

(19)



(11)

EP 3 967 568 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2022 Patentblatt 2022/51

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61F 5/38^(2006.01) F15B 13/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21193267.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61F 5/386

(22) Anmeldetag: **26.08.2021**

(54) **AKTIVE RADSATZSTEUERUNG FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG**

ACTIVE WHEEL SET CONTROL FOR A RAILWAY VEHICLE

COMMANDE ACTIVE DE TRAIN DE ROUES POUR UN VÉHICULE FERROVIAIRE

(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: **10.09.2020 DE 102020123592**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.2022 Patentblatt 2022/11

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Transportation Systems GmbH & Co. KG**
2100 Korneuburg (AT)

(72) Erfinder: **HOFMANN, Ernst**
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 655 378 EP-A2- 2 133 576
EP-B1- 0 759 390 WO-A1-2017/157740
CN-A- 110 836 205 DE-C1- 4 039 540
US-A- 4 640 198

EP 3 967 568 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 vorliegende Erfindung betrifft eine aktive Radsatzsteuerung für ein Schienenfahrzeug.

[0002] Eine aktive Radsatzsteuerung für ein Schienenfahrzeug trägt maßgeblich zu einer Verbesserung der Sicherheit eines Schienenfahrzeugs bei. Durch das gezielte Stellen von Rädern oder Radsätzen durch ein aktives Verdrehen um deren Hochachsen, werden auf effektive Art und Weise instabile Fahrzustände verhindert. Zudem wird dadurch der Fahrkomfort durch das Verringern von störenden Schwingungen erhöht und gleichzeitig ein Verschleiß von Rädern und Schienen verringert.

[0003] Eine passive Radsatzsteuerung hingegen liegt dann vor, wenn bei einer durch das Schienenpaar vorgegebenen Bogenfahrt die Räder des Radsatzes nicht aktiv entsprechend eingeschlagen werden, sondern durch die von den Schienen auf die Räder übertragene Kraft verstellt werden. Dadurch kommt es oft zu unangenehmen Schwingungsbewegungen, die auch für eine sehr starke Materialabnutzung an den Rädern und den Schienen verantwortlich sind.

[0004] In der EP 0 759 390 B1 wird ein Verfahren zur Radsatzführung von Schienenfahrzeugen beschrieben. Über eine in Richtung der Querachse des Fahrwerks verlaufende Koppereinrichtung werden in Fahrtrichtung zueinander beabstandete Radsätze gegensinnig zueinander ausgelenkt und radial zu einem zu durchfahrenden Gleisbogen eingestellt. Es kommt somit zu einem Einlenken der beiden Radsätze, so dass der Gleisbogen ohne die typische Schaukelbewegung einer passiven Radsatzsteuerung durchfahren werden kann.

[0005] In der WO 2017/157740 A1 ist ebenfalls eine aktive Radsatzsteuerung für ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs offenbart, bei dem die beiden Räder eines Radsatzes über einen jeweiligen Zylinder ausgelenkt werden, damit die Räder um eine gemeinsame vertikal ausgerichtete Drehachse (auch: Hochachse) verdrehbar sind. Dazu ist jedes der beiden Räder eines Räderpaares mit einem Zylinder an das Fahrwerk gekoppelt, der sich bei einem gewünschten Einschlag der Räder zur linken oder rechten Seite nach ein- bzw. ausfährt.

[0006] Durch eine Verbindung der beiden Zylinder über Kreuz an eine gemeinsame Druckversorgungseinheit wird im Stand der Technik typischerweise erreicht, dass die beiden Zylinder mit nur einer einzigen Druckversorgungseinheit versorgt werden können. Eine Verbindung der beiden Zylinder "über Kreuz" würde bedeuten, dass die Versorgung mit Druckflüssigkeit dafür sorgt, dass der erste Zylinder ausfährt und der zweite Zylinder einfährt und vice versa. Dies würde zur erwünschten Drehung des Radsatzes um die Hochachse führen. Damit die Kräfte symmetrisch ausfallen, d.h. dass beide Zylinder die gleichen Kräfte erzeugen, ist ein Paar an Gleichgangzylindern zu wählen. Diese Zylinderbauart erzeugt durch die beidseitig gleich großen Kolbenflächen bei gegebenem Flüssigkeitsdruck eine identische Zug- und Druckkraft. Weitere Beispiele einer aktiven Radsatzsteuerung

sind in der EP 0 655 378 A1 und in der CN 110 836 205 A offenbart.

[0007] Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung eine besonders effiziente, kosten- und ressourcenschonende Ansteuerung für eine aktive Radsatzsteuerung vorzusehen. Dabei soll eine möglichst geringe Anzahl an Komponenten verwendet werden, um so wenig Bauraum wie möglich in Anspruch zu nehmen.

[0008] Dies gelingt mit dem Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung in den abhängigen Ansprüchen dargelegt sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die aktive Radsatzsteuerung für ein Schienenfahrzeug, einen Radsatz mit einem Räderpaar zum Abrollen auf einer jeweiligen Schiene eines Schienenpaares, einen ersten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder zum Verschieben eines ersten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen, einen zweiten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder zum Verschieben eines zweiten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen, und eine Versorgungseinheit zum Bereitstellen von unter Druck stehendem Fluid für den ersten Zylinder und den zweiten Zylinder, umfasst. Ferner ist die erfindungsgemäße Radsatzsteuerung dadurch gekennzeichnet, dass die Ringkammer des ersten Zylinders und die Ringkammer des zweiten Zylinders mit einem gemeinsamen Hochdruckausgang der Versorgungseinheit fluidisch verbunden sind, und die Kolbenkammer des ersten Zylinders mit einem ersten Steuerausgang und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders mit einem zweiten Steuerausgang der Versorgungseinheit fluidisch verbunden sind. Dabei kann vorgesehen sein, dass die in ihrer Länge variierbaren Differentialzylinder hydraulisch und/oder elektrisch betätigbar sind.

[0009] Beim erfindungsgemäß verwendeten Differentialzylinder, der kompakter und auch günstiger als ein Gleichgangzylinder ist, fallen die Kräfte bei gegebenem Druck prinzipbedingt nicht mehr symmetrisch aus. Um diesen Nachteil zu beseitigen aber gleichzeitig nicht zwei separate Versorgungseinheiten zu benötigen, wird der Gegenstand des Anspruchs 1 vorgeschlagen, wonach unter anderem die beiden Kolben der beiden Zylinder jeweils einen mit einem Rückschlagventil versehenen Durchlass von der Kolbenkammer hin zur Ringkammer aufweisen. Zudem werden die beiden Ringkammern miteinander fluidisch verbunden und an den Hochdruckausgang der Versorgungseinheit angebunden.

