

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2016 (23.06.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/096565 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F15B 21/02 (2006.01) F15B 21/14 (2006.01)
F15B 21/08 (2006.01)
- (72) **Erfinder:** FELLA, Andre; Steinachweg 2, 97783 Karsbach (DE). TRITTLER, Stefan; Im Koengemann 15, 70839 Gerlingen (DE).
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2015/079100
- (74) **Anwalt:** THUERER, Andreas; Bosch Rexroth AG, Zum Eisengießer 1, 97816 Lohr am Main (DE).
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 9. Dezember 2015 (09.12.2015)
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
102014226627.0
19. Dezember 2014 (19.12.2014) DE
102015201122.4 23. Januar 2015 (23.01.2015) DE
- (71) **Anmelder:** ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** CIRCUIT FOR ACTUATING A ROTATING CONSUMER

(54) **Bezeichnung :** SCHALTUNG ZUR ANSTEUERUNG EINES ROTIERENDEN VERBRAUCHERS

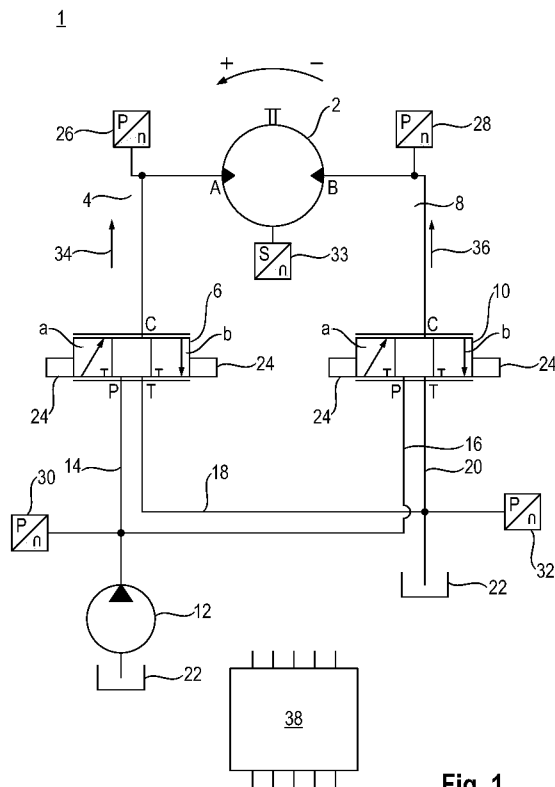


Fig. 1

(57) **Abstract:** Disclosed is a circuit for actuating one or more hydraulic consumer(s). The hydraulic consumer(s) are actuated at their terminals with proportionally adjustable directional valves which can be actuated separately for any direction of movement. The directional valves and a hydraulic pump, which provides a system pressure, are actuated electronically. In dependence on the desired speed and direction of movement, an open- or closed-loop electronics unit actuates the directional valves and the hydraulic pump. It is thus possible, if the pressure and load conditions are known, to determine purely by computation the required valve openings which are necessary for the desired movement.

(57) **Zusammenfassung:** Offenbart ist eine Schaltung zur Ansteuerung eines oder mehrerer hydraulischer Verbraucher. Der/die hydraulischen Verbraucher sind an ihren Anschlüssen mit für jede Bewegungsrichtung separat ansteuerbaren proportional verstellbaren Wegeventilen angesteuert. Die Wegeventile und eine Hydropumpe, die einen Systemdruck bereitstellt, werden elektronisch angesteuert. In Abhängigkeit von der gewünschten Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit steuert eine Steuerbeziehungsweise Regelelektronik die Wegeventile und die Hydropumpe an. Hierdurch können bei bekannten Druck- und Lastverhältnissen rein rechnerisch die benötigten Ventilöffnungen ermittelt werden, die für die gewünschte Bewegung erforderlich sind.

WO 2016/096565 A1



- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
 - vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

5

Schaltung zur Ansteuerung eines rotierenden VerbrauchersBeschreibung

10

Die Erfindung geht aus von einer Schaltung zur Ansteuerung eines rotierenden Verbrauchers, insbesondere eines Hydromotors für eine Winde, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

Eine Winde, insbesondere für den Hochseeinsatz, kann von einem oder von mehreren Hydromotoren angetrieben werden. Die Ansteuerung des Hydromotors oder der Hydromotoren kann durch eine Drosselregelung in einem offenen Kreis, in einem geschlossenen Kreis oder in einer Mischform beider Kreise erfolgen.

20

Beispielsweise hat der Hydromotor zwei Arbeitsanschlüsse, denen jeweils ein Wegeventil und somit eine Steuerkante zugeordnet ist, um einen jeweiligen Arbeitsanschluss mit einer Druckmittelquelle (Hydropumpe) oder einer Druckmittelsenke (Tank) zu verbinden. Die Drosselregelung kann über aufgelöste Steuerkanten verfügen, womit voneinander konstruktiv getrennte und unabhängig voneinander ansteuerbare Steuerkanten vorgesehen

25

sind. Diese können somit unabhängig voneinander einen jeweiligen Arbeitsanschluss des Hydromotors mit der Druckmittelsenke oder der Druckmittelquelle verbinden. Die Anordnung von Steuerkanten kann in Kombination mit einem entsprechenden Regelsystem zu einer signifikanten Energieeinsparung führen.

30

Des Weiteren kann eine aktive Systemdruckregelung für einen Systemdruck (Versorgungsdruck) ausgangsseitig der als Druckmittelquelle eingesetzten Hydropumpe vorgesehen sein. Aktiv bedeutet, dass der Systemdruck während eines Betriebs des Hydromotors oder der Hydromotoren veränderlich und damit aktiv an entsprechende

Anforderungen anpassbar ist. Damit ist ermöglicht, dass mit einem entsprechenden Regelsystem ein Druckabfall über eine jeweilige Steuerkante reduziert werden kann, um Energie einzusparen.

- 5 Das angesprochene Regelsystem lässt sich beispielsweise aufteilen in eine Motorregelung und die Systemdruckregelung. Die Motorregelung kann eine Positions- und Druckregelung sowie eine Regelung von deren Derivaten Geschwindigkeits-, Kraft- und Momentregelung des Hydromotors vorsehen.
- 10 Bei dem Regelsystem kann weiter ein Umschaltbetrieb vorgesehen sein. Hierbei wird bei der Motorregelung der Motorregler in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Hydromotors (Heben / Senken / Stehen) umgeschaltet. Somit wird je nach Bewegungsrichtung des Hydromotors ein Regelprinzip umgeschaltet, was in der Praxis einen nicht "sauberen" Nulldurchgang der Geschwindigkeit des Hydromotors zur Folge
- 15 haben kann. Die Umschaltung erfordert deswegen eine Vielzahl von Überblendvorgängen innerhalb der Motorregelung, wodurch wiederum ein undefinierter Systemzustand erfolgen kann. Des Weiteren ist für eine jeweilige Bewegungsrichtung des Hydromotors ein "zugeschnittenes Regelprinzip" vorgesehen. Daraus folgt, dass die Motorregelung nur eine Lastrichtung der Winde zulässt. Sollte dann in einer Ausnahmesituation beispielsweise eine
- 20 Beschleunigung in Richtung eines Senkens erfolgen, dann dies unter Umständen zu Problemen führen.

