

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 430 201 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

21.09.2005 Patentblatt 2005/38

(51) Int Cl.7: **F01L 9/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE2002/001957

(21) Anmeldenummer: **02747175.4**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **28.05.2002**

WO 2003/016682 (27.02.2003 Gazette 2003/09)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ELEKTROHYDRAULISCHEN VENTILSTEUERUNG
EINER BRENNKRAFTMASCHINE, COMPUTERPROGRAMM SOWIE STEUER- UND
REGELGERÄT ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

METHOD FOR OPERATING AN ELECTROHYDRAULIC VALVE CONTROL SYSTEM OF AN
INTERNAL COMBUSTION ENGINE, COMPUTER PROGRAM AND CONTROL AND REGULATING
DEVICE FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE DE COMMANDE D'UN SYSTEME DE CONTROLE DE SOUPAPE
ELECTROHYDRAULIQUE DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE, PROGRAMME
D'ORDINATEUR ET ENSAMBLE DE CONTROLE ET DE REGULATION POUR COMMANDER UN
MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE FR GB IT

(30) Priorität: **08.08.2001 DE 10138881**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

23.06.2004 Patentblatt 2004/26

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**

70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **SCHLEMBACH, Hans**
75417 Mühlacker (DE)
- **GAESSLER, Hermann**
71665 Vaihingen (DE)
- **DIEHL, Udo**
70195 Stuttgart (DE)
- **MISCHKER, Karsten**
71229 Leonberg (DE)
- **WALTER, Rainer**
74385 Pleidelsheim (DE)
- **PISCHKE, Ulf**
70563 Stuttgart (DE)
- **BAUMANN, Andreas**
71706 Markgröningen (DE)
- **SCHWEIGGART, Hurbert**
70191 Stuttgart (DE)

• **FILP, Gerhard**

71691 Freiburg (DE)

• **ROSENAU, Bernd**

Tamm (DE)

• **ULM, Jürgen**

71735 Eberdingen (DE)

• **HAMMER, Uwe**

71282 Hemmingen (DE)

• **MOCKEN, Thomas**

74372 Sersheim (DE)

• **TATYOSYAN, Sevan**

74372 Sersheim (DE)

• **SCHIEMANN, Jürgen**

71706 Markgröningen (DE)

• **GROSSE, Christian**

70806 Kornwestheim (DE)

• **BEUCHE, Volker**

70372 Stuttgart (DE)

• **REIMER, Stefan**

71706 Markgröningen (DE)

• **KIESER, Simon**

74343 Sachsenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 736 671

DE-A- 4 407 585

DE-A- 19 826 047

US-A- 6 067 946

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 430 201 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betreiben einer elektrohydraulischen Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine, mit mindestens einem auf ein Gaswechselventil arbeitenden Aktuator mit mindestens einem Arbeitsraum, der zur Betätigung des Aktuators aus einer ersten Stellung in eine zweite Stellung mit einem Hochdruck-Hydraulikspeicher verbunden und von einem Niederdruck-Rücklauf getrennt und der zu einer Betätigung des Aktuators aus der zweiten Stellung in die erste Stellung zurück mit dem Niederdruck-Rücklauf verbunden und von dem Hochdruck-Hydraulikspeicher getrennt wird.

[0002] Ein solches Verfahren ist vom Markt her bekannt (siehe DE-A- 198 26047). Elektrohydraulische Ventilsteuerungen von Brennkraftmaschinen ermöglichen die Ansteuerung der Gaswechselventile unabhängig von der Stellung der Kurbelwelle bzw. der Nockenwelle. Hierdurch sind unter anderem Benzineinsparungen sowie Verbesserungen der Emissionscharakteristik einer Brennkraftmaschine möglich.

[0003] Bei einer vom Markt her bekannten elektrohydraulischen Ventilsteuerung ist der Schaft des Gaswechselventils mit einem hydraulischen Aktuator verbunden. Dieser hat zwei Arbeitsräume zu beiden Seiten der Kolbenstirnflächen, welche unterschiedlich groß sind. Die kleine Stirnfläche wird ständig mit Hochdruck aus einem Hochdruck-Hydraulikspeicher beaufschlagt, der wiederum von einer Hydraulikpumpe gespeist wird. Die große Stirnfläche des Kolbens wird wahlweise ebenfalls mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher oder mit einem Niederdruck-Rücklauf verbunden. Je nachdem ergibt sich eine Kraftresultierende, welche das Gaswechselventil öffnet oder schließt.

[0004] Bei dem bekannten Verfahren kann die Menge an Hydraulikfluid, welches aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher über den Aktuator zum Niederdruck-Rücklauf strömt und zur Betätigung des Aktuators verwendet wird, stark variieren. Auch die von der Hydraulikpumpe in den Hochdruck-Hydraulikspeicher geförderte Fluidmenge kann variieren, bspw. dann, wenn die Hydraulikpumpe direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben wird und dann eine drehzahlabhängige Förderleistung der Hydraulikpumpe vorliegt.

