ist. Ein solches Regelventil ist beispielsweise in der DE 10 2010 011 516 A1 offenbart.

[0011] Nachteilig an einer solchen Lösung ist jedoch, dass für jeden Aktuator eine eigene Pumpe mit zugehörigem Antrieb notwendig ist. Beim Ausfall der Pumpe muss die gesamte Düsengruppenregelung ausgeschaltet und die einzelne Pumpe ersetzt werden. Hierdurch ist die Betriebssicherheit eines solchen Systems gering.

[0012] Ausgehend vom vorliegenden Stand der Technik ist es daher Aufgabe der Erfindung, eine Düsengruppenregelung für eine Turbine, insbesondere eine Dampfturbine bereitzustellen, welche einen vereinfachten Aufbau und eine verbesserte Betriebssicherheit aufweist.

[0013] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs 1.

[0014] Ausgestaltungen der Erfindung, die einzeln oder in Kombination miteinander einsetzbar sind, sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0015] Die erfindungsgemäße Düsengruppenregelung für eine Turbine, insbesondere eine Dampfturbine, umfassend wenigstens ein erstes Regelventil und ein zweites Regelventil, wobei jedes Regelventil einen eigenen Aktuator aufweist, der das jeweilige Regelventil zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verfahren kann, wobei die Aktuatoren hydraulisch betätigbar sind und der zur Betätigung der Aktuatoren notwendige hydraulische Druck durch eine Pumpe aufgebaut wird, zeichnet sich dadurch aus, dass die Aktuatoren in einem Hydraulikkreislauf parallel zueinander angeordnet sind und von einer gemeinsamen ersten Pumpe ansteuerbar ist.

[0016] Die Erfindung macht sich dabei die Tatsache zu Nutze, dass die Regelventile bei der Düsengruppenregelung bei Dampfturbinen, üblicherweise nacheinander angesteuert werden, so dass eine Pumpe ausreicht und diese eine Pumpe auch nur für den Hydraulikflüssigkeitsbedarf eines Regelventils ausgelegt sein muss. Hierdurch ist für die erfindungsgemäße Düsengruppenregelung, anstatt bislang 4, nur noch eine einzige Pumpe erforderlich.

[0017] Auch für den Fall, dass ausnahmsweise zwei Ventile zusammen bewegt werden sollen, würde die Pumpleistung der einen Pumpe ausreichen, wobei möglicherweise die Schließ- und/ oder Öffnungsgeschwin-

digkeit der Regelventile etwas reduziert ist. Diesem kann entgegen gewirkt werden, in dem die Pumpe etwas größer ausgelegt wird, als es für das Bewegen eines einzelnen Regelventils notwendig wäre.

[0018] Dadurch, dass die Aktuatoren in einem gemeinsamen Hydraulikkreislauf, parallel zueinander angeordnet sind, und von einer gemeinsamen ersten Pumpe ansteuerbar sind, kann im Gegensatz zu der bislang üblichen Ansteuerung mit jeweils einer Pumpe je Aktuator, eine deutliche Vereinfachung der Düsengruppenregelung erreicht werden, was zu erheblichen finanziellen Einsparungen führt.

[0019] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Hydraulikkreislauf ein geschlossener Kreislauf ist. Als geschlossener Kreislauf wird dabei ein Kreislauf bezeichnet, bei dem die Hydraulikflüssigkeit den Hydraulikkreislauf nicht verlässt, sondern lediglich im Kreislauf gepumpt wird. Ein Kontakt mit der Umgebung oder ein zurückpumpen in einen offenen Speicher entfällt. Hierdurch ist deutlich weniger Hydraulikflüssigkeit notwendig als bislang, wodurch dem Wunsch an eine ölfreie Turbine weitgehend Rechnung getragen.

[0020] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Aktuator einen Arbeitszylinder aufweist, in dem ein doppelseitig beaufschlagbarer Kolben verschieblich angeordnet ist. Zum Verschieben des Aktuators kann der doppelseitig beaufschlagbare Zylinder auf einfache Weise wechselseitig beansprucht und damit verschoben werden. Die wechselseitige Beaufschlagung des Kolbens erfolgt dadurch, dass die Hydraulikflüssigkeit bei Öffnungs- und Schließvorgängen von einer Kolbenseite auf die andere gepumpt wird.