- Bei der Systemdruckregelung kann ebenfalls eine Umschaltung in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung des Hydromotors vorgesehen sein. In Abhängigkeit von der
- 25 Bewegungsrichtung wird für die Systemdruckregelung entweder ein Ist-Arbeitsdruck des einen Arbeitsanschlusses des Hydromotors oder ein Ist-Arbeitsdruck des anderen Arbeitsanschlusses des Hydromotors verwendet. Dies resultiert üblicherweise in heftigen Schaltschlägen der Systemdruckregelung während des Nulldurchgangs des Hydromotors mit Richtungs- umkehr der Bewegungsrichtung. Da die Systemdruckregelung auf den Ist-
- 30 Arbeitsdrücken basiert, die von der Motorregelung geregelt werden, wird dem gesamten Regelsystem eine Dynamik in der Ansteuerung entzogen, was ein starkes Filtern von Ist-Werten erforderlich macht. Vorteilhaft bei dem Umschaltbetrieb ist, dass sich eine vergleichsweise gute Energieeffizienz erreichen lässt.

Neben der beschriebenen Motorregelung kann auch ein sogenannter "4/3-Betrieb" vorgesehen sein. Bei diesem werden die Steuerkanten gleich angesteuert, was zu einer gleichen Ventilöffnung der Wegeventile führt. Dies führt zu dem Vorteil, dass ein übergeordneter Positions- (Geschwindigkeits-) und Druckregler (Kraft-, Momentregler) die Motorregelung übernimmt, der den beiden Steuerkanten somit denselben Vorgabewert ausgibt. Nachteilig ist, dass an beiden Steuerkanten eine identische Durchflussmenge einen identischen Druckabfall generiert, was in vielen Arbeitspunkten zu unnötigem Energieverbrauch führt, z.B. muss bei allen Lastrichtungen der Systemdruck den Lastdruck übersteigen.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schaltung zur Ansteuerung eines rotierenden Verbrauchers vorzusehen, die die genannten Nachteile beseitigt.

Die Aufgabe wird gelöst mit einer Schaltung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1.

Erfindungsgemäß ist eine Schaltung (hydraulische Windenregelung oder hydraulische Ansteuerung einer Windenschaltung mit Großmotoren) zur Ansteuerung eines oder mehrerer rotierenden zwei oder mehr Arbeitsanschlüssen aufweisenden Verbrauchers, insbesondere eines Hydromotors für eine hydraulische Winde, vorgesehen. Zum Verbinden eines jeweiligen Anschlusses des Verbrauchers mit einer Druckmittelquelle und mit einem Tank beziehungsweise einer Druckmittelsenke ist jeweils ein proportional verstellbares Wegeventil, insbesondere ein 3/2-Wege-Proportionalventil, vorgesehen. Über die Wegeventile kann der Verbraucher angesteuert werden. Des Weiteren sind die Wegeventile separat voneinander ansteuerbar (aufgelöste Steuerkanten). Zum Messen eines jeweiligen Ist-Arbeitsdrucks des jeweiligen Arbeitsanschlusses des Verbrauchers ist ein jeweiliger Drucksensor vorgesehen. Für einen von einer Hydromaschine (Versorgungspumpe) bereit gestellten Ist-Systemdruck ist ein weiterer Drucksensor vorgesehen. Des Weiteren hat die Schaltung einen Geschwindigkeitssensor oder Winkelsensor für eine Ist-Geschwindigkeit des Verbrauchers. Vorteilhafterweise ist eine Steuerelektronik beziehungsweise Regelelektronik vorgesehen, die in Abhängigkeit von einer gewünschten Last- und/oder Bewegungsrichtung des Verbrauchers und in Abhängigkeit einer Ist-Geschwindigkeit des Verbrauchers die Wegeventile und die Hydromaschine steuert.

Diese Lösung hat den Vorteil, dass bei bekannten Druck- und Lastverhältnissen rein rechnerisch benötigte Ventilöffnungen der Wegeventile ermittelt werden können, die für die gewünschte Bewegung des Hydromotors erforderlich sind. Durch die erfindungsgemäße

5 Schaltung kann in Verbindung mit einer geeigneten elektronischen Ansteuerung ein ruckfreier Wechsel der Bewegungsrichtung durchgeführt werden (Senken, Bremsen, Stillstand, Beschleunigen, Heben), wie er beispielsweise für eine optimale Active-Heave-Kompensation (aktive Seegangskompensation) erforderlich ist. Mit der erfindungsgemäßen Schaltung ist ein für alle Betriebsmodi energieeffizientes, optimiertes, einheitliches und

10 kontinuierlich ohne interne Sprünge und Rampen arbeitendes Regelsystem geschaffen, bei dem gewünschte Druckdifferenzen an den Wegeventilen (Steuerkanten) vorgewählt und bis auf Null reduziert werden können, um die Verluste im System zu minimieren. Durch die Schaltung können die Druckdifferenzen an den Wegeventilen variabel verändert werden, um Energieoptimierung und/oder Funktionen höherer Wertigkeit zu realisieren, wie

15 beispielsweise die aktive Seegangskompensation. Des Weiteren ist somit eine hydraulische, mechanische oder elektronische Systemdruckregelung für hydraulische Winden geschaffen, deren Soll-Wertberechnung auf den tatsächlichen Druckverhältnissen im gesamten Hydrauliksystem aufbaut, statt nur auf dem Druck einer pumpenzugewandten Seite des Verbrauchers. Dafür können Ist-Werte von Lastdifferenzdruck und Tankdruck sowie die

20 Vorgabewerte für gewünschte Differenzdruckwerte an die Steuerkanten herangezogen werden. Des Weiteren kann zusätzlich die Last- und Bewegungsrichtung berücksichtigt werden und damit ein für alle Betriebszustände gültiger Soll-Systemdruck berechnet werden. Mit der erfindungsgemäßen Schaltung können die eingangs beschriebenen Betriebsarten zu einer gemeinsamen Betriebsart vereinigt werden, die die Vorteile von Umschaltbetrieb und

25 4/3-Betrieb miteinander verbindet. Hierzu kann eine neue Betriebsart definiert werden, die basierend auf dem bisherigen Betriebsarten das Energieeffizienzpotential des vorhandenen Hydrauliksystems ausschöpft sowie die erforderliche Performanz des Systems gewährleistet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung steuert die Steuerelektronik in Abhängigkeit einer

30 Druckdifferenz der Ist-Arbeitsdrücke die Wegeventile, wodurch die korrekte Eingangsgröße, der Lastdifferenzdruck, ausgewertet wird, und somit von den absoluten Druckwerten abhängige Effekte eliminiert werden.

Vorzugsweise hat die Steuerelektronik eine Systemberechnungsvorrichtung (Signalaufbereitung). Diese kann in Abhängigkeit eines Soll-Systemdrucks und/oder eines Ist-Systemdrucks und/oder der Druckdifferenz und/oder der Bewegungsrichtung und/oder der Ist-Geschwindigkeit eine Soll-Ventilöffnung für ein jeweiliges Wegeventil und/oder eine Soll-Druckdifferenz für ein jeweiliges Wegeventil berechnen. Wird der Soll-Systemdruck anstelle des Ist-Systemdrucks berücksichtigt, so hat sich in der Praxis gezeigt, dass hierdurch eine stabilere Regelung ermöglicht ist. Mit der Systemberechnungsvorrichtung können alle Betriebszustände abgedeckt werden.

10 In weiterer Ausgestaltung kann zusätzlich ein Drucksensor für einen Ist-Tankdruck des Tanks vorgesehen sein, wobei die Steuerelektronik dann die Wegeventile in zusätzlicher Abhängigkeit vom Ist-Tankdruck steuern kann, was sich vorteilhaft auf die Genauigkeiten der berechneten Werte auswirkt. Des Weiteren kann die Systemberechnungsvorrichtung bei der Berechnung der Soll-Ventilöffnung und/oder der Soll-Druckdifferenz den Ist-Tankdruck
15 berücksichtigen, womit die Regelung verbessert wird.

