



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 040 459 A1** 2007.03.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 040 459.9**

(22) Anmeldetag: **25.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **08.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F15B 11/08** (2006.01)

B66C 13/12 (2006.01)

B66C 13/40 (2006.01)

E02F 9/12 (2006.01)

(66) Innere Priorität:

10 2005 042 629.8 07.09.2005

10 2006 037 161.5 01.08.2006

(74) Vertreter:

Meissner & Meissner, 14199 Berlin

(71) Anmelder:

**Terex-Demag GmbH & Co. KG, 66482
Zweibrücken, DE**

(72) Erfinder:

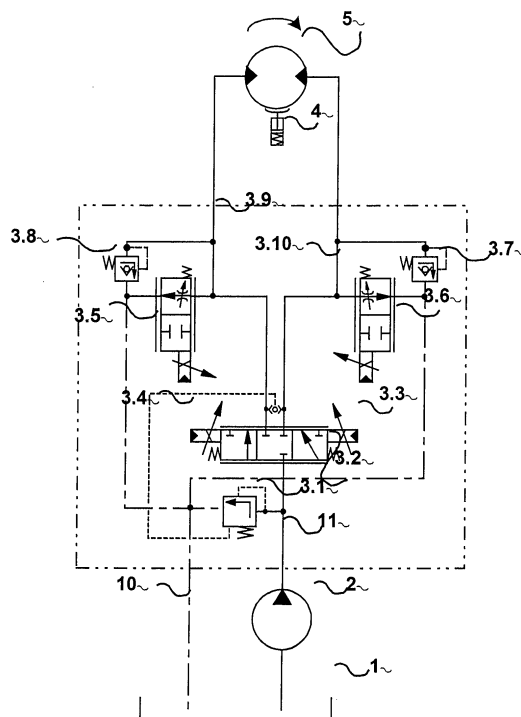
**Plagemann, Joachim, 66894 Rosenkopf, DE;
Schütz, Achim, 66989 Nünschweiler, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hydrauliksteuerkreis**

(57) Hauptanspruch: Hydrauliksteuerkreis für einen Antrieb steuerndes Hydrauliksystem, insbesondere zur Steuerung eines Hydraulikmotors zum Antrieb eines Drehwerkes eines Kranoberwagens, gekennzeichnet durch in den beiden Arbeitsleitungen zwischen einer Hydraulikkonstantpumpe (2) und einem Hydraulikmotor (5) zur Steuerung des Drehwerkes angeordnete, getrennt ansteuerbare proportionale Pilotventile (3.3, 3.4), sowie jeweils getrennt ansteuerbare proportionale Wegeventile (3.5, 3.6) mittels der die Zu- und Ablaufmenge zum und vom Hydraulikmotor (5) und damit dessen Drehrichtung steuerbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hydrauliksteuerkreis zur Steuerung eines Hydraulikmotors zum Antrieb eines Drehwerks oder Hubwerks oder Einzieh-hubwerks eines Kranoberwagens.

Stand der Technik

[0002] Im nachfolgenden wird der Stand der Technik bei gebräuchlichen Drehwerkssteuerungen erläutert. Unter Drehwerk wird eine Einrichtung bezeichnet, bei dem sich ein Kranoberwagen mit entsprechendem Ausleger auf einem fest stehenden Unterwagen frei drehen kann. Üblicherweise erfolgt der Antrieb über einen Hydraulikmotor, der wiederum über ein Getriebe mit entsprechender Übersetzung den Oberwagen zum Unterwagen beliebig positioniert.

[0003] Die Drehbewegung muss im Arbeitsfall einerseits sehr langsam steuerbar sein und andererseits hohe Geschwindigkeiten erreichen um entsprechende Arbeitszyklen zu ermöglichen. Die dynamischen Eigenschaften des Drehsystems variieren sehr stark, abhängig von Auslegerlängen, Ausladungen und Lastgewichten. Die Anforderung an die Bedienung des Krans werden ebenso von den Einsätzen auf den Baustellen bestimmt.

[0004] Das erfordert ein hohes Maß an Steuerbarkeit durch Auflösung und Wandlung.

[0005] Die in Fahrzeugkranen üblicherweise verwendeten Drehwerkssteuerungen werden als „Geschlossene und Offene Kreise“ ausgeführt. Innerhalb der „Offenen Kreise“ finden volumenstrom- oder druckgeregelte Systeme Anwendung.