[0021] Eine weitere besondere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Arbeitszylinder wenigstens ein Ventil aufweist, welches den Zu- oder Abfluss in den Arbeitszylindern steuert. Um ein Verschieben und damit ein Verstellen des Aktuators zu ermöglichen, ist das Ventil dabei derart angesteuert, dass es sich in einer geöffneten Position befindet. Zum halten des Kolbens in einer bestimmten Position wird der Zu- und Abfluss zum Arbeitszylinder dann gesperrt. Das Ventil am Arbeitszylinder ist dabei so ausgebildet, dass sich ein hydrostatischer Antrieb ergibt. Dabei wird das Halten der Position des Regelventils durch das Schließen der Ventile am Arbeitszylinder erreicht, wodurch die Hydraulikflüssigkeit beiseits des doppelseitig beaufschlagbaren Kolbens nicht aus dem Arbeitszylinder entweichen kann. Durch diese hydrostatische Ausbildung der Düsengruppenregelung ist es nicht notwendig, dass die Pumpe ständig den notwendigen Arbeitsdruck aufrechterhalten muss. Nachdem das Regelventil eine bestimmte Position eingenommen und das Ventil den Arbeitszylinder verschlossen hat, kann die Pumpe ausgeschaltet werden, da die Position durch den hydrostatischen Druck im Arbeitszylinder aufrechterhalten wird und ein Verschieben des Kolbens im Arbeitszylinder dadurch nicht möglich ist. Dadurch, dass nicht über die gesamte Zeitdauer ein Aufrechterhalten des Drucks in den gesamten Hydraulikklei-

tungen erforderlich ist, ergibt sich eine erhöhte Betriebssicherheit im System.

[0022] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Ventil ein Vier-Zweigeventil ist. Diese Art von Ventil ermöglicht eine besonders einfache Ansteuerung des Arbeitszylinders während des Schließ- und des Öffnungsvorgangs.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Ventil ein Magnetventil ist. Magnetventile sind einfach im Aufbau, preisgünstig und lassen sich sehr gut ansteuern. Daher eignen sie sich besonders zum Einsatz beim beschriebenen Arbeitszylinder.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Pumpe derart ausgebildet ist, dass sie die Pumprichtung umkehren kann. Durch die Umkehrung der Pumprichtung kann das Öl beim Öffnungs- und Schließvorgang jeweils von der einen Kolbenseite auf die andere gepumpt werden, wodurch sich eine einfache Verschiebung des Kolbens im Arbeitszylinder und damit eine einfache Verschiebung des mit dem Aktuator gekoppelten Regelventils ermöglichen lässt. Grundsätzlich wäre es auch möglich die wechselseitige Beanspruchung des doppelseitigen Kolbens durch eine Schaltung mittels Ventilen, welche im Hydraulikkreislauf angeordnet sind, zu gewährleisten. Die Umkehrung der Pumprichtung stellt allerdings eine besonders einfache Ausgestaltung dar.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass im Hydraulikkreislauf ein zusätzlicher Speicher für Hydraulikflüssigkeit vorgesehen ist. Der Hydraulikspeicher kann dafür sorgen, die ohnehin geringen Leckageverluste ausgeglichen werden. Der zusätzliche Speicher für die Hydraulikflüssigkeit kann auf Grund der geringen Leckageverluste sehr klein ausfallen. Der Speicher für die Hydraulikflüssigkeit kann beispielsweise in den Hydraulikkreislauf integriert werden, in dem die Leitungen des Hydraulikkreislaufes entsprechend größer ausgebildet sind.

[0026] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Pumpe elektrisch betrieben ist. Der elektrische Antrieb für die Pumpe ermöglicht ein gleichmäßiges, stufenloses und schnelles Ansprechen der Pumpe.

[0027] Die Pumpe kann selbstverständlich auch über einen anderen Antrieb, als einen elektrischen, betrieben werden. Zwischen dem Motor und der Pumpe kann eine zusätzliche Kupplung angeordnet sein, die insbesondere bei Überlastung oder einem Klemmen der Pumpe anspricht und die Pumpe vom Antrieb trennt. Des Weiteren können zusätzliche Aggregate, wie beispielsweise ein Frequenzumrichter, vorgesehen werden.