Mit der Systemberechnungsvorrichtung ist ermöglicht, dass eine Berechnung der tatsächlichen Systemdruckverhältnisse anhand des Lastdrucks, des Soll-Systemdrucks oder Ist-Systemdrucks, des Ist-Tankdrucks und der Last- und Bewegungsrichtung ermöglicht ist.
20 Des Weiteren können durch die Systemberechnungsvorrichtung die benötigten, insbesondere vorgesteuerten, Soll-Ventilöffnungen berechnet werden. Des Weiteren ist bei der Systemberechnungsvorrichtung vorteilhaft, dass diese automatisch und abhängig von der aktuellen Bewegungs- und Lastrichtung des Hydromotors die benötigten individuellen Stellwerte der Wegeventile (Soll-Ventilöffnung, Soll-Druckdifferenz) und damit die Soll-
25 Arbeitsdrücke an den Arbeitsanschlüssen der Hydromaschine berechnen kann. Es ist denkbar, die Stellwerte für die Wegeventile optional mit einer Ventilkennlinie zu beaufschlagen. Wie vorstehend bereits angeführt, kann entweder der Soll-Systemdruck oder Ist-Systemdruck für die Berechnung verwendet werden. Bei der Verwendung des Soll-Systemdrucks kann eine Erhöhung der Regeldynamik des Systems erfolgen, da keine
30 gesonderte Filterung des Ist-Systemdrucks notwendig ist. Dies setzt voraus, dass das System so konfiguriert ist, dass eine Systemdruckregelung über eine geringstmögliche Regelabweichung verfügt. Die Verwendung des Ist-Systemdrucks hingegen würde zu einer

exakteren Berechnung der, insbesondere vorgesteuerten, Soll-Ventilöffnungen für ein jeweiliges Wegeventil führen.

Vorteilhafterweise hat die Steuerelektronik eine, insbesondere aktive, Systemdruckregelung.

5 Diese kann in Abhängigkeit des Ist-Systemdrucks und eines Soll-Systemdrucks den Systemdruck regeln. Die Systemdruckregelung weist vorzugsweise eine zu- und wegschaltbare Energieeffizienzoptimierung auf. Es ist denkbar, dass die Systemdruckregelung mechanisch, hydraulisch oder elektrisch auf einen eingestellten Soll-Systemdruck regelt.

10

Vorzugsweise ist der Soll-Systemdruck von der Systemberechnungsvorrichtung für die Systemdruckregelung vorgebar. Ferner kann die Regelung des Systemdrucks nicht mehr auf einem jeweiligen Ist-Arbeitsdruck basieren, der abhängig von der Bewegungsrichtung ist, und einem darauf addierten konstanten Wert, sondern es ist vorteilhafterweise ein minimal

15 erforderlicher Soll-Systemdruck, insbesondere über die Systemberechnungsvorrichtung, berechnet, der in Abhängigkeit von der Druckdifferenz der Ist-Arbeitsdrücke und/oder dem Ist-Tankdruck und in Abhängigkeit von der Last- und Bewegungsrichtung ist. Hierdurch kann eine Abhängigkeit von den absoluten Ist-Arbeitsdrücken und einer zugehörigen Richtungsumschaltung und deren Detektion eliminiert werden und der Soll-Systemdruck wird

20 stattdessen in Abhängigkeit der Druckdifferenz der Ist-Arbeitsdrücke mit variablem Vorzeichen gesetzt.

25

Der minimale Soll-Systemdruck kann weiterhin derart modifiziert werden, dass die Regelungsgüte und Energieeffizienz optimiert sind. Die Modifizierung sieht vorzugsweise ein definiertes Überblenden des Soll-Systemdrucks bei einem Richtungswechsel der

30 Bewegungsrichtung vor. Alternativ oder zusätzlich kann die Modifizierung eine gezielte Druckerhöhung in definierten Bereichen vorsehen, insbesondere im active-heave-control (AHC)-Regelbereich um einen Stillstandbereich oder anderen anwendungsindividuellen Bereichen.

30

Die Systemdruckregelung kann funktional unabhängig von der Systemberechnungsvorrichtung (oder einer Motorregelung) sein. Vorteilhafterweise stellt

dabei die Systemdruckregelung der Systemberechnungsvorrichtung (oder Motorregelung) ihre Soll- und Ist-Werte zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Mit Vorteil ist bei der Motorregelung eine Ablösungssteuerung (alternating control) vorgesehen. Diese kann in Abhängigkeit einer Kraft und einer Geschwindigkeit eines Verbrauchers einen Steuerwert ermitteln, der der Systemberechnungsvorrichtung gemeldet wird. Bei der zentralen Größe beziehungsweise dem Steuerwert als Ausgang der Ablösungssteuerung kann es sich wahlweise um eine Geschwindigkeitsgröße (Volumenstrom-, Drehzahl-) oder Druckgröße (Kraft-Momentgröße) handeln, wobei dies vorteilhafterweise von der Belastung der Winde abhängt.

Vorzugsweise ist eine Geschwindigkeitssteuerung vorgesehen, die aus einer Soll-Geschwindigkeit des Verbrauchers und der Ist-Geschwindigkeit einen Geschwindigkeitswert bestimmt, der von der Systemberechnungsvorrichtung zur Berechnung der Soll-Ventilöffnung und/oder der Soll-Druckdifferenz berücksichtigbar ist.

Des Weiteren kann eine Kraftsteuerung vorgesehen sein, die aus einer Soll-Kraft (Soll-Moment) und einer Ist-Kraft (Ist-Moment) der Verbraucher (der Last des Verbrauchers) einen Kraftwert bestimmt, der von der Systemberechnungsvorrichtung zur Berechnung der Soll-Ventilöffnung und/oder der Soll-Druckdifferenz berücksichtigbar ist.

Vorzugsweise meldet die Kraftsteuerung ihren Kraftwert und die Geschwindigkeitssteuerung ihren Geschwindigkeitswert der Ablösungssteuerung, womit diese drei Steuerungen einen übergeordneten Regelkreis zur Positions- (Geschwindigkeits-) und Kraftregelung (Druck-, Momentregelung) ermöglichen. Somit ist eine übergeordnete Ablösungssteuerung für hydraulische Winden ermöglicht, die unabhängig von Bewegungs- und Lastrichtung eine einheitliche Reglerstruktur zur Verfügung stellt und alle Betriebsfälle und/oder -modi abdeckt und somit kontinuierlich ohne Umschaltungen und Überblendungen, insbesondere beim Nulldurchgang, arbeitet. Die Ablösungssteuerung ermittelt dann aus dem Kraftwert und dem Geschwindigkeitswert den Steuerwert, der der Systemberechnungsvorrichtung gemeldet werden kann.

Die übergeordnete Ablösungssteuerung arbeitet vorteilhafterweise durch ihren Bezug auf die Ist-Werte für Positions- (Geschwindigkeits-) und Kraftregelung (Druck-Momentregelung) und der Ausgabe des einheitlichen Steuerwerts (Stellgröße) mit durchgehend konstanten Parametern, die über den Regelbereich nicht angepasst werden müssen.