[0005] Um dennoch im Hochdruck-Hydraulikspeicher einen dem Betriebspunkt zugehörigen relativ konstanten Druck erzielen zu können, wird bisher beispielsweise ein Überdruck- oder Druckregelventil vorgesehen, welches bei Überschreiten eines bestimmten Drucks Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher abführt. Auch eine Regelung der Fördermenge durch die Hydraulikpumpe ist bekannt. Dynamische Drucksitzen im Hochdruck-Hydraulikspeicher können ferner bspw. durch ein großes Volumen des Hochdruck-Hydraulikspeichers passiv geglättet werden.

[0006] Die besagten Maßnahmen, mit denen der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher konstant gehalten werden kann, sind jedoch relativ aufwändig und reagieren zum Teil nur träge auf Druckänderungen im Hochdruck-Hydraulikspeicher. Auch ein groß bauender Hochdruck-Hydraulikspeicher zur Glättung von Drucksitzen ist von Nachteil, da üblicherweise im Motorraum bspw. von Kraftfahrzeugen nur wenig Platz zur Verfügung steht. Der gleiche Nachteil ergibt sich auch durch ein Druckregelventil.

[0007] Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher auf einfache Art und Weise konstant gehalten werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass eine Druckkonstanthaltung oder eine Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher dadurch bewirkt wird, dass der Arbeitsraum gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf verbunden wird.

Vorteile der Erfindung

[0009] Die erfindungsgemäße Maßnahme ermöglicht eine direkte Verbindung vom Hochdruck-Hydraulikspeicher zum Niederdruck-Rücklauf, ohne dass zusätzliche Komponenten, wie z. B. ein Druckregelventil, notwendig sind. Um dies zu ermöglichen, wird ausdrücklich ein Betriebszustand zugelassen, in dem der Arbeitsraum gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf der elektrohydraulischen Ventilsteuerung verbunden ist. Ergibt sich, bspw. durch einen Sensor festgestellt, die Notwendigkeit, Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher abzuführen, um den Druck in diesem konstant halten zu können, kann dies erfindungsgemäß auf einfache Art und Weise über den Arbeitsraum zum Niederdruck-Rücklauf erfolgen.

[0010] Da die üblicherweise zum Einsatz kommenden Schaltventile eine kurze Reaktionszeit und ein hochdynamisches Schaltverhalten aufweisen, können auch kurzfristige Schwankungen des Drucks im Hochdruck-Hydraulikspeicher geglättet werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann also einerseits auf ein Druckregelventil verzichtet werden. Ferner kann der Hochdruck-Hydraulikspeicher kleiner bauen. Hierdurch werden Kosten bei der Herstellung der elektrohydraulischen Ventilsteuerung eingespart und die elektrohydraulische Ventilsteuerung erfordert weniger Bauraum.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0012] In einer ersten Weiterbildung heißt es, dass zur Druckkonstanthaltung oder Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher der Arbeitsraum eines Aktuators gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf verbunden

wird, dessen zugehöriges Gaswechselventil gerade geschlossen ist. Diese Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens bietet sich dann besonders an, wenn die Betätigung des Aktuators und ein Öffnen des Gaswechselventils durch eine Beaufschlagung mit dem vollen Hochdruck erfolgt. Im geschlossenen Ruhezustand des Gaswechselventils liegt somit im Arbeitsraum des Aktuators üblicherweise ein Druck an, welcher geringer ist als der volle Hochdruck des Hochdruck-Hydraulikspeichers.

[0013] Bei einer Verbindung des Hochdruck-Hydraulikspeichers über den Arbeitsraum des Aktuators mit dem Niederdruck-Rücklauf herrscht jedoch im Arbeitsraum des Aktuators ein Druck, welcher unterhalb des vollen Drucks im Hochdruck-Hydraulikspeicher liegt. Die geschlossene Ruhestellung des Gaswechselventils wird somit durch diese Verbindung des Arbeitsraum gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf nicht beeinflusst.

[0014] Dabei wird besonders bevorzugt, wenn zur Druckkonstanthaltung oder Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher der Arbeitsraum eines Aktuators gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf verbunden wird, dessen zugehöriges Gaswechselventil gerade aufgrund eines hohen Zylinderinnendrucks nicht öffnen kann. Hierdurch wird ein ungewolltes Öffnen des Gaswechselventils bei einem auf Druckschwankungen im Arbeitsraum "sensibel" reagierenden Aktuator wirkungsvoll verhindert.

[0015] Möglich ist auch, dass der Arbeitsraum eines Aktuators, der von der ersten Stellung in die zweite Stellung bewegt werden soll, unmittelbar vor der Trennung vom Niederdruck-Rücklauf mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher verbunden wird, und/oder der Arbeitsraum eines Aktuators, der von der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegt werden soll, unmittelbar vor der Trennung vom Hochdruck-Hydraulikspeicher mit dem Niederdruck-Rücklauf verbunden wird.

[0016] In diesem Fall wird eine ohnehin beabsichtigte Betätigung des Aktuators dazu genutzt, Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher abzuführen. Dies wird durch eine Verschiebung des Zeitpunkts ermöglicht, zu dem die Verbindung des Arbeitsraumes mit dem Niederdruck-Rücklauf bzw. dem Hochdruck-Hydraulikspeicher erfolgt. Somit kommt es zu einer Überlappung der Zeiträume, in denen der Arbeitsraum mit dem Niederdruck-Rücklauf und dem Hochdruck-Hydraulikspeicher verbunden ist. Dies ermöglicht es, die Druckkonstanthaltung oder den Druckabbau im Hochdruck-Hydraulikspeicher in den normalen Betrieb eines Aktuators zu integrieren.