[0028] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass im Hydraulikkreislauf eine zweite redundante Pumpe angeordnet ist, die im Bedarfsfall die erste Pumpe ersetzen kann. Durch die Anordnung einer redundanten Pumpe wird die Betriebssicherheit deutlich erhöht. Beim Ausfall der ersten Pumpe kann die Düsengruppenregelung weiter störungsfrei arbeiten. Das Ersetzen der defekten Pumpe kann dabei während des Betriebs erfol-

gen. Das redundante System bietet dadurch deutliche Vorteile gegenüber der bisherigen Regelung, bei der ein Ausfall einer einzelnen Pumpe zum kompletten Versagen der Düsengruppenregelung geführt hat. Die redundante Pumpe ist vorzugsweise mittels eines redundanten Antriebs anzutreiben, so dass auch Schäden am Antrieb der Pumpe nicht zum Versagen der Düsengruppenregelung führen.

[0029] Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass aufgrund der Parallelschaltung der Aktuatoren und des Betriebes der Aktuatoren über eine gemeinsame Pumpe eine erhebliche Vereinfachung des Systems erreicht wird. Die Kosten können dabei deutlich verringert werden, da lediglich eine statt vier Pumpen erforderlich ist. Bei der Verwendung eines redundanten Systems verringert sich die Anzahl der Pumpen immerhin noch um die Hälfte, bei gleichzeitig deutlicher Steigerung der Betriebssicherheit, da ein Ausfall einer Pumpe nicht zum Versagen der gesamten Düsengruppenregelung führt, wie dies bislang der Fall ist.

[0030] Ausführungsbeispiele und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigt:

Figur 1 den grundsätzlichen Aufbau einer Düsengruppenregelung in Schnittdarstellung;

Figur 2 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Düsengruppenregelung.

[0031] Bei den Figuren handelt es sich um schematische und zum Teil vereinfachte Darstellungen, bei denen jeweils nur die für die Erfindung wesentlichen Bauteile dargestellt sind. Gleiche bzw. funktionsgleiche Bauteile sind figurübergreifend mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0032] Figur 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer Regelstufe 100 einer Düsengruppenregelung für eine Turbine. Die Regelstufe 100 weist ein Leitrad 110 mit ersten Leitschaufeln 111 und zweiten Leitschaufeln 112 auf. Ferner weist die Regelstufe 100 einen ersten Strömungskanal 101 und einen zweiten Strömungskanal 102 auf. Der erste Strömungskanal 101 ist derart ausgebildet, dass ein durch den ersten Strömungskanal 101 strömendes erstes Arbeitsfluid mit ersten Fluidparametern und einem ersten Massenstrom m_1 der ersten Leitschaufel 111 beaufschlagt. Der zweite Strömungskanal 102 ist derart ausgebildet, dass ein durch den zweiten Strömungskanal 102 strömendes zweites Arbeitsfluid mit zweiten Fluidparametern und einem zweiten Massenstrom m_2 die zweiten Leitschaufeln 112 beaufschlagt.

[0033] Die Regelstufe 100 kann wie in Figur 1 gezeigt weitere Strömungskanäle 103, 104 aufweisen. Die weiteren Strömungskanäle 103 und 104 sind dabei so ausgebildet, dass sie dritte Leitschaufeln 113 und vierte Leitschaufeln 114 mit einem Arbeitsfluid, wie beispielsweise Wasserdampf, beaufschlagen können. Die jeweiligen Strömungskanäle 101-104 teilen bzw. segmentieren die Leitschaufel 111-114 des Leitrades 110 in entsprechen-

de Segmente A-D. Im Ausführungsbeispiel in Figur 1 wird der erste Strömungskanal 101 durch seine Wandung begrenzt und leitet das durch ihn durchströmende Arbeitsfluid direkt zu den ersten Leitschaufeln 111. Die ersten Leitschaufeln 111 bilden zusammen mit dem ersten Strömungskanal 101 das erste Segment A der Regelstufe 100. Entsprechend werden das zweite Segment B, das dritte Segment C und das vierte Segment D gebildet.

[0034] Durch jeden Strömungskanal 101-104 kann ein entsprechendes Arbeitsfluid, welches unterschiedliche Massenströme m_1 - m_4 und/oder unterschiedliche Fluidparameter aufweisen kann, strömen. Die Fluidparameter sind beispielsweise Drücke P_1 - P_4 und Strömungsgeschwindigkeiten C_1 - C_4 .

[0035] Der Massenstrom m_1 - m_4 und die Strömungsparameter des Arbeitsfluids in den jeweiligen Strömungskanal 101-104 können durch in den Strömungskanälen 101-104 angeordnete Regelventile 121-124 geregelt werden.