5

Die übergeordnete Ablösungssteuerung stellt somit eine Positions- oder Geschwindigkeitsregelung (abhängig von Betriebsart), eine Druckregelung (Kraft-, Momentregelung), eine Minimaldruckregelung (Minimalkraft-, Minimalmomentregelung), Maximaldruckregelung (Maximalkraft-, Maximalmomentregelung), eine automatische Umschaltung zwischen den Regelungsarten (ablösende Regelung) und ein sprunghaftes Umschalten zwischen den Regelungsarten, zum Beispiel durch dynamisches Vorbesetzen benötigter Reglerparameter und -ausgangsgrößen etc., zur Verfügung.

10

Mit Vorteil ist für jeweiliges Wegeventil eine Ventilsteuerung (Druckregler) vorgesehen. Diese kann in Abhängigkeit der von der Systemberechnungsvorrichtung ermittelten Soll-Druckdifferenz oder Soll-Ventilöffnung und in Abhängigkeit einer Ist-Druckdifferenz (über das Wegeventil) und/oder einer Ist-Ventilöffnung das Wegeventil zusätzlich zu der berechneten Ventil-Sollöffnung steuern. Somit ist nach der Systemberechnungsvorrichtung für ein jeweiliges Wegeventil eine zusätzliche Ventilsteuerung zusätzlich zu der bereits berechneten Ventil-Sollöffnung vorgesehen. Diese kann dann zusätzlich die Ist-Arbeitsdrücke auf die von der Systemberechnungsvorrichtung vorgegebenen Soll- Arbeitsdrücke regeln. Dies führt vorteilhafterweise zu Verbesserungen im Regelverhalten, wenn beispielsweise verwendete hydraulische Kennlinien der Wegeventile ungenau sind. Mit der Aktivierung dieser nachgelagerten Ventilsteuerung können die von der Systemberechnungsvorrichtung berechneten und als Vorsteuerung verwendeten Stellwerte korrigiert werden, um die gewünschten Druckverhältnisse zu erreichen.

20

25

Die Wegeventile sind beispielsweise direkt gesteuert oder vorgesteuert. Eine Vorsteuerung (Pilotventil) eines jeweiligen Wegeventils ist vorzugsweise in Abhängigkeit von einer Ist-Schieberstellung und einer Soll-Schieberstellung eines Ventilschiebers eines jeweiligen Wegeventils gesteuert.

30

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Wegeventile und die den Systemdruck bereitstellende Hydropumpe elektronisch angesteuert.

5 Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10 Figur 1 in einer schematischen Darstellung die Schaltung gemäß einer Ausführungsform, Figur 2 in einer Blockdarstellung die erfindungsgemäße Schaltung und Figur 3 in einer weiteren Blockdarstellung die erfindungsgemäße Schaltung.

15 Gemäß Figur 1 ist eine Schaltung 1 vorgesehen, die zur Ansteuerung eines rotierenden Verbrauchers in Form eines Hydromotors 2 dient. Dieser hat einen ersten Anschluss A und einen zweiten Anschluss B (Arbeitsanschlüsse A, B). Über den Hydromotor 2 wird eine nicht dargestellte Winde angetrieben, die beispielsweise für den Hochseeinsatz vorgesehen ist.

20 Der Anschluss A ist über eine Arbeitsleitung 4 mit einem ersten Wegeventil 6 verbunden. Über eine Arbeitsleitung 8 ist der Anschluss B mit einem zweiten Wegeventil 10 verbunden. Die Arbeitsleitungen 4 und 8 sind dabei an das jeweilige Wegeventil 6 beziehungsweise 10 über einen Arbeitsanschluss C angeschlossen. Ein jeweiliges Wegeventil 6 und 10 weist des Weiteren einen Druckanschluss P und einen Tankanschluss T auf. Die Druckanschlüsse P sind gemeinsam an eine Hydropumpe 12 (Versorgungspumpe) jeweils über eine
25 Pumpenleitung 14, 16 angeschlossen. Über den Tankanschluss T sind die Wegeventile 6 und 10 gemeinsam jeweils über eine Tankleitung 18 beziehungsweise 20 an einen Tank 22 angeschlossen. Die Hydropumpe 12 kann Druckmittel vom Tank 22 in die Pumpenleitungen 14, 16 fördern.

30 Ein jeweiliges Wegeventil 6, und 10 ist als proportional verstellbares 3/2-Wegeventil ausgestaltet. In einer ersten Schaltstellung a eines Ventilschiebers ist dabei der Druckanschluss P mit dem Arbeitsanschluss C verbunden und der Tankanschluss T abgesperrt. In Richtung von zweiten Schaltstellungen b ist der Arbeitsanschluss C mit dem

Tankschluss T verbunden und der Druckanschluss P abgesperrt. Der Ventilschieber eines jeweiligen Wegeventils 6 und 10 ist dabei über Aktoren 24 elektromagnetisch (wahlweise auch hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch) betätigbar.

- 5 Ein Ist-Arbeitsdruck der Arbeitsleitung 4 ist über einen Drucksensor 26 und ein Ist-Arbeitsdruck in der Arbeitsleitung 8 über einen Drucksensor 28 erfassbar. Zum Erfassen eines Ist-Systemdrucks ausgangsseitig der Hydropumpe 12 in den Pumpenleitungen 14, 16 ist ein Drucksensor 30 vorgesehen. Für die Erfassung eines Ist-Tankdrucks in den Tankleitungen 18, 20 ist ein Drucksensor 32 vorgesehen. Des Weiteren ist ein
- 10 Geschwindigkeitssensor (oder Drehgeber) 33 zum Erfassen einer Drehzahl und Drehrichtung des Hydromotors 2 angeordnet.

- Zum Heben 34 der Winde, was durch einen Pfeil gekennzeichnet ist, wird bei entsprechend geöffneten Wegeventilen 6, 10 Druckmittel von der Hydropumpe 12 zum Anschluss A des
- 15 Hydromotors 2 gefördert und entsprechend vom Anschluss B zum Tank 22 entlassen. Zum Senken 36 der Winde, was ebenfalls durch einen Pfeil gekennzeichnet ist, wird dagegen Druckmittel durch die entsprechend geöffneten Wegeventile 6, 10 von der Hydropumpe 12 zum Anschluss B des Hydromotors 2 gefördert, und vom Anschluss A zum Tank 22 entlastet.

- 20 Über eine Steuerelektronik 38, die in Figur 1 schematisch dargestellt ist, ist die Schaltung 1 gesteuert.

- Gemäß Figur 2 hat die Steuerelektronik eine übergeordnete Regelung 40 mit einer
- 25 Ablösungssteuerung 42 (ablösende Regelung). Die Ablösungssteuerung 42 ist mit einer Kraftsteuerung 44 (Momentregelung) und einer Geschwindigkeitssteuerung 46 (Geschwindigkeitsregelung) verbunden. Die Kraftsteuerung 44 meldet dabei einen Kraftwert 48 und die Geschwindigkeitssteuerung 46 einen Geschwindigkeitswert 50 an die Ablösungssteuerung 42. Diese meldet dann einen Steuerwert 52 an eine
- 30 Systemberechnungsvorrichtung 54 (Signalaufbereitung), der entweder abhängig vom Kraftwert 48 oder abhängig vom Geschwindigkeitswert 50 ist. Somit kann beispielsweise bei Bedarf für die Systemberechnungsvorrichtung nicht der Geschwindigkeitswert 50, sondern der Kraftwert 48 berücksichtigt werden, wenn beispielsweise eine maximal zulässige Kraft für

die Winde erreicht ist. Ist diese Kraft nicht erreicht, so kann mit dem Geschwindigkeitswert 50 verfahren werden. Die Systemberechnungsvorrichtung 54 wiederum berechnet eine Soll-Ventilöffnung 56 und eine Soll-Druckdifferenz 58 für eine erste Ventilsteuerung 60 für das erste Wegeventil 6 (Druckregelung) und eine Soll-Ventilöffnung 62 und eine Soll-Druckdifferenz 64 für eine zweite Ventilsteuerung 66 (Druckregelung) für das zweite Wegeventil 10 aus Figur 1.

