



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 057 859 A1** 2009.07.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 057 859.2**

(22) Anmeldetag: **18.11.2008**

(43) Offenlegungstag: **02.07.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B62D 5/065** (2006.01)
F04B 49/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/947,951 **30.11.2007** **US**

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 81675 München

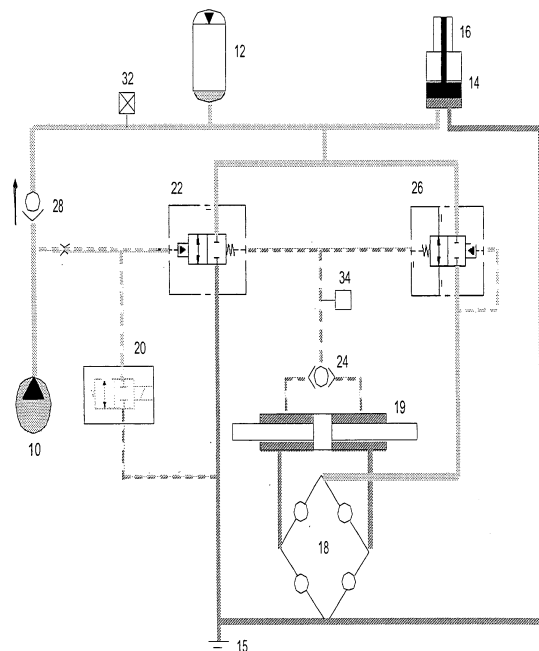
(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
 US**

(72) Erfinder:
Miller, Todd Robert, Ann Arbor, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffsparendes hydraulisches Servolenksystem**

(57) Zusammenfassung: Hydraulisches Servolenksystem, aufweisend eine Pumpe, einen Speicher (12) stromaufwärts der Pumpe, ein Lenkventil (18) in einem Ventilblock stromaufwärts der Pumpe, ein Überdruckventil (22) in dem Ventilblock, ein Lenkgetriebe (19) zum wirksamen Schalten des Lenkventils (18), und ein Steuerventil (26), das in dem Ventilblock angeordnet ist, um eine Proportionaldrucksteuerung zwischen einer Eingangsseite des Lenkventils (18) in dem Ventilblock und dem Lenkgetriebe (19) durch Beibehalten einer Druckdifferenz zwischen der Eingangsseite des Lenkventils (18) und dem Lenkgetriebe (19) bei Vorgängen aufrechtzuerhalten, die das Inbetriebsetzen der Pumpe zum vollständigen Laden des Speichers (12), das Außerbetriebsetzen der Pumpe nach dem vollständigen Laden des Speichers (12), das Auslassen von Druck aus dem vollständig geladenen Speicher (12) zu Beginn eines Lenkvorgangs mit einer Anforderung zur Lenklast, das Zurückgewinnen des ausgelassenen Drucks des Speichers (12) durch Inbetriebsetzen der Pumpe nach dem Einschalten der Pumpe zu Beginn des Lenkvorgangs, und das Öffnen des Überdruckventils (22) in dem Ventilblock während des Lenkvorgangs umfassen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Servolenksystem, das eine Quelle zur hydraulischen Unterstützung eines Lenkgetriebes kontinuierlich bereitstellt, wobei die Pumpe außer Betrieb sein kann, wenn es keine Lenkanforderung gibt, um den Energieverbrauch zu reduzieren.

[0002] Herkömmliche hydraulische Servolenksysteme verwenden ein Ventil mit offener Mitte in dem Lenkgetriebe und eine Pumpe, welche eine konstante Strömung über einen offenen hydraulischen Regelkreis zuführt. Unabhängig von der Lenklast wird ständig Flüssigkeit durch das System gepumpt, während der Motor läuft. Durch Schließen von Öffnungen innerhalb des Lenkventils, das einen Druck in dem Lenkgetriebe und in dem Hydraulikkreis stromaufwärts der Pumpe erzeugt, wird eine Verstärkung oder Lenkhilfe geschaffen. Das kontinuierliche Laufen einer Hydraulikpumpe in diesem Typ von System gewährleistet ein gutes Ansprechverhalten auf eine Lenkeingabe, ist jedoch ineffizient, wenn es keine Lenklast gibt. Beschränkungen in dem Hydrauliksystem können einen erheblichen Gegendruck gegen die Pumpe bilden und über die Zeit eine bedeutende Wärmemenge erzeugen, die mit Ölkühlern bewältigt werden muss. Demzufolge haben frühere Studien gezeigt, dass der Kraftstoffverbrauch in dem Entlastungsmodus den Kraftstoff bestimmen kann, der unter Last verbraucht wird.

[0003] In dem US-Patent Nr. 5,921,342 ist eine Servolenkvorrichtung für ein Kraftfahrzeug offenbart, die jedoch keine Proportionaldruckentlastung für die Pumpe unter Last hat, aber stattdessen auf eine Drosselabwärtsströmung durch das System hindurch mittels einer Verstellpumpe angewiesen ist, wenn die Lenkanforderung gering ist. Da der Druckabfall über den Drosselstellen in dem Hydrauliksystem proportional zu der Durchflussrate ist, ist der Gegendruck, den die Pumpe benötigt, um dagegen zu arbeiten, geringer, wenn die Strömung durch das System in Situationen von geringer Lenkanforderung reduziert ist. Daher reduziert dieses System die Pumpverluste und spart Energie gegenüber hydraulischen Servolenksystemen, die hydraulische Konstantpumpen verwenden.

[0004] Die veröffentlichte Patentanmeldung von Rogers et. al. (2003/0127275 A1) offenbart ein hydraulisches Hochleistungs-Servolenksystem für ein Kraftfahrzeug, das Energieverluste verhindert, wenn keine Kraftunterstützung erforderlich ist, jedoch keine Proportionaldrucksteuerung zwischen der Eingangsseite des Getriebes und den Hilfsdrücken in dem Getriebe aufrechterhält. Die Proportionalsteuerung ist ein entscheidendes Mittel, um die Leckage durch das Lenkventil hindurch zu minimieren, und ist in der Lage, die Lenkhilfe als eine Funktion des Lenkventils zu

steuern, das hydraulisch öffnet, ohne dass es elektronische Steuerungen benötigt. Das beschriebene System stellt kein Lasterfassungssignal stromabwärts des Lenkventils bereit. Ohne ein Lasterfassungssignal muss der geringe Druck, der für den Hysterese-Druckschalter bestimmt ist, erhöht werden, um ein angemessenes Ansprechverhalten bei schlechtesten Lenkbedingungen sicherzustellen, was den wirksamen Bereich des Speichers reduziert.

[0005] Ein Aspekt der Erfindung besteht in der Gestaltung eines hydraulischen Servolenksystems, das eine motorgetriebene Servolenkpumpe, die mit einer Kupplung ausgestattet ist, ein Lenkgetriebe mit einem Lenkventil mit geschlossener Mitte, einen Speicher des Kolbentyps, einen Ventilblock und zwei Druckschalter aufweist. Der Ventilblock stellt einen Druck an der Eingangsseite des Lenkventils mit geschlossener Mitte bereit, der proportional zu dem Hilfsdruck in dem Lenkgetriebe ist, so dass das Niveau der Unterstützung als eine Funktion der Öffnung des Lenkventils sowohl berechenbar als auch beständig ist. Ein Wechselventil wird in Verbindung mit einem Druckschalter als Lenklasterfassungsvorrichtung verwendet. Der Speicher wird als eine Speichervorrichtung verwendet, um zu ermöglichen, dass die Pumpe außer Betrieb gesetzt werden kann, wenn es keine Lenklast gibt, und um auch eine ununterbrochene Unterstützung des Lenkgetriebes während der Pumpenkupplungseinrückung zu Beginn eines Lenkvorgangs zu schaffen.

[0006] Durch der Erfindung wird das folgende Gestaltungsschema mit dem Ziel der Maximierung der Energieeffizienz von hydraulischen Servolenksystemen, insbesondere jenen mit hohen Lenklastanforderungen geschaffen.

[0007] Gemäß der Erfindung wird die vorhandene Antriebsquelle verwendet, um die Lenkpumpe anzutreiben. Das Hinzufügen einer separaten Antriebsquelle (üblicherweise ein Elektromotor) für die Servolenkung hat deutliche Vorteile, da die Antriebsquelle für die Anwendung optimiert werden kann, wobei die elektrische Servolenkung (EPS) und die elektrohydraulische Servolenkung (EHPAS) typische Beispiele sind. Jedoch machen die Größe und die Kosten von Elektromotoren, die für höhere Lenklasten benötigt werden, diese Systeme zu diesem Zeitpunkt unerwünscht oder unpraktisch.

[0008] Gemäß der Erfindung wird die Pumpe ausgeschaltet, wenn es keine Lenklast gibt. Wie oben erwähnt, haben frühere Studien gezeigt, dass der Kraftstoffverbrauch in dem Entlastungsmodus den Kraftstoff bestimmen kann, der unter Last verbraucht wird. Daher ist dies ein Schlüssel zur Minimierung des Kraftstoffverbrauchs.

[0009] Gemäß der Erfindung wird ein Lenkventil mit

geschlossener Mitte verwendet, um eine Flüssigkeitsströmung durch das System hindurch zu vermeiden, wenn es keine Lenklast gibt. Herkömmliche Ventile mit offener Mitte erfordern ständig eine konstante Strömung. Ein Ventil mit geschlossener Mitte ermöglicht, dass die Flüssigkeit stromaufwärts in dem System gespeichert und nach Bedarf an das Lenkgetriebe geliefert werden kann.

[0010] Das Hinzufügen eines Speichers zum Bewältigen der Übergänge von Belastung und Entlastung der Lenkung ermöglicht eine anfängliche Lenkunterstützung (und/oder Bremskraftunterstützung bei Ausstattung mit hydraulischem Bremskraftverstärker), während die Pumpe zu Beginn eines Lenkvorgangs (und/oder eines Bremsvorgangs) eingerückt ist. Frühere Studien mit gekuppelten Pumpen ohne Speicher haben eine inakzeptable Reaktion gezeigt. Das Lenkventil mit geschlossener Mitte stellt im Gegensatz zu einer kontinuierlichen Strömung eine Strömung nach Bedarf und proportional zu der Lenkrate bereit, was die Größe des Speichers minimiert.

[0011] Gemäß der Erfindung werden der Druck in dem Lenkgetriebe und ein Schalter als Lenklastsignal verwendet. Die Lasterfassung mit einem Lenkventil mit geschlossener Mitte kann auch durch Erfassen des Druckabfalls über einer Öffnung in der Zuführleitung zu dem Getriebe oder mittels eines Lenkwinkelsensors an der Getriebeeingangswelle erreicht werden. Jedoch haben beide Lasterfassungssignale Beschränkungen. Der Druckabfall über einer Öffnung kann schwierig zu messen sein, wenn die Lenkdraten (und demzufolge die Strömung zu dem Getriebe) gering sind, jedoch die Lenklast und der Bedarf an Unterstützung hoch sind. Der Lenkwinkel allein korreliert nicht immer gut mit der Lenklast und erfordert häufig andere Eingaben und Komplikationen in der Signalverarbeitung und Kalibrierung.

[0012] Gemäß der Erfindung werden hydraulische Proportionalventilsteuerungen zur Steuerung der Unterstützung und der Pumpenströmung verwendet. Die Proportionalsteuerung ermöglicht die Bereitstellung und Anforderung eines hydraulischen Gleichgewichts ohne dem Bedarf an komplizierten und kostenaufwendigen elektrischen Steuerungsstrategien.

[0013] Die Erfindung wird mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zu Beginn des Speicherladezyklus ohne Lenklast;

[0015] [Fig. 2](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung am Ende des Speicherladezyklus ohne Lenklast;

[0016] [Fig. 3](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zu Beginn eines leichten Lenkvorgangs;

[0017] [Fig. 4](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wenn ein Lenkvorgang eine Einrückung der Pumpen/Kupplungsanordnung auslöst;

[0018] [Fig. 5](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bei vollständiger Ladung des Speichers während eines Lenkvorgangs;

[0019] [Fig. 6](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zu Beginn des Öffnens des Überdruckventils in dem Ventilblock während eines Lenkvorgangs;

[0020] [Fig. 7](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zu Beginn des Öffnens des Überdruckventils in der Pumpe während eines Lenkvorgangs mit maximaler Last;

[0021] [Fig. 8](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bei Freigabe des Lenkrades nach einem Lenkvorgang mit maximaler Last;

[0022] [Fig. 9](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bei Rückgang des Drucks an dem Lenkventil auf den Sollwert durch Leckage an dem Lenkventil;

[0023] [Fig. 10](#) einen Hydraulikschaltplan gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bei Speicherdruckabfall, wenn dem Getriebe Strömung zugeführt wird;

[0024] [Fig. 11–Fig. 13](#) Elektroschaltpläne gemäß derselben Ausführungsform der Erfindung und den Betrieb während der in den [Fig. 1–Fig. 10](#) beschriebenen Vorgänge des hydraulischen Servolenksystems;

[0025] [Fig. 14–Fig. 15](#) die Funktion der jeweiligen Druckschalter in Bezug auf die in den [Fig. 1–Fig. 10](#) gezeigten Hydraulikschaltpläne;

[0026] [Fig. 16](#) ein Freikörperbild des Überdruckventils aus den [Fig. 1–Fig. 10](#);

[0027] [Fig. 17–Fig. 18](#) das Überdruckventil aus [Fig. 16](#) zu Beginn bzw. am Ende des Speicherladezyklus;

[0028] [Fig. 19–Fig. 20](#) das Überdruckventil aus [Fig. 16](#) beim Betrieb für einen Lenkvorgang in Schließstellung bzw. Öffnungsstellung;

[0029] [Fig. 21](#) eine Kennlinie, welche die Funktion

des Steuerventils in Bezug auf die in den [Fig. 1–Fig. 10](#) gezeigten Hydraulikschaltpläne beschreibt; und

[0030] [Fig. 22](#) eine Kennlinie, welche die Funktion des Überdruckventils in Bezug auf die in den [Fig. 1–Fig. 10](#) gezeigten Hydraulikschaltpläne beschreibt.

[0031] Wie in den [Fig. 1–Fig. 10](#) gezeigt, weist ein hydraulisches Servolenksystem die folgenden Komponenten auf: eine Pumpen/Kupplungsanordnung **10**, einen Speicher **12**, einen hydraulischen Bremskraftverstärker **14** mit einem Hauptbremszylinder **16**, ein Lenkgetriebe **19**, ein Solenoidventil **20**, das normalerweise geöffnet ist, ein Überdruckventil **22**, das normalerweise geschlossen ist, ein Lenkventil (Getriebeventil) mit geschlossener Mitte **18**, ein Wechselventil **24**, ein Steuerventil **26**, das normalerweise geöffnet ist, ein Rückschlagventil **28** stromabwärts der Pumpen/Kupplungsanordnung **10**, einen Druckschalter **32** in dem Speicherkreis, einen Druckschalter **34** in dem Referenzdruckkreis stromabwärts des Wechselventils **24**, und einen Vorratsbehälter **15**.