[0010] Die Kolbenkammern der beiden Zylinder werden zum gewünschten gegensinnigen Betätigen der Zylinder nun so verschaltet, dass eine der beiden Kolbenkammern der beiden Zylinder mit einem Hochdruckbereich der Versorgungseinheit in fluidischer Verbindung steht und die verbleibende Kolbenkammer der beiden Zylinder mit einem Niederdruckbereich der Versorgungseinheit in fluidischer Verbindung steht. Damit es bei einem gegebenen Druck zu identischen Zug- und Druckkräften kommt, sind die wirksamen Kolbenflächen entsprechend zu dimensionieren. Die wirksame Kolbenflä-

che für die Erzeugung einer Zugkraft ist die Fläche der Ringkammer. Die wirksame Fläche für die Erzeugung einer Druckkraft ist aber nicht die Fläche des Kolbens, sondern lediglich die Fläche der Kolbenstange, da sich durch den beidseitig anliegenden Druck die Kraftanteile aus den beidseitigen Ringflächen gegenseitig aufheben. Von daher ist die Ringfläche und die Kolbenstangenfläche idealerweise im Verhältnis 1:1 zu gestalten. Da Dichtungen nicht beliebig abgestuft verfügbar sind, ist in der Praxis mit geringen Abweichungen vom Idealfall 1:1 zu rechnen.

[0011] Derjenige Zylinder, in dessen beiden Kammern (Kolben- und Ringkammer) Hochdruck anliegt fährt den Kolben aus, da die Kraft von der Kolbenkammerseite her größer als die Kraft von der Kolbenstangenseite ist. Dies deswegen, da die von dem Kolben abgehende Kolbenstange die Fläche zum Angreifen des in der Ringkammer herrschenden Drucks verringert und somit die auf den Kolben erzeugbare Kraft geringer ist.

[0012] Der andere Zylinder, in dessen Kolbenkammer Niederdruck anliegt, fährt den Kolben ein. Die in der Ringkammer anliegende Kraft ist in diesem Fall größer als die Kraft in der Kolbenkammer, in der ja Niederdruck herrscht, so dass es insgesamt zu einer gegenläufigen Bewegung der beiden Zylinder kommt, die das gewünschte Einlenken des Radsatzes bzw. Radpaares bewirkt.

[0013] Nach einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in dem Kolben des ersten Zylinders und in dem Kolben des zweiten Zylinders jeweils ein Rückschlagventil angeordnet ist, das einen Fluiddurchlass von einer Kolbenkammer hin zur Ringkammer zulässt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die beiden Zylinder nicht aktiv durch die Versorgungseinheit angesteuert werden sondern durch die extern einwirkenden Kräfte vom Radsatz her bewegt werden. Dabei muss das Fluid (bspw. Öl) aus den Kammern einerseits widerstandsarm verdrängt und - bei der Verwendung einer Flüssigkeit wie Öl oder dergleichen - andererseits ohne Kavitation nachgesaugt werden. Die Rückschlagventile in den Zylindern dienen dazu die Fluidmenge zu minimieren, die bei einem Hin- und Herlenken des Radsatzes mit der Versorgungseinheit ausgetauscht werden muss. Bei der Verwendung einer Flüssigkeit, bspw. Öl reduziert das das Kavitationspotential und sorgt auch für einen Fluidumlauf zwischen der Versorgungseinheit und den Zylindern (ohne den Rückschlagventilen würde nur die Ölsäule in den Verbindungsleitungen zu den beiden Zylindern hinund hergeschoben werden).

[0014] Nach einer optionalen Modifikation der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Steuerausgang und der zweite Steuerausgang der Versorgungseinheit dazu ausgelegt sind, jeweils zwischen einem Hochdruckzustand, einem Niederdruckzustand und/oder einem drucklosen Zustand zu variieren. Die verschiedenen Druckzustände erlauben das Auslenken der Räder sowie eine passive Stellung, bei der in den Zylinderkammern kein Druckunterschied durch die Ver-

sorgungseinheit hervorgerufen wird.

[0015] Weiter kann nach der Erfindung vorgesehen sein, dass eine gegenläufige Betätigung von dem ersten Zylinder und dem zweiten Zylinder dazu ausgelegt ist, eine Drehung des Räderpaares um eine Hochachse, vorzugsweise eine gemeinsame Hochachse zu bewirken. Dadurch wird also das typische Einlenken eines Räderpaares hervorgerufen, das die gewünschte Ausrichtungsveränderung der Räder in Bezug auf eine Gleiskurve ermöglicht. Dies könnte alternativ aber auch per Kreuzverschaltung realisiert werden. Der Unterschied hierbei ist das symmetrische Kräftepaar, das mit der Kreuzverschaltung von Differentialzylindern nicht realisiert werden kann.

[0016] Vorzugsweise weist die Versorgungseinheit eine Pumpe auf, deren Druckseite mit dem Hochdruckausgang fluidisch verbunden ist, wobei vorzugsweise die Saugseite der Pumpe mit einem Niederdruckbereich des Fluids fluidisch verbunden ist.

[0017] Auch kann vorgesehen sein, dass die Versorgungseinheit eine Verbindungsvorrichtung aufweist, die dazu ausgelegt ist, den ersten Steuerausgang und den zweiten Steuerausgang mit Fluid eines entsprechenden Drucks zu versorgen. So kann die Verbindungsvorrichtung sowohl den ersten Steuerausgang wie auch den zweiten Steuerausgang mit der Druckseite und/oder der Saugseite der Pumpe fluidisch verbinden oder auch die beiden Steuerausgänge miteinander kurzschließen.

[0018] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Verbindungsvorrichtung in einem ersten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer des ersten Zylinders über den ersten Steuerausgang mit Hochdruck und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders über den zweiten Steuerausgang mit Niederdruck zu verbinden, und in einem zweiten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer des ersten Zylinders über den ersten Steuerausgang mit Niederdruck und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders über den zweiten Steuerausgang mit Hochdruck zu verbinden.

[0019] Dadurch werden die beiden Zylinder jeweils gegensinnig zueinander betätigt, was zu einem Einlenken des Radsatzes führt.

[0020] Weiter kann vorgesehen sein, dass die Verbindungsvorrichtung in einem dritten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer des ersten Zylinders und die Kolbenkammer des zweiten Zylinders miteinander fluidisch zu verbinden. Durch das fluidische Kurzschließen der beiden Kolbenkammern der zwei Zylinder wird eine passive Stellung erreicht, bei der die Steifigkeit der Radsatzanbindung nicht durch einen Druckunterschied in den verschiedenen Zylinderkammern beeinflusst wird.

[0021] Nach der Erfindung kann weiter vorgesehen sein, dass die Verbindungsvorrichtung ein Ventil umfasst, das in seiner Ruhestellung die beiden Kolbenkammern miteinander fluidisch verbindet, wobei vorzugsweise das Ventil ein Magnetventil ist, das bevorzugterweise ein 4/3-Wegeventil ist. Dieses Ventil kann bspw. 3 Schaltzustände besitzen, wobei es in der Ruhestellung die bei-

den Kolbenkammern der zwei Zylinder miteinander fluidisch verbindet. In einer ersten von der Ruhestellung verschiedenen Schaltstellung wird hingegen eine der beiden Kolbenkammern mit Hochdruck (bspw. der Druckseite einer Pumpe der Versorgungseinheit) und die andere Kolbenkammer mit Niederdruck (bspw. der Saugseite einer Pumpe der Versorgungseinheit) verbunden. Durch das gezielte Schalten des Ventils werden die Räder entsprechend eingeschlagen.