Die übergeordnete Regelung 40 für die hydraulische Winde weist somit eine ablösende Geschwindigkeitssteuerung 46 (Positions-, Geschwindigkeits- oder Volumenstromregelung) und eine Kraftsteuerung 44 (Kraft-, Momentregelung) auf. Der übergeordnete Regler 40 stellt dann unabhängig von Bewegungs- und Lastrichtung eine einheitliche Reglerstruktur zur Verfügung, die alle Betriebsfälle und -modi abdeckt und somit kontinuierlich ohne Umschaltungen und Überblendungen, insbesondere bei einem Nulldurchgang des Hydromotors 2 aus Figur 1, arbeitet. Die Regelung 40 kann dabei auch mit von der Höhe der Eingangswerte unabhängigen und damit für den gesamten Betriebsbereich konstanten Parametern arbeiten, während zur Optimierung des herkömmlichen Systems aufgrund des Umschaltens der Arbeitsbereiche verschiedene Parametersätze notwendig sind. Die Regelung 40 verfügt weiter über eine Ausgangsgröße 52 (Eingangswerte 48, 50) für alle nachfolgenden Berechnungen.

Die Regelung 40 kann in allen Betriebsmodi und -zuständen eine ablösende Kraftsteuerung 44 und Geschwindigkeitssteuerung 46 zur Verfügung stellen, die in ihren Übergangsbereichen sprunghaft und frei von Überblendungen weiter arbeitet.

Die Systemberechnungsvorrichtung 54 kann anhand der Last, des Soll- Systemdrucks oder Ist-Systemdrucks, des Ist-Tankdrucks, der Last- und der Bewegungsrichtung automatisch die tatsächlichen Druckverhältnisse im System berechnen. Mit diesen und dem vorgewählten Wunsch-Differenzdrücken für die Wegeventile 6, 10 aus Figur 1 beziehungsweise deren Verhältnisse zueinander kann die Signalaufbereitung die Ausgangsgröße (Steuerwert 52) des übergeordneten Reglers 40 an die einzelnen Ventilsteuerungen 60, 62 aufteilen. Die Systemberechnungsvorrichtung 54 kann weiter die für die Ventilsteuerungen 60, 66 aufgeteilte Ausgangsgröße (Steuerwert 52) des übergeordneten Reglers 40 in einen Ventilstellwert umrechnen sowie die Ist-Arbeitsdrücke an den Anschlüssen A, B des

Hydromotors 2 aus Figur 1 berechnen. Zusätzlich können die Ventilstellwerte optional mit einer Ventilkennlinie versehen sein.

5 Eine jeweilige Ventilsteuerung 60, 66 kann die Ist-Arbeitsdrücke an den Anschlüssen A, B des Hydromotors 2 auf die von der Systemberechnungsvorrichtung 54 vorgegebene Soll-Druckdifferenz 58, 64 korrigieren und nachregeln. Es ist denkbar, die Ventilsteuerungen 60, 66 je nach Bedarf jederzeit variabel zu aktivieren und zu deaktivieren.

10 Gemäß Figur 3 sind die Kraftsteuerung 44, die Geschwindigkeitssteuerung 46 und die Ablösungssteuerung 42 gezeigt. Der Kraftsteuerung 44 wird hierbei eine Soll-Kraft 68 beziehungsweise ein Soll-Drehmoment und eine Ist-Kraft 70 beziehungsweise ein Ist-Drehmoment des Hydromotors 2 zugeführt. Der Geschwindigkeitssteuerung 46 wird dann eine Soll-Geschwindigkeit 72 und eine Ist-Geschwindigkeit 74 zugeführt. Der Kraftwert 48 und der Geschwindigkeitswert 50 werden dann der Ablösungssteuerung 42 zugeführt. Diese
15 wiederum führt den Steuerwert 52 der Systemberechnungsvorrichtung 54 zu. Weitere Eingangsgrößen für die Systemberechnungsvorrichtung 54 sind ein Ist-Systemdruck 76, eine Ist-Druckdifferenz 78, die Ist-Arbeitsdrücke der Anschlüsse A, B aus Figur 1, ein Ist-Tankdruck 80, ein Mode 82 und eine Bewegungsrichtung 84. Der Mode 82 gibt vor ob ein herkömmliches Verfahren verwendet wird oder ein Verfahren nach Gegenstand dieses
20 Patentanspruchs, die Bewegungsrichtung 84 gibt dann vor, ob die Hydromotor 2 beschleunigt oder verzögert und ob ein Heben oder Senken vorgesehen ist beziehungsweise erfolgt. Die Bewegungsrichtung 84 kann hierbei aus der Soll-Geschwindigkeit 72 oder Ist-Geschwindigkeit 74 bestimmt werden. Die Systemberechnungsvorrichtung 54 berechnet dann einen Soll-Systemdruck 86, der einer Systemdruckregelung 88 zugeführt wird. Es ist
25 denkbar, als weitere Eingangsgröße für die Systemdruckregelung 88 den Ist-Systemdruck 76 zuzuführen. Eine Ausgangsgröße der Systemdruckregelung 88 ist ein Steuerwert 90.

Bei der Systemdruckregelung 88 kann es sich um eine hydraulische, mechanische oder elektronische Systemdruckregelung handeln. Deren Sollwertberechnung in 54 kann auf den
30 tatsächlichen Druckverhältnissen im gesamten Hydrauliksystem aufbauen, statt nur auf dem Druck der pumpenzugewandten Seite der Hydromaschine 2. Dafür können die Druckdifferenz 78 und der Ist-Tankdruck 80 sowie die Vorgabewerte für die gewünschten Soll-Druckdifferenzen 58, 64 herangezogen werden. Zusätzlich kann die Systemdruckregelung

auch die Last- und Bewegungsrichtung der Hydromaschine 2 berücksichtigen und damit ein für alle Betriebszustände gültigen minimalen Soll-Systemdruck berechnen. Zusätzlich kann der berechnete minimale Soll-Systemdruck weiter modifiziert werden, um ihn an erweiterte Anforderungen anzupassen, wie beispielsweise an eine Druckerhöhung in einem
5 spezifischen Betriebsbereich oder an ein Überblenden im Wechselbereich der Bewegungsrichtung. Denkbar ist auch, die Sollwertberechnung zu deaktivieren, um neben einem energieeffizienten Betrieb auch einen leistungsoptimierten Betrieb mit hohem modifiziertem Soll-Systemdruck zu realisieren. Ferner kann über die Systemdruckregelung 88 im Falle der Reduktion der gewünschten Soll-Druckdifferenzen 58, 64 bis auf Null, die
10 Geschwindigkeit der Hydromaschine 2 geregelt werden. Im Falle von mehreren Hydromaschinen bei der Schaltung 1 kann der Soll-Systemdruck so modifiziert werden, dass für das Gesamtsystem ein energieoptimierter minimaler Systemdruck generiert wird.