[0036] Wird die Turbine aus dem Stillstand gestartet und bis zur Volllast hochgefahren, öffnet sich zunächst das erste Regelventil 121, so dass durch den ersten Strömungskanal 101 ein erstes Arbeitsfluid mit dem Massenstrom m_1 und den ersten Druck P_1 sowie der ersten Strömungsgeschwindigkeit C_1 in Richtung erster Leitschaufeln 111 strömt. Die ersten Leitschaufeln 111 lenken das Arbeitsfluid in eine vorbestimmte Richtung, so dass in der vorbestimmten Richtung die dahinter angeordneten Laufschaufeln eines Laufrades angeströmt werden. Wenn das erste Regelventil 121 vollständig geöffnet ist und das Regelventil 121 in seinem Ventilpunkt am verlustärmsten das erste Arbeitsfluid durchströmen lässt, wird bei Bedarf zusätzlicher Leistung der Turbine das zweite Regelventil 122 geöffnet. Mit Hilfe des zweiten Regelventils 122 strömt ein zweites Arbeitsfluid durch den zweiten Strömungskanal 102 in Richtung des Leitrades 110 und strömt gegen die zweiten Leitschaufeln 112. Nachdem auch das zweite Regelventil 122 in seinem Ventilpunkt betrieben wird und somit den optimalen Wirkungsgrad aufweist, wird bei Bedarf weiterer Leistung das dritte Regelventil 123 geöffnet, so dass ein drittes Arbeitsfluid durch den dritten Strömungskanal 103 in Richtung dritte Leitschaufel 113 strömt. Wenn das dritte Regelventil 123 mit seinem Ventilpunkt betrieben wird und zusätzliche Leistung benötigt wird, wird schließlich das vierte Regelventil 124 geöffnet, damit ein viertes Arbeitsfluid durch den vierten Strömungskanal 104 mit einem vierten Massenstrom m_4 und einer vierten Strömungsgeschwindigkeit C_4 in Richtung der vierten Leitschaufeln 114 strömt.

[0037] Somit wird eine Düsengruppenregelung bereitgestellt, wodurch das Arbeitsfluid, wie beispielsweise Frischdampf, durch getrennte Regelventile 121-124 jeweils einem zugeordneten Düsensegment A bis D zugeleitet wird. Mit steigender Leistung der Turbine öffnen sich die Regelventile 121-124 in einer vorbestimmten Reihenfolge.

[0038] Die in den vorgenannten Abschnitten genannte

Öffnungssequenz kann während des Turbinenbetriebs beim Belasten der Turbine wie beschrieben, oder beim Entlasten der Turbine in umgekehrter Folge, ganz oder teilweise beliebig häufig durchlaufen werden. Es ist auch möglich, dass in besonderen Fällen zwei Ventile gleichzeitig geöffnet oder geschlossen werden.

[0039] Figur 2 zeigt die Ansteuerung der Regelventile 121 bis 124 der Düsengruppenregelung entsprechend Figur 1. Zur Ansteuerung der Regelventile 121 bis 124 weist jedes Regelventil 121 bis 124 einen eigenen Aktuator 201 bis 204 auf. Der Aktuator 201 bis 204 kann das jeweilige Regelventil 121 bis 124 zwischen einer vollständig geöffneten und einer vollständig geschlossenen Position verfahren, wobei auch Zwischenstellungen der Regelventile 121 bis 124 möglich sind. Die Aktuatoren werden hydraulisch angesteuert. Hierzu weist jeder Aktuator 201 bis 204 jeweils einen Arbeitszylinder 500 auf, in dem ein doppelseitig beaufschlagbarer Kolben 600 verschieblich angeordnet ist. Jeder Arbeitszylinder ist über einen Hydraulikkreislauf 400 mit einer Pumpe 300 verbunden. Die einzelnen Aktuatoren 201 bis 204 sind in dem hydraulischen Kreislauf parallel zueinander angeordnet und werden von der Pumpe 300 gemeinsam angesteuert. Die Pumpe 300 ist elektronisch betrieben und weist hierzu einen Elektromotor 700. Um den Motor 700 vor Überlastung, z.B. im Falle eines Festsitzens der Pumpe zu schützen, kann zusätzlich zwischen dem Motor 700 und der Pumpe 300 eine Kupplung vorgesehen sein. Anstelle einer elektrisch betriebenen Pumpe 300 kann auch eine Pumpe mit anderem Antrieb eingesetzt werden.

