



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 007 005 A1** 2008.08.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 007 005.7**

(22) Anmeldetag: **08.02.2007**

(43) Offenlegungstag: **14.08.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F15B 21/08** (2006.01)
F15B 9/02 (2006.01)

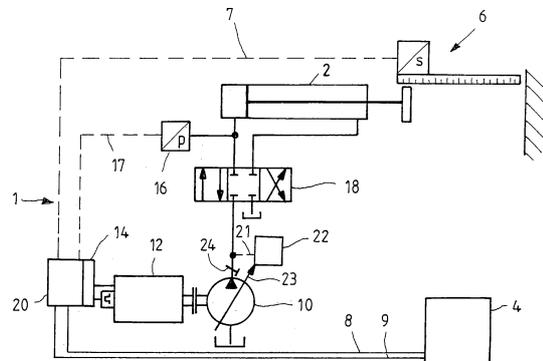
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Schmidt, Stefan, 97816 Lohr, DE; Dörr, Heribert,
97854 Steinfeld, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrohydraulische Steueranordnung**

(57) Zusammenfassung: Eine elektrohydraulische Steueranordnung ist mit einer verstellbaren Fluidpumpe und mit einem drehzahlvariablen elektrischen Antrieb ausgestattet. Eine Druckerfassungseinrichtung erlaubt die Erfassung des Fluiddrucks. Der Hauptregelkreis dieser elektrohydraulischen Steueranordnung besitzt ein Drehzahlstellglied des elektrischen Antriebs als Stellglied. Mittels des Hauptregelkreises lässt sich der Fluiddruck und damit z. B. eine durch einen Zylinder ausgeübte Kraft oder eine nachgeordnete Stellgröße wie z. B. eine Position oder eine Geschwindigkeit regeln. Ein Verdrängungsvolumenstellglied der Fluidpumpe wird mittels einer Nebenstellkette in Abhängigkeit von dem erfassten Fluiddruck angesteuert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrohydraulische Steueranordnung zur Ansteuerung eines hydraulischen Verbrauchers gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Elektrohydraulische Antriebe kommen z. B. für Anwendungen zum Einsatz, bei denen hohe Stellkräfte bei kleinen Abmessungen der Stellorgane sowie eine präzise Steuerung des hydraulisch verstellten Maschinenteils gefordert ist.

[0003] Ein Konzept für die Ansteuerung der hydraulischen Verbraucher einer Spritzgießmaschine ist in der EP 0 403 041 A2 der Anmelderin dargestellt. Eine Konstantpumpe ist mit einem hydraulischen Verbraucher nach Art einer hydraulischen Kraft-/Weg-Übersetzung direkt verbunden. Die Konstantpumpe wird mittels eines drehzahlvariablen, elektrischen Servoantriebs betätigt. Der Geschwindigkeitsregelkreis des Servoantriebs ist einer Positionsregelung oder einer Druckregelung des Verbrauchers unterlagert.

[0004] Gerade beim Halten eines Schließdruckes wird bei sehr geringen Drehzahlen ein hohes Drehmoment benötigt, um mittels der Konstantpumpe einen hohen Druck zu halten. Nachteilig an diesem Antriebskonzept ist daher, dass ein kräftiger, groß dimensionierter und folglich auch teurer Servomotor benötigt wird, der auch bei geringen Drehzahlen ein ausreichendes Drehmoment aufbringen kann.

[0005] Ein weiterer elektrohydraulischer Antrieb für eine Spritzgießmaschine ist in der EP 0 464 286 B2 beschrieben. Verschiedene Verbraucher, wie Kolben-Zylinder-Einheiten zum Schließen der Form und für den Materialvorschub in der Einspritzeinrichtung sowie zum Antreiben einer Schnecke werden mittels einer Verstellpumpe und einer Ventileinheit angesteuert. Die Verstellpumpe wird in der bekannten Art und Weise im Rahmen einer Förderstromregelung oder einer Druckregelung betrieben. Verstellpumpen mit einer zugehörigen Regeleinrichtung bietet die Anmelderin unter der Bezeichnung SYDFEE – siehe Datenblatt RD 30630/06.06 – an. Der in der vorgenannten Patentschrift beschriebene Antrieb besitzt zusätzlich einen drehzahlvariablen Elektromotor zum Antreiben der Verstellpumpe. Der Bedarf an Druckmittel, d. h. die benötigte Fördermenge der Verstellpumpe wird für die einzelnen Phasen des Spritzgießprozesses im Voraus berechnet. Die Fördermengenwerte werden in Drehzahlwerte für den Elektromotor umgerechnet und in einem Ablaufsteuergerät gespeichert. Das Ablaufsteuergerät steuert den Elektromotor mittels der vorgegeben Drehzahlwerte an.