[0006] Im „Geschlossenen Kreis“ fördert eine Verstellpumpe in einen Hydraulikkreis direkt zum Hydraulikmotor, ohne eine weitere Verteilstelle im System aufzuweisen. Das Rückfließende Öl wird direkt zur Pumpe geleitet. Leckage wird durch eine weitere Hilfspumpe in die jeweilige Rücklaufseite eingespeist.

[0007] Die Geschwindigkeit der Drehbewegung wird durch das Fördervolumen der Pumpe bestimmt. Die Steuerventile in der Pumpe regeln je nach Anforderung die Menge.

[0008] Die Förderrichtung und damit auch die Drehrichtung des Drehwerkes wird ebenfalls durch die Pumpe bestimmt. Das mechanisch/hydraulische Ventilsystem ermöglicht es, die Verstellereinheit der Pumpe aus einer Maximalstellung über die Nullstellung zur anderen Maximalstellung zu schwenken und somit kontinuierlichen Förderstrom von einem Ausgang zum anderen umzuschalten. Gleichzeitig wechseln auch die Saugseiten an der Pumpe.

[0009] Ein Vorteil dieses Steuerungsprinzips liegt in der Einspannung des Drehwerks, die ein Wegdrehen bei Seitenkräften bedingt verhindert, da sich der Hydraulikmotor auf der Pumpe und somit dem Dieselmotor abstützt. Die Einspannung des Drehwerks durch den „Geschlossenen Kreis“ verursacht bei zurücknehmen der Ansteuerung ein sofortiges Verzögern der Drehgeschwindigkeit. Es ist eine erhöhte Aufmerksamkeit des Fahrers auf die Drehbewegung erforderlich.

[0010] Weitere Vorteile sind die gute Energiebilanz sowie das durch die Geometrie der Pumpe vorgegebene Fördervolumen und somit die Möglichkeit genaue Positionen anfahren zu können.

[0011] Nachteilig wirkt sich der erhöhte Leckölanfall durch Hydraulikmotor und Pumpe bei Seitenkräften aus, wobei es dabei zu ungewollten Wegdriften des Drehwerks kommt. Eine zusätzliche dynamische Drehbremse ist trotz „Geschlossenem Kreis“ erforderlich.

[0012] Im „Offenen Kreis“ fördert üblicherweise eine Konstantpumpe Öl aus dem Tank durch ein Proportionalventil zum Drehwerksmotor. Das rückfließende Öl gelangt durch das Proportionalventil zum Tank. Die Drehrichtung und die Fördermenge zum Drehwerksmotor werden durch das Ventil bestimmt. Beides wird durch Proportional-signale je nach Anforderung gesteuert.

[0013] Die Proportionalventile können als Drosselventile arbeiten oder aber auch als Druckwaagenventile, wobei dann eine Förderstromregelung unabhängig vom Druck gewährleistet ist.

[0014] Reine Drosselsteuerungen sind für sehr dynamische Fahrweise des Drehwerks sehr gut geeignet, sind jedoch bei wechselnden Lasten unberechenbarer.

[0015] Förderstromregelungen können unabhängig von der Last kleinste Geschwindigkeiten steuern oder regeln, sind jedoch für dynamische Fahrweise mit Gegensteuerung nicht geeignet. Durch die Freilaufschaltung der Schieber zentriert sich der Lasthaken bei geöffneter Bremse und anhebendem Lasthaken immer selbstständig genau über der Last.

[0016] Ein großer Nachteil der „Offenen Kreise“ liegt im gezielten Anhalten der Bewegung. Das Bremsen mit dem Proportionalventil ist nicht möglich, da bei wechselnden Lasten unterschiedliche Bremskräfte auf einem definierten Bremsweg erforderlich sind.

[0017] Da somit diese Option nicht besteht, sind die Steuerschieber in Neutralstellung immer im Freilauf des Drehwerksmotors geschaltet. Zum Anhalten wird eine dynamisch wirkende Bremse benötigt. Diese

Bremsen sind überwiegend als mechanische Lamellenbremsen ausgeführt, die ebenso problematisch zu handhaben sind, wenn stark variierende Lasten zu bremsen sind.

Aufgabenstellung

[0018] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Hydraulikkreis der eingangs genannten Art so auszubilden, dass auf die in offenen Hydraulikkreisen benötigten Betriebsbremsen weitgehend verzichtet werden kann, eine feinfühligke Steuerung von Drehwerk, Hubwerk oder Einziehhubwerk erfolgen kann und zugleich verschiedene Steuerungsvarianten umgesetzt werden können und dem Kranfahrer dadurch die Möglichkeit geboten wird, optimale Steuerungsvarianten im aktuellen Einsatz auszuführen.