[0022] Nach einer weiteren optionalen Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Versorgungseinheit eine Druckregelvorrichtung aufweist, um das Niveau des Hochdrucks zu steuern, wobei vorzugsweise die Druckregelvorrichtung eine Niveauveränderung des Drucks durch Ansteuern von Betriebsparametern der Pumpe und/oder durch ein die Hochdruckseite und die Niederdruckseite verbindendes Druckbegrenzungsventil verwirklicht.

[0023] Durch die Druckregelvorrichtung kann der Absolutwert des von der Versorgungseinheit ausgegebenen Drucks variiert werden. Unterschiedliche Druckwerte bewirken, dass der Radsatz unterschiedlich stark ausgelenkt wird. In der Regel steigt die Gegenkraft mit dem Ausfahren oder dem Einfahren der Zylinder, die für ein weiteres Einlenken überwunden werden muss, so dass der Lenkwinkel anhand der Druckregelvorrichtung einstellbar sein kann. Die Gestaltung einer derartigen Ansteuerung kann nach AT518698A1 Kraftgeregelte Spurführung für ein Schienenfahrzeug erfolgen.

[0024] So kann eine Abweichung vom Geradeauslauf des Radpaares mittels einer Federung oder einer Lagerung widerstandsbehaftet sein, so dass sich mit steigendem Lenkwinkel die Rückstellkraft zum Geradeauslauf erhöht. Das Variieren des zum Auslenken angelegten Drucks, der von der Versorgungseinheit stammt, führt demnach zu unterschiedlichen Lenkwinkeln.

[0025] Nach einer Fortbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Druckregelvorrichtung ferner mit einem Drucksensor in Verbindung steht, um das Druckniveau der Hochdruckseite zu erfassen.

[0026] Weiter kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass ferner ein Fluidspeicher vorgesehen ist, der mit einer Niederdruckseite der Versorgungseinrichtung fluidisch verbunden ist. Der Fluidspeicher oder auch Hydropspeicher sorgt für ein gewisses Druckniveau um das Nachsaugen von Fluid zu unterstützen, respektive Kavitation in den Kolbenkammern zu unterdrücken. Bei kurzgeschlossenen Kammern resultiert der Vorspanndruck im Fluidspeicher in einer drückenden parasitären Kraft in beiden Zylindern. Vorzugsweise ist eine entsprechende Gegenkraft durch eine Federung oder Lagerung vorhanden, die eine Verschiebung des Radsatzes begrenzt. Die Höhe dieser Kraft sollte einerseits minimiert werden bzw. sollte die Höhe des Vorspanndrucks derart bemessen sein, dass es unter allen Betriebszuständen zu keinem Abfall des Kolbenkammerdrucks unterhalb des Kavitationsdrucks kommt.

[0027] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Er-

findung kann vorgesehen sein, dass die Versorgungseinheit eine Hydraulikflüssigkeit als Fluid bereitstellt. Somit kann auch vorgesehen sein, dass die Zylinder Hydraulikzylinder sind.

[0028] Weiter kann vorgesehen sein, dass parallel zu dem ersten Zylinder ein erstes Elastiklager und parallel zu dem zweiten Zylinder ein zweites Elastiklager vorgesehen ist, vorzugsweise damit eine resultierende Steifigkeit der jeweiligen Anordnung aus Elastiklager und Zylinder der Summe der Steifigkeiten dieser beiden Komponenten entspricht. Das Vorsehen des Elastiklagers ist von Vorteil, da der Zylinder nur eine kleine parasitäre Steifigkeit liefert und für eine Kopplung zwischen Fahrwerksrahmen und Radsatz nur bedingt geeignet ist.

[0029] Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs, das mit einer Radsatzsteuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche versehen ist, vorzugsweise wobei eine Veränderung der Länge des ersten Differentialzylinders und/oder des zweiten Differentialzylinders eine Stellkraft erzeugt, die parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse wirkt.

[0030] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem passiven Zustand,

Fig. 2: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem ersten aktiven Zustand, und

Fig. 3: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem zweiten aktiven Zustand.

[0031] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen aktiven Radsatzsteuerung in einem passiven Zustand. Man erkennt die beiden Differentialzylinder 2, 3, die zur Auslenkung eines jeweiligen Rades eines Radsatzes verwendet werden. Die beiden Räder eines Radsatzes entsprechen dabei einer Achse eines Fahrzeugs, beispielsweise eines Schienenfahrzeugs und können beidseitig mit jeweils einem weiteren Lager, in Form eines Elastiklagers oder dergleichen, das nicht dargestellt ist, ausgerüstet sein. Wie gezeigt, ist es nun in vorteilhafter Weise umgesetzt, dass die beiden Differentialzylinder 2, 3 mit nur einer einzigen Versorgungseinheit 4, die eine Hydraulikeinheit sein kann, verbunden sind. Die Zylinder 2, 3 sind dabei derart mit einem Fluid zu beaufschlagen, dass eine Drehung des Radsatzes um die Hochachse ausgeführt wird. Im Stand der Technik wurde dabei oftmals vorgeschlagen, die beiden Zylinder 2, 3 über Kreuz zu verbinden. Eine Verbindung über Kreuz bedeutet dabei, dass die Kolbenkammer 22 des ersten Zylinders 2 und die Ringkammer 31 des zweiten Zylinders 3 miteinander fluidisch verbunden und gemein-

sam an einen Steuerausgang der Versorgungseinheit 4 angeschlossen werden. Die verbleibenden Kammern der beiden Zylinder 2, 3 werden ebenfalls fluidisch miteinander verbunden und an einen anderen Steuerausgang der Versorgungseinheit 4 angeschlossen. Würde man nun einen der beiden Steuerausgänge mit Hochdruck versorgen, würde dies zu einem gegensinnigen Bewegen der beiden Zylinder 2, 3 führen. Könnte man das resultierende asymmetrische Kräftepaar nicht akzeptieren, so wäre es notwendig anstelle der dargestellten Differentialzylinder Gleichgangzylinder zu verwenden.

[0032] Mit der in Fig. 1 dargestellten schematischen Darstellung der vorliegenden Erfindung ist es möglich, Differentialzylinder 2, 3 zu verwenden und dennoch lediglich nur eine einzige Versorgungseinheit 4 zu nutzen. Anders als oftmals im Stand der Technik vorgeschlagen, werden die beiden Zylinder 2, 3 nicht mehr über Kreuz verschaltet, sondern es werden die beiden Ringkammern 21, 31 der beiden Zylinder 2, 3 mit dem Hochdruckanschluss 41 der Versorgungseinheit 4 verknüpft. Die verbleibenden Kolbenkammern 22, 32 der beiden Zylinder 2, 3 werden an einen jeweiligen Steuerausgang 42, 43 der Versorgungseinheit 4 angeschlossen.