[0006] Nachteilig an diesem Konzept ist die aufwendige Vorausberechnung der benötigten Drehzahlen. Dies macht die Erstellung und ggf. Änderung eines

Ablaufprogramms unnötig kompliziert. Außerdem muss bei der Festlegung der Drehzahlwerte immer eine gewisse Reserve an Förderkapazität – z. B. für erhöhte Reibung bzw. Verschleiß – vorab eingeplant werden. Dies führt zu Energieverlusten im Betrieb.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine energieeffiziente und einfach ansteuerbare elektrohydraulische Steueranordnung anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine elektrohydraulische Steueranordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Die erfindungsgemäße elektrohydraulische Steueranordnung ist mit einer verstellbaren Fluidpumpe und mit einem drehzahlvariablen elektrischen Antrieb ausgestattet. Eine Druckerfassungseinrichtung erlaubt die Erfassung des Fluiddrucks. Der Hauptregelkreis dieser elektrohydraulischen Steueranordnung besitzt ein Drehzahlstellglied des elektrischen Antriebs als Stellglied. Mittels des Hauptregelkreises lässt sich der Fluiddruck und damit z. B. eine durch eine Zylinder ausgeübte Kraft oder eine nachgeordnete Stellgröße wie z. B. eine Position oder eine Geschwindigkeit des Verbrauchers regeln. Ein Verdrängungsvolumenstellglied der Fluidpumpe wird mittels einer Nebenstellkette in Abhängigkeit von dem erfassten Fluiddruck angesteuert.

[0010] Die Stellgrößen lassen sich somit direkt mittels Sollwertvorgaben z. B. seitens einer Ablaufsteuerung und ohne spezielle Kenntnis des Aufbaus der elektrohydraulischen Steueranordnung vorgeben. So lässt sich z. B. eine Geschwindigkeit des Verbrauchers ohne Kenntnis der dafür benötigten Fördermenge oder Pumpendrehzahl vorgeben. Der Hauptregelkreis regelt durch Stellen der Drehzahl die Istwerte auf die geforderten Vorgabewerte ein. Die Nebenstellkette sorgt automatisch und ohne Zutun des Bedieners oder Programmierers der Ablaufsteuerung dafür, dass ein energieeffizienter, geräuscharmer und verschleißarmer Betrieb der elektrohydraulischen Steueranordnung erzielt wird.

[0011] Die Ansteuerung des Verdrängungsvolumenstellglieds in Abhängigkeit von dem Fluiddruck erlaubt es z. B. im Druckhaltebetrieb ein geringeres Schöpfvolumen einzustellen. Dadurch sinkt die Drehmomentbelastung des elektrischen Antriebs. Der Hauptregelkreis regelt ggf. die Drehzahl nach. Energetisch ungünstige Betriebszustände bei geringen Drehzahlen und hohen Drehmomenten lassen sich so vermeiden. Der elektrische Antrieb kann für ein kleineres Maximaldrehmoment ausgelegt werden. Dies erlaubt den Einsatz kostengünstiger elektrischer Antriebe. Bei Eilfahrten unter geringem Fluiddruck stellt der Nebenregelkreis die Verstellpumpe auf ein maximales Schöpfvolumen. Die Eilfahrten können mit niedrigen Drehzahlen und mit geringem Ge-

räuschpegel im Effizienzmaximum der Verstellpumpe absolviert werden.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Vorzugsweise wird die Verstellung des Verdrängungsvolumenstellglieds durch die Nebenstellkette nach Art einer Störgrößenausregelung durch den Hauptregelkreis kompensiert. Die Nebenstellkette agiert dabei weitgehend autark von dem Hauptregelkreis und optimiert das Verhalten der Regelstrecke des Hauptregelkreises hinsichtlich Geräuschpegel, Energieeinsatz, Verschleiß und maximal erforderlichem Drehmoment des elektrischen Antriebs. Diese Eingriffe in die Regelstrecke werden von dem Hauptregelkreis automatisch, ohne Eingriff einer Ablaufsteuerung ausregelt.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausbildung der vorliegenden Erfindung ist durch den Hauptregelkreis eine ablösende Druck-/Geschwindigkeitsregelung des Verbrauchers durchführbar. Bei der ablösenden Druck-/Geschwindigkeitsregelung sind dem Regler gleichzeitig ein Drucksollwert und ein Geschwindigkeitssollwert des Verbrauchers vorgegeben. Die Sollwerte dienen gleichzeitig als obere Grenzwerte der entsprechenden Stellgrößen. Der Regler regelt die Stellgröße aus, die den negativeren Regelfehler aufweist. Ein solcher Regler wird z. B. mit Komparator-schaltungen aufgebaut und ist für die Ansteuerung des Verdrängerstellglieds einer Verstellpumpe an sich bekannt. Das Regelprinzip lässt sich auch auf die Ansteuerung des Drehzahlstellglieds übertragen. Durch die Nebenstellkette wird dieses Regelverfahren hinsichtlich Geräuschpegel, Energieeinsatz etc. optimiert.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausbildung sieht vor, dass die Nebenstellkette nach Maßgabe eines ihr zugeführten Drucksollwerts auf das Verdrängungsvolumenstellglied im Sinne einer Druckregelung einwirkt und dass der Hauptregelkreis und die Nebenstellkette im Sinne einer ablösenden Druck-/Geschwindigkeitsregelung des Verbrauchers zusammenwirken. Da die Nebenstellkette ohnehin eine Rückführung des erfassten Fluiddrucks darstellt, lässt sie sich mit wenig Zusatzaufwand als eigene Regelschleife konfigurieren. Die Aufteilung der Regelung in eine durch den Hauptregelkreis dargestellte Geschwindigkeitsregelschleife und in eine durch die Nebenstellkette dargestellte Druckregelschleife lässt eine Vereinfachung der Reglerstruktur der beteiligten Regler zu. Das Systemverhalten ist einfach beherrschbar.

