



(10) **DE 10 2006 038 446 B4** 2018.10.11

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 038 446.6**
 (22) Anmeldetag: **16.08.2006**
 (43) Offenlegungstag: **21.02.2008**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **11.10.2018**

(51) Int Cl.: **F16H 63/02 (2006.01)**
F16H 61/28 (2006.01)
F15B 13/06 (2006.01)
F15B 15/18 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:
10 2006 063 073.4

(73) Patentinhaber:
**LSP Innovative Automotive Systems GmbH,
85774 Unterföhring, DE**

(74) Vertreter:
**Lenzing Gerber Stute Partnerschaftsgesellschaft
von Patentanwälten m. b. B., 40212 Düsseldorf,
DE**

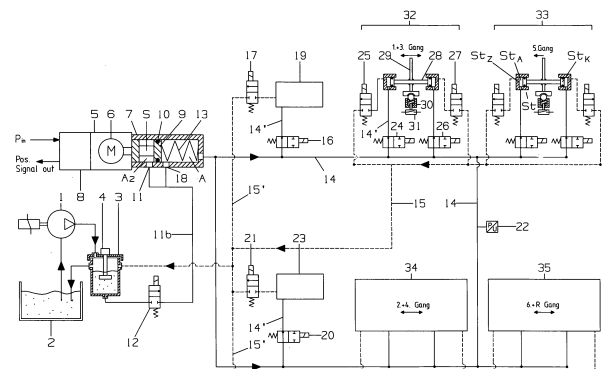
(72) Erfinder:
**Leiber, Heinz, 71739 Oberriexingen, DE; Leiber,
Thomas, Dr., 81925 München, DE; Birke, Lars,
78462 Konstanz, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	44 13 999	B4
DE	36 07 329	A1
DE	101 20 882	A1
DE	102 15 503	A1
DE	102 30 501	A1
DE	10 2004 002 064	A1
DE	10 2005 019 516	A1
EP	0 818 629	B1

(54) Bezeichnung: **Schaltgetriebe, mindestens eine angetriebene Kolben-Zylinder-Einheit aufweisend, sowie ein Verfahren zum Betrieb des Schaltgetriebes**

(57) Hauptanspruch: Schaltgetriebe, mindestens eine angetriebene Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) aufweisend, wobei mit dem angetriebenen Kolben (9) der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) in dem Arbeitsraum (A) des Hydrauliksteuerzylinders (7) ein Druck, Druckaufbau und/oder Druckabbau einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitsraum (A) des Hydrauliksteuerzylinders (7) mittels Hydraulikleitungen (14) und zwischengeschalteter gesteuerter Magnetventile (16, 20, 24, 26) mit Stellaggregaten (St) mindestens einer Kupplung (19, 23) sowie mindestens eines Gangstellers (32-35) des Schaltgetriebes nacheinander und/oder gleichzeitig verbindbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaltgetriebe nach dem Oberbegriff des Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Zur Verbrauchsreduzierung und auch aus Aspekten des Schaltkomforts werden zusehends Schaltgetriebe automatisiert. Insbesondere bietet das Doppelkupplungsgetriebe viel Potenzial, da keine Zugkraftunterbrechung beim Schalten auftritt, und das Konzept bei Anwendung für Parallelhybrid durch 2 Kupplungen den Starter-Generator sowohl vom Motor als auch vom Antriebsstrang abtrennen kann. Hierzu sind Aktuatoren und Sensoren zur Betätigung von Kupplung und Gangschaltung notwendig, mit hoher Dynamik und Sicherheit gegen Fehlbetätigung. Bei Hydraulik als Übertragungsmedium ist eine Entlüftung des Hydraulikkreises notwendig.

[0003] Aus der DE 102004002064 A1 sind getrennte Aktuatoren für Kupplung und Gangschaltung bekannt, die in einem Gehäuse untergebracht sind. Die Kupplungsbetätigung erfolgt hydraulisch, indem ein Ringkolben über eine lange Bohrung oder einen Kanal im Getriebegehäuse mit dem Aktuator verbunden ist.

[0004] Bei der DE 10230501 A1 erfolgt die Kupplungsbetätigung über zwei Stellungs-Magnetventile mit jeweils einem Druckgeber im Steuerkreis, wobei das Druckmittel über eine elektromotorisch angetriebene Pumpe mit Speicher und Druckgeber bereitgestellt wird. Dieses System besitzt einen separaten Vorratsbehälter mit Niveaugeber, welcher über eine elektromotorische Pumpe aus der Ölwanne gefüllt wird. Das System hat eine zusätzliche Leitung zum Vorratsbehälter für Lecköl.

[0005] Die DE 10120882 A1 offenbart ein hydraulisches Betätigungssystem für eine Kupplung, welches einen offenen Hydraulikkreis beinhaltet und bei dem das Lecköl der Kupplungsbetätiger dem Kreislauf zur Kupplungskühlung zugeführt wird.

[0006] Die DE 10215503 A1 beschreibt eine elektrohydraulische Betätigungseinrichtung mit geschlossenem Hydraulikkreis, bei dem ein Elektromotor über ein Getriebe einen Stößel bewegt, der auf einen Kolben wirkt, der wiederum ein Druckmittel über eine Hydraulikleitung zu einem Nehmerzylinder fördert, der auf einen Hebel zur Kupplungsbetätigung wirkt.

[0007] Die DE 4413999 B4 beschreibt eine ähnliche Druckerzeugung, bei der ein Elektromotor auf eine Spindel mit Kolben und zusätzlichem Stößel zur Kolbenbetätigung einwirkt. Zur Entlastung des Elektromotors ist der Kolben an eine Hilfskrafteinrichtung, zum Beispiel mit Druckluft als Druckmittel und

Magnetventil zur Steuerung, angeschlossen, um ein schnelles Auskuppeln zu ermöglichen. Ein Inkrementalgeber am Elektromotor dient als Positionssensor, um zusammen mit dem zugeführten Treiberstrom eine Positionserkennung der Kupplung zu ermöglichen.

[0008] Die DE 3607329 A1 offenbart eine Steuereinheit für ein Schaltgetriebe, wobei mittels einer Druckmittelquelle ein Druck in einer Hydraulikleitung aufgebaut wird. Bei überschreiten eines maximalen Drucks in der Hydraulikleitung wird über ein Überdruckventil das von der Druckmittelquelle in die Hydraulikleitung gepumpte Fluid zurück in ein Vorratsbehältnis zurückgeführt. Jedes Stellaggregat des Schaltgetriebes ist über ein magnetisch gesteuertes Schaltventil mit der Hydraulikleitung in Verbindung, wobei mittels des jeweiligen Schaltventils ein Druck in dem nachgeschalteten Stellaggregat einregelbar ist.

[0009] Die DE 102005019516 A1 sowie das Selbststudienprogramm 308 von Volkswagen beschreibt ein elektrohydraulisches System zur Steuerung von Kupplung, Gangschaltung und Ölschmierung der Zahnräder für ein Direktschaltgetriebe, welches zahlreiche Magnetventile zur Vorsteuerung von Schiebern, elektromagnetische Druckregler, mehrere Druckgeber, Überdruckventile und eine Vielzahl von Druckleitungen in der Schaltplatte umfasst.

[0010] Die EP 0818629 B1 offenbart ein Entlüftungsverfahren, für eine schaltbare Ventilanordnung mit einem Druckventil, dessen Schaltdruck höher als der Arbeitsdruck ist. Optional können dabei zusätzliche Schaltventile zur Entlüftung verwendet werden.

Aufgabe der Erfindung

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, im Vergleich zum vorgenannten Stand der Technik ein Schaltgetriebe zu schaffen, welches einfach in seinem Aufbau, fehlersicher und dynamisch ist, und bei dem die Kupplungs- und Gangbetätigung eine spezifische Schaltcharakteristik ermöglicht.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Schaltgetriebe mit den Merkmalen des Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Schaltgetriebes ergeben sich durch die Merkmale der Unteransprüche.