[0033] Demnach kann die Radsteuerung über drei unterschiedliche Zustände verfügen. Diese sind durch die Stellungen des Ventils 7, welches die unterschiedlichen Drücke der Versorgungseinheit 4 an die beiden Steuerausgänge 42, 43 der Versorgungseinheit 4 schalten kann, einstellbar.

[0034] In einer ersten Stellung des Ventils, die typischerweise die unbetätigte Ruhestellung des Ventils 7 sein kann, ist die Pumpe 6 der Versorgungseinheit 4 nicht aktiv. Weiter sorgt das Ventil 7 in seiner Ruhestellung dafür, dass die Kolbenkammern 22, 32 der Zylinder 2, 3 miteinander kurzgeschlossen sind, diese also eine Fluidverbindung miteinander aufweisen. Demnach liegt in allen Kammern der beiden Zylindern 2, 3 das gleiche Druckniveau an. Steht der Radsatz nun still, führt das Vorhandensein eines mit der Niederdruckseite verbundenen Fluidspeichers 10, der auch ein Hydrospeicher sein kann, dazu, dass eine davon ausgehende Vorspannung, bedingt durch das Differentialzylinderprinzip, eine drückende Kraft in beiden Zylindern ausübt. Ist nämlich ein vom Fluidspeicher ausgehender geringer Druck in den beiden Zylindern 2, 3 vorhanden, führt das Wirkprinzip des Differentialzylinders dazu, dass jeder der beiden Zylinder 2, 3 eine Kraft in seine ausfahrende Richtung ausübt. Um dieser Kraft entgegenzuwirken, kann für jeden der beiden Zylinder 2, 3 ein nicht dargestelltes Elastiklager vorgesehen sein, das jeweils eine entsprechende statische Steifigkeit aufweist, um eine Gegenkraft zu erzeugen. So wird die Verschiebung des Radsatzes durch die drückenden Zylinder, bedingt durch den Druck des Fluidspeichers, begrenzt.

[0035] Bewegt sich nun der Radsatz, wird er also beispielsweise beim Überfahren eines Gleises durch die externen Kräfte in Bewegung versetzt, werden die beiden

Zylinder 2, 3 durch die extern vorgegebene Bewegung des Radsatzes mitgeschleppt. Die optional vorgesehenen Elastiklager, die parallel zu den Zylindern 2, 3 verbaut sein können, können dabei mit ihrer dynamischen Steifigkeit die stabile Führung des Radsatzes übernehmen. Betrachtet man nun einen Sinuslauf eines Radsatzes, also das Hin- und Herlenken über den gesamten oder einen großen Teil des Lenkwinkelbereichs, so werden die beiden Zylinder 2, 3 durch den Radsatz wechselseitig ausgezogen und eingefahren. Dabei muss das Fluid, beispielsweise ein Öl, aus den Kammern einerseits widerstandsfähig verdrängt und andererseits ohne Kavitation nachgesaugt werden. Um dies zu bewerkstelligen, sind in den jeweiligen Kolben 24, 34 der beiden Zylinder 2, 3 Rückschlagventile 5 vorgesehen, die zu einer Verringerung der Fluid- bzw. Ölmenge beitragen, die für einen solchen Sinuslauf mit der Versorgungseinheit 4 ausgetauscht werden muss. Dies sorgt gleichzeitig für eine Reduktion des Kavitationspotentials und auch für einen Fluidumlauf zwischen der Versorgungseinheit 4 und den Zylindern 2, 3. Ohne ein jeweiliges Rückschlagventil 5 in den Kolben 24, 34 der beiden Zylinder 2, 3 würde beispielsweise nur eine Ölsäule in der Verrohrung bzw. der Verbindung zu den Zylindern 2, 3 hin und hergeschoben werden. Ein Filtervorgang des Öls würde dadurch erheblich erschwert werden.

[0036] Ferner weist die dargestellte Versorgungseinheit 4 einen Drucksensor 9 sowie ein Druckbegrenzungsventil 8 auf, das dazu in der Lage ist, den anliegenden Druck an dem Hochdruckanschluss 41 wunschgemäß einzustellen. Für einen bestimmten maximalen Lenkwinkelschlag ist der auszugebende Druck an dem Hochdruckanschluss 41 selbstverständlich höher als gegenüber einem nicht maximalen Lenkwinkelschlag. Hierzu wird in Abhängigkeit des gemessenen Druckniveaus das Druckbegrenzungsventil 8 betätigt, welches für eine kurze Zeit die Hochdruckseite und die Niederdruckseite miteinander verbindet. Dadurch kommt es zu einem Erreichen des gewünschten Druckniveaus auf der Hochdruckseite. Dem Fachmann ist klar, dass die Steuerung des Drucks selbstverständlich auch mit einer variabel betreibbaren Pumpe oder mittels anderer Einrichtungen variiert werden kann. Darüber hinaus besitzt die Versorgungseinheit 4 auch eine Pumpe 6, die mit ihrer Druckseite 61 direkt mit dem Hochdruckanschluss 41 verbunden ist. Diese feste Verbindung von Druckseite 61 der Pumpe 6 mit dem Hochdruckanschluss 41 und demzufolge auch mit den jeweiligen Ringkammern 21, 31 trägt zu dem besonders einfachen und platzsparenden Aufbau der vorliegenden Erfindung bei. Die Saugseite 62 ist dabei mit der Niederdruckseite der Versorgungseinheit 4 verbunden.

[0037] Das dargestellte Ventil 7 ist ein 4/3-Wegeventil, das in seiner Ruhestellung einen Kurzschluss der beiden Kolbenkammern 22, 32 verursacht. Selbstverständlich können die Schaltfunktionen des Ventils auch durch mehrere Ventile oder eine eigene Ventiluntereinheit verwirklicht werden. In den anderen beiden möglichen Stel-

lungen wird jeweils eine der beiden Kolbenkammern 22, 32 mit der Hochdruckseite der Versorgungseinheit 4 und die andere der beiden Kolbenkammern 22, 32 mit der Niederdruckseite der Versorgungseinheit 4 verbunden, so dass es zu einem entsprechenden Lenkwinkelschlag der beiden Räder, verursacht durch ein entsprechendes Betätigen der Zylinder 2, 3 kommt. Das zur Pumpe parallel geschaltene Rückschlagventil ermöglicht ein besonders widerstandsarmes Nachsaugen von Fluid vom Hydraulikspeicher zur Ringkammer des Zylinders 2.