[0016] Auf aufwendige Komparator-schaltungen kann insbesondere verzichtet werden, wenn in einem Druckbegrenzungsbetrieb das Drehzahlstellglied mit einem vorgegebenen reduzierten Drehzahlwert be-

aufschlägt wird und wenn in einem Geschwindigkeitsbegrenzungsbetrieb das Verdrängungsvolumenstellglied auf seinen Maximalwert gestellt ist. Die jeweils nicht im Regelbetrieb befindlichen Regelschleifen werden somit inaktiv und ggf. in eine Sättigung geführt. Dieses vereinfacht die Systemanalyse und erhöht die Regelstabilität des Gesamtsystems.

[0017] Eine besonders einfache Ausgestaltung sieht vor, dass die Nebenstellkette einen Druckschaltregler, insbesondere einen Zweipunktregler umfasst, durch den das Verdrängungsvolumen der verstellbaren Fluidpumpe zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Druckschwelle umstellbar ist.

[0018] Der Einfluss der Nebenstellkette auf den Hauptregelkreis und folglich der Kompensationsbedarf im Hauptregelkreis ist geringer und feiner dosiert, wenn die Nebenstellkette einen Druckregler umfasst, der das Verdrängungsvolumenstellglied in Abhängigkeit von einem vorgebbaren Drucksollwert proportional ansteuert.

[0019] Wenn die Nebenstellkette eine hydromechanische Rückführung des Lastdrucks umfasst, vereinfacht sich der Aufbau der Nebenstellkette. Die hydromechanische Rückführung kann innerhalb der Verstellpumpe erfolgen.

[0020] Einen einfachen, kostengünstigen Aufbau der elektrohydraulischen Steueranordnung erhält man auch dann, wenn die Nebenstellkette eine elektronische Rückführung des Lastdrucks umfasst. Ein elektronisch erfasstes Lastdrucksignal kann gleichermaßen dem Hauptregelkreis und der Nebenstellkette als Istwertsignal dienen.

[0021] Nachfolgend werden die vorliegende Erfindung und deren Vorteile unter Bezugnahme auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0022] Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) ein vereinfachtes Schaltbild einer hydraulischen Achse, mit einem hydraulischen Verbraucher und einer elektrohydraulischen Steueranordnung, die eine Verstellpumpe, einen drehzahlvariablen elektrischen Antrieb und einen Druckschaltregler aufweist,

[0024] [Fig. 2](#) ein Beispiel für einen Druckverlauf in der elektrohydraulischen Steueranordnung nach [Fig. 1](#) mit einer Angabe der an der Verstellpumpe eingestellten Schwenkwinkel,

[0025] [Fig. 3](#) eine Abwandlung der in [Fig. 1](#) dargestellten elektrohydraulischen Steueranordnung, bei

der der Schwenkwinkel der Verstellpumpe durch einen hydraulischen Regler mit hydromechanischer Druckerfassung regelbar ist, und

[0026] [Fig. 4](#) eine weitere Abwandlung der in [Fig. 1](#) dargestellten elektrohydraulischen Steueranordnung, bei der der Schwenkwinkel der Verstellpumpe durch einen elektrohydraulischen Regler mit einer elektronischen Druckerfassung regelbar ist.

[0027] In der [Fig. 1](#) ist das vereinfachte Schaltbild einer elektrohydraulischen Achse dargestellt. Die elektrohydraulische Achse besitzt einen hydraulischen Motor, mit der ein Maschinenteil z. B. einer Spritzgießmaschine, einer Presse, einer Nibbelmaschine, etc bewegt wird. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der hydraulische Motor als Kolben-Zylinder-Einheit **2** ausgeführt. Die Kolben-Zylinder-Einheit **2** ist in einen Regelkreis eingebunden. Geregelter Stellgrößen können die Position, die Geschwindigkeit und/oder die Kraft sein. Die Kolben-Zylinder-Einheit **2** wird durch eine elektrohydraulische Steueranordnung **1** mit Druckmittel – im Folgendem auch Fluid genannt – angesteuert. Bestandteile der elektrohydraulischen Steueranordnung **1** sind eine Verstellpumpe **10**, die hinsichtlich ihres Schöpfvolumens verschwenkbar ist, ein bürstenloser Elektromotor **12**, vorzugsweise ein Drehstrommotor, sowie ein Motorregelgerät **14**, durch das der Motor **12** mit einem frequenzvariablen Wechselstrom antreibbar ist. Das Motorregelgerät **14** ist einem Systemregler **20** unterlagert. Dem Systemregler **20** sind ein von einem Wegmesssystem **6** erfasstes Positionssignal der Kolben-Zylinder-Einheit **2** über die Signalleitung **7** und ein durch einen Drucksensor **16** erfasstes Drucksignal auf der Signalleitung **17** zugeführt. Das Wegmesssystem **6** bzw. der Drucksensor **16**, der Systemregler **20**, das unterlagerte Motorregelgerät **14**, der Elektromotor **12**, die Verstellpumpe **10** und die Kolben-Zylinder-Einheit **2** bilden einen geschlossenen Hauptregelkreis.

[0028] Weiterhin ist eine Ablaufsteuerung **4** vorgesehen, die einen Bewegungszyklus der elektrohydraulischen Achse steuert. Dazu werden über Signalleitungen **8** und **9** ein Drucksollwert, ein Geschwindigkeitssollwert oder ein Positionssollwert an den Systemregler **20** übertragen. Die Ablaufsteuerung **4** steuert ebenfalls das Wegeventil **18** an, durch das eine Bewegungsrichtung der Kolben-Zylinder-Einheit **2** festgelegt wird.