[0019] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorzugsweise Ausgestaltungen der Vorrichtung und der Verfahren der Hydrauliksteuerung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Beschreibung der Erfindung

[0020] Die Erfindung soll nachfolgend erläutert werden, wobei auf die Zeichnungen Bezug genommen wird.

[0021] Die wesentlichen Bauteile des vorliegenden Steuerungskonzeptes beinhaltet folgende Komponenten:

1. Hydrauliköltank
2. Hydraulikkonstantpumpe
3. Hydrauliksteuerblock mit unabhängigen Zu- und Ablaufsteuerungen
4. Mechanische Feststellbremse
5. Hydraulikmotor zum Antrieb des Drehwerkes
6. Drehsensor zum Erfassen der Drehgeschwindigkeit und Drehrichtung
7. Steuerrechner zum verarbeiten der Eingabesignale und Ausgabe von Stellgrößen
8. Bremspedal
9. Vorsteueregeber zur Ansteuerung des Drehwerkes
10. Tankleitung

Funktionsweise des Hydrauliksteuerblockes

[0022] Der Hydrauliksteuerblock hat die Aufgabe den Ölstrom in Menge und Richtung dem Hydraulikmotor zuzuführen. Bisher wurde der Ölstrom über einen kombinierten Zu- und Ablaufschieber gesteuert. Dabei stehen die jeweiligen Querschnitte in fester Proportion zueinander.

[0023] Im neu angewendeten Hydrauliksteuerblock kommen unabhängig steuerbare Steuerkolben zum Einsatz. Dabei lassen sich die Zu- und Ablaufquer-

schnitte getrennt einstellen. Der Zulaufkolben **3.2** bestimmt, angesteuert durch zwei proportionale Pilotventile **3.3**, **3.4** die Zulaufmenge zum Hydraulikmotor **5** und die Drehrichtung des Hydraulikmotors. Üblicherweise wird hierbei ein Druckwaagensystem **3.1** eingesetzt, das für einen Lastdruck unabhängigen Volumenstrom sorgt.

[0024] In beiden Arbeitskanälen **3.9** und **3.10** des Steuerblocks befindet sich jeweils ein proportionales Wegeventil **3.5**, **3.6**. Die Ventile werden elektrisch proportional angesteuert. Sie verbinden oder schließen den Arbeitskanal **3.9**, **3.10** mit der Tankleitung **10**.

[0025] Zwei Drucknachsaugventile **3.7**, **3.8** sind zwischen Arbeitsleitung **3.9**, **3.10** und Tankleitung **10** geschaltet. Ihre Aufgabe besteht darin zum einen unzulässig hohe Drücke in den Arbeitsleitungen zu vermeiden und zum anderen Ölmangel durch Nachsaugung aus dem Tank auszugleichen.

[0026] Der Hydromotor **5** wird von den beiden Arbeitsleitungen **3.9**, **3.10** gespeist. Je nach Drehrichtung fungiert eine Arbeitsleitung als Zulauf zum Hydraulikmotor oder als Ablauf vom Hydraulikmotor.

Ausführungsbeispiel

Funktionsweise des Gesamtsystems

[0027] Eine Konstantpumpe **2** fördert ständig eine Ölmenge, die von der Drehzahl des Antriebsmotors abhängig ist, in den Hydrauliksteuerblock **3**. Der Hydrauliksteuerblock verteilt abhängig von der Steuerstrategie den Ölstrom zum Hydraulikmotor **5**. Ein fest mit den Drehwerksgetriebe verbundener Drehsensor **6** liefert Drehzahl und Drehrichtung des Drehwerkes an den Steuerrechner **7**. Der Fahrerwunsch über Drehrichtung und Geschwindigkeit wird über den Steuerhebel **9** an den Steuerrechner **7** übermittelt. Je nach vorgewählter Steuerstrategie berechnet der Steuerrechner die Ventilströme für den Hydraulikblock **3**.

Steuerungsvarianten

1. Offener Kreis mit Gegensteuern

[0028] Im nicht angesteuerten Zustand ist der Zulaufkolben **3.2** in Sperrstellung und die beiden Wegeventile **3.5**, **3.6** in geöffneten Stellung. Das von der Pumpe geförderte Öl wird über die Druckwaage **3.1** zum Tank **1** abgeleitet.