[0017] Besonders bevorzugt ist jene Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der der Arbeitsraum eines Aktuators dann zeitweise gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf verbunden ist, wenn die Brennkraftmaschine mit geringer Drehzahl betrieben wird. Diese Wei-

terbildung trägt der Tatsache Rechnung, dass bei geringer Drehzahl im Allgemeinen ein geringerer Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher vorteilhaft ist. Da eine derartige gezielte Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher bisher nicht möglich war, musste stattdessen die Ansteuerungsstrategie des Aktuators bei niedrigen Drehzahlen geändert werden. Dies kann bei dem erfindungsgemäß weitergebildeten Verfahren entfallen.

[0018] Bei einer anderen Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Druckkonstanthaltung bzw. Druckabsenkung durch eine gleichzeitige Verbindung des Arbeitsraums eines Aktuators mit dem Niederdruck-Rücklauf und dem Hochdruck-Hydraulikspeicher mit einer Steuerung oder Regelung der Fördermenge durch eine Hydraulikpumpe kombiniert wird. Während durch die besagte Verbindung des Arbeitsraumes sehr rasch und hochdynamisch Einfluss auf den Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher genommen werden kann, ermöglicht die Steuerung oder Regelung der Fördermenge durch die Hydraulikpumpe eine langfristige und quantitativ maßgebliche Anpassung des Drucks im Hochdruck-Hydraulikspeicher.

[0019] Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren dann, wenn der Aktuator zwei Arbeitsräume aufweist, welche durch unterschiedlich große und entgegengesetzt wirkende Druckflächen an einem Kolben voneinander getrennt sind, und der eine Arbeitsraum ständig mit Hochdruck beaufschlagt wird und der andere Arbeitsraum mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher und dem Niederdruck-Rücklauf verbunden werden kann. Mit derartigen Aktuatoren können sehr kurze Schaltzeiten realisiert werden, was die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erleichtert.

[0020] Um Kavitation beim Abströmen des Hydraulikfluids aus dem Arbeitsraum zum Niederdruck-Rücklauf hin zu vermeiden, kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Hydraulikfluid aus dem Arbeitsraum auch in einen Niederdruck-Hydraulikspeicher strömen. Somit wird die Druckdifferenz beim Abströmen des Hydraulikfluids reduziert, was dem Entstehen von Kavitation entgegenwirkt.

[0021] Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogramm, welches zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche programmiert ist

[0022] Die Erfindung betrifft ferner ein Steuer- und Regelgerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, welches zur Anwendung in dem obigen Verfahren geeignet ist.

Zeichnung

[0023] Nachfolgend wird ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer elektrohydraulischen Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine;
- Figur 2 ein Diagramm, in dem der Druckverlauf in einem Hochdruck-Hydraulikspeicher von Fig. 1 über der Zeit dargestellt ist; und
- Figur 3 ein Diagramm, in dem der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher von Fig. 1 über einer Drehzahl der Brennkraftmaschine dargestellt ist.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0024] In Fig. 1 trägt eine elektrohydraulische Ventilsteuerung insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst zunächst ein Reservoir für Hydraulikfluid, welches vorliegend das Bezugszeichen 12 trägt und bei dem es sich um den Ölsumpf der Brennkraftmaschine handeln kann. Aus dem Hydraulikreservoir 12 wird das Hydraulikfluid von einer regelbaren Hochdruck-Hydraulikpumpe 14 in einen Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 gefördert. Eine Hydraulikleitung 18 führt vom Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 über ein Druckregelventil 20 zu einem Magnetventil 22.

[0025] Die Hydraulikleitung 18 führt vom Magnetventil 22 weiter zu einem Aktuator 24. Bei diesem handelt es sich um einen Hydraulikzylinder mit einem doppelt wirkenden Kolben 26. Der Kolben 26 ist in einem Gehäuse 28 geführt. In Fig. 1 oberhalb des Kolbens 26 ist zwischen diesem und dem Gehäuse 28 ein erster Arbeitsraum 30 gebildet. Dieser ist mit dem Magnetventil 22 verbunden. In Fig. 1 unterhalb des Kolbens 26 ist zwischen diesem und dem Gehäuse 28 ein zweiter Arbeitsraum 32 gebildet. Dieser ist über eine Zweigleitung 33 mit jenem Abschnitt der Hydraulikleitung 18 verbunden, welcher zwischen dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 und dem Magnetventil 22 liegt.

[0026] Die in Fig. 1 obere Stirnfläche 34 des Kolbens 26 ist insgesamt größer als die in Fig. 1 untere Stirnfläche 36 des Kolbens 26, welche den zweiten Arbeitsraum 32 begrenzt. Beim Kolben 26 handelt es sich also um einen sog. "Differentialkolben". Der Kolben 26 ist mit einem Gaswechselventil 38 verbunden. Dieses umfasst eine Ventilstange 40 und ein Ventilelement 42. Durch das Ventilelement 42 kann eine Öffnung (ohne Bezugszeichen) eines Brennraums 44 verschlossen oder geöffnet werden. Der Brennraum 44 ist in einem Motorblock 46 einer Brennkraftmaschine (ohne Bezugszeichen) vorhanden.