[0013] Das erfindungsgemäße Schaltgetriebe zeichnet sich vorteilhaft dadurch aus, dass ein außergewöhnlich schnell ansprechender EC-Motor, als Bestandteil einer elektromotorischen Betätigungseinheit, zeitversetzt, im sogenannten Multiplexbetrieb, sowohl die Kupplungen als auch die Gangschalter betätigt. Das Funktionsprinzip der Regelung der elektromotorischen Betätigungseinrichtung beruht darauf, dass die zur Kupplungsbetätigung benötigte

Kraft proportional dem von der Druckerzeugungseinheit erzeugten Stelldruck ist. Der Proportionalitätsfaktor ergibt sich aus dem hydraulischen Übersetzungsverhältnis des Systems. Der erzeugte Druck wiederum ist proportional dem der Betätigungseinrichtung zugeführten Strom. Hieraus ergibt sich ein direkter Zusammenhang zwischen der zu stellenden Kupplungskraft und dem dazu erforderlichen Strom. Folglich kann somit über die Regelung des zugeführten Stroms jede beliebige Kupplungsstellung angefahren werden.

[0014] Vorteilhaft werden Kupplungs- und Gangsteller über mehrere 2/2-Ventile geschaltet. Bei der Kupplungsbetätigung wird der erforderliche Anpressdruck über eine elektromotorische Betätigungseinheit, bestehend aus Elektromotor und Kolben-Zylinder-Einheit, geregelt aufgebaut, während das Zulaufventil des Kupplungsstellers offen geschaltet ist. Ist der erforderliche Druck erreicht, wird das Zulaufventil geschlossen. Dadurch kann verhindert werden, dass der Motor den zur Kraftübertragung erforderlichen Kupplungsdruck halten muss. Dieses Schaltverhalten wirkt sich besonders vorteilhaft auf den Leistungsbedarf aus, da die elektromotorische Betätigungseinheit nur kurzzeitig betrieben werden muss. Bei der Kupplungsöffnung kann alternativ der Druck kontrolliert über das Zulaufventil und die elektromotorische Betätigungseinheit abgebaut werden, oder über das Ablaufventil, welches entweder als getaktetes Schaltventil ausgeführt sein kann, oder als Proportionalventil. Die Rückstellung der Kupplung in den geöffneten Zustand wird hierbei durch eine Feder unterstützt. Dieser Kupplungstyp ist als „normally open“ bekannt. Der geregelte Druckauf- und -abbau welcher durch die elektromotorische Betätigungseinheit erreicht werden kann, ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn bestimmte Kupplungsstellungen exakt eingestellt werden müssen und zeitlich genau gesteuert werden sollen (z.B. schleifende Kupplung, voll geschlossene Kupplung).

[0015] Analog werden die Gänge betätigt, wobei hier mehrere Ventile vorgesehen sind, um zwischen verschiedenen Gangstellungen umzuschalten.

[0016] Speziell die Auslassventile der Kupplungen und Gangsteller erfüllen hierbei eine Doppelfunktion. Bei den Kupplungen fungieren sie als Sicherheitsventile zum Öffnen der Kupplung bei ausgefallenem Aktuator oder Eingangsventil, und zugleich zur Entlüftung des Systems bei Inbetriebnahme oder Service. Bei den Gangstellern fungieren sie zur Entlastung des Stellkolbens bei Betätigung in der einen Richtung, und zugleich zur Entlüftung.

[0017] Weiterhin sieht die Erfindung als eine Variante die Verwendung von zwei Betätigungseinrichtungen, bestehend jeweils aus EC-Motor und Kolben-Zylinder-Einheit, bei Doppelkupplungsgetrieben vor.

Der Einsatz von zwei Betätigungseinrichtungen ermöglicht die vollvariable Betätigung der beiden Kupplungen. Die Gangsteller werden üblicherweise zeitversetzt zu der jeweilig zugeordneten Kupplung betätigt, dadurch sind im Multiplexbetrieb vorteilhaft alle möglichen Schaltkombinationen darstellbar.

[0018] Diese Ausführungsform ermöglicht den Betrieb des Schaltgetriebes, sowie beider Kupplungen im Notlauf, bei Ausfall einer Betätigungseinrichtung. Erreicht wird dies bei dieser Ausführungsform durch Zusammenschalten der beiden, im normalen Betrieb getrennten, Hydraulikkreise, mittels eines Verbindungsventils, und Betrieb dieses Hydraulikkreises mit nur einer Betätigungseinrichtung. Im Gegensatz zu der Ausführung mit nur einer Betätigungseinrichtung besteht bei dieser Ausführungsvariante also eine Redundanz der Betätigungseinrichtungen.

[0019] Außerdem beinhaltet die Erfindung die Verwendung eines Druckgebers zur Kalibrierung der Strom-/Druckproportionalen Verstellung des Betätigungskolbens, sowie die spezielle Steuerung der elektrohydraulischen Betätigungseinrichtung zum Nachsaugen von Druckmittel zur Gangbetätigung.

[0020] Nachfolgend werden mögliche Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Schaltgetriebes anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0021] Es zeigen:

Fig. 1: Erste mögliche Ausführungsform einer Betätigungsvorrichtung für ein Doppelkupplungsgetriebe, bei der zwei Kupplungen und vier Gangsteller mit einer elektromotorischen Betätigungseinrichtungen betrieben werden;

Fig. 2: zweite mögliche Ausführungsform einer Betätigungsvorrichtung für ein Doppelkupplungsgetriebe, bei der zwei Kupplungen und vier Gangsteller mit einer elektromotorischen Betätigungseinrichtung betrieben werden, wobei es sich bei den Kupplungen um sogenannte nasslaufende Kupplungen handelt und eine Einrichtung zur Schmierung und Kühlung der Getriebezahnräder vorhanden ist;

Fig. 3: dritte mögliche Ausführungsform einer Betätigungsvorrichtung für ein Doppelkupplungsgetriebe, bei der zwei Kupplungen und vier Gangsteller mit zwei elektromotorischen Betätigungseinrichtungen betrieben werden, hierbei bedient jeweils eine Betätigungsvorrichtung eine Funktionsgruppe bestehend aus einer Kupplung und zwei Gangstellern, wobei sich die beiden Funktionsgruppen über ein Ventil zusammenschalten lassen;

Fig. 4: vierte mögliche Ausführungsform einer Betätigungsvorrichtung für ein Doppelkupplungsgetriebe, bei der zwei Kupplungen und vier

Gangsteller mit zwei elektromotorischen Betätigungseinrichtungen betrieben werden, wobei die Überwachung der Druckniveaus beider Kreise mit nur einem Drucksensor erfolgt;

Fig. 5: eine beispielhafte, vereinfachte Darstellung eines Gangwechsels, welcher im Multiplexbetrieb ohne Zugkraftunterbrechung erfolgt.

[0022] Die **Fig. 1** zeigt eine erste mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schaltgetriebes, welches als Doppelkupplungsgetriebe ausgebildet ist.

[0023] Hierbei bedient eine elektromotorische Betätigungseinrichtung **5**, welche im Multiplexbetrieb Druck aufbaut und moduliert, zwei Kupplungen **19, 23** sowie die vier Gangsteller **32, 33, 34** und **35**.

[0024] Der Aufbau der Betätigungseinrichtungen **5** sowie die Funktionsweise wird im Folgenden detailliert beschrieben.

[0025] Zur Vereinfachung der Darstellung werden die Kupplungen **19, 23** nur als Blöcke dargestellt. Es ist bekannt, dass hydraulische Kupplungssteller verschiedener Bauformen existieren, z.B. als Ringkolbensteller oder über Hebel betätigte Steller. Die Gangsteller **32, 33** sind als Detail einer bereits bekannten und dem Stand der Technik entsprechenden Bauform dargestellt. Zur weiteren Vereinfachung der Figur wurden die Gangsteller **34, 35** nur als Blöcke dargestellt, deren Funktionsweise mit denen des ersten Stranges identisch ist. Es versteht sich von selbst dass auch andere hydraulische Mechanismen zur Gangbetätigung mit diesem Konzept bedient werden können.

[0026] Die Pumpe **1**, welche vorteilhafter Weise durch einen Hubmagneten angetrieben wird, fördert ein Druckfluid, welches vorteilhafter Weise ein Hydraulikfluid ist, aus einem Vorratsbehälter **2**, und führt dieses über eine Leitung einem Ausgleichsbehälter **3** zu. Der Ausgleichsbehälter **3** verfügt über einen Niveaugeber **4** um sicherzustellen, dass sich immer genügend Druckfluid im System befindet.

[0027] Es versteht sich von selbst, dass bei einem leakagefreien System die Pumpe **1** und der Vorratsbehälter **2** entfallen können, wenn das System, z.B. über den Ausgleichsbehälter **3**, befüllt wird.