[0029] Eine Nebenstellkette umfasst das Stellglied **23** der Verstellpumpe **10**, durch welches das Verdrängungsvolumen der Verstellpumpe **10** eingestellt wird, sowie einen Druckschaltregler **22**, der mit dem Stellglied **23** verbunden ist. Der Druckschaltregler **22** erfasst den am Ausgang der Verstellpumpe **10** anstehenden Fluidruck über die Steuerfluidleitung **23**. Durch einen Mindestförderanschlag **24** ist das mini-

male Verdrängungsvolumen der Verstellpumpe **10** vorgegeben.

[0030] Die elektrohydraulische Achse mit der elektrohydraulischen Steueranordnung **1** lässt sich durch die Vorgabe von Positionssollwerten, Geschwindigkeitssollwerten bzw. Drucksollwerten in der an sich bekannten Weise ansteuern. Die unmittelbare Stellgröße des Hauptregelkreises ist die Drehzahl des Elektromotors **12**. Im Rahmen einer Förderstromregelung, einer Druckregelung oder einer ablösenden Druck-/Förderstromregelung lässt sich die Kolben-Zylinder-Einheit **2** nach Maßgabe der vorgegebenen Sollwerte fahren. Dazu wirkt der Systemregler **20** über das unterlagerte Motorregelgerät **14** auf den Elektromotor **12** ein. Das Motorregelgerät **14** dient dabei als Drehzahlstellglied für den elektrischen Antrieb.

[0031] Durch die Nebenstellkette wird unabhängig von der Drehzahl des Elektromotors **12** und parallel zu dem zuvor beschriebenen Hauptregelkreis das Verdrängungsvolumen der Verstellpumpe **10** gesteuert. In dem Druckschaltregler **22** ist eine Druckschwelle P_s vorgegeben, aufgrund der das Verdrängungsvolumen der Verstellpumpe **10** zwischen einem Maximalwert und einem durch den Mindestförderanschlag **24** vorgegebenen Minimalwert geschaltet wird. Abhängig von ihrem Ausgangsdruck nimmt die Verstellpumpe **10** damit eine von zwei Grenzeinstellungen des Stellglieds **23** ein, nämlich einer Maximalstellung bei einem Druck unterhalb der Druckschwelle P_s und in einer Minimalstellung, am Anschlag **24**, bei einem Druck oberhalb der Druckschwelle P_s . Der Druckschaltregler **22** kann gemäß diesem Ausführungsbeispiel als Zweipunktregler dargestellt werden. Ggf. kann es wünschenswert sein, einen Druckschaltregler mit mehr als zwei Schaltzuständen zu verwenden.

[0032] In [Fig. 2](#) ist anhand eines beispielhaften Druckverlaufs am Ausgang der Verstellpumpe **10** die zugehörige Einstellung des Stellglieds **23** angegeben. In einem ersten Zeitbereich T_0 bis T_1 befindet sich der Druck unterhalb der Druckschwelle P_s . Demzufolge ist die Verstellpumpe **10** auf ihr maximales Verdrängungsvolumen eingestellt. Ab dem Zeitpunkt T_1 überschreitet der Ausgangsdruck die Druckschwelle P_s . Folglich bewirkt der Druckschaltregler **22** eine Verstellung des Stellglieds **23** an den Mindestförderanschlag **24**. Der am Verbraucher **2** wirksame Druck, so auch der nach dem Zeitpunkt T_1 eingenommene Druck P_1 wird dabei durch den Hauptregelkreis, über die Rückführung durch den Drucksensor **16** und die Verstellung der Motordrehzahl geregelt. Die um den Zeitpunkt T_1 durch die Verringerung des Verdrängungsvolumens der Pumpe **10** eintretende Beeinflussung der Regelschleife wird durch eine Erhöhung der Motordrehzahl – wie eine Störgröße – ausgeglichen.

[0033] Die beschriebene Regelung, bei der ein Hauptregelkreis sowie die Nebenstellkette weitestgehend unabhängig bzw. autark voneinander auf eine gemeinsame Regelstrecke einwirken, erlaubt eine Modifikation der Hauptregelstrecke hinsichtlich Energieeffizienz, Geräuschoptimierung und Reduzierung des Maximaldrehmoments. So wird bei Überschreiten der Druckschwelle P_s , wenn z. B. ein Druck P_1 , der höher ist als der Druck P_s , gehalten werden soll, das durch den Elektromotor **12** aufzubringende maximale Drehmoment durch die Reduzierung des Verdrängungsvolumens der Verstellpumpe **10** deutlich gesenkt. Bei Eilfahrten unter geringem Druck, z. B. im Zeitabschnitt T_0 bis T_1 , ist das volle Verdrängungsvolumen der Verstellpumpe **10** verfügbar, um die Kolben-Zylinder-Einheit **2** bei niedrigen Drehzahlen leise und energiesparend zu verfahren. Die Reglerstruktur des Hauptregelkreises und insbesondere der Systemregler **20** kann einem herkömmlichen Druckregler, Förderstromregler oder Positionsregler, bzw. einer kombinierten Druck-/Förderstromregelung entsprechen. Die durch die Nebenstellkette, d. h. den Druckschaltregler **22** und das Stellglied **23** verursachte Beeinflussung der Regelstrecke wirkt sich wie eine Störung aus und wird durch den Systemregler **20** ohne weiteres kompensiert, zumal die Beeinflussung des Hauptregelkreises durch die Nebenstellkette im Vergleich zum Hauptregelkreis als niederfrequente Störung konzipiert werden kann.