[0027] Vom ersten Arbeitsraum 30 des Aktuators 24 führt eine Hydraulikleitung 48 über ein zweites Magnetventil 50 zu einem Niederdruck-Hydraulikspeicher 52. Dieser ist wiederum über ein Druckregelventil 54 mit einem Niederdruck-Rücklauf 56 verbunden, der schließlich zum Hydraulikreservoir 12 zurückführt. Vom ersten Arbeitsraum 30 des Aktuators 24 führt noch eine

Hydraulikleitung 58 über ein Druckregelventil 60 zurück zum Hochdruck-Hydraulikspeicher 16.

[0028] Die beiden Magnetventile 22 und 50 werden von Magnetstellern 62 und 64 betätigt und werden jeweils von einer Druckfeder 66 bzw. 68 in ihre Ruhestellung gedrückt. Das erste Magnetventil 22 ist in seiner Ruheschaltstellung 70, in der der Magnetsteller 62 nicht bestromt ist, geschlossen, wohingegen es in der betätigten Schaltstellung 72 geöffnet ist. Das zweite Magnetventil 50 ist dagegen in seiner Ruheschaltstellung 74 geöffnet und in der betätigten Schaltstellung, in der der Magnetsteller 64 bestromt ist, geschlossen. Diese Schaltstellung trägt das Bezugszeichen 76.

[0029] Die elektrohydraulische Ventilsteuerung 10 umfasst auch ein Steuer- und Regelgerät 78. Dieses ist ausgangsseitig mit den Magnetstellern 62 und 64 verbunden. Ferner kann es auch die Hydraulikpumpe 14 ansteuern. Eingangsseitig ist das Steuer- und Regelgerät 78 mit einem Drucksensor 80 verbunden, welcher den Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 erfasst. Ferner ist das Steuer- und Regelgerät 78 mit einem Drehzahlgeber für die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbunden. Dieser Drehzahlgeber trägt das Bezugszeichen 82.

[0030] Die elektrohydraulische Ventilsteuerung 10 wird folgendermaßen betrieben (das hiernach beschriebene Verfahren ist als Computerprogramm auf einem Ferrit-RAM (nicht dargestellt) im Steuer- und Regelgerät 78 abgelegt): Um das Gaswechselventil 38 zu öffnen, muss sich der Kolben 26 in Fig. 1 nach unten bewegen. Dies wird dadurch erreicht, dass aus der Ruhestellung 74 heraus das zweite Magnetventil 50 bestromt und somit geschlossen wird. Die Verbindung zwischen dem ersten Arbeitsraum 30 und dem Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 ist somit unterbrochen.

[0031] Anschließend wird vom Steuer- und Regelgerät 78 der Magnetsteller 62 des ersten Magnetventils 22 bestromt, so dass sich dieses Magnetventil 22 von seiner geschlossenen Ruhestellung 70 in die offene Schaltstellung 72 bewegt. Somit ist der erste Arbeitsraum 30 mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 verbunden. Im ersten Arbeitsraum 30 stellt sich somit im Wesentlichen der auch im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 herrschende Hydraulikdruck ein.

[0032] Da die untere Stirnfläche 36 kleiner ist als die obere Stirnfläche 34 des Kolbens 26, in beiden Arbeitsräumen 30 und 32 des Aktuators 24 nun jedoch der gleiche Druck herrscht, nämlich im Wesentlichen der im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 herrschende Druck, ergibt sich eine resultierende Kraft in Fig. 1 nach unten, so dass sich der Kolben 26 in dieser Richtung bewegt. Hierdurch wird auch die Ventilstange 40 und das Ventilelement 42 in Fig. 1 nach unten bewegt, das Gaswechselventil 38 also geöffnet.

[0033] Soll das Gaswechselventil 38 wieder geschlossen werden, wird zunächst vom Steuer- und Regelgerät 78 das erste Magnetventil 22 stromlos geschaltet, so dass dieses von der offenen Schaltstellung 72

durch die Druckfeder 66 in die geschlossene Schaltstellung 70 gedrückt wird. Die Verbindung zwischen dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 und dem ersten Arbeitsraum 30 ist somit wieder unterbrochen.

[0034] Dann wird das zweite Magnetventil 50 vom Steuer- und Regelgerät 78 stromlos geschaltet, so dass sich dieses aufgrund der Druckfeder 68 von der geschlossenen Schaltstellung 76 in die offene Ruhestellung 74 bewegt. Der erste Arbeitsraum 30 ist nun wieder mit dem Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 verbunden. Somit sinkt der Druck im ersten Arbeitsraum 30, bis sich eine Kraftresultierende einstellt, welche den Kolben 26 wieder nach oben bewegt. Hierdurch schließt das Gaswechselventil 38.