[0028] Das System verfügt über eine automatische Funktion zur Entlüftung, welche hauptsächlich bei der Inbetriebnahme oder nach Wartungsarbeiten von Vorteil ist. Dabei wird bei geöffnetem Magnetventil **12** das System entweder durch den statisch aufgebrachtten Druck des Füllstandes des Ausgleichsbehälters **3** oder durch Zuhilfenahme der Betätigungseinrichtung **5**, mit Druckfluid so lange durchspült, bis sich keine Luft mehr im System befindet. Vorzugsweise ist in der

Saugleitung der Pumpe **1** eine geeignete Einrichtung vorzusehen (z.B. Filter), um Verunreinigungen vom Druckfluid zu trennen, und dadurch einer Verunreinigung des Systems vorzubeugen. Eine solche Einrichtung ist nicht explizit dargestellt.

[0029] Die Betätigungseinrichtung **5** zum Druckaufbau und zur Druckmodulation umfasst einen Elektromotor **6**, eine Kolben-Zylinder-Einheit **7, 9**, eine vorzugsweise integriert ausgeführte Ansteuerelektronik **8** für den EC-Motor, welche zumindest die Leistungssteller und Treiber für den Motor beinhaltet, sowie die Auswerteelektronik für die Positionserkennung des Kolbens **9**. Eine weitere Bauform der Betätigungseinrichtung kann eine integrierte Ansteuerelektronik **8** umfassen, welche neben den Leistungsstellern und der Positionserkennung auch die Signalverarbeitung beinhaltet.

[0030] Die Umsetzung der rotatorischen Bewegung des Elektromotors **6** in eine translatorische Bewegung des druckerzeugenden Kolbens **9** erfolgt vorzugsweise durch eine Spindel welche hier nicht im Detail dargestellt ist. Für die Funktion der Betätigungseinrichtung **5** ist eine Nachförderung von Druckfluid aus dem Ausgleichsbehälter **3** notwendig. Hierzu ist eine entsprechende Konstruktion des Kolbens **9** notwendig, wie zum Beispiel im Vogel Fachbuch „Krafffahrzeugtechnik“ von Manfred Burckhardt im Kapitel **10**, Seite 299-304, beschrieben. Bestandteile dieser Konstruktion sind unter anderem die Kolbendichtung **10** sowie eine an geeigneter Stelle angebrachte Nachlaufbohrung **11** und einer Ausgleichsbohrung **18**. Durch eine entsprechende Ausführung der Konstruktion wird sichergestellt, dass sich im Arbeitsraum des Zylinders immer Druckfluid befindet.

[0031] Durch eine Vorwärtsbewegung des Kolbens **9** wird ein Systemdruck erzeugt, durch welchen über Hydraulikleitungen **14** und Steuerventile, welche vorzugsweise als Magnetventile ausgeführt sind, die einzelnen Funktionsgruppen betätigt werden können. Bei einer Rückwärtsbewegung des Kolbens **9** wird nach vorne ausgeschobenes Druckfluid nachgesaugt, wenn alle Magnetventile der Druckleitung geschlossen sind, während das Magnetventil **12** geöffnet ist. Über das geöffnete Magnetventil **12** wird die Nachsaugung sichergestellt. Bei geschlossenem Magnetventil **12** wird die Nachsaugung verhindert.

[0032] Eine Feder **13**, welche vorzugsweise aus Platzgründen im Zylinderraum angeordnet ist, sorgt dafür, dass der Kolben **9** im stromlosen Zustand sicher nach hinten in einen definierte Lage gebracht wird (Referenzstellung).

[0033] Im Folgenden wird die Funktion der Kupplungsbetätigung anhand der Kupplung **19** näher beschrieben. Während der Kupplungsbetätigung bleiben die Ventile für die Gangsteller in der Hydraulik-

leitung **14** geschlossen, das Zuleitungsventil für die Kupplung **23** ist ebenfalls geschlossen.

[0034] Durch Öffnen des Magnetventils **17**, welches vorzugsweise druckausgeglichen und stromlos geschlossen ausgeführt ist, und bei gleichzeitigem Druckaufbau durch die Betätigungseinrichtung **5**, wird die Kupplung **19** durch Druckbeaufschlagung in einen bestimmten Zustand geführt (z.B. schleifende Kupplung, geschlossene Kupplung). Der Druck wird dabei durch die Betätigungseinrichtung **5** geregelt aufgebaut, und erlaubt dadurch ein zeitlich kontrolliertes Zufahren der Kupplung. Das Magnetventil **17** ist dabei geschlossen. Nach Erreichen der gewünschten Kupplungsstellung, kann das Ventil **16** geschlossen werden. Hierdurch muss der Elektromotor **6** den Druck nicht weiter aufbauen und kann stromlos geschaltet werden, wodurch das Bordnetz erheblich entlastet wird.

[0035] Nach der Kupplungsbetätigung und bei geschlossenen Magnetventilen **16** und **17** kann der Druck im Leitungsteil zwischen den Magnetventilen **16**, **20** und den Kupplungen **19**, **23** variieren, verursacht zum Beispiel durch Wärmeeintrag oder durch Kupplungsschleifen. Zur Überwachung des Drucks in diesen Teilen der Leitungen wird vorzugsweise ein Drucksensor **22** eingesetzt. Die Funktion erklärt sich dahingehend, dass der Druck der an den Kupplungsstellern anliegt, wechselweise in ausreichend geringen Abständen, gemessen wird. Hierbei werden zum Beispiel zur Messung des Drucks an der Kupplung **19** alle Zuleitungsventile in der Druckleitung der Gangsteller sowie das Ventil **20** der Kupplung **23** geschlossen, während das Magnetventil **16** der Kupplung **19** geöffnet ist. Dadurch stellt sich am Drucksensor **22** der an der Kupplung **19** anliegende Druck ein. Durch eine entsprechende Ansteuerung der Ventile **16** oder **17** wird verhindert, dass sich ein unerwünschter Druck einstellt. Idealerweise kann der Drucksensor **22** entfallen, wenn der Druck in der Zuleitung zwischen Magnetventil **16** und der Kupplung **19**, bzw. zwischen dem Magnetventil **20** und der Kupplung **23**, in ausreichend geringen Abständen durch kurzes Öffnen des Magnetventils **16** bzw. **20**, und Messen des Haltestroms an der Betätigungseinrichtung **5** hinreichend genau bestimmt werden kann. Auf den Zusammenhang zwischen Haltestrom der Betätigungseinrichtung **5** und Druckniveau wird später noch im Detail eingegangen.

[0036] Für den Öffnungsvorgang der Kupplung **19** gibt es verschiedene Möglichkeiten, welche nachfolgend näher erläutert werden.

[0037] Die Kupplung **19** ist in dieser Ausführungsform als „normally open“ ausgeführt, das heißt, die Kupplung wird durch Aufbringen von Druck geschlossen und öffnet selbsttätig ohne Druck.

[0038] Eine Möglichkeit die Kupplung zu öffnen besteht nun darin, das Magnetventil **17** stromlos zu schalten, wodurch dieses sich öffnet und das Druckfluid von der selbstöffnenden Kupplung über die Rücklaufleitung **15** in den Ausgleichsbehälter **3** gedrückt wird. Diese Funktion ist gleichzeitig die Notfunktion für das System, welche gewährleistet, dass die Kupplung bei Ausfall der Energieversorgung selbsttätig öffnet.

[0039] Im Normalbetrieb besteht üblicherweise die Forderung, die Kupplung kontrolliert zu öffnen. Hierzu kann entweder das Magnetventil **17** mit einer PWM-Ansteuerung betrieben werden, oder das Magnetventil **17** wird durch ein Proportionalventil ersetzt, welches es ermöglicht, den Druck kontrolliert zu verringern. Auch hier erfolgt der Volumenausgleich über die Rücklaufleitung **15** in den Ausgleichsbehälter **3**.

[0040] Eine weitere Möglichkeit den Kupplungsdruck kontrolliert abzubauen besteht darin, den Systemdruck in der Hydraulikleitung **14** mittels der Betätigungseinrichtung **5** auf das Niveau des Kupplungsdrucks anzuheben, das Ventil **16** dann zu öffnen, und durch Zurückfahren des Kolbens **9** der Betätigungseinrichtung **5** den Druck auf die Kupplung geregelt zu verringern, und die Kupplung dadurch zu öffnen.