[0038] Fig. 2 zeigt eine erste aktive Stellung, bei der die Pumpe 6 aktiv ist. Das Ventil 7 ist dabei betätigt, wobei die Kolbenkammer 32 des zweiten Zylinders 3 mit der Hochdruckseite bzw. dem Druckausgang 61 der Pumpe 6 verbunden ist. Die Kolbenkammer 22 des ersten Zylinders 2 ist hingegen mit der Niederdruckseite bzw. der Saugseite 62 der Pumpe 6 verbunden. Durch die Differentialbauweise wird der zweite Zylinder 3 durch Druckbeaufschlagung beider Kammern 31, 32 zum Ausfahren bewegt. Beim ersten Zylinder 2 wird nur die Ringkammer 21 mit Druck beaufschlagt, wohingegen die Kolbenkammer 22 mit dem Niederdruckbereich verbunden ist. In dieser Konfiguration ist das im Kolben 24 angeordnete Rückschlagventil 5 geschlossen, so dass bei einem entsprechenden Hochdruckniveau auf der Kolbenstangenseite eine Einfahrbewegung des Kolbens 23 des ersten Zylinders ausgeführt wird. Der zweite Zylinder, bei dem sowohl in der Kolbenkammer 32 wie auch in der Ringkammer 31 Hochdruck herrscht, schiebt den Kolben 33 nach außen, da die von der Kolbenkammer 32 herrührende Kraft eine größere Fläche zum Ansetzen auf den Kolben besitzt, als dies für die von der Ringkammer 31 herrührende Kraft der Fall ist. Für jenen Fall, dass die extern erzwungene Bewegung der Zylinder einen höheren Fluidbedarf erzeugt als die Pumpe fördern kann, wirkt das zur Pumpe parallel geschaltene Rückschlagventil unterstützend um Fluid vom Hydraulikspeicher in die Kolbenkammer zu fördern.

[0039] Fig. 3 zeigt ein zur Schaltstellung der Fig. 2 inverses Bild, so dass nun die Kolbenkammer 32 des zweiten Zylinders mit Niederdruck verbunden ist und die Kolbenkammer 22 des ersten Zylinders 2 mit Hochdruck verbunden ist. Die Reaktionen der beiden Zylinder 2, 3 sind dabei erneut durch Richtungspfeile angegeben und verhalten sich invers zu dem Verhalten, das bereits im Zusammenhang mit der Fig. 2 beschrieben worden ist. Der erste Zylinder 2 fährt demnach aus, wohingegen der zweite Zylinder 3 sich einzieht.

[0040] Durch die vorliegende Erfindung wird eine Möglichkeit geschaffen, die beiden Zylinder zum Steuern eines Radsatzes mit lediglich einer Versorgungseinheit 4 anzusteuern.

[0041] Dies und die Verwendung kompakter Differentialzylinder ermöglichen eine sehr bauraumschonende Umsetzung der vorliegenden Erfindung.

Patentansprüche

1. Aktive Radsatzsteuerung (1) für ein Schienenfahrzeug, umfassend:

einen Radsatz mit einem Räderpaar zum Abrollen auf einer jeweiligen Schiene eines Schienenpaares,
einen ersten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder (2) zum Verschieben eines ersten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen,
einen zweiten in seiner Länge variierbaren Differentialzylinder (3) zum Verschieben eines zweiten Rades des Räderpaares relativ zum Fahrwerksrahmen, und
eine Versorgungseinheit (4) zum Bereitstellen von unter Druck stehendem Fluid für den ersten Zylinder (2) und den zweiten Zylinder (3),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Ringkammer (21) des ersten Zylinders (2) und die Ringkammer (31) des zweiten Zylinders (3) mit einem gemeinsamen Hochdruckausgang (41) der Versorgungseinheit (4) fluidisch verbunden sind, und
die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) mit einem ersten Steuerausgang (43) und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) mit einem zweiten Steuerausgang (42) der Versorgungseinheit (4) fluidisch verbunden sind.

2. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 1, wobei in dem Kolben (24) des ersten Zylinders (2) und in dem Kolben (34) des zweiten Zylinders (3) jeweils ein Rückschlagventil (5) angeordnet ist, das einen Fluiddurchlass von einer Kolbenkammer (22, 32) hin zur Ringkammer (21, 31) zulässt.
3. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Steuerausgang (42) und der zweite Steuerausgang (43) der Versorgungseinheit (4) dazu ausgelegt sind, jeweils zwischen einem Hochdruckzustand, einem Niederdruckzustand und/oder einem drucklosen Zustand zu variieren.
4. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine gegenläufige Betätigung von dem ersten Zylinder (2) und dem zweiten Zylinder (3) dazu ausgelegt ist, eine Drehung des Räderpaares um eine Hochachse zu bewirken.
5. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Pumpe (6) aufweist, deren Druckseite (61) mit dem Hochdruckausgang (41) fluidisch verbunden ist, wobei vorzugsweise die Saugseite (62) der Pumpe (6) mit einem Niederdruckbereich des Fluids flu-

idisch verbunden ist.

6. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Verbindungsvorrichtung (7) aufweist, die dazu ausgelegt ist, den ersten Steuerausgang (43) und den zweiten Steuerausgang (42) mit Fluid eines entsprechenden Drucks zu versorgen. 5
7. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 6, wobei die Verbindungsvorrichtung (7) 10

in einem ersten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) über den ersten Steuerausgang (43) mit Hochdruck und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) über den zweiten Steuerausgang (42) mit Niederdruck zu verbinden, und 15

in einem zweiten Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) über den ersten Steuerausgang (43) mit Niederdruck und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) über den zweiten Steuerausgang mit Hochdruck zu verbinden. 20
8. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Verbindungsvorrichtung (7) in einem Zustand dazu ausgelegt ist, die Kolbenkammer (22) des ersten Zylinders (2) und die Kolbenkammer (32) des zweiten Zylinders (3) miteinander fluidisch zu verbinden. 25 30
9. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 - 8, wobei die Verbindungsvorrichtung (7) ein Ventil umfasst, das in seiner Ruhestellung die beiden Kolbenkammern (22, 32) miteinander fluidisch verbindet, wobei vorzugsweise das Ventil ein Magnetventil ist, das bevorzugterweise ein 4/3-Wegeventil ist. 35 40
10. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Druckregelvorrichtung (8) aufweist, um das Niveau des Hochdrucks zu steuern, wobei vorzugsweise die Druckregelvorrichtung (8) eine Niveaueveränderung des Drucks durch Ansteuern von Betriebsparametern der Pumpe (6) und/oder durch ein die Hochdruckseite und die Niederdruckseite verbindendes Druckbegrenzungsventil verwirklicht. 45 50
11. Radsatzsteuerung (1) nach Anspruch 10, wobei die Druckregelvorrichtung (8) ferner mit einem Drucksensor (9) in Verbindung steht, um das Druckniveau der Hochdruckseite zu erfassen. 55
12. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner mit einem Fluidspeicher (10), der mit einer Niederdruckseite der Versorgungsein-

richtung fluidisch verbunden ist, wobei vorzugsweise der Fluidspeicher (10) ein Hydrospeicher ist.

13. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Versorgungseinheit (4) eine Hydraulikflüssigkeit als Fluid bereitstellt.
14. Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei parallel zu dem ersten Zylinder (2) ein erstes Elastiklager und parallel zu dem zweiten Zylinder (3) ein zweites Elastiklager vorgesehen ist, vorzugsweise damit eine resultierende Steifigkeit der jeweiligen Anordnung aus Elastiklager und Zylinder (2, 3) der Summe der Steifigkeiten dieser beiden Komponenten entspricht.
15. Fahrwerk eines Schienenfahrzeugs, das mit einer Radsatzsteuerung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche versehen ist, vorzugsweise wobei eine Veränderung der Länge des ersten Differentialzylinders (2) und/oder des zweiten Differentialzylinders (3) eine Stellkraft erzeugt, die parallel bezüglich der Richtung der Fahrwerkslängsachse wirkt.

Claims

1. An active wheelset control (1) for a rail vehicle, comprising:

a wheelset having a wheel pair for rolling off on a respective rail of a rail pair;

a first differential cylinder (2) variable in length for the displacement of a first wheel of the wheel pair relative to the undercarriage frame;

a second differential cylinder (3) variable in length for the displacement of a second wheel of the wheel pair relative to the undercarriage frame; and

a supply unit (4) for providing pressurized fluid for the first cylinder (2) and the second cylinder (3),

characterized in that

the ring chamber (21) of the first cylinder (2) and the ring chamber (31) of the second cylinder (3) are fluidically connected to a common high pressure outlet (41) of the supply unit (4); and

the piston chamber (22) of the first cylinder (2) is fluidically connected to a first control outlet (43) and the piston chamber (32) of the second cylinder (3) is fluidically connected to a second control outlet (42) of the supply unit (4).
2. A wheelset control (1) in accordance with claim 1, wherein a respective check valve (5) that permits a fluid passage from a piston chamber (22, 32) toward the ring chamber (21, 31) is arranged in the piston (24) of the first cylinder (2) and in the piston (34) of

the second cylinder (3).

3. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the first control outlet (42) and the second control outlet (43) of the supply unit (4) are adapted to respectively vary between a high pressure state, a low pressure state, and/or a pressureless state. 5
4. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein a counterrotating actuation of the first cylinder (2) and the second cylinder (3) is adapted to effect a rotation of the wheel pair about a vertical axis. 10
5. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the supply unit (4) has a pump (6) whose pressure side (61) is fluidically connected to the high pressure outlet (41), with the suction side (62) of the pump (6) preferably being fluidically connected to a low pressure region of the fluid. 15
6. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the supply unit (4) has a connection device (7) that is adapted to supply the first control outlet (43) and the second control outlet (42) with fluid of a corresponding pressure. 20
7. A wheelset control (1) in accordance with claim 6, wherein the connection device (7) is adapted in a first state to connect the piston chamber (22) of the first cylinder (2) to high pressure via the first control outlet (43) and to connect the piston chamber (32) of the second cylinder (3) to low pressure via the second control outlet (42); and 25
is adapted in a second state to connect the piston chamber (22) of the first cylinder (2) to low pressure via the first control outlet (43) and to connect the piston chamber (32) of the second cylinder (3) to high pressure via the second control outlet. 30
8. A wheelset control (1) in accordance with claim 6 or claim 7, wherein the connection device (7) is adapted in one state to fluidically connect the piston chamber (22) of the first cylinder (2) and the piston chamber (32) of the second cylinder (3) to one another. 35
9. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims 6 to 8, wherein the connection device (7) comprises a valve that fluidically connects the two piston chambers (22, 32) to one another in its position of rest, with the valve preferably being a solenoid valve that is preferably a 4/3 way valve. 40
10. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the supply unit (4) has a pressure regulating device (8) to control the level of the high pressure, with the pressure regulating de- 45

vice (8) preferably effecting a level change of the pressure by controlling operating parameters of the pump (6) and/or by a pressure relief valve connecting the high pressure side and the low pressure side.

11. A wheelset control (1) in accordance with claim 10, wherein the pressure regulating device (8) is further connected to a pressure sensor (9) to detect the pressure level of the high pressure side. 50
12. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, further having a fluid reservoir (10) that is fluidically connected to a low pressure side of the supply device, with the fluid reservoir (10) preferably being a hydraulic accumulator. 55
13. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein the supply unit (4) provides a hydraulic fluid as the fluid.
14. A wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, wherein a first elastic bearing is provided in parallel with the first cylinder (2) and a second elastic bearing is provided in parallel with the second cylinder (3), preferably so that a resulting stiffness of the respective arrangement of the elastic bearings and the cylinders (2, 3) corresponds to the sum of the stiffness values of these two components.
15. An undercarriage of a rail vehicle that is provided with a wheelset control (1) in accordance with one of the preceding claims, preferably wherein a change of the length of the first differential cylinder (2) and/or of the second differential cylinder (3) generates an actuating force that acts in parallel with respect to the direction of the longitudinal axis of the undercarriage. 60

Revendications

1. Commande d'essieu (1) active pour un véhicule ferroviaire, comprenant :

un essieu avec une paire de roues destinée à rouler sur un rail respectif d'une paire de rails, un premier vérin différentiel (2) dont la longueur peut varier, destiné à déplacer une première roue de la paire de roues par rapport au châssis de l'organe de roulement, un second vérin différentiel (3) dont la longueur peut varier, destiné à déplacer une seconde roue de la paire de roues par rapport au châssis de l'organe de roulement, et une unité d'alimentation (4) destinée à mettre à disposition un fluide sous pression pour le premier vérin (2) et le second vérin (3),
caractérisée en ce que