[0040] Da wie bereits in den Ausführungen zur Figur 1 erläutert, jeweils nur ein Regelventil bzw. maximal zwei Regelventile gleichzeitig angesteuert werden, reicht es aus, wenn die Pumpe 300 so ausgelegt ist, dass sie den hierzu maximal nötigen Volumenstrom und den hierzu notwendigen maximalen Hydraulikdruck aufbringen kann. Durch die Parallelschaltung der einzelnen Aktuatoren und die dadurch mögliche Ansteuerung mittels einer einzelnen Pumpe 300 vereinfacht sich die Düsengruppenregelung deutlich und es lässt sich eine deutliche Kosteneinsparung gegenüber den bisherigen Düsengruppenregelungen, bei denen jeder Aktuator über eine einzelne Pumpe angesteuert wurde, erzielen.

[0041] Das Verfahren eines Regelventils 121 bis 124 erfolgt dadurch, dass zunächst das Ventil 700 am entsprechenden Arbeitszylinder 500 geöffnet wird und die Pumpe 300 die Hydraulikflüssigkeit in die entsprechende Richtung pumpt, d.h. den doppelseitig beaufschlagbaren Kolben 600 entsprechend beaufschlagt. Um das Regelventil 124 beispielsweise zu schließen, wird die Pumpe 300 derart angesteuert, dass sie den doppelseitigen Kolben 600 von oben mit Druckflüssigkeit beaufschlagt, wodurch die Hydraulikflüssigkeit an der der Unterseite des doppelseitigen Kolben 600, aus dem Arbeitszylinder 500 ausströmen kann und der Kolben 600 sich nach unten bewegt, wodurch das Regelventil 124 schließt. Um das Regelventil 124 zu öffnen fördert die Pumpe 300 die Hy-

draulikflüssigkeit in entgegen gesetzte Richtung, so dass der Kolben von unten beaufschlagt wird und die Hydraulikflüssigkeit oberhalb des Kolben 600 aus dem Arbeitszylinder 500 strömt.

[0042] Wenn der Kolben 600 eine festgelegte Lage erreicht hat, welcher einer gewünschten Stellung des mit dem Aktuator gekoppelten Regelventils entspricht, wird das Ventil 700 geschlossen. Hierdurch wird die Hydraulikflüssigkeit oberhalb und unterhalb des doppelseitig beaufschlagbaren Kolbens 600 im Arbeitszylinder 500 eingeschlossen und es bildet sich ein hydrostatischer Druck im Arbeitszylinder 500 aus, der den Kolben 600 in seiner Position fixiert. Hierdurch kann die Pumpe 300 ausgeschaltet werden und muss nicht, wie dies bislang bei herkömmlichen Systemen notwendig war, ständig einen Öldruck im gesamten System, das heißt in dem gesamten Hydraulikkreislauf 400, aufrechterhalten. Hierdurch ergibt sich zum einen ein energieeffizienterer Betrieb, zum anderen erhöht es die Betriebssicherheit der Düsengruppenregelung, da der Hydraulikkreislauf 400 nicht ständig unter Druck stehen muss.

[0043] Die Pumpe 300 wird jeweils nur betrieben, wenn eines der Regelventile 121 bis 124 betätigt werden muss. Die Pumprichtung ist dabei umkehrbar und die Pumprichtung richtet sich danach, ob das jeweilige Regelventil 121 bis 124 geöffnet oder geschlossen werden soll. Während des Pumpbetriebes ist das jeweilige Ventil 700 am entsprechenden Arbeitszylinder 500 geöffnet. Wenn das Regelventil 121 bis 124 die gewünschte Position erreicht hat, wird das entsprechende Ventil 700 geschlossen und die Pumpe 300 kann danach wieder ausgeschaltet werden.