Des Weiteren sind in Figur 3 ausgangsseitig der Systemberechnungsvorrichtung 54 die Soll-
15 Ventilöffnung 56 und die Soll-Druckdifferenz 58 und die Soll-Ventilöffnung 62 und die Soll-Druckdifferenz 64 gezeigt, die entsprechend der Figur 2 für die Ventilsteuerung 60 beziehungsweise 66 vorgesehen sind. Als Eingangsgröße für die Ventilsteuerung 60 sind des Weiteren eine Ist-Ventilöffnung 92 und eine Ist-Druckdifferenz 94 vorgesehen. Für die andere Ventilsteuerung 66 sind ebenfalls eine Ist-Ventilöffnung 96 und eine Ist-
20 Druckdifferenz 98 vorgesehen. Ausgangsseitig ist bei der Ventilsteuerung 60 ein Steuerwert 100 und bei der Ventilsteuerung 66 ein Steuerwert 102 zur Ansteuerung der Wegeventile 6 und 8 vorgesehen.

Offenbart ist eine Schaltung zur Ansteuerung eines oder mehrerer hydraulischer
25 Verbraucher. Der/die hydraulischen Verbraucher sind an ihren Anschlüssen mit für jede Bewegungsrichtung separat ansteuerbaren proportional verstellbaren Wegeventilen angesteuert. Die Wegeventile und eine Hydropumpe, die einen Systemdruck bereitstellt, werden elektronisch, mechanisch, hydraulisch oder pneumatisch angesteuert. In Abhängigkeit von der gewünschten Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit steuert eine
30 Steuer- beziehungsweise Regelelektronik die Wegeventile und die Hydropumpe an. Hierdurch können bei bekannten Druck- und Lastverhältnissen rein rechnerisch die benötigten Ventilöffnungen ermittelt werden, die für die gewünschte Bewegung erforderlich sind.

Bezugszeichenliste

	1	Schaltung
	2	Hydromotor
5	4	Arbeitsleitung
	6	erstes Wegeventil
	8	Arbeitsleitung
	10	zweites Wegeventil
	12	Hydropumpe
10	14	Pumpenleitung
	16	Pumpenleitung
	18	Tankleitung
	20	Tankleitung
	22	Tank
15	24	Aktor
	26	Drucksensor
	28	Drucksensor
	30	Drucksensor
	32	Drucksensor
20	33	Geschwindigkeitssensor
	34	Heben
	36	Senken
	38	Steuerelektronik
	40	übergeordnete Regelung
25	42	Ablösungssteuerung
	44	Kraftsteuerung
	46	Geschwindigkeitsteuerung
	48	Kraftstellwert
	50	Geschwindigkeitsstellwert
30	52	Stellwert
	54	Systemberechnungsvorrichtung
	56	Soll-Ventilöffnung
	58	Soll-Druckdifferenz

	60	Ventilsteuerung
	62	Soll-Ventilöffnung
	64	Soll-Druckdifferenz
	66	Ventilsteuerung
5	68	Soll-Kraft
	70	Ist-Kraft
	72	Soll-Geschwindigkeit
	74	Ist-Geschwindigkeit
	76	Ist-Systemdruck
10	78	Druckdifferenz
	80	Ist-Tankdruck
	82	Mode
	84	Bewegungsrichtung
	86	Soll-Systemdruck
15	88	Systemdruckregelung
	90	Stellwert
	92	Ist-Ventilöffnung
	94	Ist-Druckdifferenz
	96	Ist-Ventilöffnung
20	98	Ist-Druckdifferenz
	100	Stellwert
	102	Stellwert
	A, B	Anschluss
	C	Arbeitsanschluss
25	P	Druckanschluss
	T	Tankanschluss
	a	erste Schaltstellungen
	b	zweite Schaltstellungen

30

Ansprüche

1. Schaltung zur Ansteuerung eines oder mehrerer Verbraucher (2), die jeweils zwei oder mehr Anschlüsse (A, B etc.) aufweisen, wobei für einen jeweiligen Anschluss (A, B etc.)
5 ein proportional verstellbares Wegeventil (6, 10) zum Ansteuern des Verbrauchers (2) vorgesehen ist, die separat voneinander ansteuerbar sind, und wobei Drucksensoren (26, 28) für Ist-Arbeitsdrücke des Verbrauchers (2) und ein Drucksensor (30) für einen von einer Hydromaschine (12) bereit gestellten Ist-Systemdruck (76) vorgesehen sind, und wobei ein Geschwindigkeitssensor (33) für eine Ist-Geschwindigkeit (74) des Verbrauchers (2)
10 vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerelektronik (38) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von einer gewünschten Bewegungsrichtung des Verbrauches (2) und in Abhängigkeit einer Ist-Geschwindigkeit (74) des Verbrauchers (2) die Wegeventile (6, 10) und die Hydromaschine (12) steuert.
- 15 2. Schaltung nach Anspruch 1, wobei die Steuerelektronik (38) in Abhängigkeit einer Druckdifferenz (78) der Ist-Arbeitsdrücke die Wegeventile (6, 10) steuert.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuerelektronik (38) eine Systemberechnungsvorrichtung (54) aufweist, die in Abhängigkeit eines Soll-Systemdrucks (86) oder des Ist-Systemdrucks (76) und der Druckdifferenz (78) und der Bewegungsrichtung (84) eine Soll-Ventilöffnung (56, 62) für ein jeweiliges Wegeventil (6, 10) und/oder eine Soll-Druckdifferenz (58, 64) für ein jeweiliges Wegeventil (6, 10) berechnet.
- 20 4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis, 3, wobei ein Drucksensor (32) für einen Ist-Tankdruck (80) vorgesehen ist und die Steuerelektronik die Wegeventile (6, 10) in Abhängigkeit vom Ist-Tankdruck (80) steuert.
5. Schaltung nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Systemberechnungsvorrichtung (54) bei der Berechnung der Soll-Ventilöffnung (56, 62) und/oder der Soll-Druckdifferenz (58, 64)
30 den Ist-Tankdruck (80) berücksichtigt.

6. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerelektronik (38) eine Systemdruckregelung (88) aufweist, die in Abhängigkeit des Ist-Systemdrucks (76) und eines Soll-Systemdrucks (86) den Ist-Systemdruck regelt.
- 5 7. Schaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei eine Ablösungssteuerung (42) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit einer Kraft und einer Geschwindigkeit des Verbrauches (2) einen Steuerwert (52) ermittelt, der der Systemberechnungsvorrichtung (54) gemeldet ist.
- 10 8. Schaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei eine Geschwindigkeitssteuerung (46) vorgesehen ist, die aus einer Soll-Geschwindigkeit (72) des Verbrauchers (2) und der Ist-Geschwindigkeit (74) des Verbrauchers (2) einen Geschwindigkeitsstellwert (50) bestimmt, der von der Systemberechnungsvorrichtung (54) zur Berechnung der Soll-Ventilöffnung (54, 56) und/oder der Soll-Druckdifferenz (58, 64) berücksichtigbar ist.
- 15 9. Schaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei eine Kraftsteuerung (44) vorgesehen ist, die aus einer Soll-Kraft und einer Ist-Kraft (70) des Verbrauchers (2) einen Kraftstellwert (48) bestimmt, der von der Systemberechnungsvorrichtung (54) zur Berechnung der Soll-Ventilöffnung (56) und/oder der Soll-Druckdifferenz (58, 64) berücksichtigbar ist.
- 20 10. Schaltung nach Anspruch 9, wobei die Kraftsteuerung (44) ihren Kraftstellwert (48) und die Geschwindigkeitssteuerung (46) ihren Geschwindigkeitsstellwert (50) der Ablösungssteuerung (42) meldet, die aus dem Kraftstellwert (48) und dem Geschwindigkeitsstellwert (50) den Stellwert (52) ermittelt, der der
- 25 Systemberechnungsvorrichtung (54) gemeldet ist.
- 30 11. Schaltung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, wobei für ein jeweiliges Wegeventil (6, 10) eine Ventilsteuerung (60, 66) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit der von der Systemberechnungsvorrichtung (54) ermittelten Soll-Druckdifferenz (58, 64) und/oder Soll-Ventilöffnung (56, 62) und in Abhängigkeit einer Ist-Druckdifferenz (94, 98) und/oder einer Ist-Ventilöffnung (92, 96) das jeweilige Wegeventil (6, 10) steuert.

12. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wegeventile (6, 10) direkt gesteuert oder vorgesteuert sind.

5 13. Schaltung nach Anspruch 12, wobei eine Vorsteuerung eines jeweiligen Wegeventils (6, 10) in Abhängigkeit von einer Ist-Schieberstellung und einer Soll-Schieberstellung eines Ventilschiebers eines jeweiligen Wegeventils (6, 10) gesteuert ist.

10 14. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wegeventile (6, 10) und die den Systemdruck bereit stellende Hydromaschine (12) elektronisch angesteuert sind.

15 15. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerelektronik (38) die Wegeventile (6, 10) jeweils parameterabhängig für sich individuell steuert.

15 16. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerelektronik (38) die Wegeventile (6, 10) nach vorgegeben minimalen Differenzdrücken und damit in energieoptimiertem Betrieb steuert.

20

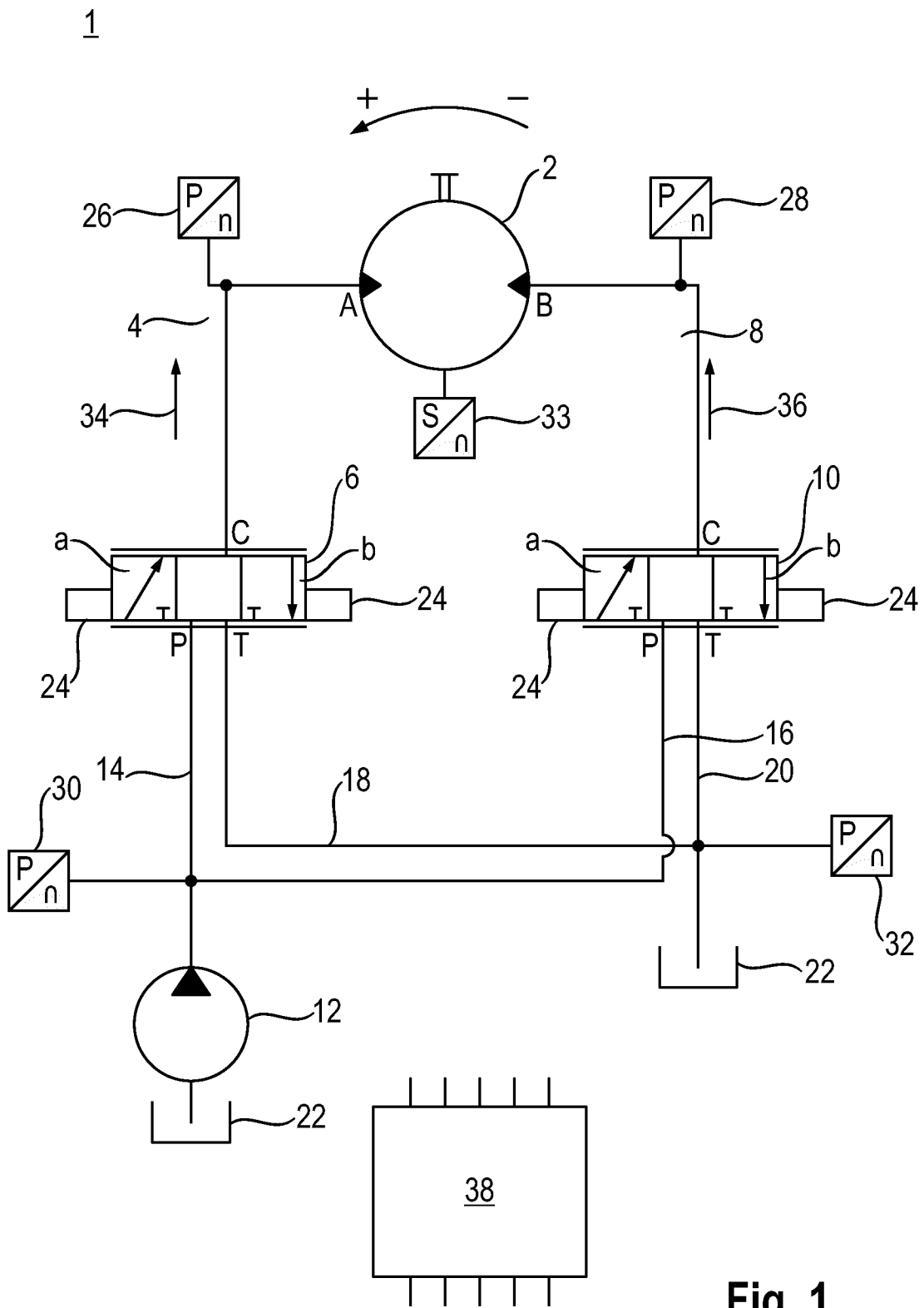


Fig. 1

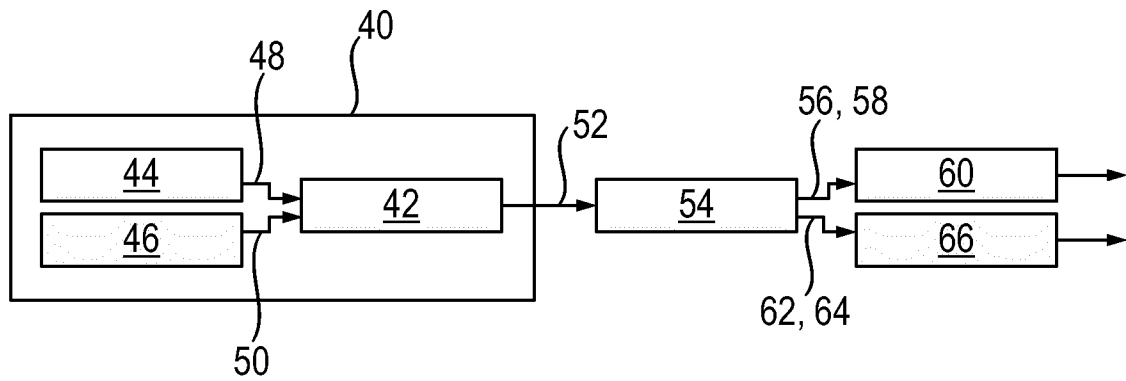


Fig. 2

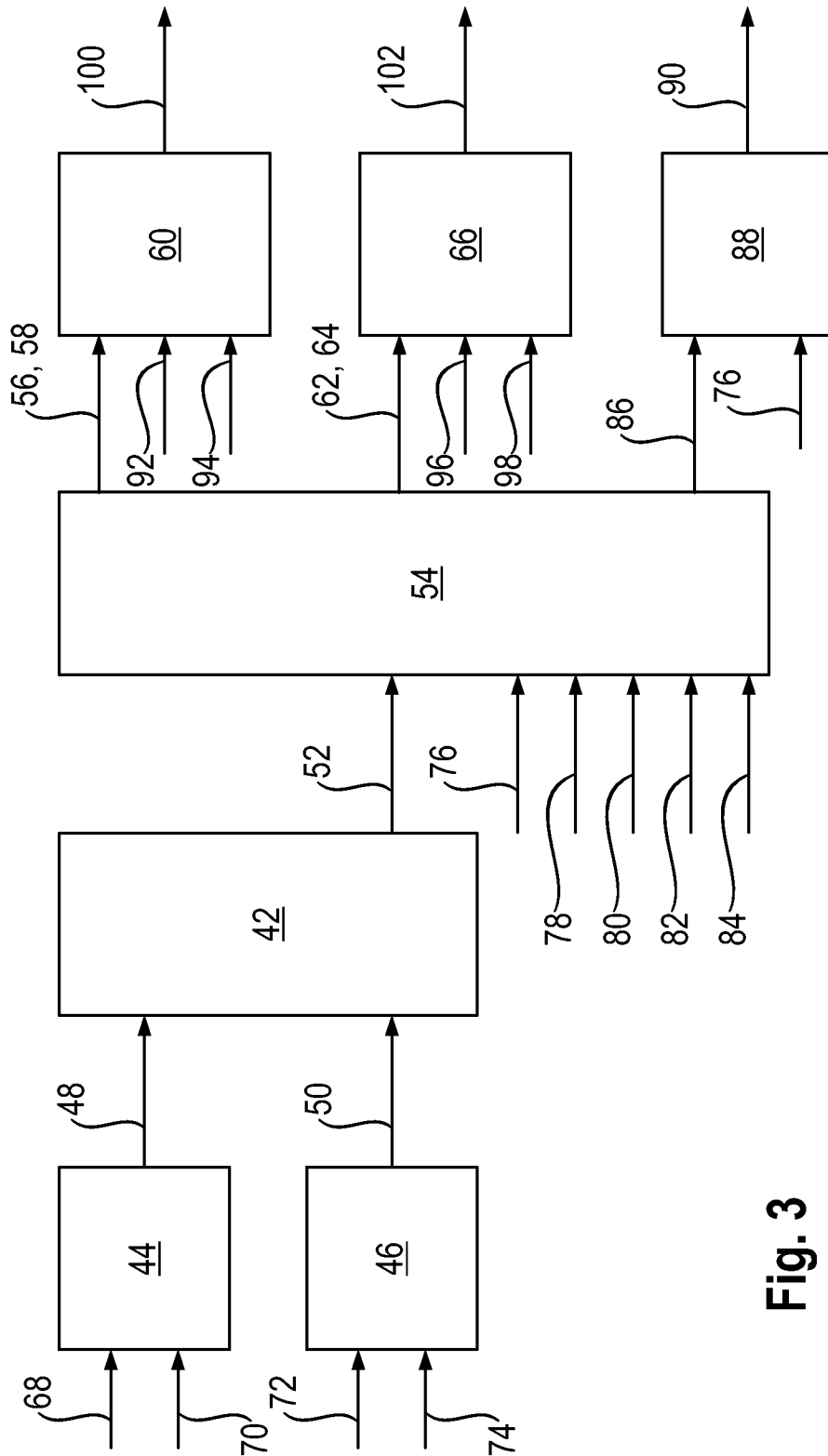


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/079100

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F15B21/02 F15B21/08 F15B21/14
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 3 344023 B2 (YUTANI JUKO KK) 11 November 2002 (2002-11-11) paragraphs [0023], [0025] - [0027], [0033], [0037]; figures 1,2 -----	1-16
X	EP 0 796 952 A1 (CATERPILLAR MITSUBISHI LTD [JP]) 24 September 1997 (1997-09-24) page 6, line 39 - page 7, line 7 page 7, lines 34-58 page 8, lines 23-53 page 9, lines 33-38 page 11, lines 23-40; figures 1,5 -----	1-16
A	GB 2 437 615 A (HUSCO INT INC [US]) 31 October 2007 (2007-10-31) figures 1-8 ----- -/--	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 31 March 2016	Date of mailing of the international search report 11/04/2016
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Heneghan, Martin
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/079100

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 602 492 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 June 2013 (2013-06-12) figure 1	1
A	----- JP 2004 301189 A (TOKIMEC INC) 28 October 2004 (2004-10-28) abstract; figures 1--5	1
A	----- DE 33 47 000 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 July 1985 (1985-07-04) figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/079100

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
JP 3344023	B2	11-11-2002	JP 3344023 B2	11-11-2002
			JP H0776858 A	20-03-1995