- la chambre annulaire (21) du premier vérin (2) et la chambre annulaire (31) du second vérin (3) sont en liaison fluïdique avec une sortie haute pression (41) commune de l'unité d'alimentation (4), et
- la chambre de piston (22) du premier vérin (2) est en liaison fluïdique avec une première sortie de commande (43) et la chambre de piston (32) du second vérin (3) est en liaison fluïdique avec une seconde sortie de commande (42) de l'unité d'alimentation (4).
2. Commande d'essieu (1) selon la revendication 1, dans laquelle un clapet antiretour (5) est agencé respectivement dans le piston (24) du premier vérin (2) et dans le piston (34) du second vérin (3), ledit clapet antiretour permettant un passage de fluïde d'une chambre de piston (22, 32) à la chambre annulaire (21, 31).
 3. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la première sortie de commande (42) et la seconde sortie de commande (43) de l'unité d'alimentation (4) sont conçues pour varier respectivement entre un état de haute pression, un état de basse pression et/ou un état sans pression.
 4. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle un actionnement dans des sens opposés du premier vérin (2) et du second vérin (3) est conçu pour provoquer une rotation de la paire de roues sur un axe vertical.
 5. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'unité d'alimentation (4) présente une pompe (6), dont le côté refoulement (61) est en liaison fluïdique avec la sortie haute pression (41), le côté aspiration (62) de la pompe (6) étant de préférence en liaison fluïdique avec une zone de basse pression du fluïde.
 6. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'unité d'alimentation (4) présente un dispositif de liaison (7), qui est conçu pour alimenter la première sortie de commande (43) et la seconde sortie de commande (42) en fluïde avec une pression correspondante.
 7. Commande d'essieu (1) selon la revendication 6, dans laquelle le dispositif de liaison (7) est conçu pour, dans un premier état, relier la chambre de piston (22) du premier vérin (2) à la haute pression par le biais de la première sortie de commande (43) et la chambre de piston (32) du second vérin (3) à la basse pression par le biais de la seconde sortie de commande (42), et est conçu pour, dans un second état, relier la chambre de piston (22) du premier vérin (2) à la basse pression par le biais de la première sortie de commande (43) et la chambre de piston (32) du second vérin (3) à la haute pression par le biais de la seconde sortie de commande.
 8. Commande d'essieu (1) selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle le dispositif de liaison (7) est conçu pour, dans un état, relier par liaison fluïdique la chambre de piston (22) du premier vérin (2) et la chambre de piston (32) du second vérin (3).
 9. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes 6 à 8, dans laquelle le dispositif de liaison (7) comprend une vanne, qui, dans sa position de repos, relie les deux chambres de piston (22, 32) par liaison fluïdique, la vanne étant de préférence une électrovanne, qui est de préférence un distributeur à 4/3 voies.
 10. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'unité d'alimentation (4) présente un dispositif de régulation de pression (8) pour commander le niveau de la haute pression, le dispositif de régulation de pression (8) réalisant de préférence un changement de niveau de la pression par la commande de paramètres de fonctionnement de la pompe (6) et/ou par un limiteur de pression reliant le côté haute pression et le côté basse pression.
 11. Commande d'essieu (1) selon la revendication 10, dans laquelle le dispositif de régulation de pression (8) est en outre en liaison avec un capteur de pression (9) pour détecter le niveau de pression du côté haute pression.
 12. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un réservoir de fluïde (10), qui est en liaison fluïdique avec un côté basse pression du dispositif d'alimentation, le réservoir de fluïde (10) étant de préférence un accumulateur hydraulique.
 13. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'unité d'alimentation (4) met à disposition un liquide hydraulique en guise de fluïde.
 14. Commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle un premier palier élastique est prévu parallèlement au premier vérin (2) et un second palier élastique parallèlement au second vérin (3), de préférence pour qu'une rigidité obtenue de l'agencement respectif de palier élastique et vérin (2, 3) corresponde à la somme des rigidités de ces deux composants.
 15. Organe de roulement d'un véhicule ferroviaire, qui

est pourvu d'une commande d'essieu (1) selon l'une des revendications précédentes, de préférence dans lequel une modification de la longueur du premier vérin différentiel (2) et/ou du second vérin différentiel (3) génère une puissance de réglage qui agit parallèlement à la direction de l'axe longitudinal de l'organe de roulement.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