[0034] In der [Fig. 3](#) ist gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung eine Abwandlung der in [Fig. 1](#) dargestellten elektrohydraulischen Achse, bzw. der elektrohydraulischen Steueranordnung **1** dargestellt. Es werden im Folgenden vornehmlich die Unterschiede zur Steueranordnung **1** gemäß dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel ausgeführt.

[0035] Die elektrohydraulische Steueranordnung **1** gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels ist anstelle des Druckschaltreglers **22** mit einem proportional verstellbaren hydromechanischen Regler **30** versehen, der die Ansteuerung des Stellglieds **23** der Regelpumpe **10** vornimmt. Der hydromechanische Pumpenregler **30** erfasst den Ausgangsdruck der Verstellpumpe **10** über die Steuerfluidleitung **21** und steuert deren Stellglied **23** nach Maßgabe eines ihm auf der Signalleitung **8** zugeführten Drucksollwerts im Rahmen einer Druckregelung an.

[0036] Der Systemregler ist als Positions- oder Geschwindigkeitsregler **32** ausgeführt. Der Hauptregelkreis beinhaltet also neben dem Positions- oder Geschwindigkeitsregler **32** das unterlagerten Motorregelgerät **14**, den Elektromotor **12**, die Verstellpumpe **10**, die Kolben-Zylinder-Einheit **2** sowie das Wegmesssystem **6** und die Signalleitung **7**. Ein Positionssollwert oder ein Geschwindigkeitssollwert ist dem Regler **32** über die Signalleitung **9** zugeführt.

[0037] Der an der Kolben-Zylinder-Einheit **2** anstehende Druck kann weitestgehend unabhängig von der Drehzahl des Elektromotors **12** durch den hydro-mechanischen Pumpenregler **30** geregelt und begrenzt werden. Wird der Drucksollwert nicht erreicht, hält der Pumpenregler **30** das Stellglied **23** an einem Maximalwert und die Geschwindigkeits- bzw. Positionsregelung der Kolben-Zylinder-Einheit **2** erfolgt über den Geschwindigkeitsregler/Positionsregler **32** des Hauptregelkreises.

[0038] Um den Energieverbrauch im Druckhaltebetrieb zu minimieren, kann bei Ansprechen der Druckregelung – z. B. wenn das Regelfehlersignal für den Druck einen bestimmte Grenzwert unterschreitet – die Drehzahl des Elektromotors **12** auf einen vorgegebenen, geringen Wert eingestellt werden. Dies ist schaltungstechnisch einfach zu bewerkstelligen, indem man z. B. dem Motorregelgerät **14** eine feste Geschwindigkeit anstelle des Ausgangssignals des Reglers **32** zuführt. Neben der Energieersparnis wird durch die Vorgabe einer geeigneten Geschwindigkeit auch vermieden, dass der Elektromotor **12** eine bestimmte Drehzahl unterschreitet, die zur Abgabe eines Mindestdrehmoments erforderlich ist.

[0039] Gemäß der in [Fig. 3](#) dargestellten Schaltung wird auf einfache Weise eine ablösende Druck-/Geschwindigkeitsregelung erreicht, bei der die beteiligten Regler **30** und **32** weitgehend autark agieren. Eine elektronische Druckerfassung wird nicht benötigt. In der Gesamtbetrachtung wirkt sich die Drucksollwertvorgabe bzw. die Geschwindigkeitssollwertvorgabe jeweils als oberer Grenzwert der zugehörigen Stellgröße aus.

[0040] Eine weitere Variation der in [Fig. 1](#) dargestellten Schaltung ist in der [Fig. 4](#) angegeben. Die darin dargestellte elektrohydraulische Steueranordnung **1** zur Ansteuerung der Kolben-Zylinder-Einheit **2** weicht nur geringfügig von der in [Fig. 3](#) dargestellten elektrohydraulischen Steueranordnung **1** ab. Anstelle der hydromechanischen Erfassung des Ausgangsdrucks der Verstellpumpe **10** ist ein elektrischer Drucksensor **16** vorgesehen. Über eine Signalleitung **47** wird der erfasste Druck einem elektronischen Pumpenregler **40** zugeführt. Dieser erhält auf der Signalleitung **8** einen Drucksollwert.

[0041] Die Funktion der elektrohydraulischen Steueranordnung **1** gemäß [Fig. 4](#) entspricht der Funktion der elektrohydraulischen Steueranordnung **1** gemäß [Fig. 3](#), mit dem Unterschied, dass die Rückführung des Fluiddrucks nicht hydromechanisch sondern elektronisch erfolgt. Dies erlaubt beispielsweise den Einsatz von vielseitig parametrierbaren Digitalreglern. Des Weiteren ist auch eine gemeinsame Integration des Geschwindigkeitsreglers/Positionsreglers **32**, des Motorregelgeräts **14** – zumindest dessen Reglerlogik – und des elektronischen Pumpenreglers

40 auf einem einzigen Mikrokontroller denkbar.

[0042] Es sei noch angemerkt, dass die elektrohydraulische Steueranordnung **1** nicht auf die Ansteuerung von Linearmotoren wie der Kolben-Zylinder-Einheit **2** beschränkt ist. Anstelle der Kolben-Zylinder-Einheit **2** kann auch ein Rotationsmotor treten. Dessen Position wird vorzugsweise über ein Drehwinkelmesssystem erfasst und dem Systemregler **20** bzw. dem Geschwindigkeitsregler/Positionsregler **32** zugeführt.