EP 0796952	A1	24-09-1997	CA 2201626 A1	09-04-1997
			CN 1166192 A	26-11-1997
			EP 0796952 A1	24-09-1997
			JP 3677296 B2	27-07-2005
			WO 9713929 A1	17-04-1997
GB 2437615	A	31-10-2007	NONE	
EP 2602492	A2	12-06-2013	CN 103161785 A	19-06-2013
			DE 102011120767 A1	13-06-2013
			EP 2602492 A2	12-06-2013
			JP 2013122320 A	20-06-2013
			US 2013145926 A1	13-06-2013
JP 2004301189	A	28-10-2004	JP 4194868 B2	10-12-2008
			JP 2004301189 A	28-10-2004
DE 3347000	A1	04-07-1985	DE 3347000 A1	04-07-1985
			JP H0469281 B2	05-11-1992
			JP S60157501 A	17-08-1985

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F15B21/02 F15B21/08 F15B21/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F15B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 3 344023 B2 (YUTANI JUKO KK) 11. November 2002 (2002-11-11) Absätze [0023], [0025] - [0027], [0033], [0037]; Abbildungen 1,2 -----	1-16
X	EP 0 796 952 A1 (CATERPILLAR MITSUBISHI LTD [JP]) 24. September 1997 (1997-09-24) Seite 6, Zeile 39 - Seite 7, Zeile 7 Seite 7, Zeilen 34-58 Seite 8, Zeilen 23-53 Seite 9, Zeilen 33-38 Seite 11, Zeilen 23-40; Abbildungen 1,5 -----	1-16
A	GB 2 437 615 A (HUSCO INT INC [US]) 31. Oktober 2007 (2007-10-31) Abbildungen 1-8 ----- -/--	1
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
31. März 2016	11/04/2016	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Heneghan, Martin	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 602 492 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12. Juni 2013 (2013-06-12) Abbildung 1 -----	1
A	JP 2004 301189 A (TOKIMEC INC) 28. Oktober 2004 (2004-10-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1--5 -----	1
A	DE 33 47 000 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. Juli 1985 (1985-07-04) Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/079100

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 3344023	B2	11-11-2002	JP 3344023 B2 11-11-2002
			JP H0776858 A 20-03-1995

EP 0796952	A1	24-09-1997	CA 2201626 A1 09-04-1997
			CN 1166192 A 26-11-1997
			EP 0796952 A1 24-09-1997
			JP 3677296 B2 27-07-2005
			WO 9713929 A1 17-04-1997

GB 2437615	A	31-10-2007	KEINE

EP 2602492	A2	12-06-2013	CN 103161785 A 19-06-2013
			DE 102011120767 A1 13-06-2013
			EP 2602492 A2 12-06-2013
			JP 2013122320 A 20-06-2013
			US 2013145926 A1 13-06-2013

JP 2004301189	A	28-10-2004	JP 4194868 B2 10-12-2008
			JP 2004301189 A 28-10-2004

DE 3347000	A1	04-07-1985	DE 3347000 A1 04-07-1985
			JP H0469281 B2 05-11-1992
			JP S60157501 A 17-08-1985