[0029] Ausgelöst durch ein Steuersignal wird je nach gewünschter Drehrichtung der Steuerschieber **3.3** oder **3.4** elektrisch angesteuert und der Zulaufkolben **3.2** in entsprechende Richtung ausgelenkt. Damit wird die Verbindung der Pumpenleitung **11** zur Ar-

beitsleitung hergestellt. Je nach Arbeitsrichtung wird gleichzeitig das entsprechende Wegeventil **3.5** oder **3.6** in der Öl zuführenden Arbeitsleitung **3.9** oder **3.10** geschlossen. Somit kann sich in der entsprechenden Arbeitsleitung der zur Arbeitsbewegung notwendige Druck vor dem Hydromotor aufbauen. Die Druckwaage verschließt den Bypass zum Tank und der Hydromotor kann sich angetrieben durch das Hydrauliköl in Drehbewegung setzen. Das Ablaufende Öl auf der Gegenseite des Hydromotors kann drucklos über das noch geöffnete Ventil **3.5** oder **3.6** zum Tank abfließen.

[0030] Wird der Steuerhebel bei drehendem Hydromotor in die Neutrallage gebracht, wird der Zulaufkolben **3.2** durch die Vorsteuerung wieder in Mittelstellung (Sperrstellung) gebracht und die beiden Ablaufschieber **3.5** oder **3.6** geöffnet. Der Zulauf wird durch den Zulaufkolben **3.2** unterbrochen. Durch die Trägheit des Systems kann der Hydromotor **5** weiterdrehen und über die Wegeventile **3.5** oder **3.6** sowie **3.7** oder **3.8** Öl nachsaugen. Das von dem Hydromotor nun verdrängte Rücklauföl wird weiterhin über Wegeventile **3.5** oder **3.6** zum Tank fließen. Das Drehwerk kommt nach einiger Zeit durch die Systemwiderstände zum Stillstand.

[0031] Wird der Vorsteuerhebel bei frei drehendem Hydromotor in die Gegenrichtung ausgelenkt (der Steuerrechner erkennt dies mit Hilfe des Drehsensors), so wird das für das ablaufende Öl vorgesehene Wegeventil **3.5** oder **3.6** proportional zur Ansteuerung geschlossen. Je nach Auslenkung des Steuerhebels vermindert sich so der Ablaufquerschnitt und erzeugt im Ölstrom einen Widerstand. Der Hydromotor wird durch diesen Widerstand abgebremst. Je höher die Gegensteuerung am Steuerhebel um so höher ist die Bremswirkung. Das Drehwerk kommt frühzeitig zum Stillstand.

[0032] Bleibt der Steuerhebel **9** nun in der Auslenkung so erkennt der Steuerrechner **7** mit Hilfe des Drehsensors **6** den Stillstand des Drehwerks und gibt die Ansteuerung der Gegenbewegung frei. Das Drehwerk fährt wie oben beschrieben in die Gegenrichtung weiter.

2. Eingespannter Kreis

[0033] Im nicht angesteuerten Zustand ist sowohl der Zulaufkolben **3.2** als auch die beiden Wegeventile **3.5** und **3.6** in Sperrstellung. Das von der Pumpe geförderte Öl wird über die Druckwaage **3.1** zum Tank abgeleitet.

[0034] Wird der Steuerhebel ausgelenkt, so öffnen und schließen der Zulaufkolben **3.2** und die jeweilige Wegeventile **3.5** oder **3.6** proportional zur Steuerhebel Auslenkung. Hierbei steht der Ablaufquerschnitt am Wegeventil **3.5** und **3.6** im konstanten Verhältnis

zur Zulaufmenge, sodass ein konstanter Ablaufdruck vorgespannt wird. Dies wird über die bekannten Kennlinien der Steuerschieber vom Steuerrechner **7** berechnet. Über einen einstellbaren Faktor lässt sich so der Grad der Druckvorspannung variieren. Damit wird ein Weiterdrehen des Drehwerks beim Zurückstellen des Vorsteuerhebels weitestgehend unterdrückt. Die Drehbewegung lässt sich in dieser Steuerungsvariante punktgenau stoppen.