[0032] Die Kupplung der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** rückt die Pumpe ein, wenn es eine Lenkanforderung gibt oder der Speicher **12** geladen werden muss. Das Wechselventil **24** überwacht den Druck an jeder Seite des Kolbens im Lenkgetriebe **19** und stellt den höheren der beiden Drücke dem Referenzdruckkreis bereit. Der Speicher **12** wird verwendet, um Servolenkflüssigkeit unter Druck zu speichern. Die Strömung von dem Speicher **12** ermöglicht, dass das Steuerventil **26** einen Anfangsdruck/Anfangsströmung an das Lenkgetriebe **19** über das Lenkventil **18** bereitstellt, um einen Ansprechverzug infolge der Zeitverzögerung vom Einrücken der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** bis zum Laufen der Pumpe mit einer annehmbaren Kapazität während eines Lenkvorgangs zu verhindern.

[0033] Das Solenoidventil **20** (normalerweise geöffnet) ermöglicht, dass das Überdruckventil **22** schneller geschlossen wird, wenn die Kupplung nach einer Speicherladung ausrückt. Das Solenoid in dem Solenoidventil **20** erregt und schließt das Ventil, wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** eingerückt ist, was die Strömung zu dem Vorratsbehälter **15** blockiert und ermöglicht, dass der Pumpendruck von dem Überdruckventil **22** erfasst werden kann. Das Solenoid in dem Solenoidventil **20** entregt und öffnet das Ventil, wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** ausgerückt ist, was die Strömung durch das Solenoidventil **20** hindurch zu dem Vorratsbehälter **15** ermöglicht. Dies ermöglicht, dass Druck an dem Überdruckventil **22** in die Atmosphäre abgelassen werden kann, wodurch das Ventil sofort geschlossen wird, nachdem die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** ausgerückt ist, da das Überdruckventil **22** normalerweise

geschlossen ist.

[0034] Das Überdruckventil **22** ist normalerweise geschlossen und beginnt zu öffnen, wenn der Pumpenzuführdruck den zur Überwindung der Vorspannung der Feder in dem Überdruckventil **22** erforderlichen Druck sowie einen zweiten Gegendruck von dem entgegengesetzten Ende des Überdruckventils **22**, welches zu dem Referenzdruckkreis geöffnet ist, überschreitet. Ein besonderes Merkmal des Überdruckventils **22** ist, dass die Fläche des inneren Steuerschiebers, die dem Referenzdruck ausgesetzt ist, 30% kleiner als die Fläche des Steuerschiebers ist, die dem Pumpenzuführdruck ausgesetzt ist. Diese Konfiguration reduziert die Beteiligung des Referenzdrucks an dem Steuerschieber und ermöglicht, dass das Überdruckventil **22** beginnt, ein wenig von der Strömung zu der Pumpe zurück zu dem Vorratsbehälter **15** so abzubauen, wie sich der Referenzdruck erhöht, um die Pumpenzufuhr mit dem Bedarf besser auszugleichen, wie durch den Referenzdruck bestimmt wird. Diese Ventilgestaltung bewahrt die Pumpe davor, dass sie in Zuständen angemessener hoher Lenklast frühzeitig in Druckausgleich gelangt. Der Betrieb des Überdruckventils **22** ist in [Fig. 16](#) graphisch gezeigt.

[0035] In den [Fig. 1–Fig. 10](#) sind Schaltpläne des bedarfsgesteuerten hydraulischen Servolenksystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in jeweils unterschiedlichen Betriebszuständen gezeigt. Die Höhe des Drucks ist durch die unterschiedlichen grauen Markierungen dargestellt.

[0036] [Fig. 1](#) zeigt den Hydraulikschaltplan zu Beginn des Speicherladezyklus, wenn es keine Lenklast (oder Bremslast bei Vorhandensein eines hydraulischen Bremskraftverstärkungssystems) gibt. Der Druck in dem Speicher **12** ist infolge der geringen, aber erwarteten Leckage durch das Lenkventil **18** hindurch abgefallen, welches momentan in der Mitte geschlossen ist (d. h. keine Lenkeingabe durch den Fahrer).

[0037] In diesem Beispiel ist der Druckschalter **32** derart gestaltet, dass er schließt, wenn der Druck in dem Speicher unter den Sollwert abfällt. In diesem Beispiel ist der Druckschalter **32** gerade geschlossen, wodurch eine Strom an der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** und dem Solenoidventil **20** anliegt. Der Strom an dem normalerweise geöffneten Solenoidventil **20** schließt das Ventil. Wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** eingerückt ist, öffnet die Strömung von der Pumpe das Rückschlagventil **28** und beginnt, den Speicher **12** zu füllen, während sich ein Druck in dem Speicherkreis aufbaut. Das Wechselventil **24** ist außer Betrieb, da es keine Lenkeingabe von dem Fahrer gibt, und führt dem Referenzdruckkreis keinen Druck zu. Zu diesem Zeitpunkt ist das Überdruckventil **22** geschlossen.

[0038] Wenn sich ein Druck in der Pumpenzufuhr und in den Speicherkreisen aufbaut, bleibt das Überdruckventil **22** geschlossen, was ermöglicht, dass die gesamte Pumpenströmung den Speicher **12** laden kann. Der Zweck des Steuerventils **26** ist es, die Proportionaldrucksteuerung zwischen der Eingangsseite des Getriebes und dem Referenzdruck aufrechtzuerhalten. In diesem Beispiel ist das Steuerungsventil **26** derart eingestellt, dass ein Druck an der Eingangsseite des Getriebes (z. B. 300 psi) proportional zu der Ventildervorspannung ist. Der Betrieb des Steuerventils **26** ist in [Fig. 21](#) graphisch gezeigt.

[0039] [Fig. 2](#) zeigt den Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform am Ende des Speicherladezyklus, wenn es keine Lenklast (oder Bremslast bei Vorhandensein einer hydraulischen Verstärkung) gibt. Der Druck im Speicher **12** ist mit dem Einrücken der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** angestiegen.

[0040] In diesem Beispiel hat der Druck in dem Speicherkreis den maximalen Speicherladedruck erreicht und den Druckschalter **32** zum öffnen ausgelöst, wodurch der elektrische Strom zu der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** und dem Solenoidventil **20** abgeschaltet ist. Wenn sich der Druck in dem Speicherkreis an den Auslösepunkt des Druckschalters **32** annähert, begrenzt das Überdruckventil **22** auch den Druck in dem Kreis während der Speicherladung und beginnt zu öffnen, wenn der Pumpenzufuhrdruck den maximalen Speicherladedruck erreicht (Die Beteiligung des Referenzdrucks ist in diesem Falle Null, da es keine Lenklast gibt).

[0041] Wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** einrückt, stoppt die Strömung von der Pumpe, das Solenoidventil **20** öffnet, das Rückschlagventil **28** schließt, um eine Gegenströmung zu verhindern, und der sofortige Druck stromaufwärts des Rückschlagventils **28** wird an den belüfteten Vorratsbehälter **15** freigegeben. Das Öffnen des Solenoidventils **20** ermöglicht, dass der Referenzdruck der Pumpenzufuhr an dem Überdruckventil **22** abfällt und das Ventil sofort schließt, um einen Flüssigkeits- und Druckverlust von dem Speicherkreis zu verhindern. Obwohl der Druck in dem Speicherkreis nun auf dem maximalen Ladedruck ist, hält das Steuerventil **26** weiter einen eingestellten Druck (z. B. 300 psi) an der Eingangsseite des Lenkventils **18** aufrecht, welches noch in der Mitte geschlossen ist. Das Niederhalten des Drucks an dem Lenkventil **18** minimiert die Leckage durch das Ventil hindurch, maximiert die Zeit zwischen den Speicherladungen und maximiert schließlich die Kraftstoffeffizienz.

[0042] [Fig. 3](#) zeigt ein Hydraulikschaltbild derselben Ausführungsform zu Beginn eines leichten Lenkvorgangs. Wenn der Fahrer das Lenkrad dreht, drehen sich ebenso die Lenksäule und die Zwischenwelle zwischen Lenksäule und Lenkgetriebe **19** (nicht ge-

zeigt). Wenn das auf das Lenkrad ausgeübte Drehmoment ausreichend ist, um die Torsionsrate einer kleinen Stahlstange (häufig als eine T-Stange bezeichnet) zu überwinden, die zwischen der Getriebeingangswelle und dem Ventilschieber fest montiert ist, beginnt das Lenkventil **18** zu öffnen. In [Fig. 3](#) ist der leichte Lenkvorgang dargestellt, indem an der einen Seite des Lenkgetriebes **19** ein höherer Druck wirkt, wenn das Lenkventil **18** zu öffnen beginnt.

[0043] Der Druck an der linken Seite des Lenkgetriebes **19** hat sich erhöht (z. B. 150 psi), und die Kugel in dem Wechselventil **24** wurde nach rechts gedrängt, wodurch die Strömung zu der anderen Seite des Lenkgetriebes **19** blockiert ist. Das Wechselventil **24** führt dann den vollen Druck an der linken Seite des Lenkgetriebes **19** zu dem Referenzdruckkreis. Da der Kolben in dem Lenkgetriebe **19** über Spurstangen (nicht gezeigt) direkt mit den Fahrzeuigrädern verbunden ist, beginnt der Kolben in diesem Falle, sich nach rechts zu bewegen, um die Räder zu drehen.

[0044] Wenn sich der Kolben zu der rechten Innenseite des Getriebegehäuses bewegt, muss das Steuerventil **26** eine Strömung durch das Lenkventil **18** hindurch bereitstellen, um das erhöhte Volumen an der linken Seite des Getriebekolbens zu füllen und die Proportionaldrucksteuerung zwischen der Eingangsseite des Lenkventils **18** und dem Referenzdruck aufrechtzuerhalten. Das Steuerventil **26** führt einen erhöhten Druck zu dem Lenkventil **18** (z. B. 450 psi) auf ein Niveau gleich der eingestellten Ventildervorspannung (z. B. 300 psi) zuzüglich dem Referenzdruck (z. B. 150 psi). Der Speicher **12** führt die Strömung in dem Steuerventil **26** zu dem Lenkgetriebe **19**, und demzufolge fällt der Speicherdruck ab (z. B. 900 psi). Der Druck in dem Speicherkreis liegt zwischen dem minimalen und dem maximalen Speicherladeniveau, so dass der Druckschalter **32** offen bleibt und folglich kein Strom an der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** anliegt. Der Referenzdruck (z. B. 150 psi) liegt unter dem Auslösepunkt für den Druckschalter **34** (z. B. 300 psi), so dass der Druckschalter **34** ebenfalls offen bleibt und die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** ausgerückt ist.

[0045] [Fig. 4](#) zeigt den Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform, wenn ein Lenkvorgang eine Einrückung der Pumpen/Kupplungsanordnung auslöst. Wenn der Fahrer den Lenkvorgang aus [Fig. 3](#) fortsetzt und ein größeres Drehmoment auf das Lenkrad ausübt, um das Fahrzeug zu lenken, wird das Lenkventil **18** weiter geöffnet, was mehr Strömung ermöglicht und den Druck an der linken Seite des Lenkgetriebes **19** erhöht. Das Steuerventil **26** hält den Proportionaldruck zwischen der Eingangsseite des Lenkventils **18** und dem Referenzdruck weiter aufrecht. Der Referenzdruck liegt nun über dem Auslösepunkt für den Druckschalter **34** (z. B. 300

psi), so dass der Druckschalter **34** gerade geschlossen wird, wodurch ein Strom an die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** abgegeben wird. Das Rückschlagventil **28** öffnet nun so, wie sich die Pumpendrehzahl erhöht.

[0046] Das Steuerventil **26** ermöglicht weiter die Strömung zu der Eingangsseite des Lenkventils **18**, wenn sich der Kolben in dem Lenkgetriebe **19** nach rechts bewegt, und hat einen erhöhten Zufuhrdruck (z. B. 600 psi) proportional über dem Referenzdruck (z. B. 300 psi). Der Speicherdruck ist abgefallen (z. B. 700 psi) und muss ausreichend sein, um der Eingangsseite des Lenkventils **18** zugeführt zu werden, wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** eingerückt wird. In Abhängigkeit von der Komponentenauswahl und der Systemstruktur des Hydrauliksystems könnten die Sollwerte der Druckschalter **32** und **34** eingestellt werden, um einen angemessenen Druck sicherzustellen, und eine Strömung kann der Eingangsseite des Lenkventils **18** durch das Steuerventil **26** bereitgestellt werden, wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** bei schnellen Lenkeingaben eingerückt wird.

[0047] **Fig. 5** zeigt einen Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform, wenn der Speicherdruck während eines Lenkvorgangs bei eingerückter Pumpen/Kupplungsanordnung wiederhergestellt wird. Da Pumpen so bemessen sind, dass sie genügend Strömung bei Motorleerlauf liefern, um die ungünstigsten Lenkanforderungen zu erfüllen, überschreitet die von der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** abgegebene Strömung die am Lenkgetriebe **19** unter den meisten Bedingungen erforderliche Strömung. Die überschüssige Strömung beginnt dann, den Druck in dem Speicherkreis aufzubauen.

[0048] In diesem Falle ist der Druck in dem Speicher **12** wieder vollständig auf den maximalen Speicherdrucksollwert gebracht. Das Steuerventil **26** erhöht weiter den Druck (z. B. 1200 psi) an der Eingangsseite des Lenkventils **18** proportional zu dem Referenzdruck (z. B. 900 psi). Der Kolben in dem Lenkgetriebe **19** bewegt sich weiter nach rechts, wenn der Fahrer das Lenkrad weiterdreht, und die Lenklast und die Hilfsdrücke steigen an. Der Druckschalter **34** und das Solenoidventil **20** werden geschlossen. Das Überdruckventil **22** bleibt geschlossen, da der Pumpenzufuhrdruck (z. B. 1300 psi) noch unter dem Proportionalöffnungsdruck des Überdruckventils **22** liegt (z. B. $1570 \text{ psi} = 1300 \text{ psi Feder} + 0,3 \times 900 \text{ psi Referenzdruck}$).

[0049] **Fig. 6** zeigt einen Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform zu Beginn des Öffnens des Überdruckventils in dem Ventilblock während eines Lenkvorgangs. Wenn der Lenkvorgang fortschreitet, erhöht das Steuerventil **26** weiter den Druck (z. B. 1470 psi) an der Eingangsseite des Lenkventils **18**

proportional zu dem Referenzdruck (z. B. 1170 psi). Ebenso wird, wenn die Pumpe weiter läuft, das Rückschlagventil **28** geöffnet, und der Druck steigt in dem Speicherkreis weiter an. Schließlich erreicht der Pumpenzufuhrdruck den Öffnungsdruck des Überdruckventils **22**.

[0050] Zu diesem Zeitpunkt ist der Pumpenzufuhrdruck (z. B. 1600 psi) etwa gleich dem Öffnungsdruck des Überdruckventils **22** (z. B. $1651 \text{ psi} = 1300 \text{ psi Feder} + 0,3 \times 1170 \text{ psi Referenzdruck}$). Zu diesem Zeitpunkt beginnt das Überdruckventil **22** zu öffnen, was ermöglicht, dass überschüssige Pumpenströmung zu dem Vorratsbehälter **15** zurückkehren kann, welcher zur Atmosphäre hin offen ist.