[0035] Wird nun über den Drucksensor 80 dem Steuer- und Regelgerät 78 mitgeteilt, dass der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 höher ist als ein Soll-druck, wird das erste Magnetventil 22 vom Steuer- und Regelgerät 78 in seine offene Schaltstellung 72 gesteuert, wohingegen das zweite Magnetventil 50 in seiner offenen Ruhestellung 74 verbleibt. Dabei wird angenommen, dass sich die Brennkraftmaschine in einem Betriebszustand befindet, in dem das Gaswechselventil 38, welches mit dem Aktuator 24 verbunden ist, geschlossen bleiben soll. Durch die besagte Betätigung des ersten Magnetventils 22 liegt nun eine direkte Verbindung vom Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 über das erste Magnetventil 22, den ersten Arbeitsraum 30 und das zweite Magnetventil 50 zum Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 vor.

[0036] Durch eine entsprechende Auslegung der Hydraulikleitungen 18 und 48 kann erreicht werden, dass in diesem Zustand der Druck im ersten Arbeitsraum 30 nie so hoch wird, dass eine unerwünschte Bewegung des Kolbens 26 induziert wird. Durch die direkte Verbindung vom Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 zum Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 kann Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 direkt zum Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 strömen, ohne dass dies zu einer Betätigung des Aktuators 24 führt. Somit kann gezielt der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 reduziert bzw. konstant gehalten werden.

[0037] Soll zuverlässig verhindert werden, dass das Gaswechselventil 38 während dieses Zustandes öffnen kann, wird die direkte Verbindung zwischen Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 und Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 vorzugsweise dann hergestellt, wenn aufgrund eines im Brennraum 44 herrschenden hohen Druckes das Ventilelement 42 in seine geschlossene Stellung gedrückt wird.

[0038] Das Abströmen von Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 zum Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 wird einfach dadurch beendet, dass vom Steuer- und Regelgerät 78 das erste Magnetventil 22 wieder stromlos geschaltet wird, so dass es in seine geschlossene Ruhestellung 70 zurückkehrt. Im ersten Arbeitsraum 30 stellt sich dann wieder der im Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 herrschende Druck ein.

[0039] Die elektrohydraulische Ventilsteuerung 10 kann jedoch noch auf eine andere Art und Weise betrieben werden, um den Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 konstant zu halten bzw. abzusenken:

[0040] So kann die Verbindung des Hochdruck-Hydraulikspeichers 16 mit dem Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 an eine Betätigung des Aktuators 24 gekoppelt werden. Bei einer Betätigung des Aktuators 24 dahingehend, dass das Gaswechselventil 38 öffnet, kann bspw. unmittelbar vor der Bestromung des Magnetstellers 64 des zweiten Magnetventils 50, wodurch dieses von seiner geöffneten Ruhestellung 74 in die geschlossene Schaltstellung 76 gelangt, bereits das Magnetventil 22 von seiner geschlossenen Ruhestellung 70 in die betätigte und offene Schaltstellung 72 gesteuert werden.

[0041] Somit kommt es, kurz bevor das zweite Magnetventil 50 geschlossen wird, zu einer direkten Verbindung zwischen dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 und dem Niederdruck-Hydraulikspeicher 52, durch den Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 abströmen kann. In gleicher Weise kann dann, wenn das Gaswechselventil 38 wieder geschlossen werden soll, unmittelbar vor der Stromlos-Schaltung des Magnetstellers 62 des ersten Magnetventils 22, wodurch dieses von seiner offenen Schaltstellung 72 wieder in die geschlossene Ruhestellung 70 zurückkehrt, bereits das zweite Magnetventil 50 von seiner geschlossenen Schaltstellung 76 in die geöffnete Ruhestellung 74 gebracht werden.

[0042] Auch hierdurch ergibt sich eine kurzzeitige direkte Verbindung vom Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 zum Niederdruck-Hydraulikspeicher 52 und weiter zum Niederdruck-Rücklauf 56, durch die Hydraulikfluid aus dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 abströmt und somit der Druck in diesem konstant gehalten bzw. abgesenkt werden kann.

[0043] Durch derartige kurzzeitige Betätigungen der Ventile und eine derartige kurzzeitige direkte Verbindung zwischen Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 zum Niederdruck-Rücklauf 56 hin kann der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 konstant gehalten werden, wie aus Fig. 2 hervorgeht. Dabei wird die Menge des abzuführenden Fluids durch die Dauer der direkten Verbindung gesteuert. In dieser Figur ist der Druck ohne eine entsprechende Betätigung der Magnetventile 22 und 50 gestrichelt, jener Druckverlauf, welcher durch eine entsprechende Betätigung der Magnetventile 22 und 50 hergestellt werden kann, in durchgezogener Linie dargestellt.