3. Drucksteuerung

[0035] Im nicht angesteuerten Zustand ist der Zulaufkolben **3.1** in Sperrstellung und die beiden Wegeventile **3.5** und **3.6** in geöffneten Stellung. Das von der Pumpe geförderte Öl wird über die Druckwaage **3.1** zum Tank **1** abgeleitet

[0036] Beim Ansteuern einer Drehrichtung wird der Zulaufkolben **3.2** schnell in die entsprechende Vollaussteuerung gebracht. Das Wegeventil **3.5** oder **3.6** in dem Arbeitskanal **3.9** oder **3.10** wird aber hier nicht sofort geschlossen. Das Schließen dieses Ventils erfolgt proportional zur Ansteuerung. Das zulaufende Öl kann zunächst über das noch geöffnete Wegeventil **3.5** oder **3.6** zum Tank abfließen. Durch größeres Auslenken des Steuerhebels **9** wird das Wegeventil **3.5** oder **3.6** immer weiter geschlossen. Dadurch entsteht ein Staudruck in dem Arbeitskanal **3.9** oder **3.10**, der bis zum Lastdruck ansteigt und dann den Hydraulikmotor **5** in Drehung versetzt. Weiteres Auslenken des Steuerhebels **9** bewirkt ein weiteres Schließen des Wegeventils **3.5** oder **3.6**. Weniger Öl fließt zum Tank und mehr Öl fließt zum Motor **5**, der sich somit schneller dreht, bis zur maximalen Geschwindigkeit bei geschlossenen Wegeventil **3.5** oder **3.6**.

[0037] Das Wegeventil **3.5** oder **3.6** auf der Ablaufseite des Hydromotors **5** wird in gleicher Weise wie im Offenen Kreis gesteuert.

[0038] Wird der Steuerhebel **9** in die Nulllage gestellt, schließt der Zulaufkolben **3.2** und die beiden Wegeventile **3.5** und **3.6** öffnen gleichzeitig. Das Drehwerk kann frei weiterdrehen. Wie oben beschrieben ist ein Abbremsen durch Gegensteuern analog zum Offenen Kreis möglich.

4. Bremsen mit Fußpedal

[0039] Das Abbremsen oder Festsetzen eines Drehwerks kann zusätzlich mit einem Bremspedal **8** eingeleitet werden. Hierbei gibt das Bremspedal **8** ein Steuersignal auf den Steuerrechner **7**. Unabhängig von der Steuerungsart werden die Wegeventile **3.5** und **3.6** proportional zur Bremspedal Stellung geschlossen. Je nach Schließquerschnitt am Wegeventil **3.5** und **3.6** erzeugt das vom Hydraulikmotor **5** ablaufende Hydrauliköl einen Staudruck in dem Arbeits-

kanal **3.9** oder **3.10**. Der Hydromotor **5** und somit das Drehwerk werden abgebremst. Mit geschlossenem Wegeventil **3.5** und **3.6** kommt das Drehwerk vollständig zum Stillstand. Das in den Arbeitskanälen **3.9** und **3.10** eingespannte Öl verhindert ein weiteres Drehen.

[0040] Diese Bremsfunktion kann auch zum Anfahren gegen Seitenkräfte genutzt werden. Vor Ansteuerung der Drehbewegung mit dem Steuerhebel **9** werden zunächst die Wegeventile **3.5** und **3.6** über das Bremspedal **8** geschlossen. Nach dem Ansteuern der Drehbewegung mittels Steuerhebel **9** baut sich in dem Arbeitskanal **3.9** oder **3.10** der maximale Arbeitsdruck auf. Da die Wegeventile **3.5** und **3.6** geschlossen sind, kann sich der Hydraulikmotor **5** nicht bewegen. Bei dosierter Zurücknahme des Bremspedals **8**, wird das entsprechende Wegeventil **3.5** oder **3.6** geöffnet. Der Ablauf vom Hydraulikmotor **5** wird frei und es kann eine gewünschte Drehbewegung erfolgen.

5. Arbeitsbereichsbegrenzung

[0041] Üblicherweise wird in diesem Betrieb der Drehwinkel des Drehwerkes eingeschränkt. Die Drehbewegung muss an vorgegebenen Hindernissen punktgenau angehalten werden. Der Drehwinkel und die Drehgeschwindigkeit werden durch den Drehsensor **6** erfasst.

[0042] Herkömmliche Drehwerkssteuerungen im Offenen Kreis können das punktgenaue Anhalten aufgrund unterschiedlichster Massenträgheiten nicht gewährleisten. Dazu muss eine mechanische Bremse zu Hilfe genommen werden. Auch hier wirken sich die unterschiedlichen Massenträgheitsmomente negativ auf das Bremsverhalten aus.