[0051] **Fig. 7** zeigt den Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform zu Beginn des Öffnens des Überdruckventils in der Pumpe während eines Lenkvorgangs mit maximaler Last. Üblicherweise treten maximale Lenklasten während eines Parkmanövers auf, wenn das Lenkrad vollständig bis zu den Enden der Drehung (Lenkanschlage) gedreht wird.

[0052] In **Fig. 6** begann das Überdruckventil **22** zu öffnen. Jedoch erhöht, da die Strömung in den Vorratsbehälter **15** gerichtet ist, das Steuerventil **26** weiter den Druck (z. B. 1850 psi) an der Eingangsseite des Lenkventils **18** proportional zu dem Referenzdruck (z. B. 1850 psi), wie sich die Lenklasten an die maximalen Niveaus annähern. Alle Pumpen haben innere Überdruckventile, um das Hydrauliksystem zu schützen. In dem in **Fig. 7** gezeigten Beispiel ist das Überdruckventil in der Pumpe derart eingestellt, dass es bei 1850 psi öffnet, und es beginnt zu öffnen durch Umlenken der Pumpenströmung innerhalb der Pumpe selbst. Wenn die Strömung abfällt, schließt das Rückschlagventil **28**. Zu diesem Zeitpunkt beginnt auch das Überdruckventil **22** infolge des Proportionalöffnungsdrucks des Überdruckventils **22** (z. B. $1855 \text{ psi} = 1300 \text{ psi Feder} + 0,3 \times 1850 \text{ psi Referenzdruck}$) zu öffnen. Das Überdruckventil **22** schafft eine redundante Ausfallsicherung, um das System bei Ausfall des Pumpendruckausgleichs zu schützen.

[0053] **Fig. 8** zeigt den Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform bei Freigabe des Lenkrades (Lenklast gleich Null) nach einem Lenkvorgang mit maximaler Last. Wenn das Lenkrad freigegeben wird, kehrt das Lenkventil **18** in die Mittelstellung zurück. In der Mitte ist das Lenkventil **18** derart gestaltet, dass eine Strömung zwischen linken und rechten Getriebeöffnungen des Lenkgetriebes **18** und dem Vorratsbehälter **15** über eine Rücklauföffnung in dem Ventil ermöglicht wird. Wenn das Lenkrad freigegeben ist, wird der Druck an jeder Seite des Kolbens in dem Lenkgetriebe **19** zusammen mit dem Referenzdruck durch das Wechselventil **24** hindurch an die Atmosphäre ausgelassen. Dadurch wird das Steuerventil **26** geschlossen, da es so gestaltet ist, dass es eine

Strömung nur erlaubt, wenn der Zuführdruck an der Eingangsseite des Lenkventils **18** geringer als der Referenzdruck ist, wobei die Druckdifferenz an dieser Stelle viel höher ist (z. B. 1750 psi). Das Überdruckventil **22** schließt, da der Druck in der Pumpenzufuhr Null ist und beträchtlich unter dem Öffnungsdruck des Überdruckventils **22** liegt (z. B. 1300 psi = 1300 psi Feder + 0,3 × 0 psi Referenzdruck).

[0054] [Fig. 9](#) zeigt den Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform bei Rückgang des Drucks an dem Lenkventil **18** auf den Sollwert in dem Steuerventil **26** (z. B. 300 psi). Dies wird mittels Leckage durch das Lenkventil **18** hindurch erreicht, welches in der Mitte ist.

[0055] [Fig. 10](#) zeigt den Hydraulikschaltplan derselben Ausführungsform bei einem Lenkvorgang in der entgegengesetzten Richtung. In diesem Beispiel ist der Lenkvorgang ähnlich dem in [Fig. 2](#) beschriebenen Vorgang. Der Referenzdruck (z. B. 150 psi) liegt noch unter dem Auslösepunkt für den Druckschalter **34**, so dass der Stromkreis zu der Pumpen/Kupplungsanordnung **10** offen bleibt. Es ist zu beachten, dass das Steuerventil **26** wieder geöffnet ist, um eine Strömung zu dem Lenkgetriebe **19** bereitzustellen und die Proportionaldrucksteuerung an dem Lenkventil **18** aufrechtzuerhalten.

[0056] Die [Fig. 11–Fig. 13](#) zeigen drei unterschiedliche Modi des Stromkreises für dieselbe Ausführungsform, welcher eine Batterie aufweist, welche die elektrischen Komponenten, die Pumpen/Kupplungsanordnung **10**, das Solenoidventil **20**, den Druckschalter **32** und den Druckschalter **34** mit Strom versorgt.

[0057] [Fig. 11](#) zeigt den Bereitschaftsmodus, wo die beiden Druckschalter **32** und **34** geöffnet sind. Da es keinen Erdungspfad für die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** und das Solenoidventil **20** gibt, liegt an keiner Komponente Strom an. In [Fig. 11](#) ist die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** ausgerückt. [Fig. 12](#) zeigt den Speicherlademodus, wo der Druckschalter **32** geschlossen ist und der Druckschalter **34** geöffnet ist. Da die Druckschalter **32**, **34** parallel geschaltet sind, gibt es einen Erdungspfad, welcher die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** und das Solenoidventil **20** mit Strom versorgt. In [Fig. 12](#) ist die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** eingerückt. [Fig. 13](#) zeigt einen Lenkvorgang. Die Wirkung ist dieselbe wie in [Fig. 12](#), außer dass der Druckschalter **32** nun geöffnet ist, während der Druckschalter **34** geschlossen ist. In [Fig. 13](#) ist die Pumpen/Kupplungsanordnung **10** eingerückt.

[0058] Die [Fig. 14–Fig. 15](#) zeigen die Funktion des Druckschalters **32** und des Druckschalters **34** für dieselbe Ausführungsform. [Fig. 14](#) stellt die Funktion der Schalterstellung bezogen auf den Speicherdruck

für den Druckschalter **32** dar, während [Fig. 15](#) die Funktion der Schalterstellung bezogen auf den Referenzdruck für den Druckschalter **34** darstellt. Die Hydraulikdrücke, bei welchen die Schalter öffnen und schließen, variieren in Abhängigkeit von der Anwendung. Die durchgezogenen Pfeillinien stellen das Ansprechverhalten auf den steigenden Druck dar, während die gestrichelten Pfeillinien das Ansprechverhalten auf den fallenden Druck darstellen.

[0059] Die [Fig. 16–Fig. 20](#) zeigen das Überdruckventil **22** in unterschiedlichen Betriebsmodi. [Fig. 16](#) zeigt das Überdruckventil **22** in einem Freikörperbild. Die Richtungspfeile zeigen die Krafrichtung für F(Pumpe), F(Referenz) und F(Feder).

[0060] Die Kraftgleichgewichtsgleichungen für das Überdruckventil **22** sind:

$$F(\text{Pumpe}) = F(\text{Referenz}) + F(\text{Feder})$$

Da Druck = Kraft/Fläche,

$$P(\text{Pumpe}) \cdot A1 = P(\text{Referenz}) \cdot A2 + F(\text{Feder}),$$

wobei A1 & A2 die Querschnittsflächen an jedem Ende des Steuerschiebers gemäß der Beziehung $A2 = A1 \cdot 0,3$ definieren, so dass: $P(\text{Pumpe}) \cdot A1 = P(\text{Referenz}) \cdot A1 \cdot 0,3 + F(\text{Feder})$.

[0061] Wenn die Federkraft auf $F(\text{Feder}) = P(\text{Speicherfüllsollwert}) \cdot A1$ eingestellt ist, dann ist $P(\text{Pumpe}) \cdot A1 = P(\text{Referenz}) \cdot A1 \cdot 0,3 + P(\text{Speicherfüllsollwert}) \cdot A1$.

[0062] Durch Dividieren der beiden Seiten durch A1 ist $P(\text{Pumpe}) = P(\text{Referenz}) \cdot 0,3 + P(\text{Speicherfüllsollwert})$.

[0063] Die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) zeigen den Betrieb des Überdruckventils **22** während des Ladezyklus des Speichers **12** aus den [Fig. 1–Fig. 10](#). [Fig. 17](#) stellt das Kraftgleichgewicht an dem Ventilschieber zu Beginn der Speicherladung dar, während [Fig. 18](#) das Kraftgleichgewicht an dem Ventilschieber am Ende der Speicherladung darstellt.

[0064] Die Kraftgleichgewichtsgleichungen für das Überdruckventil **22** sind:

Da die Pumpe und der Speicher in demselben Kreis sind, ist $P(\text{Pumpe}) = P(\text{Speicher})$.

[0065] Wenn es keinen Lenkvorgang während der Speicherladung gibt, ist $P(\text{Referenz}) = 0$.

[0066] Angesichts der Kraftgleichgewichtsgleichung:

$P(\text{Pumpe}) = P(\text{Referenz}) \cdot 0,3 + P(\text{Speicherfüllsollwert})$, werden die Kräfte an dem Ventilschieber ausgeglichen, wenn $P(\text{Pumpe}) = P(\text{Speicherfüllsollwert})$.

Das Ventil bleibt geschlossen, bis $P(\text{Pumpe}) > P(\text{Speicherfüllsollwert})$.

[0067] Die [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) zeigen den Betrieb des Überdruckventils **22** während eines Lenkvorgangs, wobei [Fig. 19](#) das Überdruckventil in einer Schließstellung zeigt und [Fig. 20](#) das Überdruckventil **22** in einer Öffnungsstellung zeigt. Wenn die Pumpen/Kupplungsanordnung eingerückt ist, liefert die Pumpe eine konstante Strömung zu dem System. Die Strömung durch ein Lenkgetriebe (mit einem Lenkventil **18** mit geschlossener Mitte aus den [Fig. 1–Fig. 10](#)) variiert entsprechend der Lenkgradrate und der Getriebeabmessung. Die Funktion des Überdruckventils ist es, überschüssige Strömung von der Pumpe an einen Vorratsbehälter abzulassen. Das Überdruckventil nutzt die Druckdifferenz zwischen der Pumpe $P(\text{Pumpe})$ und des Lenkgetriebes $P(\text{Referenz})$, um die Strömung zu steuern.

[0068] Zum Beispiel ist das Kraftgleichgewicht an dem Ventilschieber während eines Lenkvorgangs: Wenn $P(\text{Speicherfüllsollwert}) = 1300 \text{ psi}$ und $P(\text{Referenz})$ zu einem Zeitpunkt = 1170 psi , dann wird das Kraftgleichgewicht an dem Ventilschieber erreicht, wenn $P(\text{Pumpe}) = 1651 \text{ psi}$. Das heißt:

$$P(\text{Pumpe}) = P(\text{Referenz}) \cdot 0,3 + P(\text{Speicherfüllsollwert}) = 1170 \text{ psi} \cdot 0,3 + 1300 \text{ psi} = 1651 \text{ psi}.$$

[0069] Demzufolge: wenn $P(\text{Pumpe})$ über 1651 psi ansteigt, öffnet das Überdruckventil **22**, jedoch wenn $P(\text{Pumpe})$ unter 1651 psi abfällt, schließt das Überdruckventil **22**.

[0070] [Fig. 21](#) zeigt eine graphische Darstellung der Funktion des Steuerventils für dieselben Ausführungsform. Die Darstellung weist zwei Linien auf: Eine Referenzlinie (durchgezogene Linie), die zeigt, wenn der Zufuhrdruck zu dem Lenkgetriebe gleich dem Referenzdruck ist, und eine gestrichelte Linie, die den von dem Steuerventil an das Lenkgetriebe bereitgestellten Druck als eine Funktion des Referenzdrucks darstellt. Die gestrichelte Linie, welche die Steuerventilfunktion beschreibt, zeigt auch den Zustand, wenn die Pumpe in Druckausgleich gelangt. Die Erhöhung des Ventildrucksollwerts über den Getriebereferenzdruck erhöht die Leckage durch das Lenkventil hindurch, verringert die Zeit zwischen den aufeinanderfolgenden Speicherzyklen, kann das Ansprechverhalten des Systems verbessern und/oder Fehler verringern, und zwingt die Pumpe zum Druckausgleich in Zuständen bei niedriger Lenklast.

[0071] [Fig. 22](#) zeigt eine graphische Darstellung der Funktion des Überdruckventils für dieselbe Ausführungsform. Die Darstellung weist zwei Linien auf: Eine Referenzlinie (durchgezogene Linie), die zeigt, wenn der Speicherdruck gleich dem Referenzdruck ist, und eine gestrichelte Linie, die den von dem

Überdruckventil an den Speicherkreis bereitgestellten Druck als eine Funktion des Referenzdrucks darstellt. Die Verringerung der Fläche des Ventilschiebers, die dem Referenzdruck ausgesetzt ist, relativ zu der Schieberfläche, die dem Speicherdruck ausgesetzt ist, flacht die Steigung der Linie ab und verhindert, dass die Pumpe zu früh in Druckausgleich gelangt, was höhere Speicherdrucksollwerte als sonst ermöglicht, die Zeit zwischen den Speicherzyklen erhöht, wenn es keine Lenkanforderung gibt, und den Energieverbrauch reduziert.

[0072] Obwohl die vorhergehende Beschreibung und Zeichnung bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen, können verschiedene Abänderungen und Modifikationen durchgeführt werden, ohne von dem Bereich der Erfindung abzuweichen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5921342 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren für eine hydraulische Servolenkung, umfassend das Aufrechterhalten einer Proportionaldrucksteuerung zwischen einer Eingangsseite eines Lenkventils (18) in einem Ventilblock und einem Lenkgetriebe (19) mit einem Steuerventil (26) in dem Ventilblock durch Beibehalten einer Druckdifferenz zwischen der Eingangsseite des Lenkventils (18) und dem Lenkgetriebe (19) bei Vorgängen, die das Inbetriebsetzen einer Pumpe zum vollständigen Laden eines Speichers (12), das Außerbetriebsetzen der Pumpe nach dem vollständigen Laden des Speichers (12), das Auslassen von Druck aus dem vollständig geladenen Speicher (12) zu Beginn eines Lenkvorgangs mit einer Anforderung zur Lenklast, das Zurückgewinnen des ausgelassenen Drucks des Speichers (12) durch Inbetriebsetzen der Pumpe nach dem Einschalten der Pumpe zu Beginn des Lenkvorgangs, und das Öffnen eines Überdruckventils (22) in dem Ventilblock während des Lenkvorgangs umfassend.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Inbetriebsetzen der Pumpe auftritt, wenn der Druck innerhalb des Speichers (12) unter eine untere Druckgrenze fällt, und das Außerbetriebsetzen der Pumpe auftritt, wenn der Druck innerhalb des Speichers (12) eine obere Druckgrenze überschreitet, wobei die untere Druckgrenze geringer als die obere Druckgrenze ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Auslassen aus dem Speicher (12) zu Beginn des Lenkvorgangs einen Verzug im Ansprechverhalten auf die Erfüllung der Anforderung zur Lenklast verhindert, wobei der Verzug anderenfalls infolge einer Zeitverzögerung auftritt, bevor die Pumpe nach dem Einschalten zu Beginn des Lenkvorgangs die Kapazität zur Erfüllung der Anforderung zur Lenklast erreicht.

4. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Öffnen des Lenkventils (18) entsprechend der Drehung an dem Lenkgetriebe (19) und das Schließen auf das Stoppen der Drehung an dem Lenkgetriebe (19).

5. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Überwachen zweier Drücke an jeweils einer Seite eines Kolbens in dem Lenkgetriebe (19), wobei das Überwachen mittels eines Wechselventils (24) erfolgt, das einen höheren der beiden Drücke an einen Referenzdruckkreis bereitstellt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, ferner umfassend das Erfassen eines Drucks mittels eines Druckschalters (32), wobei der Druckschalter (32) auf das Erfassen eines Druckabfalls in dem Referenzdruckkreis auf eine untere Druckgrenze schließt, das Schließen durch den Druckschalter (32) ermöglicht, dass ein

Strom an einer Kupplung anliegt, welche die Pumpe einrückt, um ein Pumpen auszulösen, der Druckschalter (32) auf das Erfassen des Drucks in der Referenzdrucksteuerung öffnet, wodurch eine obere Druckgrenze erreicht wird, und das Öffnen des Druckschalters (32) den Strom zu der Kupplung stoppt, was dazu führt, dass die Kupplung die Pumpe ausrückt, um das Pumpen zu stoppen.

7. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Überdruckventil (22) zu öffnen beginnt, wenn der Pumpenzuführdruck den zur Überwindung einer Feder Vorspannung in dem Überdruckventil (22) erforderlichen Druck zuzüglich einen zweiten Gegendruck von einem entgegengesetzten Ende des Überdruckventils (22), welches zu dem Referenzdruckkreis geöffnet ist, überschreitet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, ferner umfassend das Ausüben des Referenzdrucks auf eine Fläche eines inneren Steuerschiebers, die 30% kleiner als eine Fläche des Steuerschiebers ist, die dem Pumpenzuführdruck ausgesetzt ist, was eine Beteiligung des Referenzdrucks an dem Steuerschieber reduziert und ermöglicht, dass das Überdruckventil (22) beginnt, ein wenig von der Strömung zu der Pumpe zurück zu einem Vorratsbehälter (15) so abzubauen, wie sich der Referenzdruck erhöht, was ferner die Pumpenzufuhr mit der wie durch den Referenzdruck bestimmten Anforderung ausgleicht und die Pumpe davor bewahrt, dass sie in Zuständen von angemessener hoher Lenklast, die höher als zu Beginn des leichten Lenkvorgangs ist, frühzeitig in Druckausgleich gelangt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Außerbetriebsetzen der Pumpe während Zeiten, wenn es keine Anforderung zur Lenklast von einem Lenkrad und keine Anforderung zur Bremslast von einem hydraulischen Bremskraftverstärkungssystem stromabwärts des Speichers (12) gibt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Pumpe ein inneres Überdruckventil aufweist, das bei einem Lenkvorgang mit maximaler Last öffnet, der während eines Parkmanövers auftritt, wenn ein Lenkrad vollständig bis zu einem Ende der Bewegung gedreht wird, so dass die Pumpenströmung innerhalb der Pumpe selbst umlenkt, um eine Reduzierung der aus der Pumpe austretenden Strömung zu bewirken, wodurch ein Rückschlagventil (28) in Reaktion auf die Reduzierung der Strömung geschlossen wird, um eine Gegenströmung zu verhindern.

11. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Lenkventil (18) auf die Freigabe eines Lenkrades in eine Mittelstellung zurückkehrt, was eine Lenklast gleich Null bewirkt, und wobei die Mittelstellung eine Strömung zwischen entgegengesetzten Getriebeöffnungen in dem Lenkgetriebe (19) und einem Vorratsbe-

hälter (15) über eine Rücklauföffnung in dem Lenkventil (18) ermöglicht, so dass der Druck an jeder Seite des Kolbens in dem Lenkgetriebe (19) zusammen mit dem Referenzdruck durch das Wechselventil (24) hindurch an den atmosphärischen Druck abgegeben wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, ferner umfassend die Leckage durch das Lenkventil (18) hindurch, das in der Mittelstellung ist, wobei infolge der Leckage der Druck an dem Lenkventil (18) auf einen Sollwert zurückkehrt, welcher der Wert der Druckdifferenz ist.

13. Vorrichtung, die für eine hydraulische Servolenkung geeignet ist, aufweisend eine Pumpe, einen Speicher (12) stromaufwärts der Pumpe, ein Lenkventil (18) in einem Ventilblock stromaufwärts der Pumpe, ein Überdruckventil (22) in dem Ventilblock, ein Lenkgetriebe (19) zum wirksamen Schalten des Lenkventils (18), und ein Steuerventil (26), das in dem Ventilblock angeordnet ist, um eine Proportionaldrucksteuerung zwischen einer Eingangsseite des Lenkventils (18) in dem Ventilblock und dem Lenkgetriebe (19) durch Beibehalten einer Druckdifferenz zwischen der Eingangsseite des Lenkventils (18) und dem Lenkgetriebe (19) bei Vorgängen aufrechtzuerhalten, die das Inbetriebsetzen der Pumpe zum vollständigen Laden des Speichers (12), das Außerbetriebsetzen der Pumpe nach dem vollständigen Laden des Speichers (12), das Auslassen von Druck aus dem vollständig geladenen Speicher (12) zu Beginn eines Lenkvorgangs mit einer Anforderung zur Lenklast, das Zurückgewinnen des ausgelassenen Drucks des Speichers (12) durch Inbetriebsetzen der Pumpe nach dem Einschalten der Pumpe zu Beginn des Lenkvorgangs, und das Öffnen des Überdruckventils (22) in dem Ventilblock während des Lenkvorgangs umfassen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner aufweisend einen Druckschalter (32), der auf einen Druck innerhalb des Speichers (12) reagiert, der unter eine untere Druckgrenze fällt, um das Inbetriebsetzen der Pumpe auszulösen, und der auf einen Druck innerhalb des Speichers (12) reagiert, der eine obere Druckgrenze überschreitet, um das Außerbetriebsetzen der Pumpe auszulösen, wobei die untere Druckgrenze geringer als die obere Druckgrenze ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei der Speicher (12) zum Auslassen zu Beginn des Lenkvorgangs konfiguriert ist, um einen Verzug im Ansprechverhalten auf die Erfüllung der Anforderung zur Lenklast zu verhindern, wobei der Verzug andernfalls infolge einer Zeitverzögerung auftritt, bevor die Pumpe nach dem Einschalten zu Beginn des Lenkvorgangs die Kapazität zur Erfüllung der Anforderung zur Lenklast erreicht.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei das Lenkventil (18) angeordnet ist, um entsprechend der Drehung an dem Lenkgetriebe (19) zu öffnen und auf das Stoppen der Drehung zu schließen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner aufweisend eine Kupplung zum wirksamen Einrücken in die Pumpe, um die Pumpe zu deren Inbetriebsetzen einzuschalten, und zum wirksamen Ausrücken von der Pumpe, um die Pumpe zum Stoppen deren Weiterbetriebs auszuschalten.

18. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner aufweisend ein Wechselventil (24), das zum Überwachen zweier Drücke an jeweils einer Seite eines Kolbens in dem Lenkgetriebe (19) und zum Bereitstellen eines höheren der beiden Drücke an einen Referenzdruckkreis konfiguriert ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, ferner aufweisend einen Druckschalter (34), der angeordnet ist, um auf das Erfassen eines Druckabfalls in dem Referenzdruckkreis auf eine untere Druckgrenze zu schließen und dadurch zu ermöglichen, dass ein Strom an einer Kupplung anliegt, welche die Pumpe einrückt, um ein Pumpen auszulösen, wobei der Druckschalter (34) konfiguriert ist, um auf das Erfassen des Drucks in der Referenzdrucksteuerung unter Erreichen einer oberen Druckgrenze zu öffnen, um dadurch den Strom zu der Kupplung zu stoppen, was dazu führt, dass die Kupplung die Pumpe ausrückt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei das Überdruckventil (22) zu öffnen beginnt, wenn der Pumpenzuführdruck den zur Überwindung einer Federvorspannung in dem Überdruckventil (22) erforderlichen Druck zuzüglich einen zweiten Gegendruck von einem entgegengesetzten Ende des Überdruckventils, welches zu dem Referenzdruckkreis geöffnet ist, überschreitet.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, ferner aufweisend eine dem Referenzdruck ausgesetzte Fläche eines inneren Steuerschiebers, die 30% kleiner als eine Fläche des Steuerschiebers ist, die dem Pumpenzuführdruck ausgesetzt ist, was eine Beteiligung des Referenzdrucks an dem Steuerschieber reduziert und ermöglicht, dass das Überdruckventil (22) beginnt, ein wenig von der Strömung zu der Pumpe zurück zu einem Vorratsbehälter (15) so abzubauen, wie sich der Referenzdruck erhöht, was ferner die Pumpenzufuhr mit der wie durch den Referenzdruck bestimmten Anforderung ausgleicht und die Pumpe davor bewahrt, dass sie in Zuständen von angemessener hoher Lenklast, die höher als zu Beginn des leichten Lenkvorgangs ist, frühzeitig in Druckausgleich gelangt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner aufweisend ein hydraulisches Bremskraftverstärkungssystem.

tem stromabwärts des Speichers (12), wobei die Pumpe auf Außerbetriebsetzen umgestellt ist, wenn es keine Anforderung zur Lenklast von einem Lenkrad und keine Anforderung zur Bremslast von dem hydraulischen Bremskraftverstärkungssystem gibt.

23. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Pumpe ein inneres Überdruckventil aufweist, das bei einem Lenkvorgang mit maximaler Last öffnet, der während eines Parkmanövers auftritt, wenn ein Lenkrad vollständig bis zu einem Ende der Bewegung gedreht wird, so dass die Pumpenströmung innerhalb der Pumpe selbst umlenkt, um eine Reduzierung der aus der Pumpe austretenden Strömung zu bewirken, wobei ein Rückschlagventil (28) konfiguriert ist, in Reaktion auf die Reduzierung der Strömung zu schließen, um eine Gegenströmung zu verhindern.

24. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei das Lenkventil (18) auf die Freigabe eines Lenkrades in eine Mittelstellung zurückkehrt, was eine Lenklast gleich Null bewirkt, und wobei die Mittelstellung eine Strömung zwischen entgegengesetzten Getriebeöffnungen in dem Lenkgetriebe (19) und einem Vorratsbehälter (15) über eine Rücklauföffnung in dem Lenkventil (18) ermöglicht, so dass der Druck an jeder Seite des Kolbens in dem Lenkgetriebe (19) zusammen mit dem Referenzdruck durch das Wechselventil (24) hindurch an den atmosphärischen Druck abgegeben wird.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, wobei das Lenkventil (18) konfiguriert ist, um eine Leckage durch das Lenkventil (18) hindurch zu ermöglichen, wenn das Lenkventil (18) in der Mittelstellung ist, und wobei das Lenkventil (18) konfiguriert ist, um infolge der Leckage den Druck auf einen Sollwert zurückzuführen, welcher der Wert der Druckdifferenz ist.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