[0041] Es ist bekannt, dass Kupplungen, insbesondere Reibkupplungen, über der Lebenszeit einem Verschleiß unterworfen sind. Die Verschleißnachstellung an den Kupplungsscheiben erfolgt in dieser Ausführung automatisch. Durch den Verschleiß an den Kupplungsscheiben wandert der Kolben des Kupplungsstellers in Richtung der Kupplungsscheiben. Das Wandern des Stellkolbens (Nehmerkolben), und die damit verbundene Änderung des Volumens im Stellkolbenzylinder, wird durch das Nachlaufen von Druckfluid aus dem Ausgleichsbehälter **3** in den Stellkolbenzylinder kompensiert.

[0042] Im Folgenden wird die Funktion der Gangsteller anhand des Gangstellers **32** näher beschrieben.

[0043] Der Gangsteller **32** in diesem Ausführungsbeispiel besteht im Wesentlichen aus einer doppelten Zylinder/Kolbeneinheit **28**, welche es ermöglicht, ein Stellglied **29** linear nach rechts oder links zu verschieben. Das Stellglied **29** selbst verfügt üblicherweise über eine Positionssensor **31**, welcher vorteilhafter Weise als Hallsensor ausgeführt ist (nicht explizit dargestellt), sowie einer Einrichtung zur mechanischen Arretierung in der Mittellage, hier dargestellt als Kugelrastung **30**.

[0044] Wird nun von der druckerzeugenden Betätigungseinrichtung **5** ein Stelldruck erzeugt, so lässt sich der Kolben des Gangstellers **32** durch Öffnen der Magnetventile **24** und **27** bei geschlossenen Magnetventilen **25** und **26** nach rechts verschieben. Das da-

bei verdrängte Druckfluid gelangt über die Rücklaufleitung **15** zurück in den Ausgleichsbehälter **3**. Die Magnetventile **24** und **26** im Zulauf dieser Funktionsgruppe sind vorzugsweise als stromlos geschlossen ausgeführt. Die Ventile im Ablauf der Magnetventile **25** und **27** sind vorzugsweise als stromlos offen ausgeführt. Nach erfolgtem Gangwechsel können alle Ventile stromlos geschaltet werden. Die stromlos offenen Ventile **25** und **27** die den Ablauf des Stelllers mit dem Ausgleichsbehälter **3** verbinden, sorgen dafür, dass sich kein unerwünschter Druck, zum Beispiel durch Erwärmung, in den Zylinderräumen aufbauen kann. Soll das Stellglied **29** in die Mittelstellung oder die linke Position gebracht werden, wird mittels der druckerzeugenden Betätigungseinrichtung **5** ein Stelldruck erzeugt, und die Magnetventile **25** und **26** geöffnet, während die Magnetventile **24** und **27** geschlossen bleiben.

[0045] Es versteht sich von selbst, dass die vier Magnetventile **24** und **25** sowie **26** und **27**, welche als 2/2 Ventile ausgeführt sind, durch zwei 3/2-Wege-Magnetventile bei gleicher Funktionalität ersetzt werden können.

[0046] Die Funktion des Gesamtsystems wird im Folgenden anhand eines vereinfachten Beispiels für einen Schaltvorgang ohne Zugkraftunterbrechung anhand der **Fig. 5** beschrieben. Das Beispiel zeigt einen Schaltvorgang vom 2. Gang in den 3. Gang.

[0047] Als Ausgangszustand wird angenommen, dass der 2. Gang eingelegt ist und die Kupplung **23** geschlossen ist. Der Gangsteller **32** für den 1. und 3. Gang befindet sich in Neutralstellung, wobei die Kupplung **19** geöffnet ist. Dies entspricht einer normalen Fahrsituation. Zur Einleitung des Schaltvorganges wird im ersten Schritt über den Gangsteller **32** der 3. Gang vorgewählt, durch Druckaufbau der Betätigungseinrichtung **5** und Öffnen der Ventile **24** und **28** bei geschlossenen Magnetventilen **25** und **26**. Nach erfolgter Gangwahl werden vorteilhafter Weise die Magnetventile **24** und **26** geschlossen, wobei die Magnetventile **25** und **27** geöffnet werden können, um einen unerwünschten Druckanstieg zu verhindern. Üblicherweise sind die Gänge so ausgeführt dass sie bei eingelegtem Gang selbst halten sind.

[0048] Der Kolben **9** der Betätigungseinrichtung **5** wird zurückgefahren um das für die Gangstellung benötigte Druckfluidvolumen aus dem Ausgleichsbehälter **3** nachzuschöpfeln. Im nächsten Schritt wird durch Druckaufbau der Betätigungseinrichtung **5** und Öffnen des Ventils **16** bei geschlossenem Ventil **17** die Kupplung **19** geregelt geschlossen, während gleichzeitig durch Öffnen des vorzugsweise als Proportionalventil ausgeführten Ventils **21**, bei geschlossenem Ventil **20**, die Kupplung **23** geregelt geöffnet wird. Nachdem die Kupplung **19** vollständig geschlossen ist, wird zum Halten der Kupplungskraft das Ven-

til **16** geschlossen. Die Überwachung der Stelldrücke der beiden Kupplungen und somit der Übertragungszustände erfolgt, wie bereits beschrieben, über den Drucksensor **22**. Sind die Kupplung **19** vollständig geschlossen und die Kupplung **23** vollständig offen, d.h. der Gangwechsel vollzogen ist, wird der Kolben **9** der Betätigungseinrichtung **5** zurückgefahren, um das für die Kupplungsbetätigung benötigte Druckfluidvolumen aus dem Ausgleichsbehälter **3** nachzuschöpfeln. Im letzten Schritt kann nun der Gangsteller **34** betätigt werden, um den 2. Gang auszulegen und das Stellglied des Gangstellers **34** in die Mittelposition zu fahren.

[0049] Es versteht sich von selbst, dass diese Beschreibung stark vereinfacht dargestellt wird, jedoch lassen sich mit dem dargestellten Ausführungsbeispiel reale Schaltvorgänge, die sich sowohl in der zeitliche Abfolge als auch in der Reihenfolge unterscheiden können, realisieren.

[0050] Sonderfälle wie z.B. beide Kupplungen gleichzeitig zu öffnen, können über die Ventile **17** und **21** ohne Einschränkungen realisiert werden. Das gleichzeitige Schließen von beiden Kupplungen kann nur unter zeitlichen Einschränkungen erfolgen, indem beide Kupplungen wechselseitig, schrittweise zugefahren werden.

[0051] Die **Fig. 2** zeigt eine zweite mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schaltgetriebes, welches ebenfalls als Doppelkupplungsgetriebe ausgebildet ist.

[0052] Im Unterschied zur in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform handelt es sich hierbei um eine Kupplungsanordnung mit nasslaufenden Kupplungen. Diese Bauform entspricht dem Stand der Technik. Hierbei werden die Kupplungen zur besseren Wärmeabfuhr mit einem Kühlmedium umströmt. Zudem verfügt das Schaltgetriebe bei dieser Ausführungsform über eine Einrichtung zur Schmierung und Kühlung der Getrieberäder, welche ebenfalls dem Stand der Technik entspricht.

[0053] Die Pumpe **36** wird aufgrund ihres Leistungsbedarfs üblicherweise vom Verbrennungsmotor angetrieben, kann jedoch auch von einem Elektromotor angetrieben werden. Die Pumpe **36** speist eine Vorrichtung zur Zahnradschmierung und Kühlung **38**, sowie einen Kühlkreislauf **40** zur Kühlung der Kupplungen **19** und **23**. Gesteuert werden die Einrichtungen über Magnetventile **37** und **39**, welche vorzugsweise als 2/2-Wege-Ventile ausgeführt sind. Die **Fig. 2** zeigt, dass das erfindungsgemäße Schaltgetriebe mit der zugehörigen Betätigungseinrichtung **5** und deren Ausführungsformen sowohl als trockene als auch als nass laufende Getriebe und Kupplungsanordnungen ausgebildet sein kann.

[0054] Des Weiteren unterscheidet sich diese Anordnung von der Anordnung in **Fig. 1** dahingehend, dass sich in jeder Kupplungszuleitung zwischen den Magnetventilen **16** und **20** bzw. den zugeordneten Kupplungen **19** und **23** jeweils ein Drucksensor **46** und **47** befindet. Diese Anordnung ermöglicht es, dass die Kupplungszustände bei geschlossenen Ventilen **16** und **20** jederzeit überwacht werden können.