[0043] Gemäß der vorliegenden Erfindung bildet eine elektrohydraulische Steueranordnung mit einem durch diese angesteuerten hydraulischen Verbraucher einen Hauptregelkreis. Zusätzlich wirkt eine Nebenstellkette auf die Regelstrecke ein, um diese hinsichtlich einer Geräuschverminderung, dem Energieverbrauch und einer Reduzierung eines maximalen Drehmoments zu optimieren. Die Nebenstellkette kann weitgehend autark nach Maßgabe z. B. einer vorgegebenen Druckschwelle auf die Regelstrecke einwirken. Der Hauptregelkreis gleicht die Einwirkung im Rahmen einer Störgrößenkompensation unter Verbesserung der zuvor genannten Eigenschaften aus. Die Nebenstellkette kann ebenso als vollwertiger Druckregelkreis ausgelegt sein, um im Rahmen einer proportionalen Druckregelung den am hydraulischen Verbraucher anstehenden Druck zu begrenzen und zu regeln.

Bezugszeichenliste

1	Elektrohydraulische Steueranordnung
2	Kolben-Zylinder-Einheit
4	Ablaufsteuerung
6	Wegmesssystem
7	Signalleitung
8	Signalleitung
9	Signalleitung
10	Verstellpumpe
12	Elektromotor
14	Motorregelgerät
16	Drucksensor
17	Signalleitung
18	Wegeventil
20	Systemregler
21	Steuerfluidleitung
22	Druckschaltregler
23	Verdrängungsvolumenstellglied
24	Mindestförderanschlag
30	Hydromechanischer Pumpenregler
32	Geschwindigkeitsregler/Positionsregler
40	Elektronischer Pumpenregler
47	Signalleitung
P_s	Druckschwellwert
P₁	Drucksoliwert

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

- EP 0403041 A2 [\[0003\]](#)
- EP 0464286 B2 [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Elektrohydraulische Steueranordnung zur Ansteuerung eines hydraulischen Verbrauchers (2), umfassend eine hinsichtlich ihres Verdrängungsvolumens verstellbare Fluidpumpe (10), einen zum Antreiben der Fluidpumpe an diese gekoppelten drehzahlvariablen elektrischen Antrieb (12, 14) sowie eine Druckerfassungseinrichtung (16, 21) zum Erfassen eines Fluiddrucks,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Hauptregelkreis (20, 14, 12, 10, 2, 6, 7; 32) vorgesehen ist, dessen Stellglied ein Drehzahlstellglied (14) des elektrischen Antriebs (12, 14) ist und durch den der Fluiddruck und/oder eine nachgeordnete Stellgröße erfassbar und regelbar ist, und dass mittels einer Nebenstellkette (22; 30; 40) ein Verdrängungsvolumenstellglied (23) der Fluidpumpe (10) in Abhängigkeit von dem erfassten Fluiddruck ansteuerbar ist.

2. Elektrohydraulische Steueranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verstellung des Verdrängungsvolumenstellglieds (23) durch die Nebenstellkette (22) nach Art einer Störgrößenausregelung durch den Hauptregelkreis (20, 14, 12, 10, 2, 6, 7) kompensierbar ist.

3. Elektrohydraulische Steueranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Hauptregelkreis (20, 14, 12, 10, 2, 6, 7) eine ablösende Druck-/Geschwindigkeitsregelung des Verbrauchers (2) durchführbar ist.

4. Elektrohydraulische Steueranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenstellkette (30; 40) nach Maßgabe eines ihr zugeführten Drucksollwerts auf das Verdrängungsvolumenstellglied (23) im Sinne einer Druckregelung einwirkt und dass der Hauptregelkreis (32) und die Nebenstellkette (30, 40) im Sinne einer ablösenden Druck-/Geschwindigkeitsregelung des Verbrauchers (2) zusammenwirken.

5. Elektrohydraulische Steueranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Druckbegrenzungsbetrieb das Drehzahlstellglied (14) mit einem vorgegebenen reduzierten Drehzahlwert beaufschlagt wird und dass in einem Geschwindigkeitsbegrenzungsbetrieb das Verdrängungsvolumenstellglied (23) auf seinen Maximalwert gestellt ist.

6. Elektrohydraulische Steueranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenstellkette (22) einen Druckschaltregler, insbesondere einen Zweipunktregler umfasst, durch den das Verdrängungsvolumen der verstellbaren Fluidpumpe (10) zwischen einem vorgegebenen Minimalwert und einem Maximalwert in Abhängigkeit

von einer vorgegebenen Druckschwelle (P_s) umstellbar ist.

7. Elektrohydraulische Steueranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenstellkette (30; 40) einen Druckregler umfasst, der das Verdrängungsvolumenstellglied (23) in Abhängigkeit von einem vorgebbaren Drucksollwert proportional ansteuert.

8. Elektrohydraulische Steueranordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenstellkette (30) eine hydromechanische Rückführung (21) des Lastdrucks umfasst.