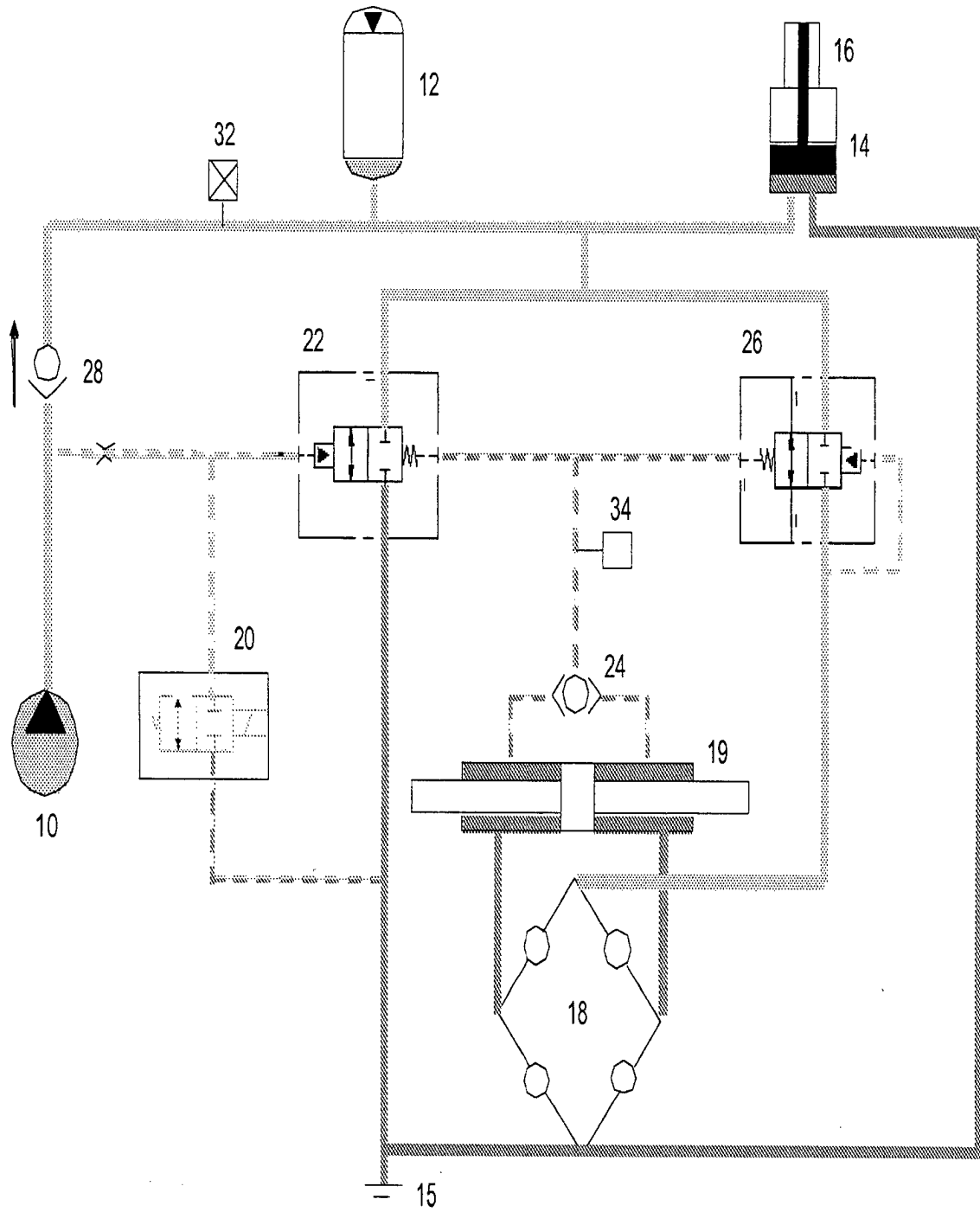


Fig. 1

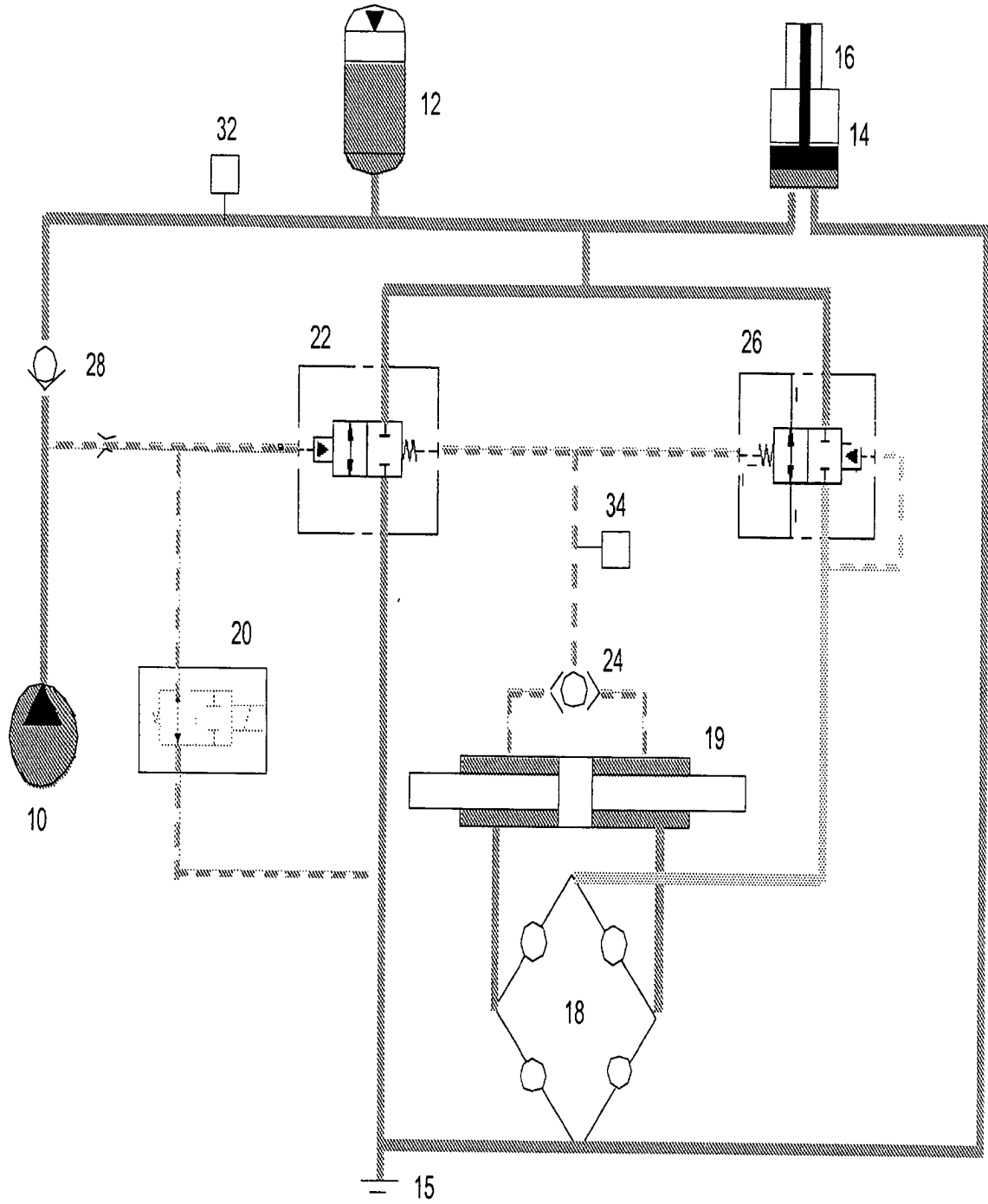


Fig. 2

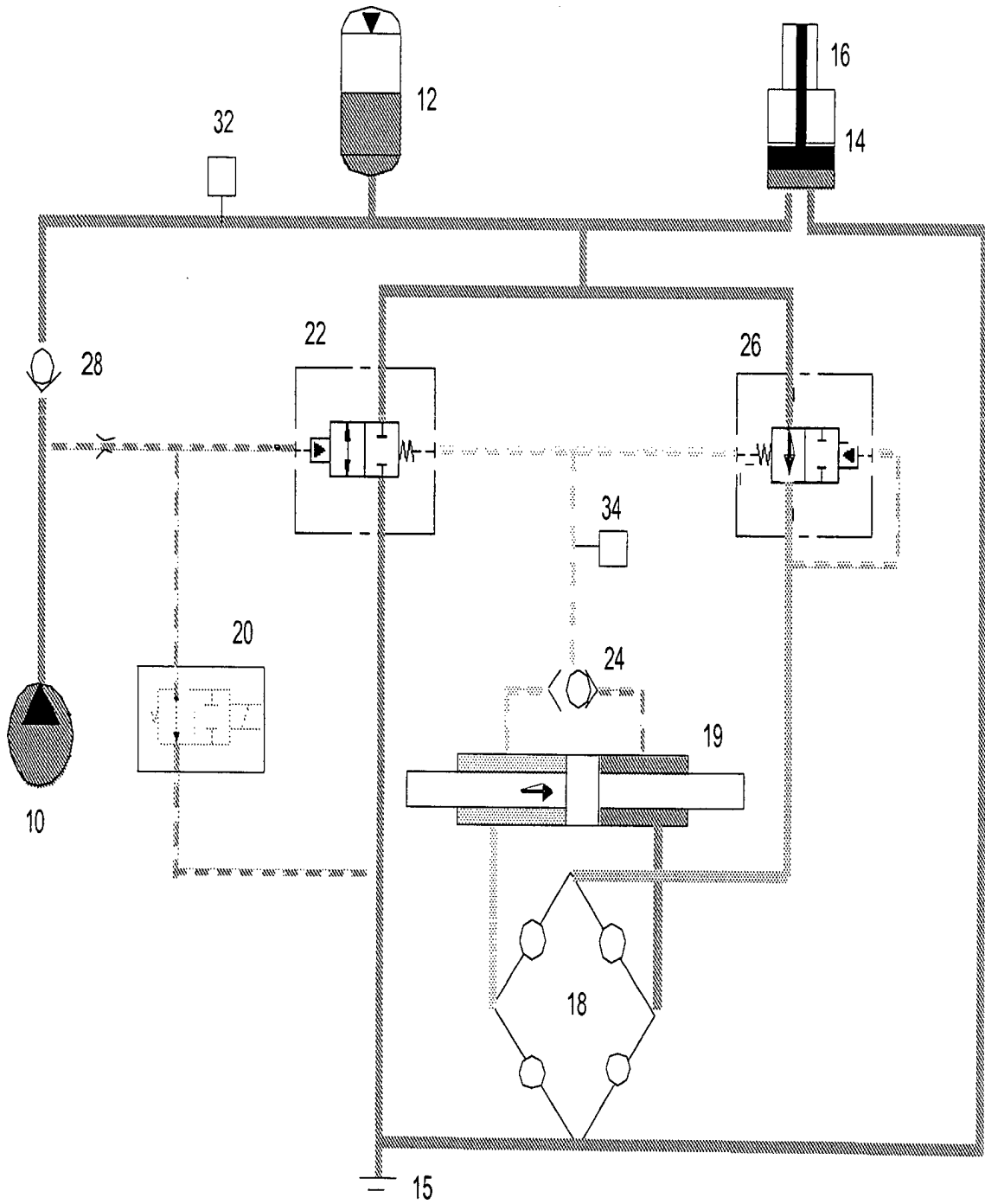


Fig. 3

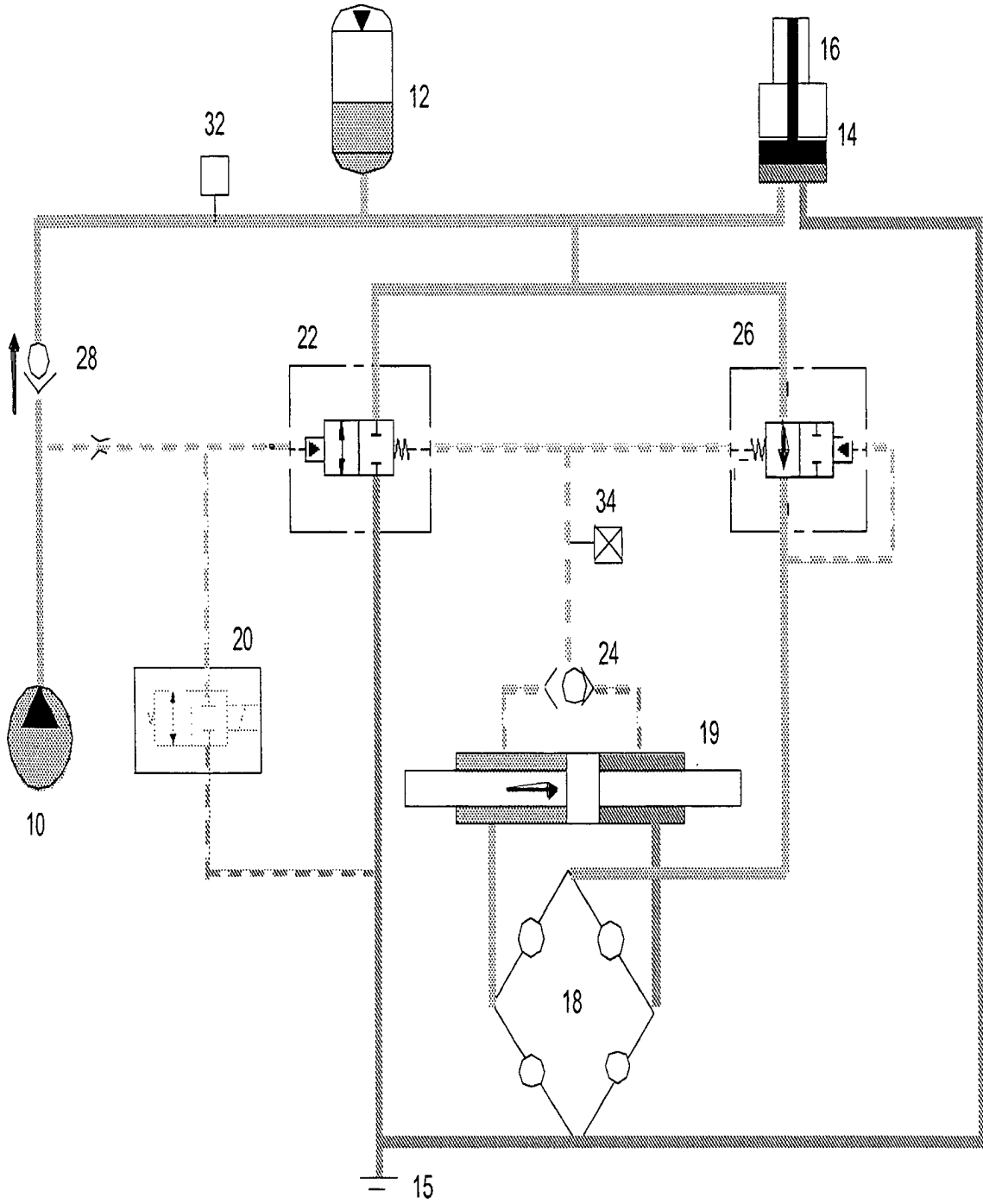


Fig. 4

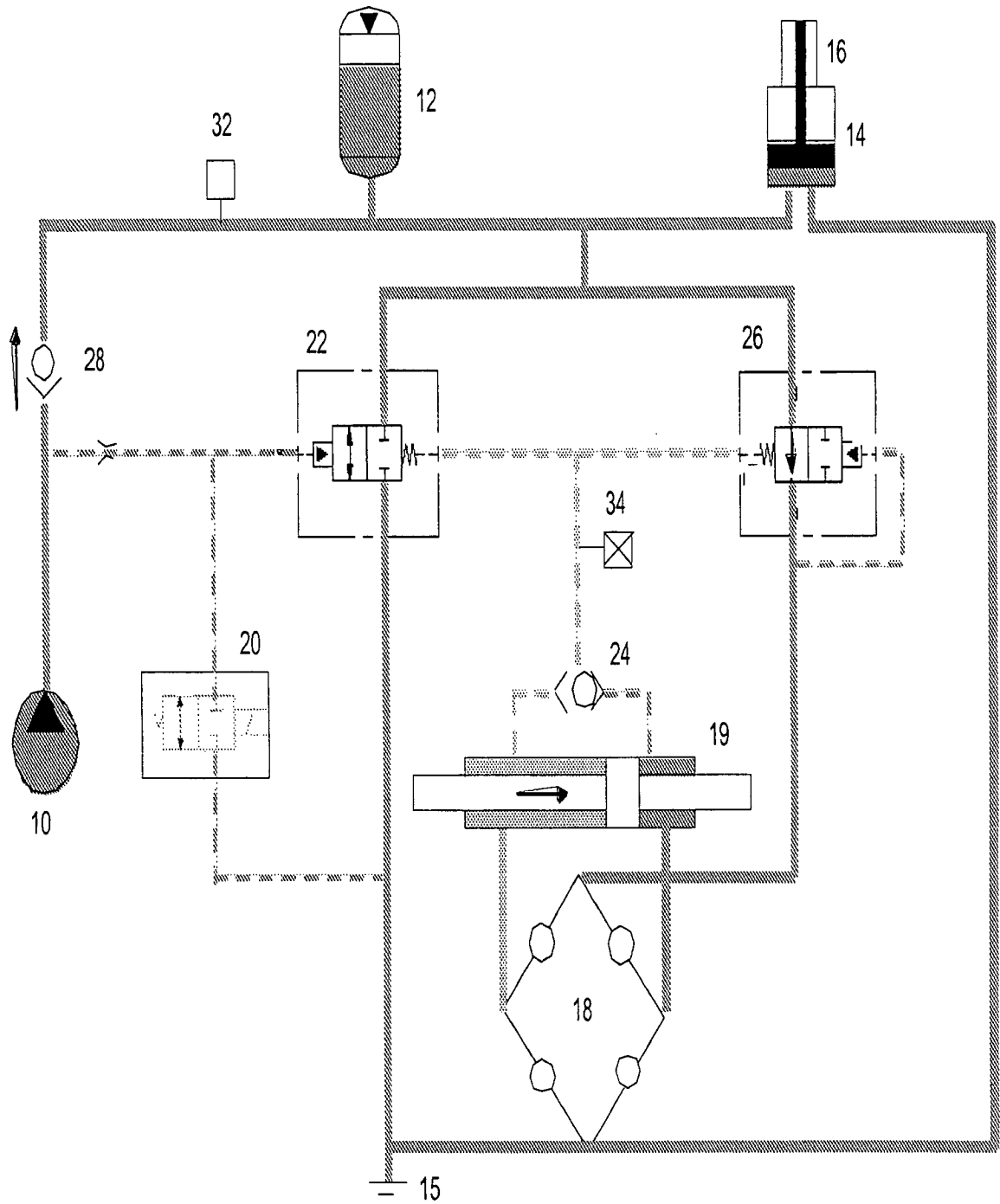


Fig. 5