[0043] Im Fall der neuen Steuerung werden in den Steuerungsarten Offener Kreis, Eingespannter Kreis und Drucksteuerung für die Drehbereichsbegrenzung die Wegeventile **3.5** oder **3.6** abhängig von Drehgeschwindigkeit und Abstand zum Hindernis wegproportional geschlossen. Während des Schließens wird das vom Hydraulikmotor **5** ablaufende Öl angestaut und damit die Drehgeschwindigkeit verringert bis sie bei geschlossenem Ventil zum Stillstand kommt.

Bezugszeichenliste

1	Tank
2	Hydraulikkonstantpumpe
3	Hydrauliksteuerblock
3.1	Druckwaagensystem
3.2	Zulaufkolben
3.3 und 3.4	proportionale Pilotventile
3.5 und 3.6	proportionale Wegeventile
3.7 und 3.8	Drucknachsaugventile

3.9 und 3.10	Arbeitskanäle
4	Feststellbremse
5	Hydraulikmotor
6	Drehsensor
7	Steuerrechner
8	Bremspedal
9	Steuerhebel
10	Tankleitung
11	Pumpenleitung

Patentansprüche

1. Hydrauliksteuerkreis für ein einen Antrieb steuerndes Hydrauliksystem, insbesondere zur Steuerung eines Hydraulikmotors zum Antrieb eines Drehwerkes eines Kranoberwagens, gekennzeichnet durch in den beiden Arbeitsleitungen zwischen einer Hydraulikkonstantpumpe (**2**) und einem Hydraulikmotor (**5**) zur Steuerung des Drehwerkes angeordnete, getrennt ansteuerbare proportionale Pilotventile (**3.3**, **3.4**), sowie jeweils getrennt ansteuerbare proportionale Wegeventile (**3.5**, **3.6**) mittels der die Zu- und Ablaufmenge zum und vom Hydraulikmotor (**5**) und damit dessen Drehrichtung steuerbar sind.

2. Hydrauliksteuerkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wegeventile (**3.5**, **3.6**), der Hydraulikmotor (**5**) und eine Feststellbremse (**4**) für diesen an einen gemeinsamen Steuerrechner (**7**) angeschlossen sind, der über einen Steuerhebel (**9**) und ein Bremspedal (**8**) ansteuerbar ist.

3. Hydrauliksteuerkreis nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem Steuerrechner (**7**) über einen Drehsensor (**6**) am Hydraulikmotor (**5**) Drehzahl und Drehrichtung des Drehwerkes übermittelbar sind.

4. Verfahren zum Betrieb des Hydrauliksteuerkreises gemäß den Ansprüchen 1–3 als offener Kreis mit Gegensteuerung, dadurch gekennzeichnet, dass sich zunächst der Steuerschieber **3.2** in Sperrstellung und die beiden Wegeventile **3.5**, **3.6** in geöffneten Stellung befinden, dass je nach gewünschter Drehrichtung der Steuerschieber **3.3** oder **3.4** elektrisch angesteuert und der Steuerschieber **3.2** in entsprechende Richtung ausgelenkt wird, wobei je nach Drehrichtung gleichzeitig das entsprechende Wegeventil **3.5** oder **3.6** in der Öl zuführenden Arbeitsleitung **3.9** oder **3.10** geschlossen wird, dass zur Ansteuerung der Neutrallage der Steuerschieber **3.2** in Mittelstellung (Sperrstellung) gebracht wird, wobei die beiden Wegeventile **3.5** oder **3.6** geöffnet geöffnet werden und dass zur Gegensteuerung die Wegeventile **3.5** oder **3.6** proportional zur Ansteuerung geschlossen werden.

5. Verfahren zum Betrieb des Hydrauliksteuerkreises gemäß den Ansprüchen 1–3 als Eingespannter Kreis,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass zunächst sowohl der Steuerschieber **3.2** als auch die beiden Wegeventile **3.5** und **3.6** sich in Sperrstellung befinden,
 dass durch Auslenkung des Steuerhebels der Steuerschieber **3.2** und die jeweilige Wegeventile **3.5** oder **3.6** proportional zur Steuerhebel Auslenkung betätigt werden, wobei der Ablaufquerschnitt am Wegeventil **3.5** und **3.6** im konstanten Verhältnis zur Zulaufmenge steht, sodass ein konstanter Ablaufdruck vorgepannt wird, wodurch die Drehbewegung punktgenau stoppbar ist.