[0044] Um die Betriebssicherheit der Düsengruppenregelung zu erhöhen, ist im Ausführungsbeispiel ein redundantes System mit einer zweiten Pumpe 301 und entsprechenden Antrieb 801 vorgesehen, welches beim Ausfall der ersten Pumpe 300 zum Einsatz kommt. Das redundante System gewährleistet, dass auch beim Ausfall der ersten Pumpe 300 und/oder des ersten Antriebs 800, die Düsengruppenregelung weiter einwandfrei funktioniert. Die schadhafte Pumpe 300 kann während des Betriebes ausgewechselt werden. Dies stellt einen großen Vorteil gegenüber den bisherigen Systemen dar, bei denen jeder Aktuator und damit jedes Regelventil über eine eigene Pumpe verfügt. Bei diesen Systemen fiel die gesamte Düsengruppenregelung beim Ausfall einer einzelnen Pumpe aus. Die erfindungsgemäße Düsengruppenregelung ermöglicht somit mit zwei Pumpen eine höhere Betriebssicherheit zu gewährleisten, als dies bislang beim Einsatz von vier Pumpen der Fall war.

[0045] Aufgrund der Tatsache, dass in der Regel nur ein Regelventil bzw. maximal zwei Regelventile gleichzeitig betätigt werden, reicht es aus, wenn die Pumpe 300 gleich bzw. leicht größer dimensioniert ist, als die Pumpen die bislang zur Ansteuerung der einzelnen Aktuatoren eingesetzt wurden.

[0046] Um eventuelle Leckage aus dem System ausgleichen zu können, kann ein zusätzlicher Speicher für

Hydraulikflüssigkeit vorgesehen werden. Da die Leckage aufgrund des geschlossenen Hydraulikkreislaufes 400 allerdings in der Regel sehr gering ist, reicht es aus, wenn man einen nur kleinen Hydraulikflüssigkeitsspeicher vorsieht. Dieser kann möglicherweise schon dadurch ausgebildet werden, dass man die Rohrleitung für den Hydraulikkreislauf 400 leicht überdimensioniert.

[0047] Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass durch die erfindungsgemäße parallele Anordnung der Aktuatoren im Hydraulikkreislauf eine Ansteuerung der Aktuatoren mittels einer einzigen Pumpe ermöglicht wird. Hierdurch ergeben sich erhebliche Kosteneinsparungen. Durch die Verwendung eines redundanten Systems, das heißt einer zusätzlichen redundanten Pumpe samt Antrieb, ergibt sich eine deutlich verbesserte Betriebssicherheit. Das redundante System gewährleistet, dass die Düsengruppenregelung auch dann noch einwandfrei funktioniert, wenn die erste Pumpe 300 bzw. der erste Antrieb 800, ausfällt. Durch den geschlossenen Hydraulikkreislauf 400 wird die Anforderung nach einer ölfreien Turbine weitgehend erfüllt. Der Ölbedarf ist aufgrund des geschlossenen Systems und der parallelen Anordnung der Aktuatoren sehr gering. Für die beschriebene Düsengruppenregelung für eine Dampfturbine reichen ca. 10 l Hydraulikflüssigkeit aus, um die Düsengruppenregelung auszubilden.

[0048] Die erfindungsgemäße Düsengruppenregelung ermöglicht somit eine Reduzierung der notwendigen Anzahl von Pumpen von bislang vier auf lediglich eine Pumpe, wobei die Pumpenleistung unverändert bleiben kann.

Patentansprüche

1. Düsengruppenregelung für eine Turbine, insbesondere eine Dampfturbine, umfassend wenigstens ein erstes Regelventil (121) und ein zweites Regelventil (122), wobei jedes Regelventil (121, 122) einen eigenen Aktuator (201, 202) aufweist, der das jeweilige Regelventil (121, 122) zwischen einer geöffneten und einer geschlossenen Position verfahren kann, wobei die Aktuatoren (201, 202) hydraulisch betätigbar sind und der zur Betätigung der Aktuatoren (201, 202) notwendige hydraulische Druck durch eine Pumpe (300) aufgebaut wird
dadurch gekennzeichnet, dass die Aktuatoren (201, 202) in einem Hydraulikkreislauf (400), parallel zueinander angeordnet sind und von einer gemeinsamen ersten Pumpe (300) ansteuerbar sind.
2. Düsengruppenregelung nach Anspruch 1.
dadurch gekennzeichnet, dass der Hydraulikkreislauf (400) ein geschlossener Kreislauf ist.