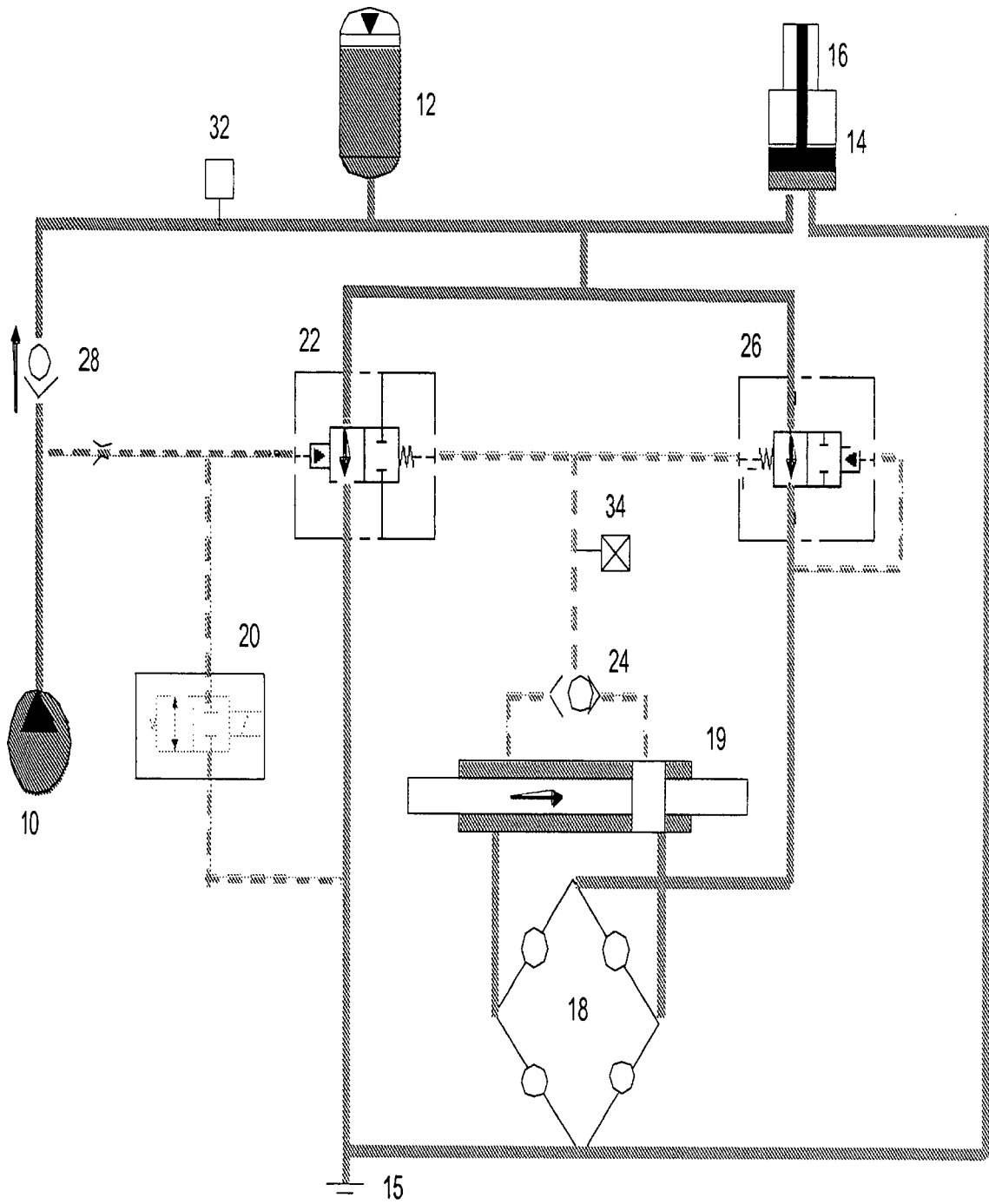


Fig. 6

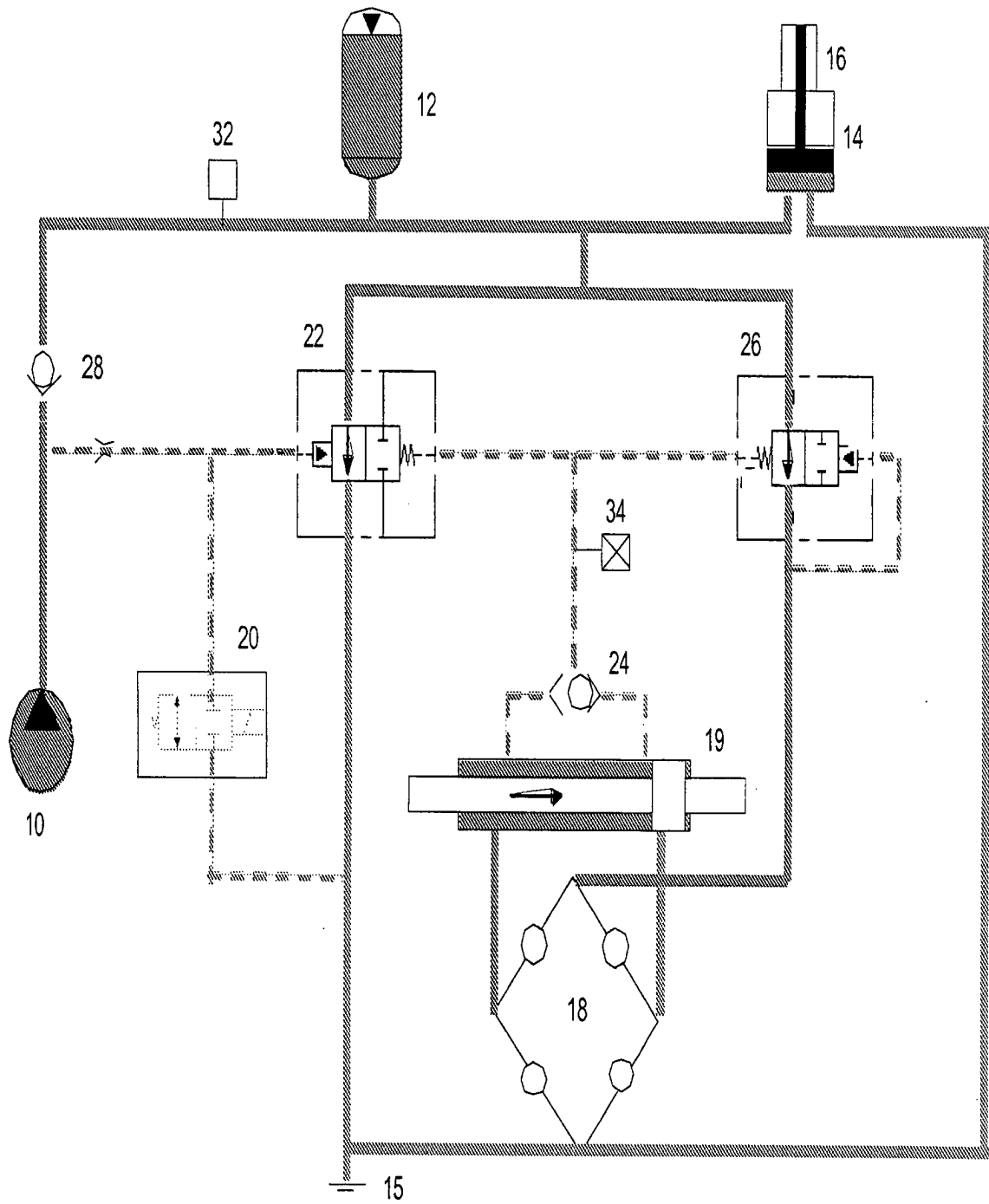


Fig. 7

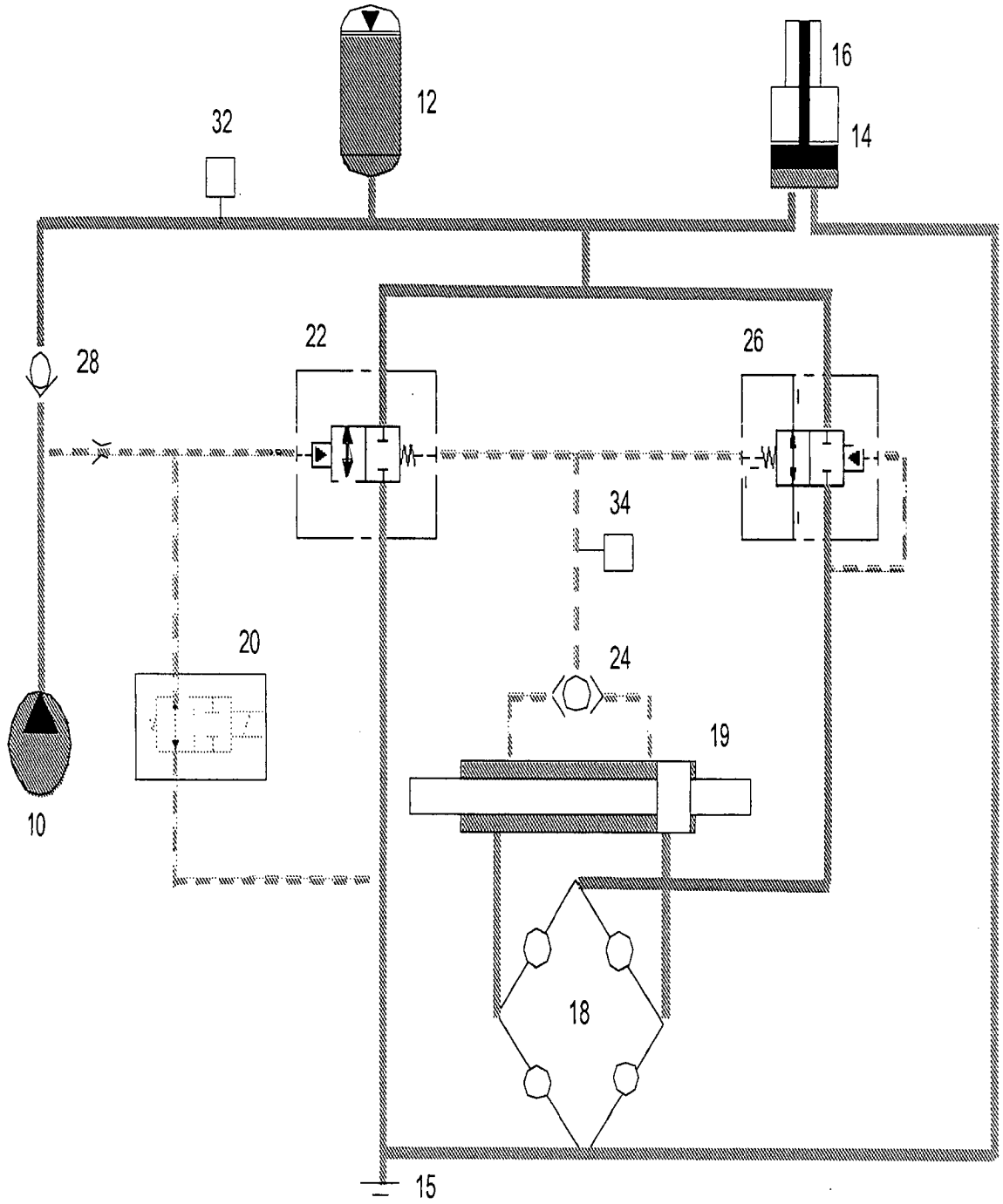


Fig. 8

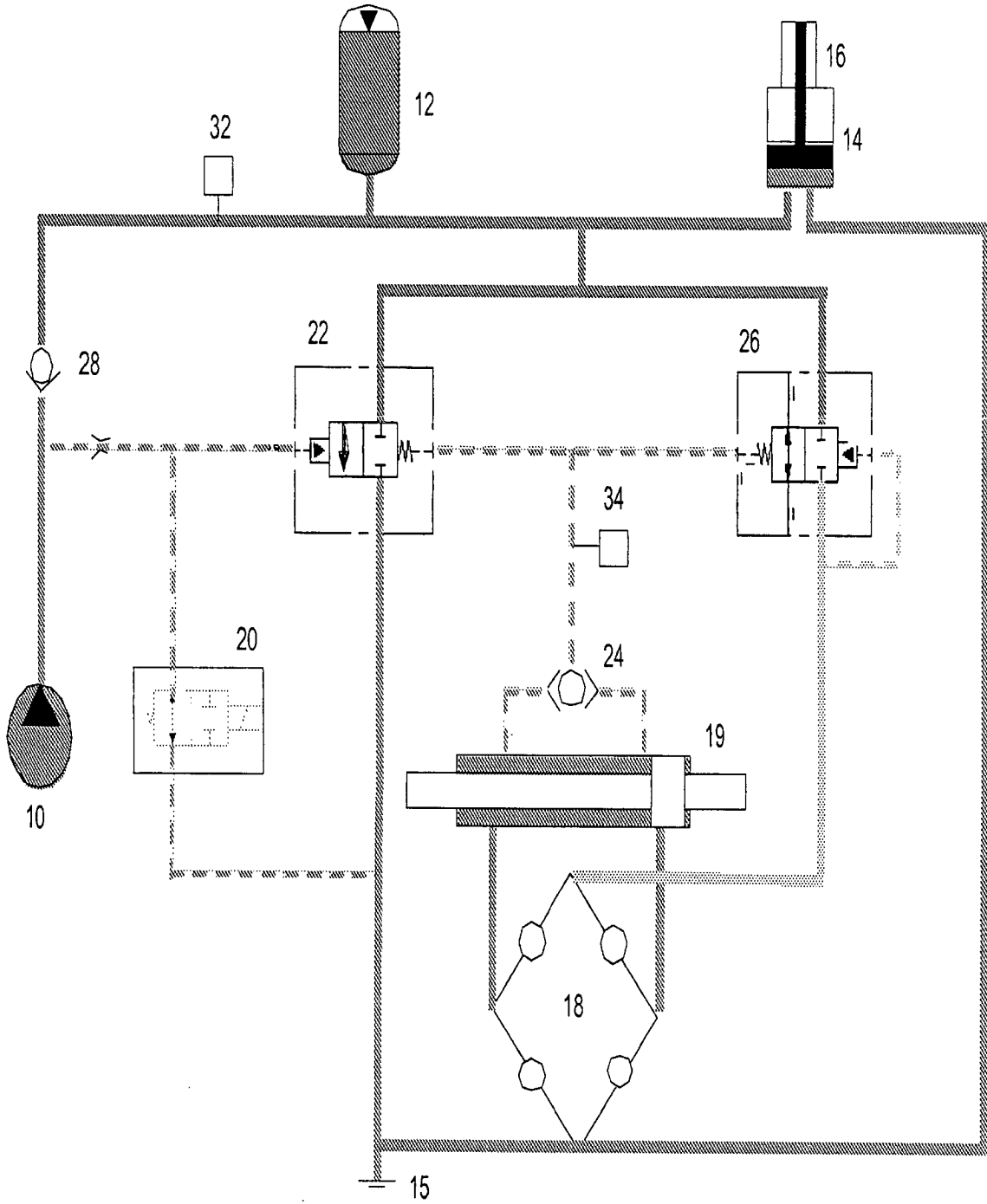


Fig. 9

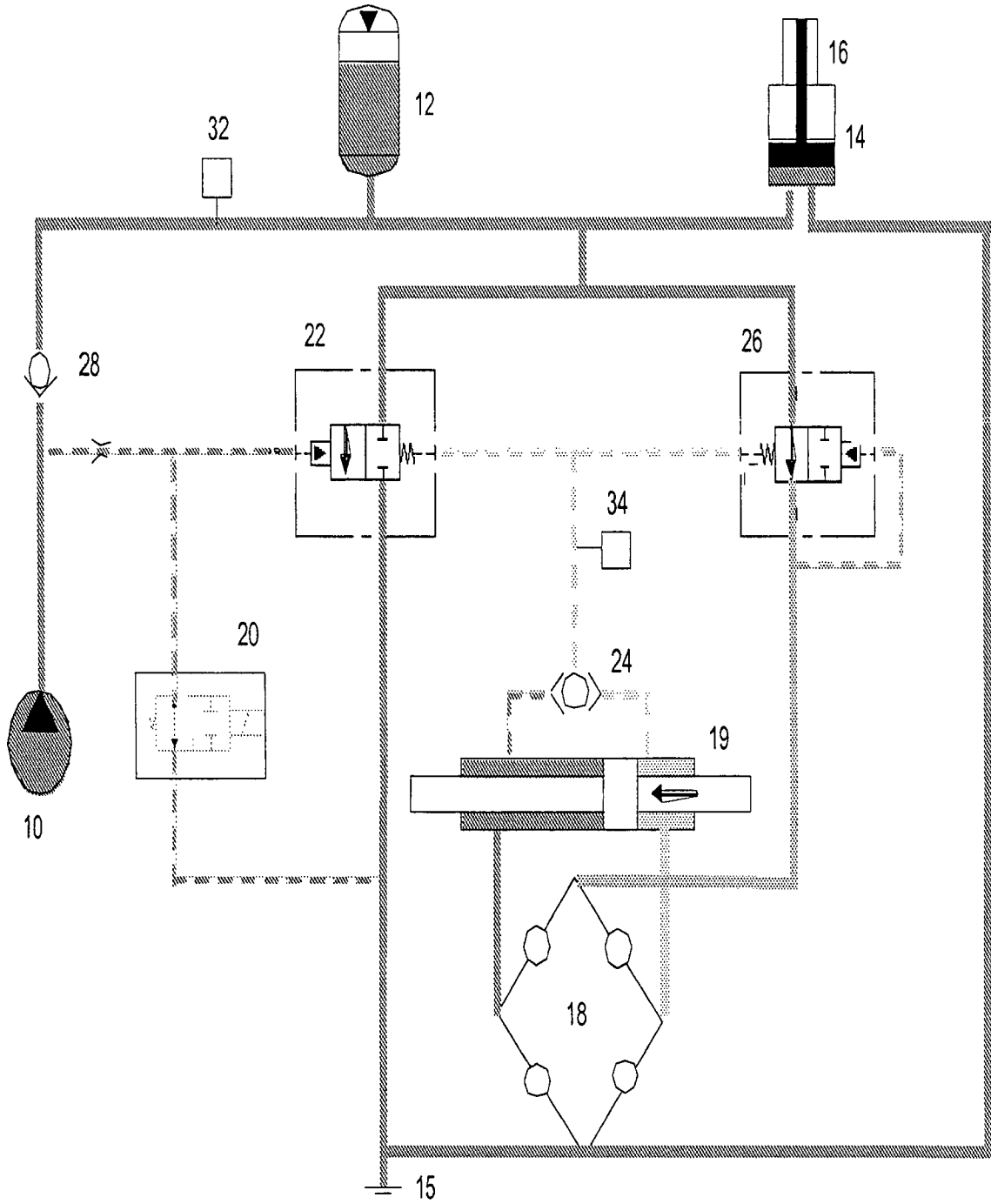


Fig. 10

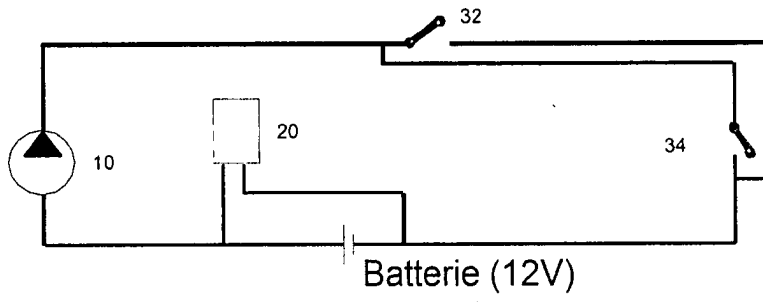