[0055] Die **Fig. 3** zeigt eine dritte mögliche Ausführungsform des Erfindungsgemäßen Schaltgetriebes, welches ebenfalls als Doppelkupplungsgetriebe ausgebildet ist. Bei dieser Ausführungsform bedienen zwei elektromotorische Betätigungseinrichtungen **5**, welche im Multiplexbetrieb Druck aufbauen und modulieren, zwei im normalen Betrieb voneinander unabhängige Druckkreise **44** und **45**, welchen in diesem Ausführungsbeispiel je eine Kupplung **19**, **23** sowie zwei Gangsteller **32** und **33** sowie **34** und **35** zugeordnet sind. Die Aufteilung in zwei unabhängige Druckkreise und Versorgung eines jeden Kreises durch jeweils eine Betätigungseinrichtung **5** macht das System redundant. Bei Ausfall einer elektromotorischen Betätigungseinrichtung **5** können die beiden, bei normaler Funktionsweise unabhängigen Kreise, durch Öffnen des Ventils **43**, miteinander verbunden werden, so dass die Funktionen der ausgefallenen Betätigungseinrichtung von der funktionstüchtigen Betätigungseinrichtung übernommen werden können. Die Magnetventile **41** und **42** verhindert dabei, dass der von der funktionstüchtigen Betätigungseinrichtung aufgebaute Druck, durch die Nachlaufbohrung **11** der funktionsuntüchtigen Betätigungseinrichtung über den Ausgleichsbehälter **3** abgebaut wird. Weiterhin wirkt sich bei dieser Anordnung vorteilhaft aus, dass beide Kupplungen unabhängig voneinander und ohne Einschränkung in jeden beliebigen Zustand gebracht werden können. So können zum Beispiel beide Kupplungen gleichzeitig geschlossen werden. Im Gegensatz dazu können bei der in **Fig. 1** gezeigten Ausführung die beiden Kupplungen nur stufenweise, zeitversetzt im Multiplexbetrieb geschlossen werden.

[0056] Die **Fig. 4** zeigt eine vierte mögliche Ausführungsform eines ein Doppelkupplungsgetriebes. Im Unterschied zur **Fig. 3** weist diese Ausführungsform nur einen Drucksensor **22** auf, der beide Druckkreise **44** und **45** überwacht. Die Funktion erklärt sich dahingehend, dass der Druck der an den Kupplungsstellen anliegt wechselweise, in ausreichend geringen Abständen, gemessen wird. Die Funktionsweise der Druckmessung mit nur einem Drucksensor wurde in **Fig. 1** bereits hinreichend erläutert.

[0057] Die **Fig. 5** veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen Stellkraft der einzelnen Stellglieder, wie Gangsteller und Kupplungssteller, der zeitlichen Abfolge der Stellvorgänge, und der Stellwege der ein-

zelnen Stellglieder. Aufgrund der im Diagramm erkennbaren Abhängigkeiten zwischen Stellkraft, Stelldruck und Leistungsaufnahme der druckerzeugenden Einheit, und dem Stellweg lässt sich ableiten, dass eine hinreichend genaue Regelung der Stellglieder anhand der Zustandsermittlung über die Leistungsaufnahme beziehungsweise Stromaufnahme der druckerzeugenden Einheit möglich ist.

Bezugszeichenliste

1	Pumpe
2	Vorratsbehälter /Ölwanne
3	Ausgleichsbehälter
4	Niveaugeber
5	Betätigungseinrichtung
6	Elektromotor
7	Hydrauliksteuerzylinder
8	Ansteuerelektronik für EC-Motor
9	Druckkolben der Gebereinheit
10	Kolbendichtung
11	Nachlaufbohrung
11a, 11b	Versorgungsleitung
12	2/2 Magnetventil
13	Rückstellfeder
14, 14'	Hydraulikleitung
15, 15'	Rücklaufleitung
16	2/2 Magnetventil
17	2/2 Magnetventil (oder Proportionalventil)
18	Ausgleichsbohrung
19	Kupplung 1
20	2/2 Magnetventil
21	2/2 Magnetventil (oder Proportionalventil)
22	Drucksensor
23	Kupplung 2
24	2/2 Magnetventil
25	2/2 Magnetventil
26	2/2 Magnetventil
27	2/2 Magnetventil
28	Zylinder /Kolben Einheit
29	Stellglied
30	Kugelraste
31	Positionssensor für Stellglied

32	Gangsteller 1
33	Gangsteller 2
34	Gangsteller 3
35	Gangsteller 4
36	Pumpe
37	2/2 Magnetventil
38	Zahnrad schmierung / -kühlung
39	2/2 Magnetventil
40	Kühlkreislauf Kupplungen
41	2/2 Magnetventil
42	2/2 Magnetventil
43	2/2 Magnetventil
44	Druckkreis 1
45	Druckkreis 2
46	Drucksensor
47	Drucksensor
A, A2	Arbeitsraum
S	Spindelantrieb
St	Stellaggregat
St _A	Arbeitsraum des Stellaggregats
St _Z	Stellzylinder des Stellaggregats
St _K	Kolben des Stellaggregats

Patentansprüche

1. Schaltgetriebe, mindestens eine angetriebene Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) aufweisend, wobei mit dem angetriebenen Kolben (9) der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) in dem Arbeitsraum (A) des Hydrauliksteuerzylinders (7) ein Druck, Druckaufbau und/oder Druckabbau einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitsraum (A) des Hydrauliksteuerzylinders (7) mittels Hydraulikleitungen (14) und zwischengeschalteter gesteuerter Magnetventile (16, 20, 24, 26) mit Stellaggregaten (St) mindestens einer Kupplung (19, 23) sowie mindestens eines Gangstellers (32-35) des Schaltgetriebes nacheinander und/oder gleichzeitig verbindbar ist.

2. Schaltgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (9) mittels eines Elektromotors (6) angetrieben ist.

3. Schaltgetriebe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektromotor (6) über einen Spindelantrieb (S) den Kolben (9) im Hydrauliksteuerzylinder (7) verstellt.

4. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das

Schaltgetriebe mehr als eine Kolben-Zylinder-Einheit (7,9), insbesondere zwei Kolben-Zylinder-Einheiten (7,9) aufweist, die jeweils von einem eigenen Antrieb, insbesondere einem Elektromotor (6) angetrieben sind.

5. Schaltgetriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbeitsräume (A) der Hydrauliksteuerzylinder (7) über mindestens eine Versorgungsleitung (11a) und mindestens einem zwischengeschalteten gesteuerten Ventil (41, 42) verbindbar sind.

6. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Stellaggregat (St) mindestens einen Hydraulikzylinder (St_Z) mit darin angeordnetem Kolben (St_K) aufweist, wobei der Kolben (St_K) ein Stellglied (29) eines Gangstellers (32-35) oder eine Kupplung (19, 23) antreibt, und dass der Kolben (St_K) mit dem Hydraulikzylinder (St_Z) mindestens einen Arbeitsraum (St_A) bildet, der über eine Hydraulikleitung (14, 14') mit zwischengeschaltetem und gesteuertem Magnetventil (16, 20, 24, 26) mit dem Arbeitsraum (A) des Hydrauliksteuerzylinders (7) verbindbar ist

7. Schaltgetriebe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitsraum (St_A) eines Stellaggregats (St) über eine Rücklaufleitung (15, 15') mit zwischengeschaltetem und gesteuertem Magnetventil (17, 21, 25, 27) mit einem Hydraulikreservoir oder Ausgleichsbehälter (3) verbindbar ist.

8. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellaggregate (St) im Multiplexbetrieb über die gesteuerten Magnetventile (17, 20, 24, 26) mit einem Arbeitsraum (A) einer Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) verbindbar sind, wobei beim Druckaufbau oder Druckabbau in einem oder mehreren Stellaggregat(en) (St) nur dieses bzw. diese über ein geöffnetes Magnetventil (17, 20, 24, 26) mit dem Arbeitsraum (A) der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) verbunden ist bzw. sind, und die übrigen Arbeitsräume (St_A) der Stellaggregate (St) durch geschlossene Magnetventile (17, 20, 24, 26) vom Arbeitsraum (A) der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) getrennt sind.

9. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesteuerten Magnetventile (17, 20, 24, 26) 2/2-Wegeventile sind.

10. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitsraum (A) einer Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) mit einer Hydraulikhauptleitung (14) verbunden ist, von der Hydraulikleitungen (14') abgehen, die die Hydraulikhauptleitung (14) mit den Arbeitsräumen (St_A) der Stellaggregate (St) verbinden, wobei in den Hy-

draulikleitungen (14') die gesteuerten Magnetventile (17, 20, 24, 26), insbesondere 2/2-Wege-Ventile zum Öffnen oder Verschießen der Hydraulikleitung (14') angeordnet sind.

11. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Arbeitsraum (A) einer Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) über eine Ausgleichsbohrung (18) und einer Versorgungsleitung (11b), in der optional ein gesteuertes Ventil (12) angeordnet ist, mit einem Vorratsbehälter oder Ausgleichsbehälter (3) für das Hydraulikfluid verbunden ist.

12. Schaltgetriebe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Pumpe (1) das Hydraulikfluid aus der Ölwanne (2) des Schaltgetriebes in den Ausgleichsbehälter (3) fördert, wobei die Pumpe (1) über einen, insbesondere im Ausgleichsbehälter (3) integrierten Pegelgeber bzw. Niveaugeber (4) gesteuert ist.

13. Schaltgetriebe nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei zurückgefahrenem Kolben (9) der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9), eine Ausgleichsöffnung (18) im Arbeitsraum (A) vom Kolben (9) freigegeben ist, über die der Arbeitsraum (A) durch die Versorgungsleitung (11b) mit dem Ausgleichsbehälter (3) verbunden ist.

14. Schaltgetriebe nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kolben (9) der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) den Hydrauliksteuerzylinder (7) in einen ersten Wirk-Arbeitsraum (A) und einen zweiten Arbeitsraum (A₂) unterteilt, wobei der zweite Arbeitsraum (A₂) mittels eines Kanals, insbesondere in Form einer Nachlaufbohrung (11), im Hydrauliksteuerzylinder (7) mit der Versorgungsleitung (11b) in Verbindung ist.

15. Schaltgetriebe nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein 2/2-Wege-Ventil (12) in der Versorgungsleitung (11b) angeordnet ist.

16. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Kupplung (19, 23) eine Betätigungseinrichtung (5), bestehend aus Elektromotor (6) und Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) zugeordnet ist.

17. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektromotor (6) zusammen mit einer Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) mehrere Kupplungen (19, 23) und Gangsteller (33-35) verstellt.

18. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuereinheit mittels eines Drucksensors (22) den Druck im Arbeitsraum (A) einer Kolben-Zylinder-Ein-

heit (7, 9) und/oder in der Hydraulikhauptleitung (14) ermittelt.

19. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit den Druck im Arbeitsraum (A) anhand des Motorstroms des die Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9) antreibenden Elektromotors (6) einregelt.

20. Schaltgetriebe nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit den mittels des Drucksensors (22) ermittelten Druckwert zur Kalibrierung der Motorstrom-Druck-Regelung verwendet.

21. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit zur Steuerung der Kolben-Zylinder-Einheit (7, 9), insbesondere zur adaptiven Kupplungssteuerung, auf eine Kupplungskennlinie bzw. auf eine Kennlinienschar zurückgreift, in der der Zusammenhang Druck zu Volumen bzw. Kolbenweg des Kolbens (9) der Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) abgelegt ist.

22. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass anhand eines oder mehrerer in der Steuereinheit abgespeicherten Zusammenhangs von Druck zu Volumen bzw. Kolbenweg des Kolbens (9) der Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) bei der Ansteuerung einer Kupplung (19,23) oder eines Gangstellers (32-35), der Kupplungs- oder Gangstellerverschleiß bestimmbar ist.

23. Schaltgetriebe nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit bei der Ansteuerung der Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) zur Verstellung einer Kupplung (19,23) oder eines Gangstellers (32-35) den zuvor ermittelten Verschleiß berücksichtigt.

24. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Pumpe (36) Hydraulikfluid über separate Hydraulikleitungen zu den Schaltgetriebeelementen, insbesondere zur Kupplung (19, 23) und den Zahnrädern, zu deren Schmierung und/oder Kühlung fördert.

25. Schaltgetriebe nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine bedarfsgerechte Steuerung des Fluidflusses mittels Magnetventilen (37, 39) erfolgt.

26. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) zusammen mit deren Antrieb(en) (6) als eine Baueinheit am Schaltgetriebe angeordnet sind.

27. Schaltgetriebe nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Baueinheit zusätzlich der

Vorratsbehälter (2) und/oder die Magnetventile (12, 16, 17, 20, 21, 24-27, 37, 39, 41-43) angeordnet sind.

28. Schaltgetriebe nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Baueinheit zusätzlich die Steuereinheit angeordnet ist.

29. Verfahren zum Betrieb eines Schaltgetriebes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der gleichzeitigen Betätigung von zwei Kupplungen (19,23) der Druck eines Kupplungsstellers mit einem Elektromotor (6) und der zugehörigen Kolben-Zylinder-Einheit (7,9) und der andere Kupplungssteller mit Ventilen (12, 16, 17, 20, 21, 24-27, 37, 39, 41-43) geregelt wird.

30. Verfahren zum Betrieb eines Schaltgetriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckregelung des Kupplungsstellers über Proportionalventile erfolgt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