[0044] Wenn die Brennkraftmaschine mit geringer Drehzahl betrieben wird, wird dies vom Drehzahlgeber 82 erfasst und ein entsprechendes Signal an das Steuer- und Regelgerät 78 abgegeben. Dieses kann dann die Magnetventile 22 und 50 so ansteuern, dass der Druck im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 abgesenkt wird. Typischerweise wird der Betriebsdruck von üblichen 200 bar auf ungefähr 50 bar abgesenkt. Steigt die

Drehzahl wieder an, wird eine direkte Fluidverbindung zwischen dem Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 und dem Niederdruck-Rücklauf vermieden, so dass der Druck aufgrund der andauernden Förderung durch die Hochdruck-Hydraulikpumpe 14 im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 wieder ansteigt. Der Zusammenhang zwischen Drehzahl n der Brennkraftmaschine und Druck P im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 ist in Fig. 3 dargestellt. Die Druckeinstellung im Hochdruck-Hydraulikspeicher 16 kann ggf. durch eine entsprechende Ansteuerung der Hochdruck-Hydraulikpumpe 14 unterstützt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer elektrohydraulischen Ventilsteuerung (10) einer Brennkraftmaschine, mit mindestens einem auf ein Gaswechselventil (38) arbeitenden Aktuator (24) mit mindestens einem Arbeitsraum (30), der zur Betätigung des Aktuators (24) aus einer ersten Stellung in eine zweite Stellung mit einem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) verbunden und von einem Niederdruck-Rücklauf (56) getrennt und der zu einer Betätigung des Aktuators (24) aus der zweiten Stellung in die erste Stellung zurück mit dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden und von dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) getrennt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckkonstanthaltung oder eine Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) dadurch bewirkt wird, dass der Arbeitsraum (30) gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) und dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Druckkonstanthaltung oder Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) der Arbeitsraum (30) eines Aktuators (24) gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) und dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden wird, dessen zugehöriges Gaswechselventil (38) gerade geschlossen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Druckkonstanthaltung oder Druckabsenkung im Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) der Arbeitsraum (30) eines Aktuators (24) gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) und dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden wird, dessen zugehöriges Gaswechselventil (38) gerade aufgrund eines hohen Drucks im Brennraum (44) nicht öffnen kann.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsraum (30) eines Aktuators (24), der von der ersten

Stellung in die zweite Stellung bewegt werden soll, unmittelbar vor der Trennung vom Niederdruck-Rücklauf (56) mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) verbunden wird, und/oder der Arbeitsraum (30) eines Aktuators (24), der von der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegt werden soll, unmittelbar vor der Trennung vom Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) mit dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsraum (30) eines Aktuators (24) dann zeitweise gleichzeitig mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) und dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden ist, wenn die Brennkraftmaschine mit geringer Drehzahl betrieben wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich eine Steuerung oder Regelung der Fördermenge durch die Hydraulikpumpe (14) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuator (24) zwei Arbeitsräume (30, 32) aufweist, welche durch unterschiedlich große und entgegengesetzt wirkende Druckflächen (34, 36) an einem Kolben (26) voneinander getrennt sind, und der eine Arbeitsraum (32) ständig mit Hochdruck beaufschlagt wird und der andere Arbeitsraum (30) mit dem Hochdruck-Hydraulikspeicher (16) und dem Niederdruck-Rücklauf (56) verbunden werden kann.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydraulikfluid aus dem Arbeitsraum (30) in einen Niederdruck-Hydraulikspeicher (52) strömt.
9. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche programmiert ist.
10. Steuer- und Regelgerät (78) zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 programmiert ist.

Claims

1. Method for operating an electrohydraulic valve control system (10) of an internal combustion engine, having at least one actuator (24) which acts on a gas exchange valve (38) and has at least one working space (30) which, to actuate the actuator (24) from a first position into a second position, is con-

connected to a high-pressure hydraulic reservoir (16) and disconnected from a low-pressure return (56), and which, to actuate the actuator (24) from the second position into the first position, is connected back to the low-pressure return (56) and is disconnected from the high-pressure hydraulic reservoir (16), **characterized in that** the pressure is kept constant or lowered in the high-pressure hydraulic reservoir (16) by the working space (30) being simultaneously connected to the high-pressure hydraulic reservoir (16) and the low-pressure return (56).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, to keep the pressure constant or to lower the pressure in the high-pressure hydraulic reservoir (16), the working space (30) of an actuator (24) is simultaneously connected to the high-pressure hydraulic reservoir (16) and the low-pressure return (56) whereof the associated gas exchange valve (38) is currently closed.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that**, to keep the pressure constant or to lower the pressure in the high-pressure hydraulic reservoir (16), the working space (30) of an actuator (24) is simultaneously connected to the high-pressure hydraulic reservoir (16) and the low-pressure return (56) whereof the associated gas exchange valve (38) currently cannot open on account of a high pressure in the combustion chamber (44).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the working space (30) of an actuator (24) which is to be moved from the first position into the second position is connected to the high-pressure hydraulic reservoir (16) immediately before it is disconnected from the low-pressure return (56), and/or the working space (30) of an actuator (24) which is to be moved from the second position into the first position is connected to the low-pressure return (56) immediately before it is disconnected from the high-pressure hydraulic reservoir (16).
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the working space (30) of an actuator (24) is then from time to time connected simultaneously to the high-pressure hydraulic reservoir (16) and the low-pressure return (56) when the internal combustion engine is operating at a low speed.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the delivery quantity is additionally controlled or regulated by the hydraulic pump (14).
7. Method according to one of the preceding claims,

characterized in that the actuator (24) has two working spaces (30, 32), which are separated from one another by pressure surfaces (34, 36) of different sizes and acting in opposite directions at a piston (26), and one working space (32) is constantly exposed to high pressure while the other working space (30) can be connected to the high-pressure hydraulic reservoir (16) and the low-pressure return (56).