Fig. 11

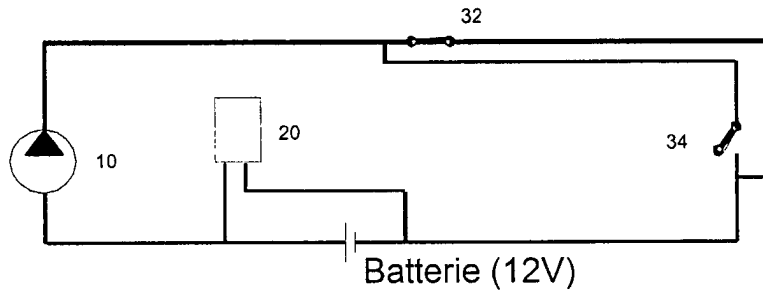


Fig. 12

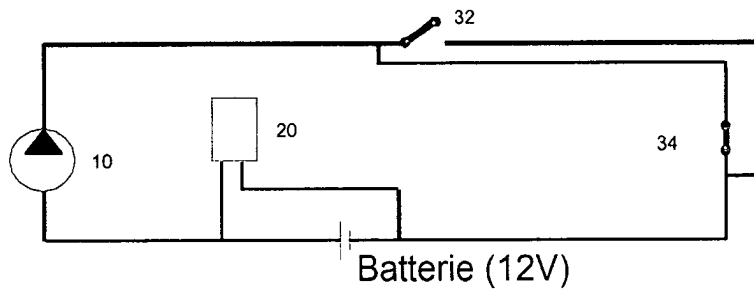
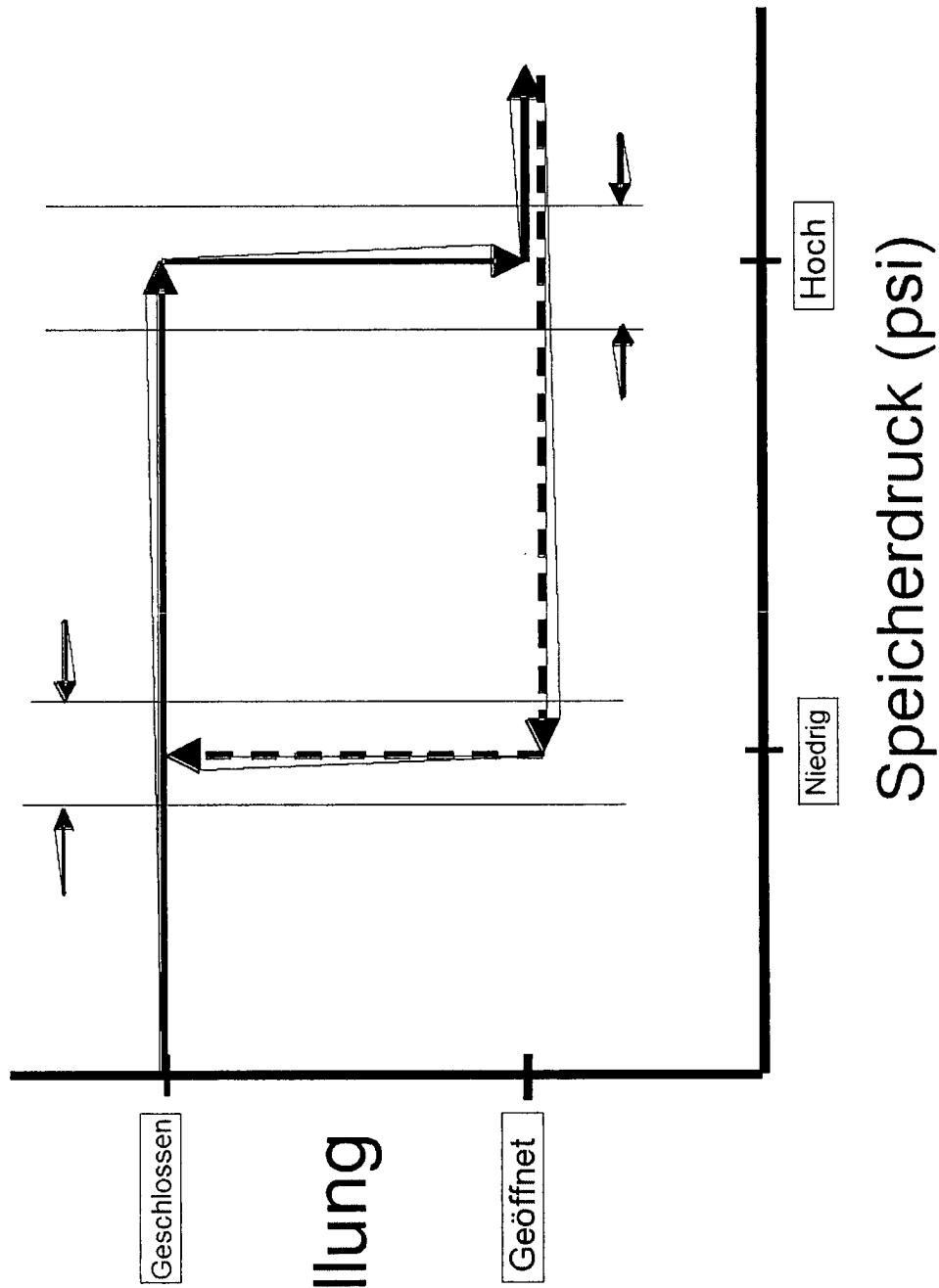


Fig. 13



Schalterstellung

Fig. 14

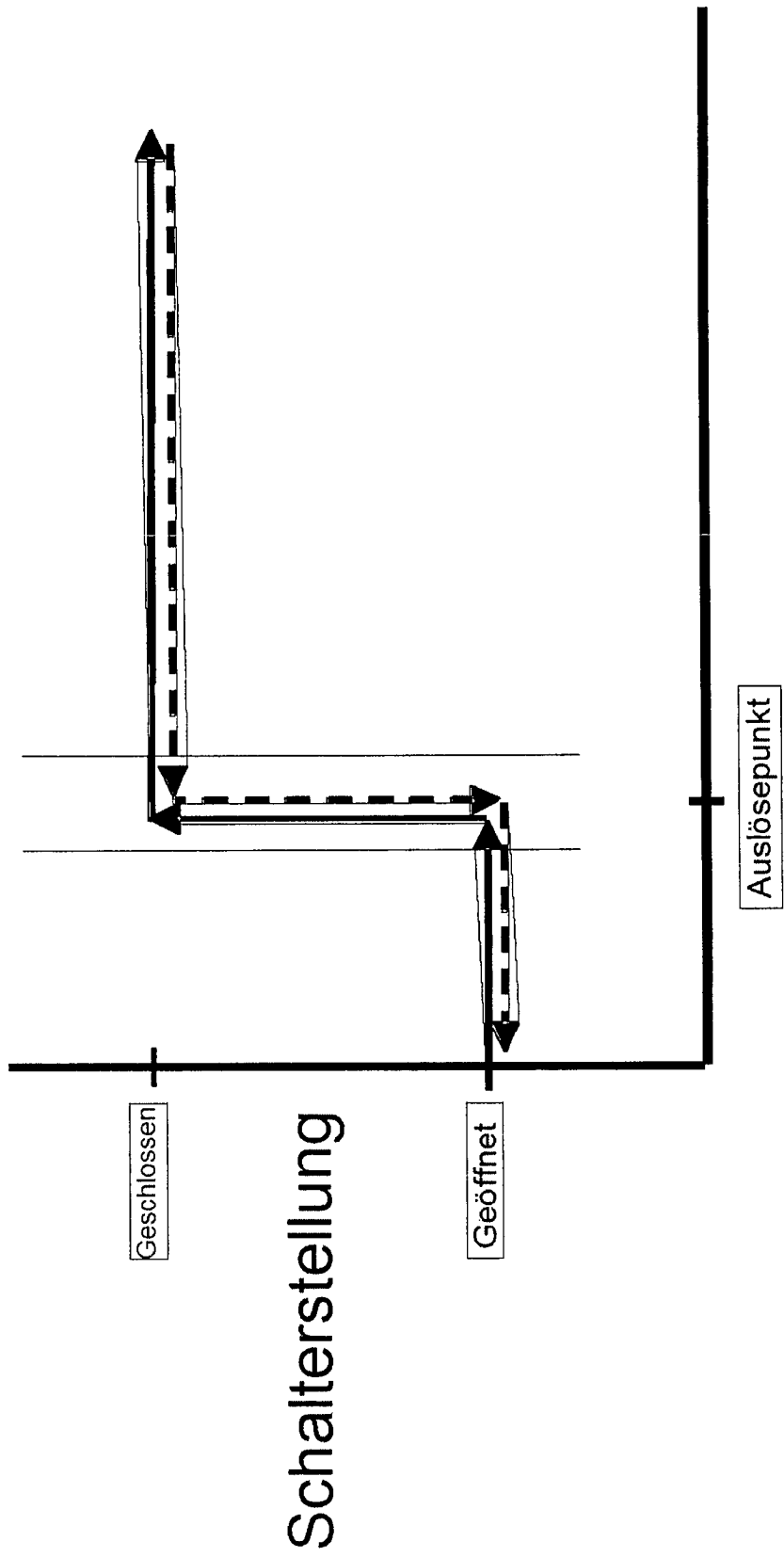


Fig. 15 Referenzdruck (psi)