9. Elektrohydraulische Steueranordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nebenstellkette (40) eine elektronische Rückführung (16, 47) des Lastdrucks umfasst.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

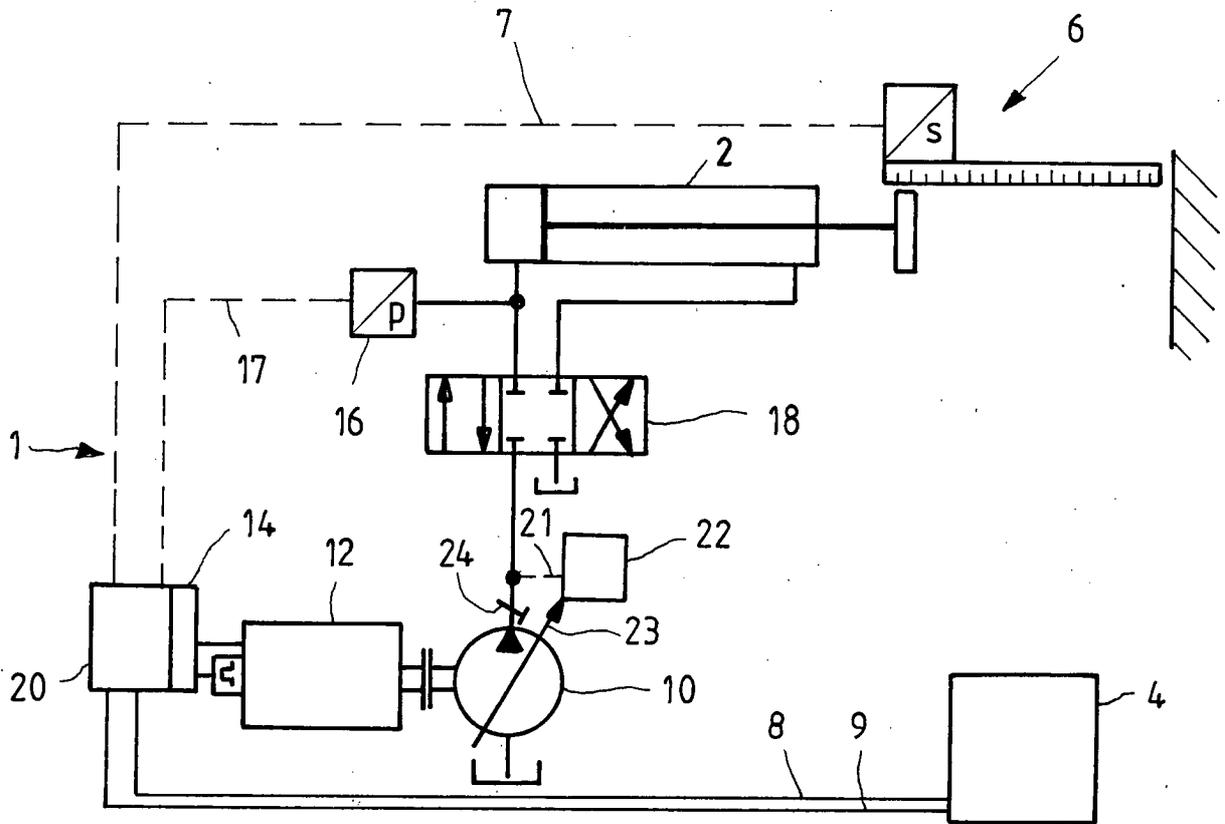


FIG.1

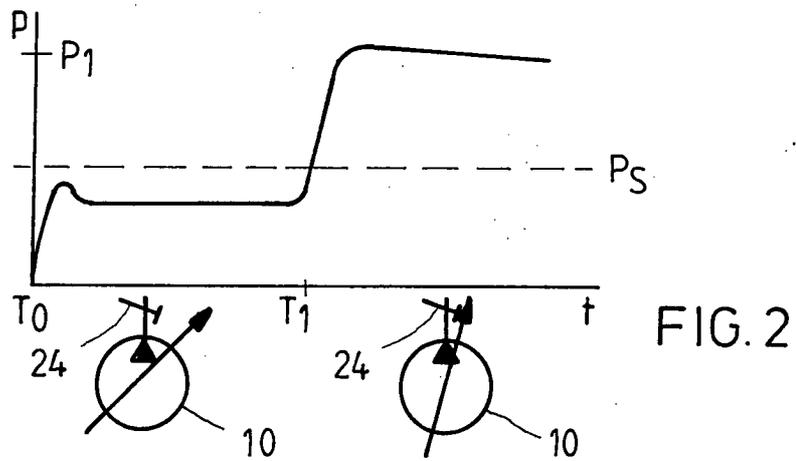


FIG. 2

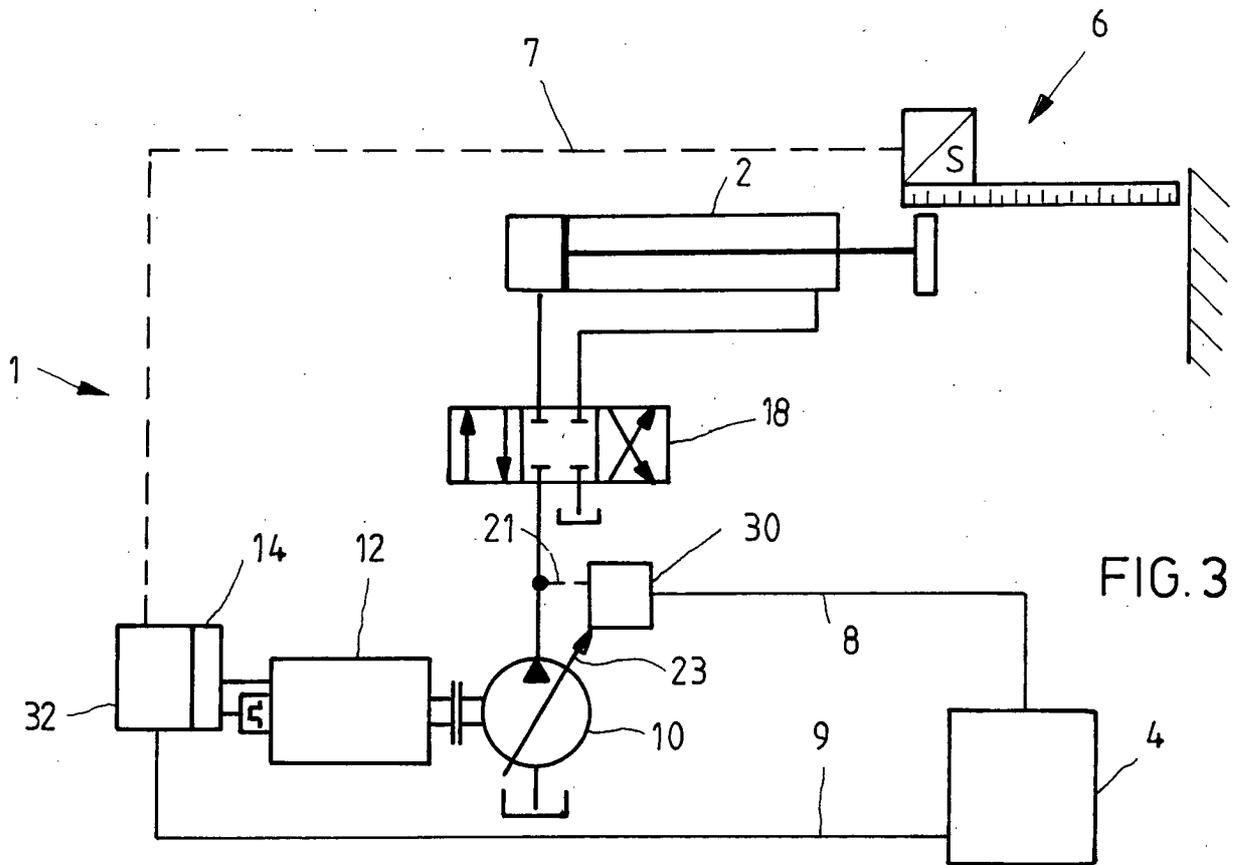


FIG. 3

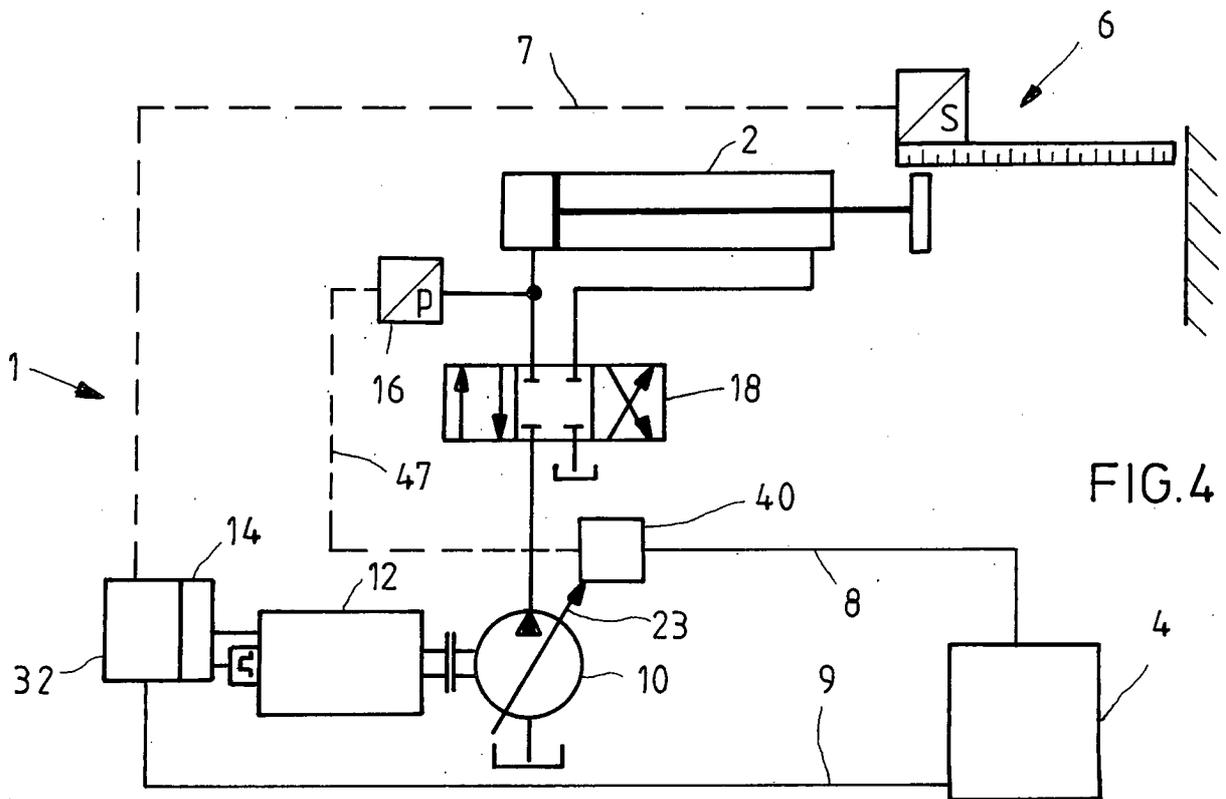


FIG. 4