8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the hydraulic fluid flows out of the working space (30) into a low-pressure hydraulic reservoir (52).
9. Computer program, **characterized in that** it is programmed for use in a method according to one of the preceding claims.
10. Control and regulating device (78) for operating an internal combustion engine, **characterized in that** it is programmed for use in a method according to one of Claims 1 to 8.

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner une commande de soupape (10) électrohydraulique d'un moteur à combustion interne comportant au moins un actionneur (24) qui agit sur une soupape d'échange de gaz (38) et muni d'au moins une chambre de travail (30), laquelle pour faire passer l'actionneur (24) d'une première position à une deuxième position est reliée à un accumulateur hydraulique à haute pression (16) et est séparée d'un retour à basse pression (56), alors que pour faire passer l'actionneur (24) de la deuxième position à la première position est de nouveau reliée au retour à basse pression (56) et elle est séparée de l'accumulateur hydraulique à haute pression (16), **caractérisé en ce que** la pression est maintenue constante ou est abaissée dans l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) en reliant la chambre de travail (30) en même temps à l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) et au retour à basse pression (56).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pour maintenir la pression constante ou pour abaisser la pression dans l'accumulateur hydraulique à haute pression (16), la chambre de travail (30) d'un actionneur (24) est en même temps reliée à l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) et au retour à basse pression (56) dont la soupape d'échange de gaz (38) correspondante est alors fermée.

3. Procédé selon la revendication 2,
caractérisé en ce que
pour maintenir la pression constante ou pour abaisser la pression dans l'accumulateur hydraulique à haute pression (16), la chambre de travail (30) d'un actionneur (24) est en même temps reliée à l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) et au retour à basse pression (56) dont la soupape d'échange de gaz (38) correspondante ne peut alors s'ouvrir à ce moment parce que la pression est importante dans la chambre de combustion (44). 5
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la chambre de travail (30) d'un actionneur (24) qui doit passer de la première position à la deuxième position est reliée à l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) immédiatement avant d'être séparée du retour à basse pression (56), et/ou la chambre de travail (30) d'un actionneur (24) qui doit passer de la deuxième position à la première position est reliée au retour à basse pression (56) immédiatement avant d'être séparée de l'accumulateur hydraulique à haute pression (16). 10 20 25
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
lorsque le moteur à combustion interne a une faible vitesse de rotation, la chambre de travail (30) d'un actionneur (24) est ensuite reliée temporairement en même temps à l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) et au retour à basse pression (56). 30 35
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la quantité refoulée est en outre commandée ou réglée par une pompe hydraulique (14). 40
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
l'actionneur (24) présente deux chambres de travail (30, 32) séparées l'une de l'autre par des surfaces de pression (34, 36), situées sur un piston (26), dont les dimensions sont différentes et qui agissent en sens opposé, et l'une des chambres de travail (32) est constamment alimentée en haute pression et l'autre chambre de travail (30) peut être reliée à l'accumulateur hydraulique à haute pression (16) et au retour à basse pression (56). 45 50 55
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
- tes,
caractérisé en ce que
le fluide hydraulique s'écoule depuis la chambre de travail (30) dans un accumulateur hydraulique à basse pression (52). 5
9. Programme informatique
caractérisé en ce que
il est programmé pour être utilisé dans un procédé selon l'une des revendications précédentes. 10
10. Appareil de commande et de réglage (78) pour faire fonctionner un moteur à combustion interne,
caractérisé en ce que
il est programmé pour être utilisé dans un procédé selon l'une des revendications 1 à 8. 15