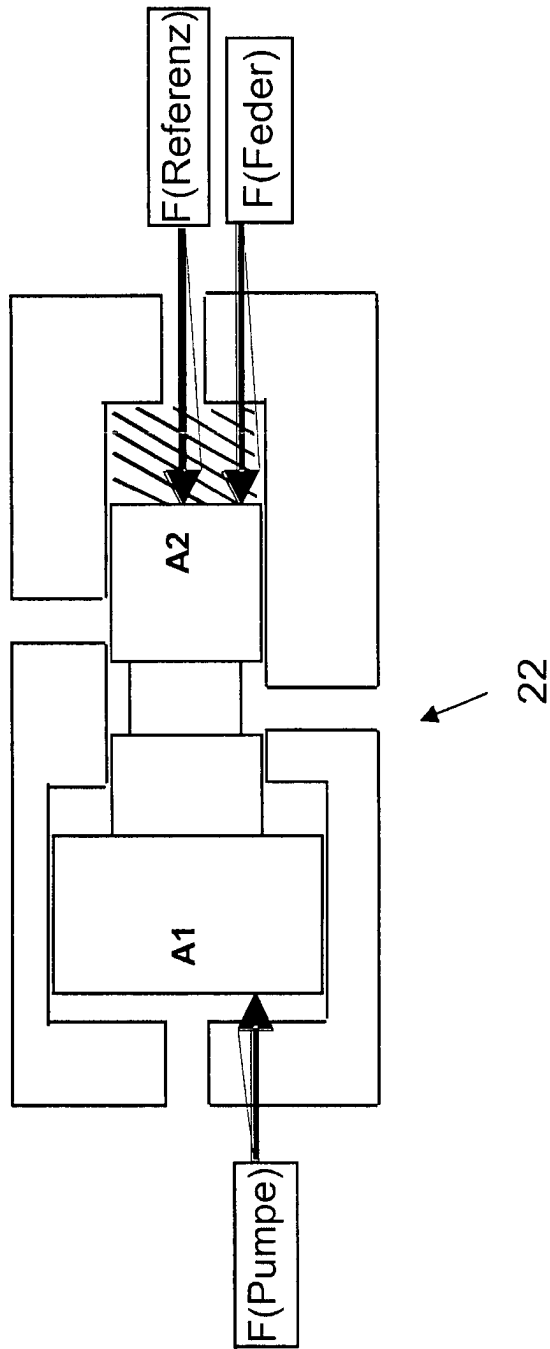


Fig. 16

Beginn der Speicherladung

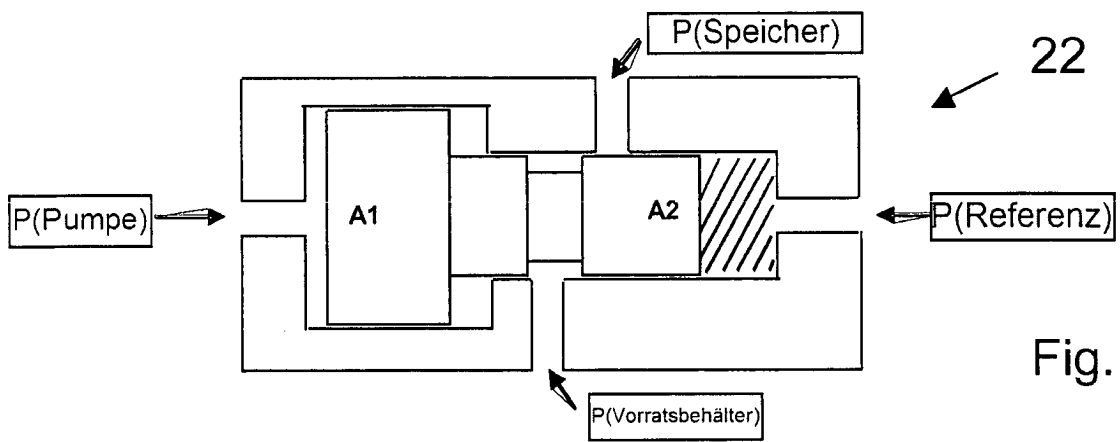


Fig. 17

Ende der Speicherladung

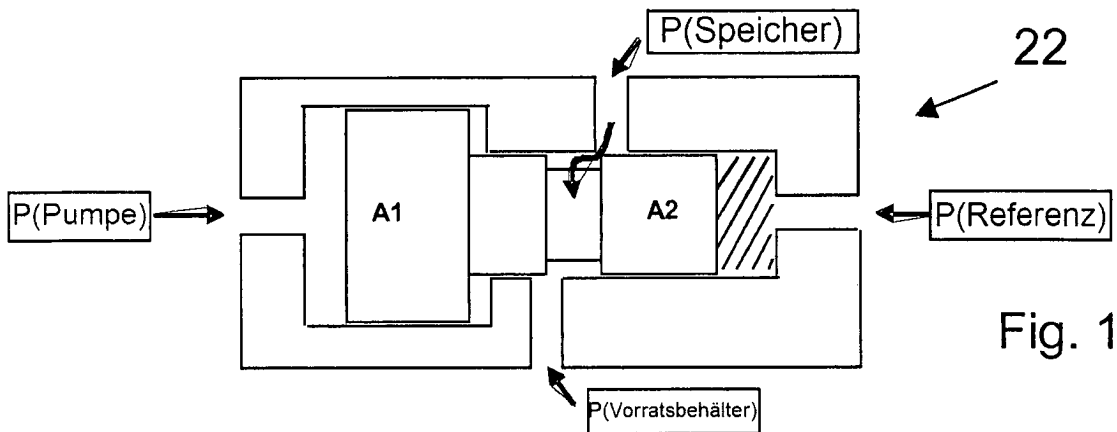


Fig. 18

Lenkvorgang - Überdruckventil
geschlossen

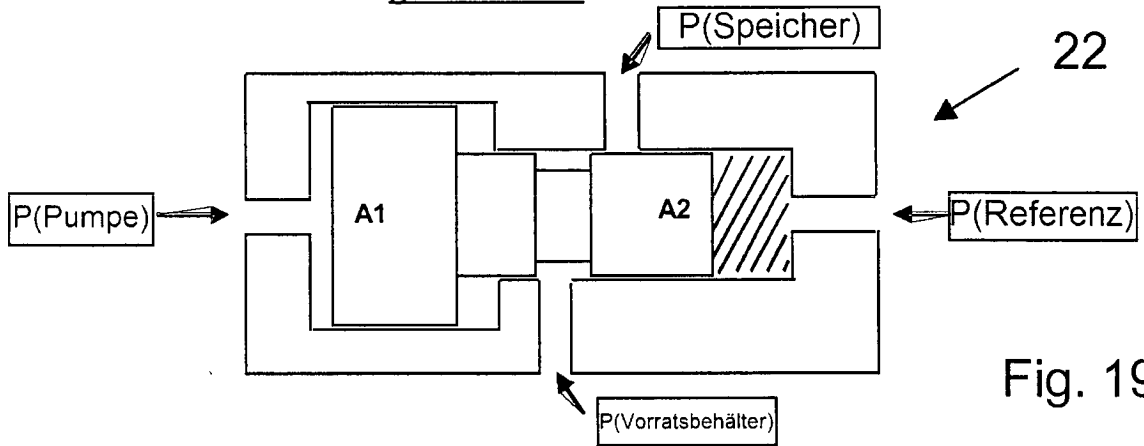


Fig. 19

Lenkvorgang - Überdruckventil
geöffnet

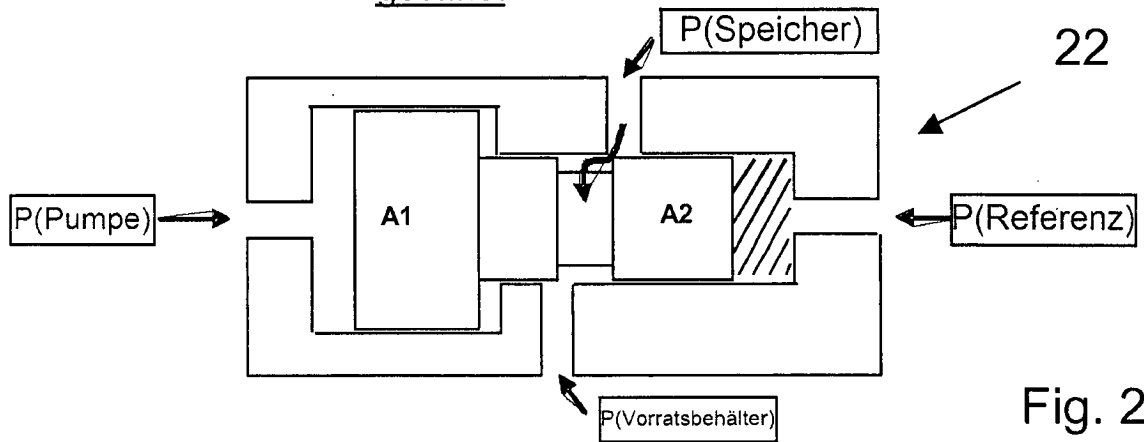


Fig. 20

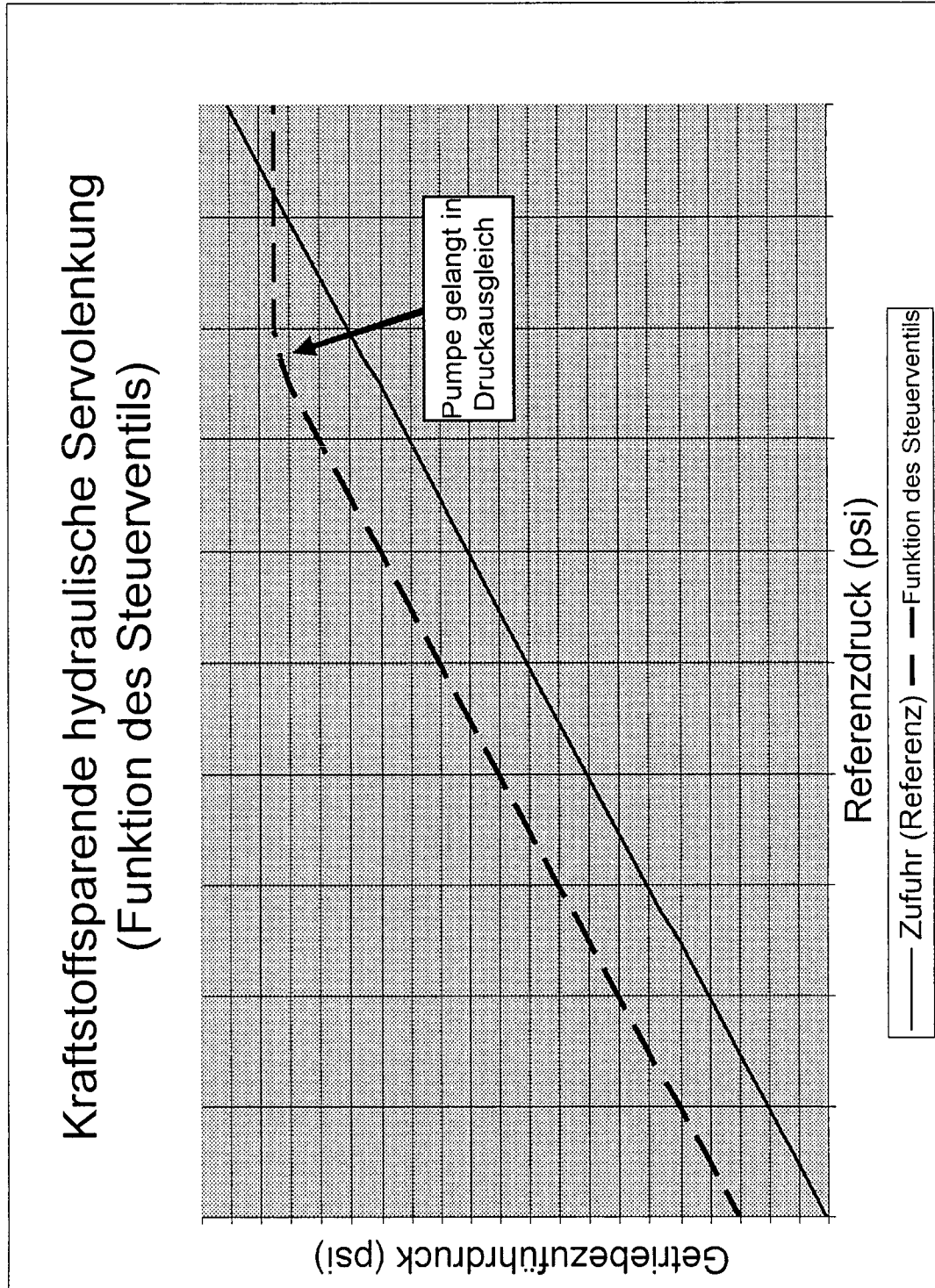


Fig. 21

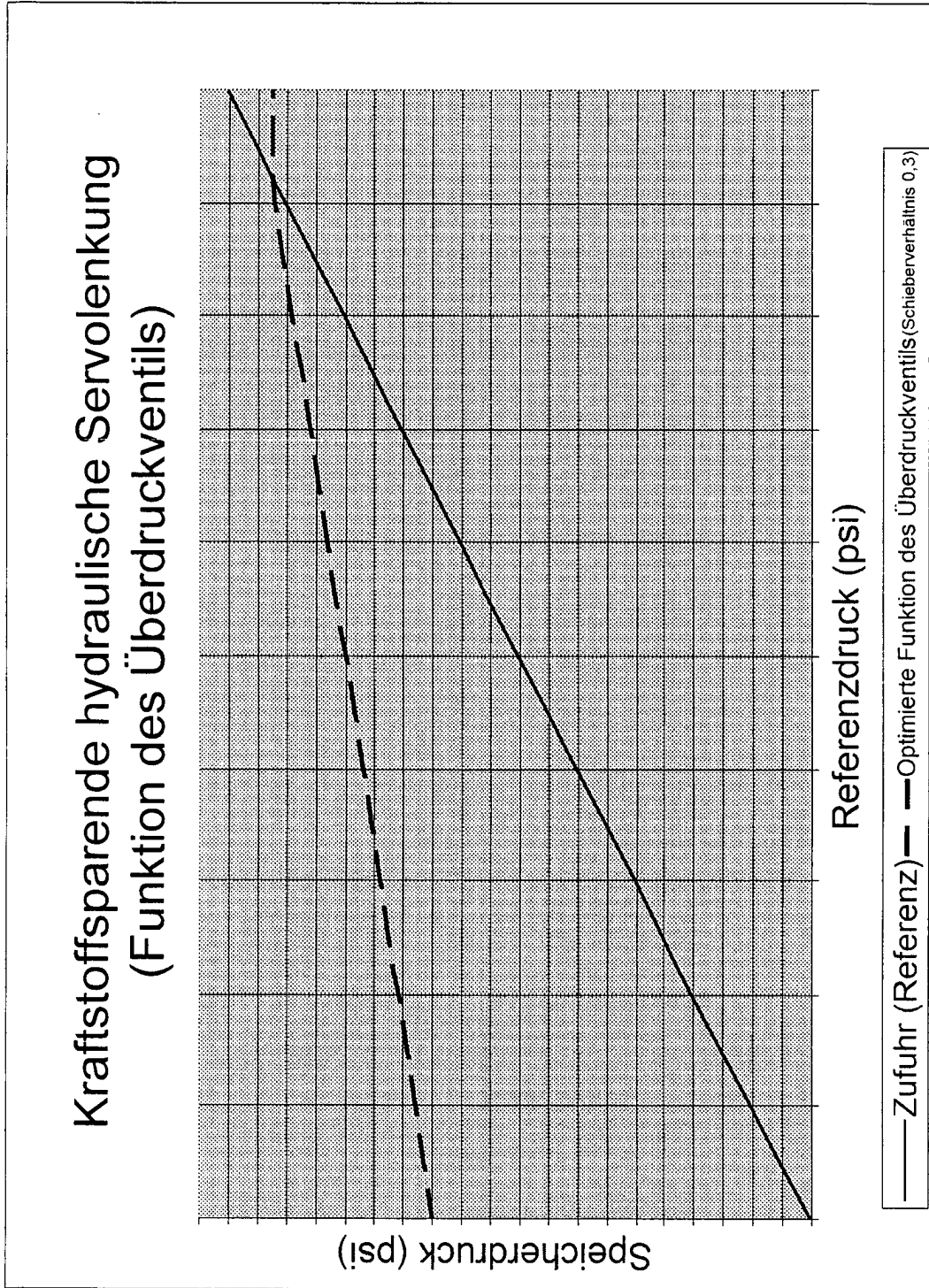


Fig. 22