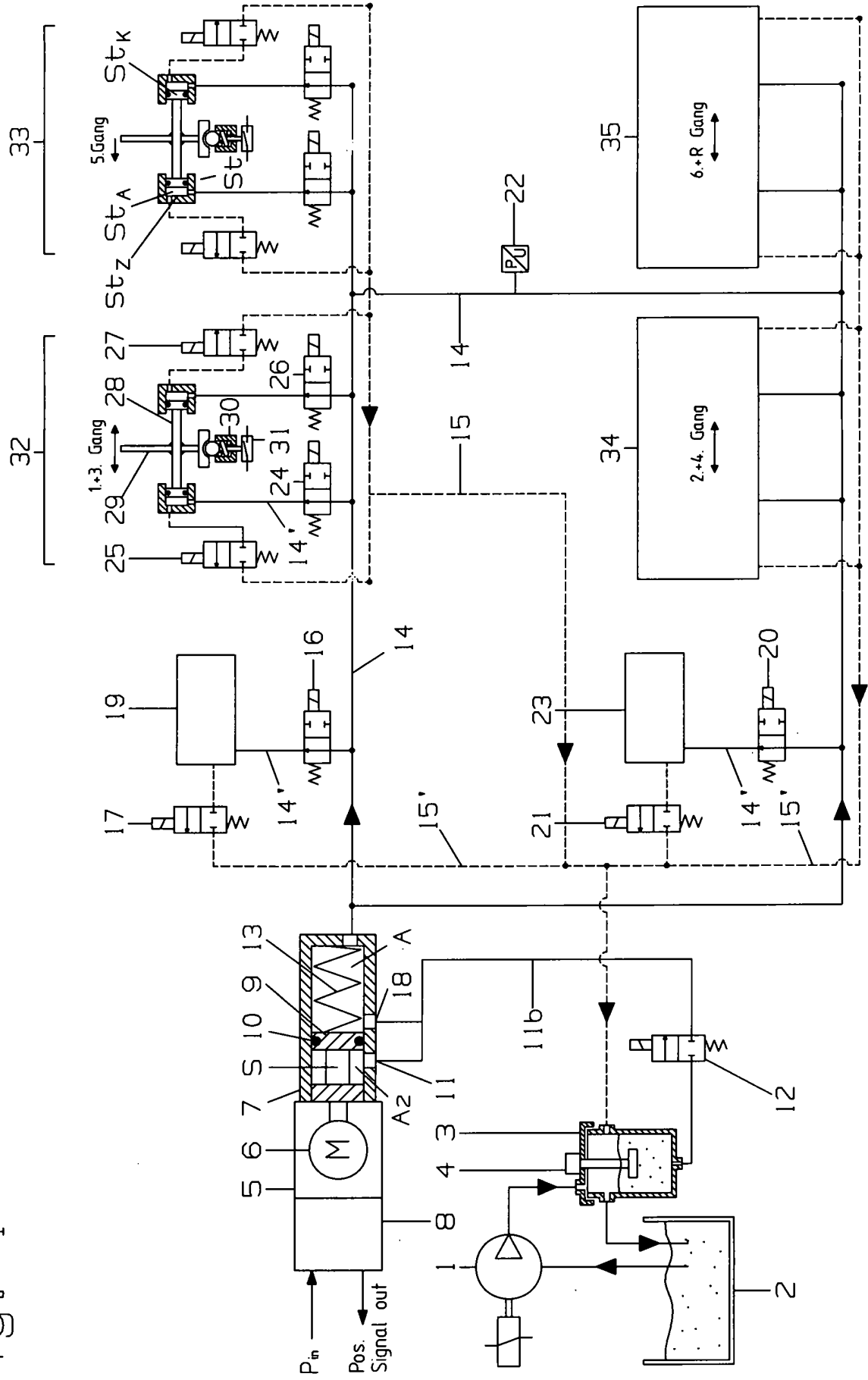


Fig. 2

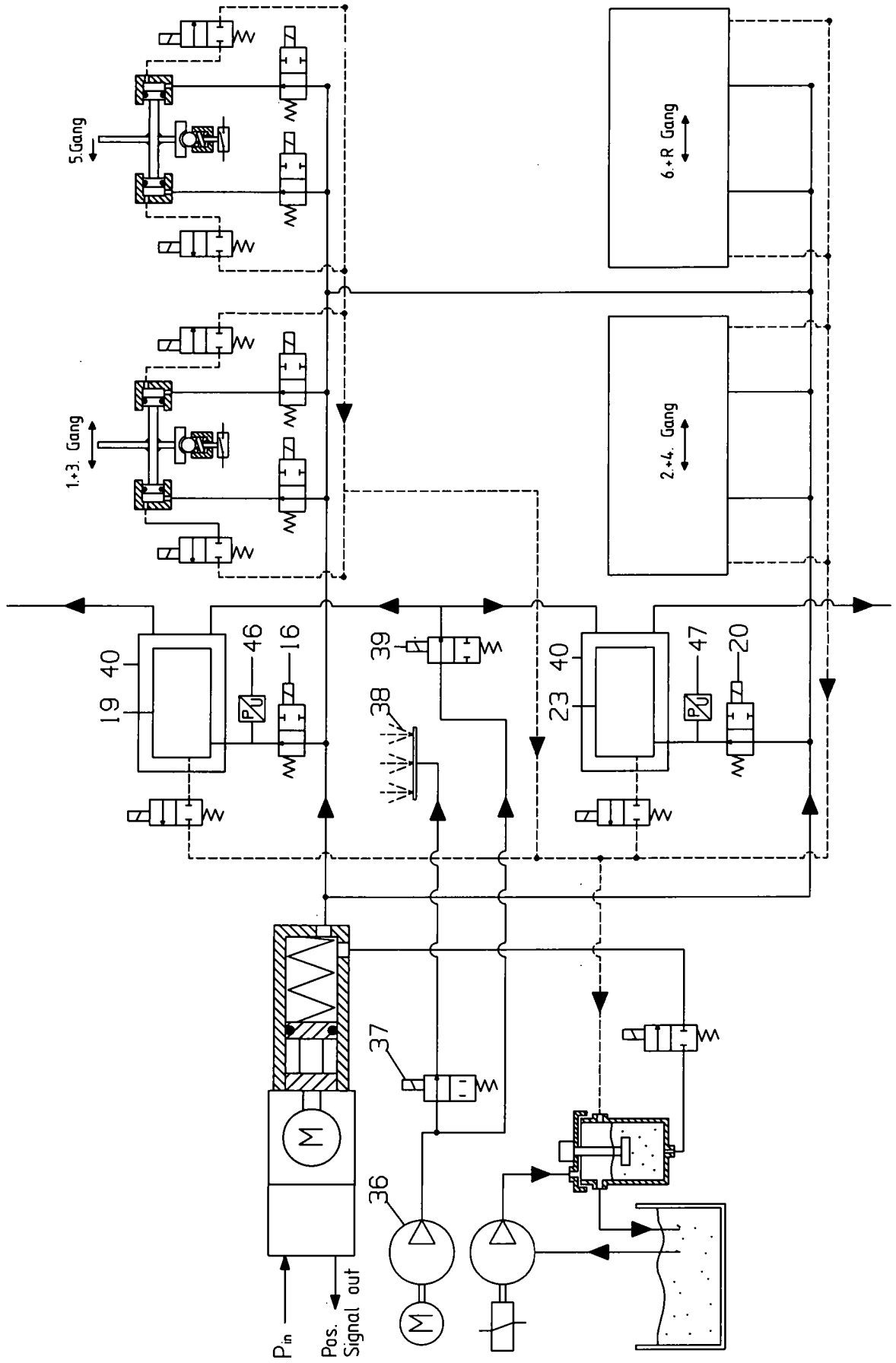


Fig. 3

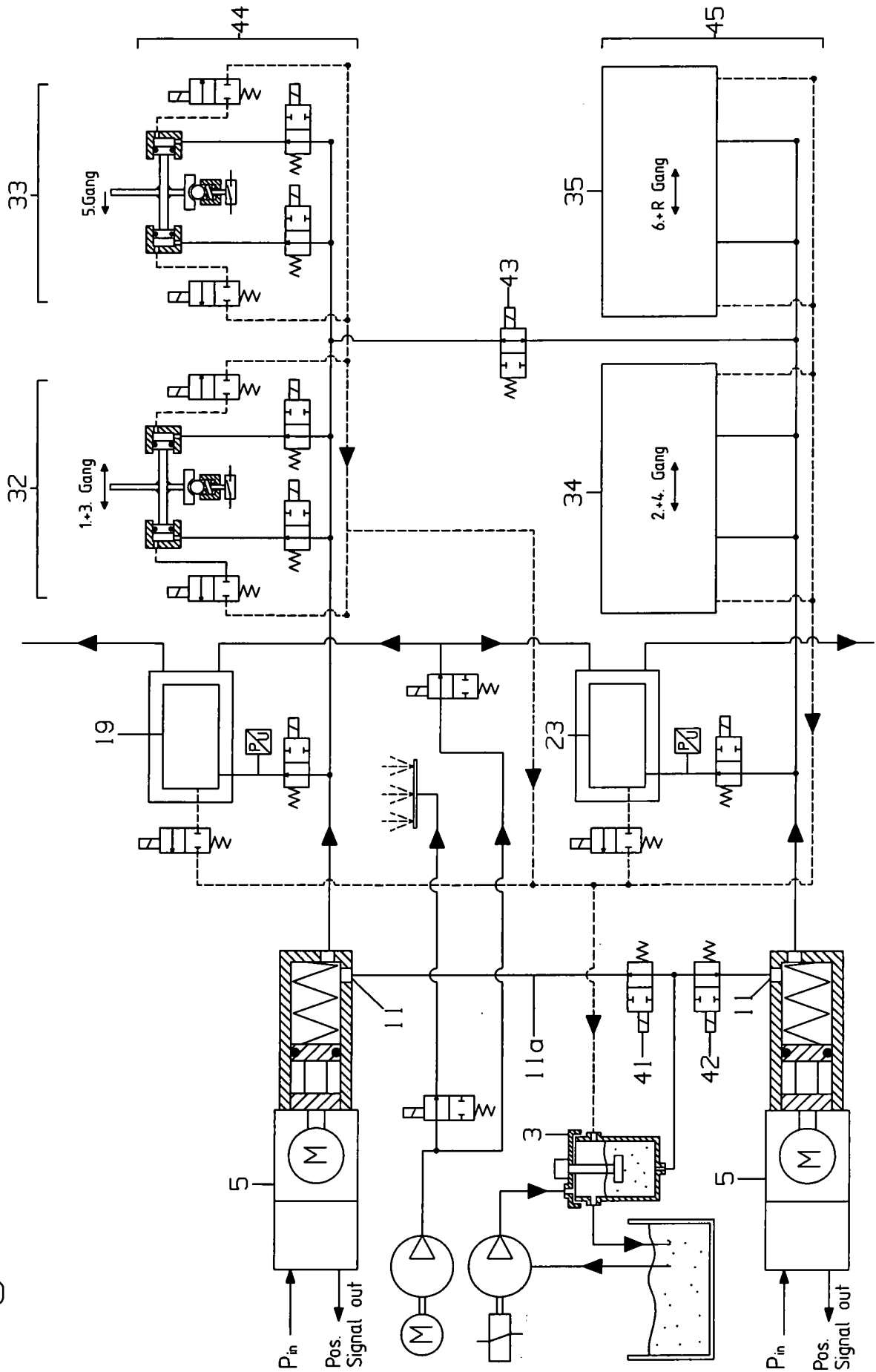


Fig. 4

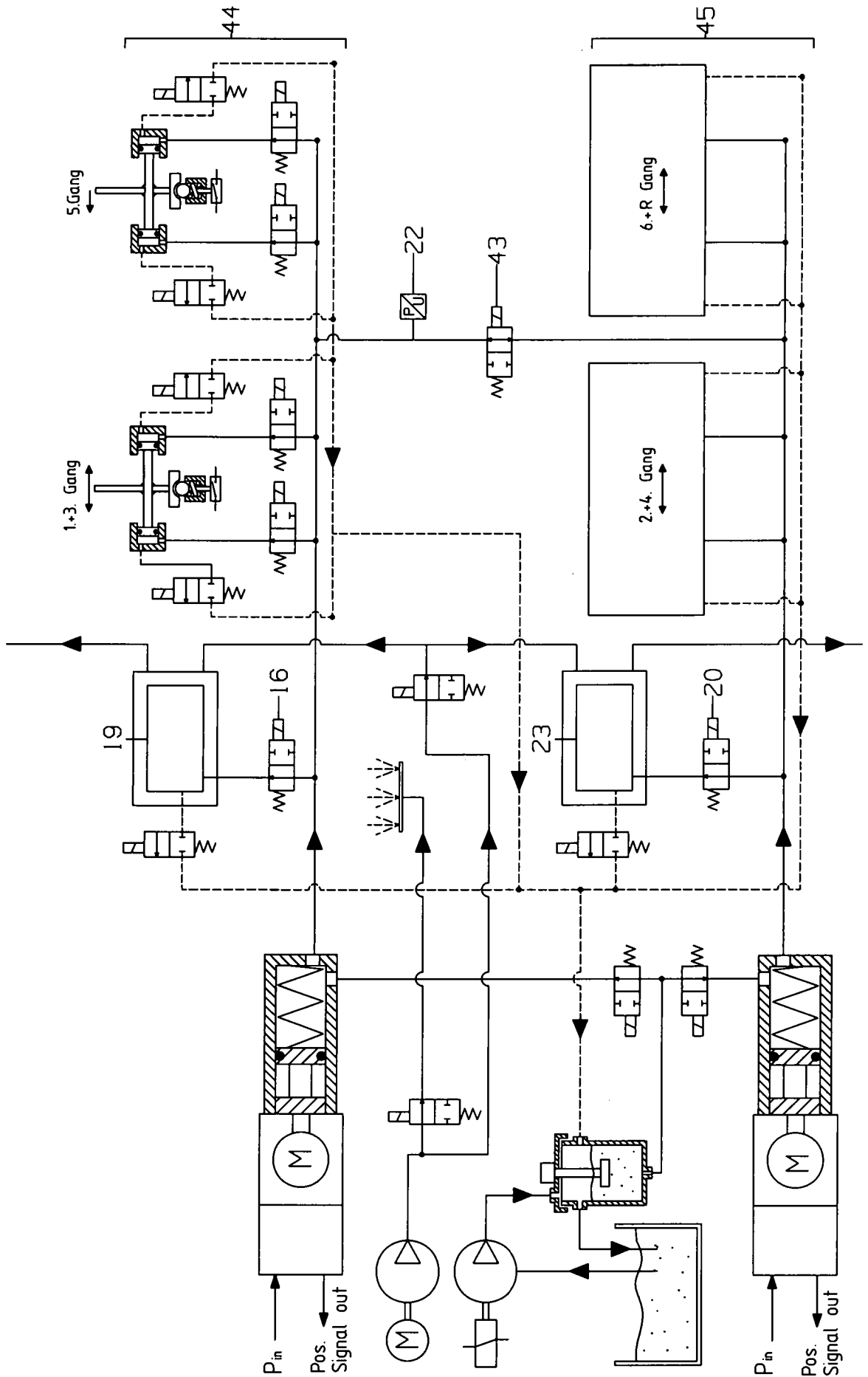
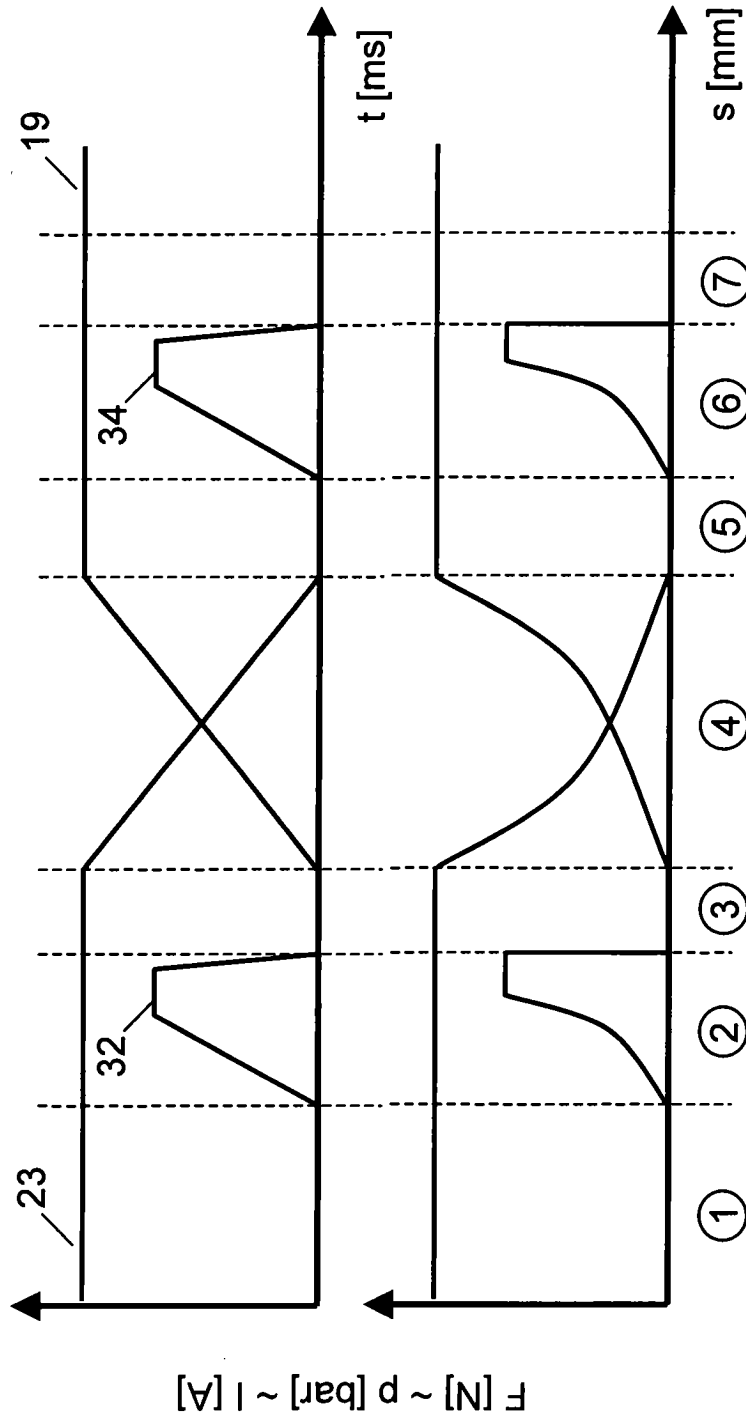


Fig. 5



- 1 Ausgangssituation, Kupplung 23 geschlossen, Gang 2 eingelegt
- 2 Gangsteller 32, Gangvorwahl von Neutral auf Gang 3
- 3 Nachschnüffeln Betätigungseinrichtung 5 (Volumenausgleich)
- 4 Kupplungsüberschneidung, Kupplung 23 über Ventil 21 öffnen, Kupplung 19 mit Betätigungseinrichtung 5 schließen
- 5 Nachschnüffeln Betätigungseinrichtung 5 (Volumenausgleich)
- 6 Gangsteller 34, Gangwahl von Gang 2 auf Neutral
- 7 Nachschnüffeln Betätigungseinrichtung 5 (Volumenausgleich)