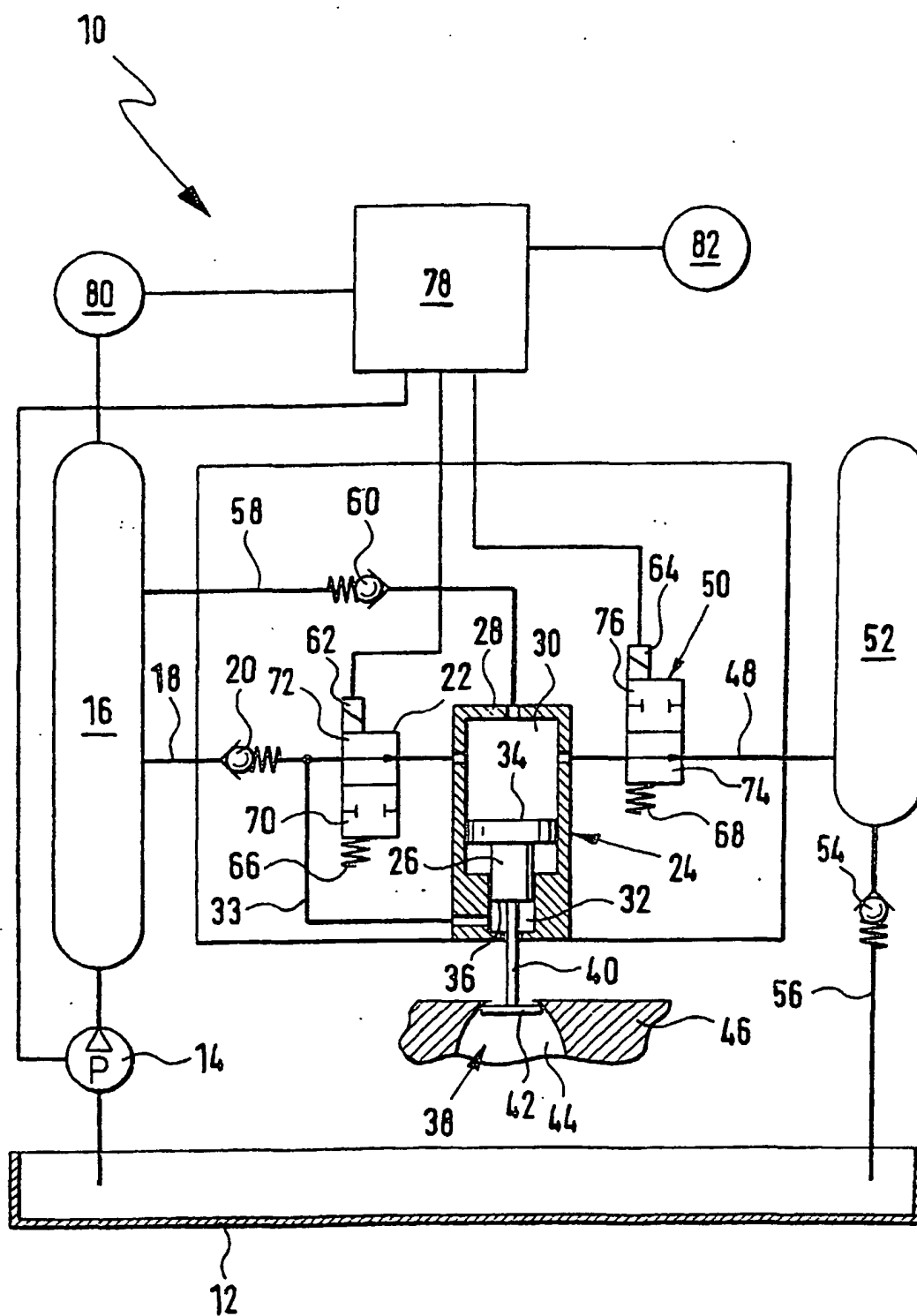


Fig. 1

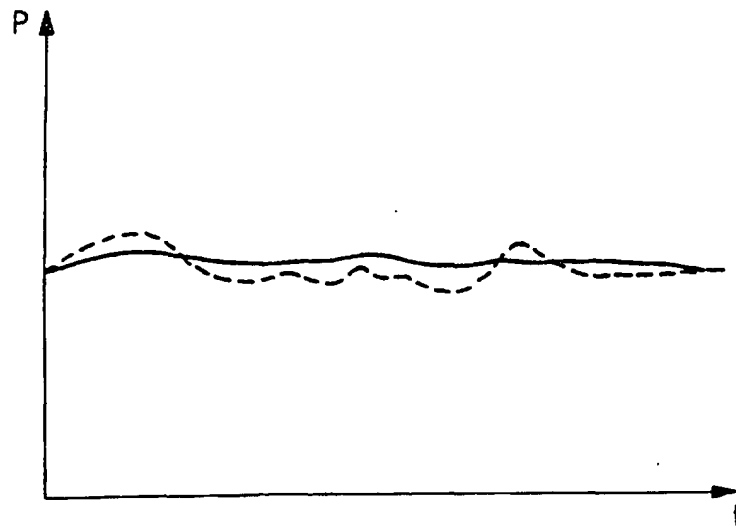


Fig. 2

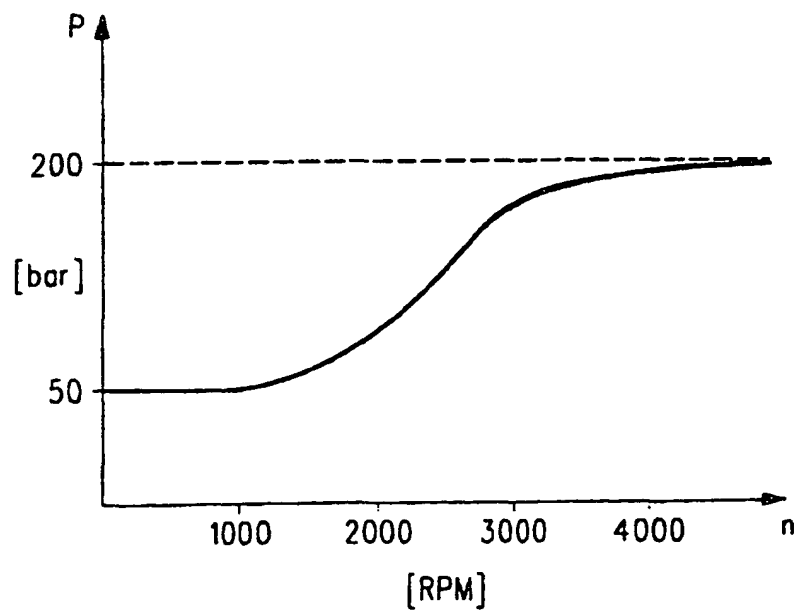


Fig. 3