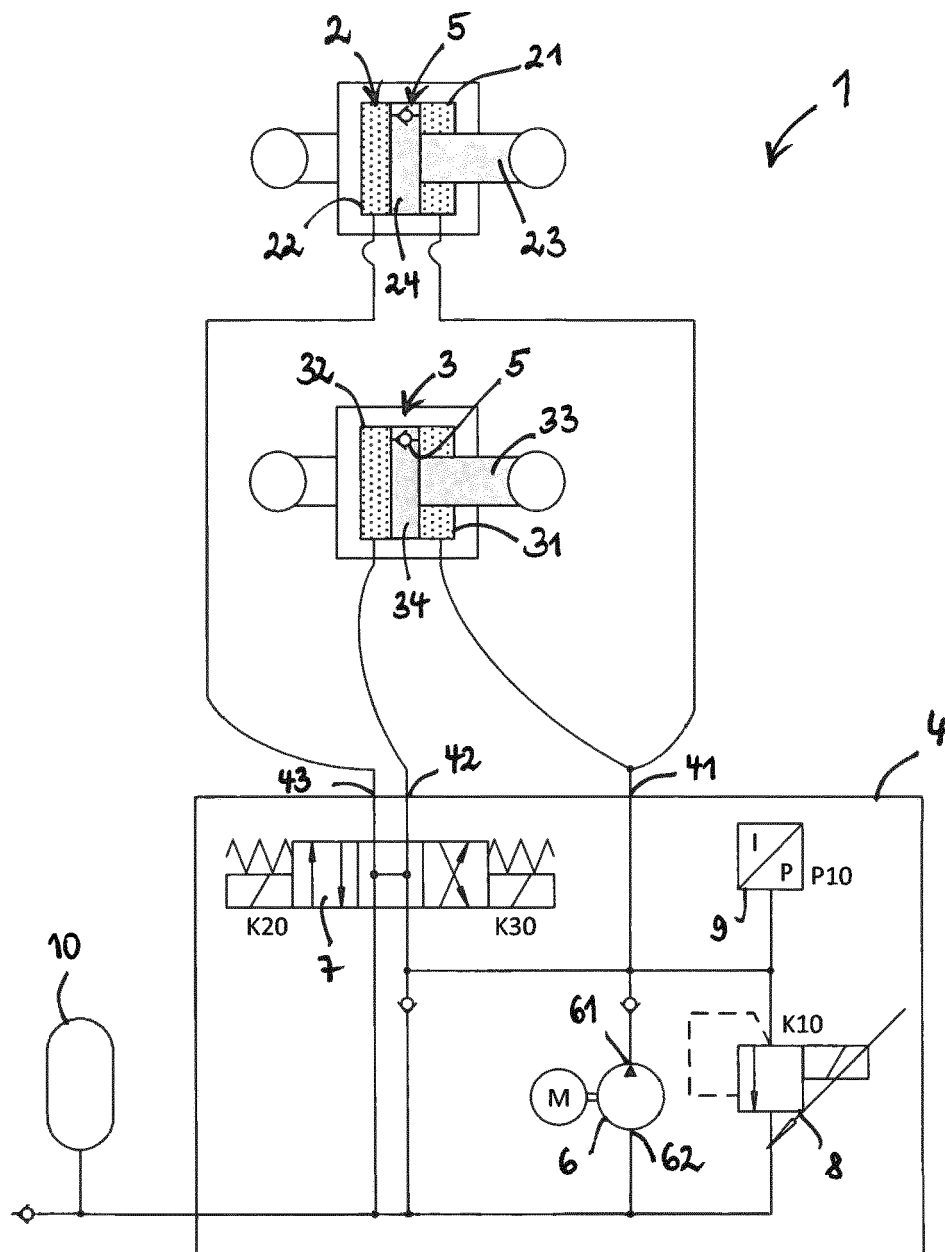


Fig. 2

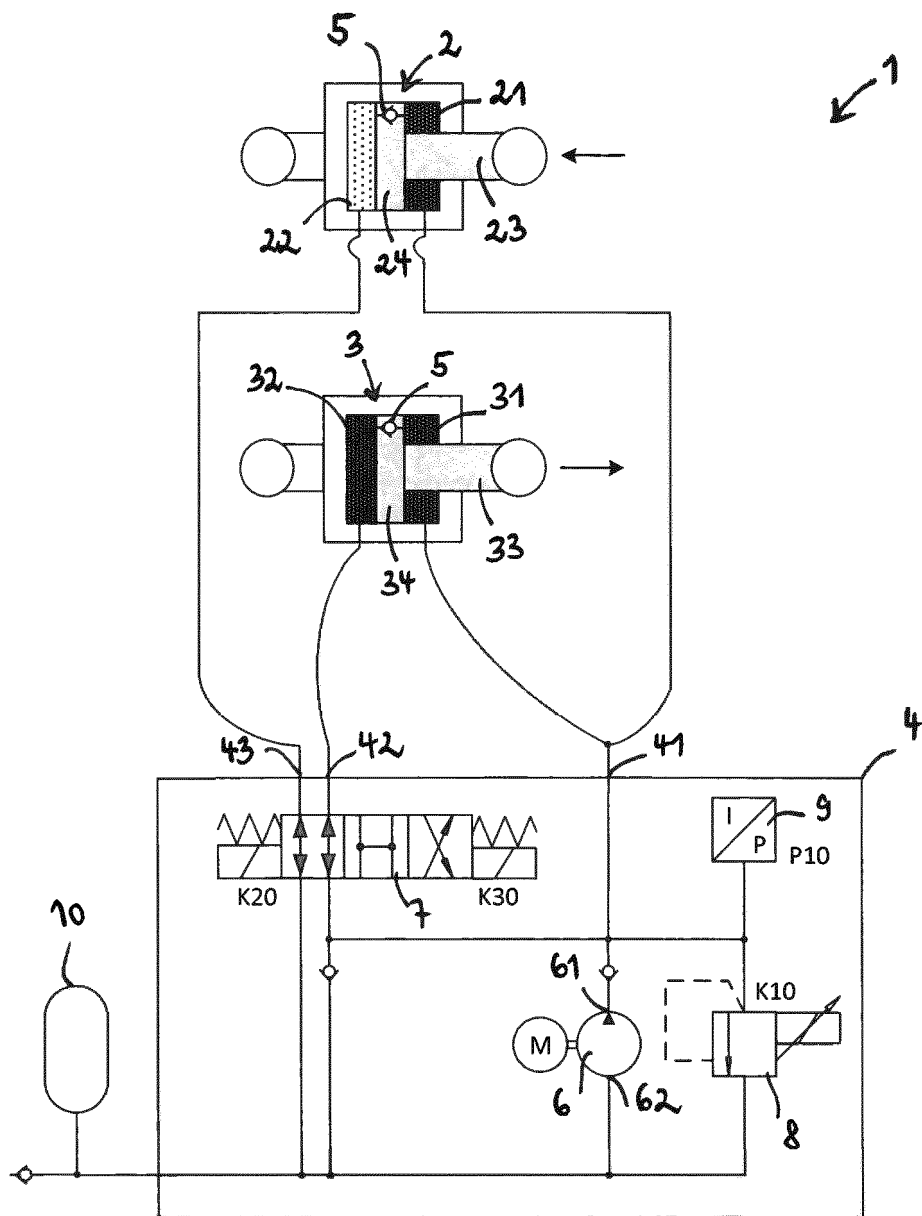
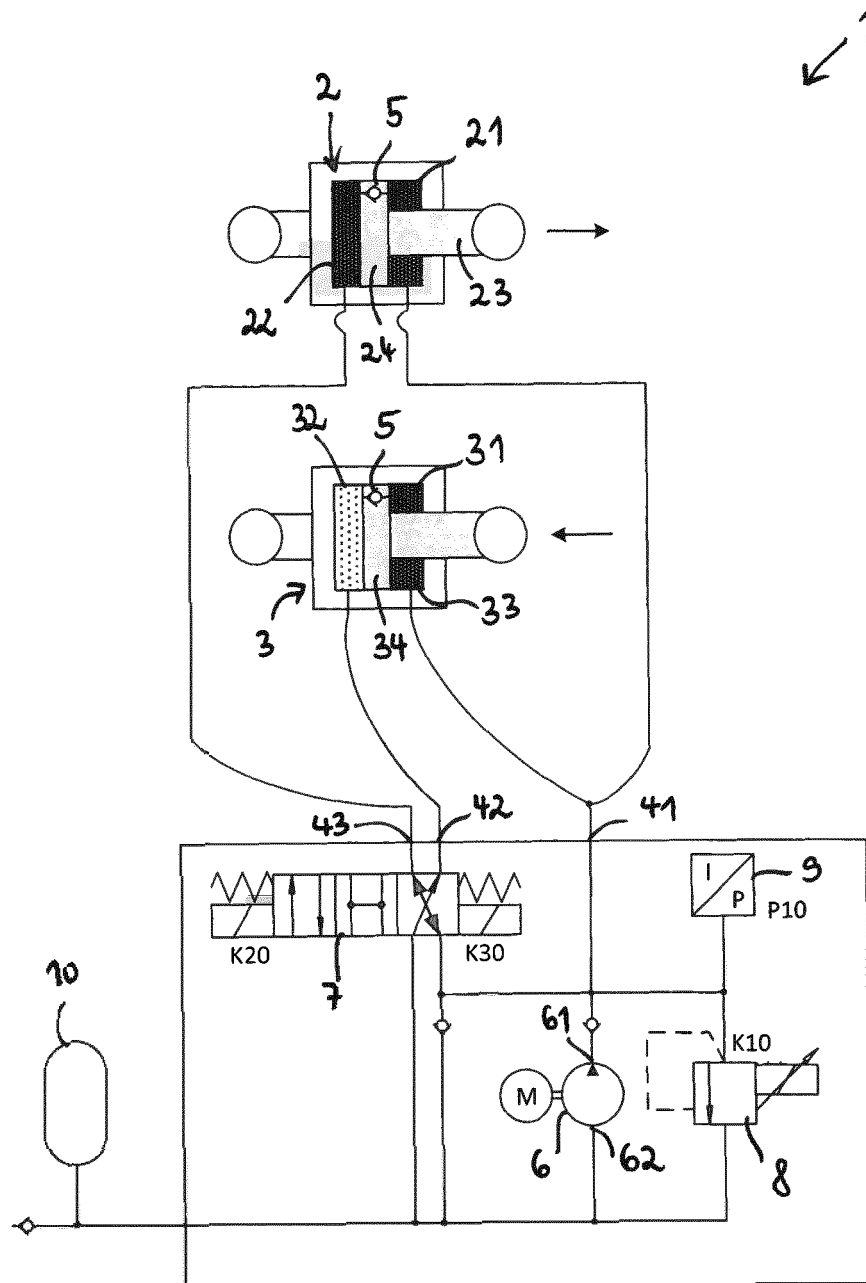


Fig. 3



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

- EP 0759390 B1 **[0004]**
- WO 2017157740 A1 **[0005]**
- EP 0655378 A1 **[0006]**
- CN 110836205 A **[0006]**
- AT 518698 A1 **[0023]**