3. Düsengruppenregelung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (201, 202) einen Arbeitszylinder (500) aufweist, in dem ein doppelseitig beaufschlagbarer Kolben (600) verschieblich angeordnet ist.
4. Düsengruppenregelung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitszylinder (500) wenigstens ein Ventil (700) aufweist, welches den Zu- und oder Abfluss in den Arbeitszylinder (500) steuert.
5. Düsengruppenregelung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (700) ein 4/2-Wegeventil ist.
6. Düsengruppenregelung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass Ventil (700) ein Magnetventil ist.
7. Düsengruppenregelung nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (300) derart ausgebildet ist, dass sie die Pumprichtung umkehren kann.
8. Düsengruppenregelung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Hydraulikkreislauf (400) ein zusätzlicher Speicher für Hydraulikflüssigkeit vorgesehen ist.
9. Düsengruppenregelung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe (300) elektrisch betrieben ist.
10. Düsengruppenregelung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass im Hydraulikkreislauf (400) eine zweite redundante Pumpe (301) angeordnet ist die im Bedarfsfall die erste Pumpe (300) ersetzen kann.

FIG 1

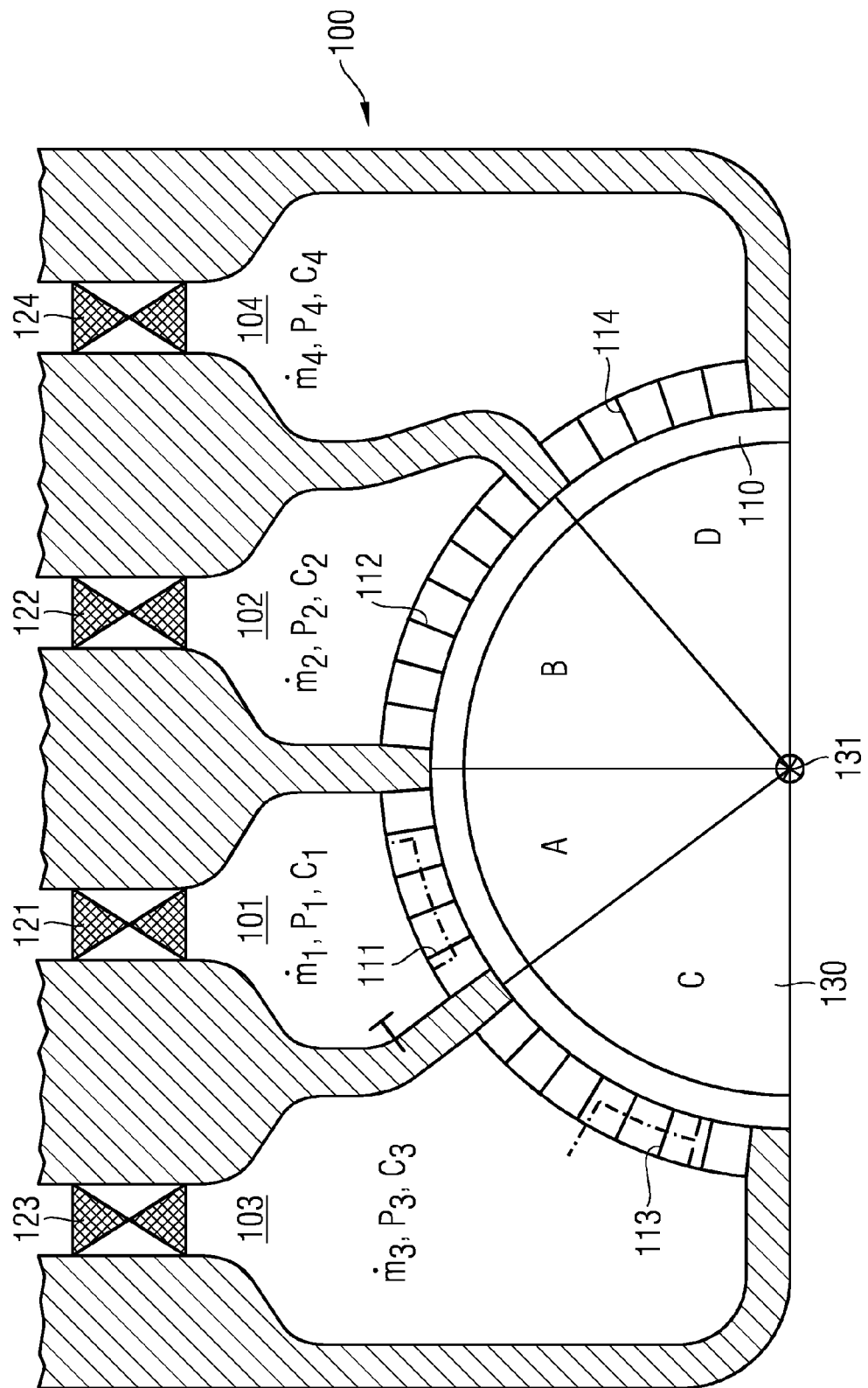
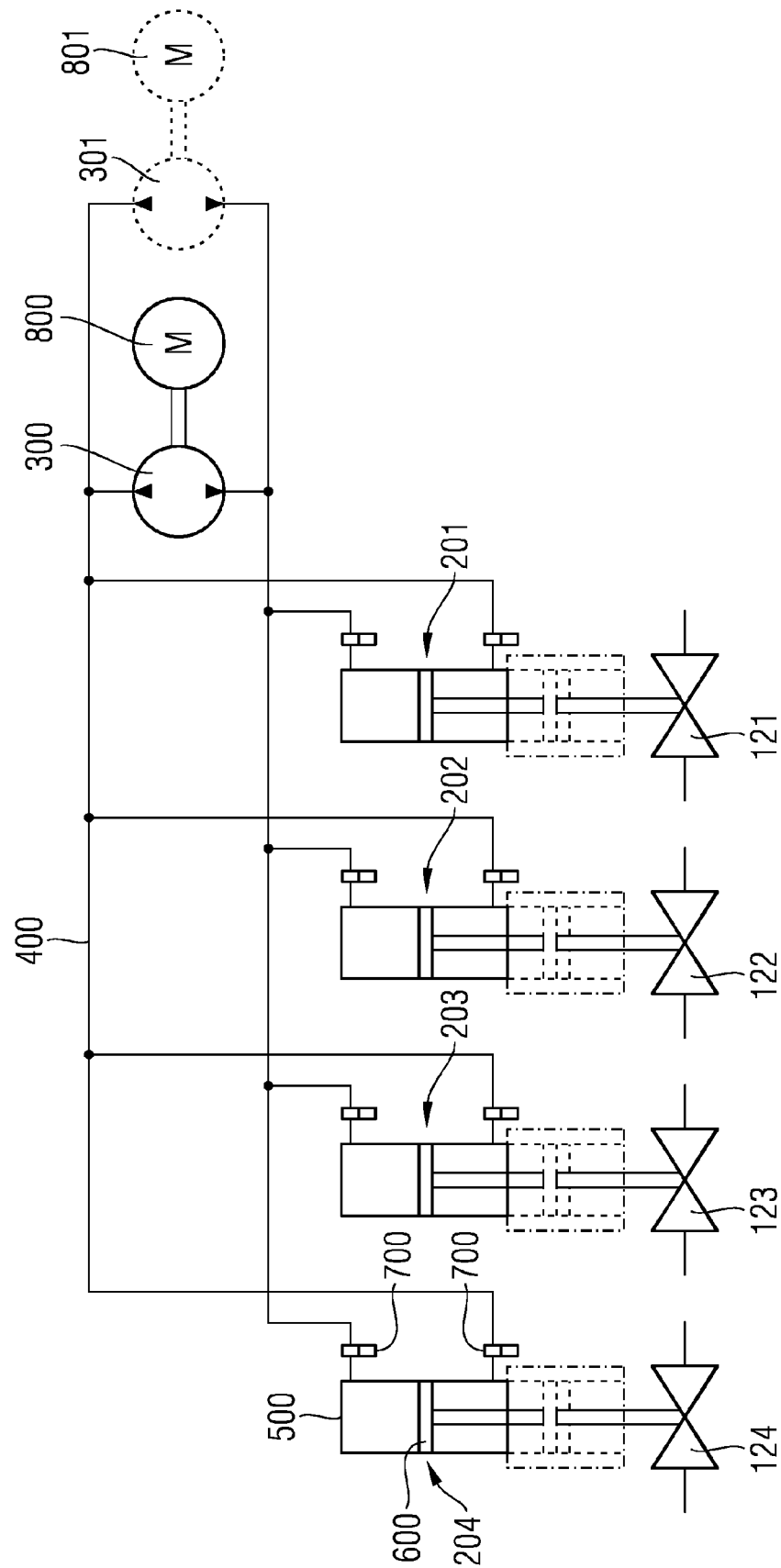


FIG 2



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

- DE 102010011516 A1 [0010]