6. Verfahren zum Betrieb des Hydrauliksteuerkreises gemäß den Ansprüchen 1–3 als Drucksteuerung,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass sich zunächst der Steuerschieber **3.2** in Sperrstellung und die beiden Wegeventile **3.5** und **3.6** in geöffneter Stellung befinden,
 dass durch Ansteuern einer Drehrichtung der Steuerschieber schnell in die entsprechende Vollaussteuerung gebracht wird, wodurch das Schließen des Wegeventils **3.5** oder **3.6** proportional zur Ansteuerung erfolgt, so dass in dem Arbeitskanal **3.9** oder **3.10**, ein Staudruck entsteht,

7. Verfahren zum Betrieb des Hydrauliksteuerkreises gemäß den Ansprüchen 1–3 mit einer als Fußpedal ausgebildeten Bremse, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von der Stellung des Bremspedals die Wegeventile **3.5** und **3.6** proportional geschlossen werden, wodurch das vom Hydraulikmotor **5** ablaufende Hydrauliköl einen Staudruck in der Arbeitskanal **3.9** oder **3.10** aufbaut, der den Hydromotor **5** und somit das Drehwerk abbremst.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

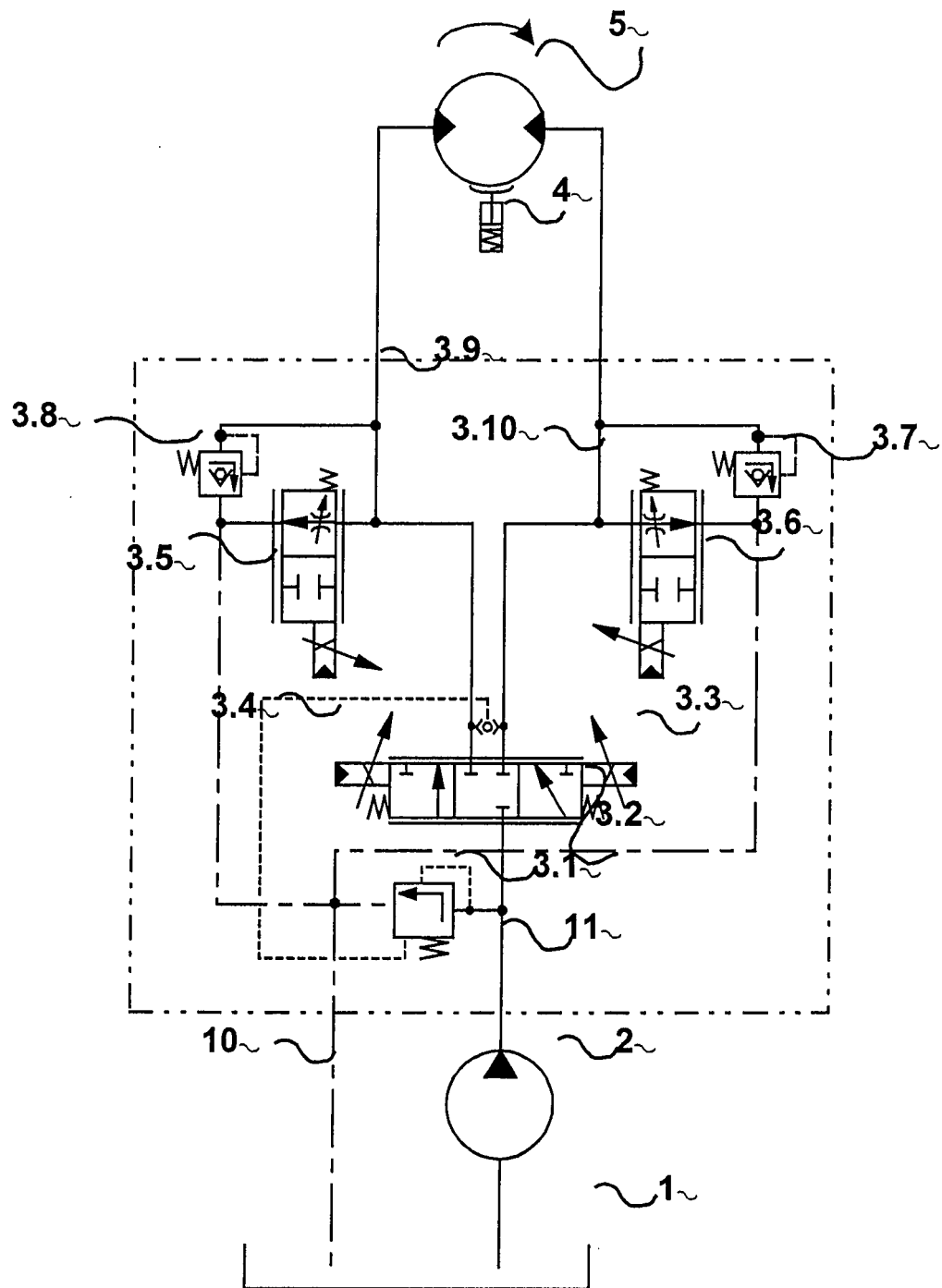


FIG. 1

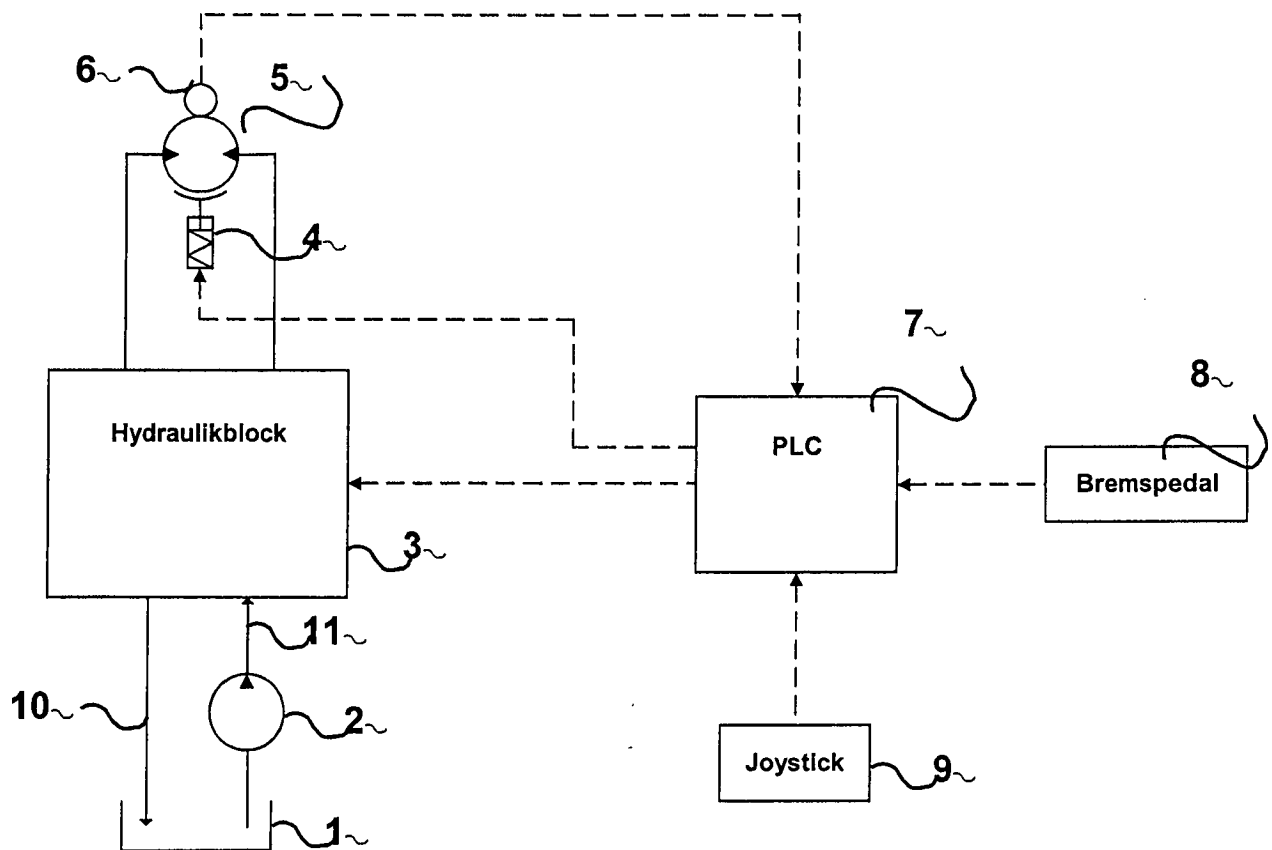


FIG. 2