

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 234 976 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.2006 Patentblatt 2006/25

(51) Int Cl.:
F02M 69/54 ^(2006.01) **F02M 59/46** ^(2006.01)
F16K 31/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01129778.5**

(22) Anmeldetag: **14.12.2001**

(54) **Ventilanordnung zur Druckregelung der Kraftstoffzufuhr bei einer Brennkraftmaschine**

Valve system for regulating the pressure of fuel supply in a combustion engine

Système de soupape de régulation de pression d'alimentation en carburant pour un moteur à combustion

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **17.02.2001 DE 10107618**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.08.2002 Patentblatt 2002/35

(73) Patentinhaber: **Pierburg GmbH**
41460 Neuss (DE)

(72) Erfinder:
• **Buse, Werner**
41564 Kaarst (DE)
• **Denne, Albert**
40667 Meerbusch (DE)

• **Zurke, Janusz**
42277 Wuppertal (DE)

(74) Vertreter: **Ter Smitten, Hans**
Pierburg GmbH,
Patentabteilung,
Alfred-Pierburg Strasse 1
41460 Neuss (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 267 162 **GB-A- 2 158 612**
US-A- 4 971 115 **US-A- 5 275 207**
US-A- 5 570 721 **US-A- 5 626 325**
US-A- 5 676 345 **US-A- 5 947 442**

EP 1 234 976 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einer Ventilanordnung zur Druckregelung der Kraftstoffzufuhr bei einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Kraftstoffeinspritzvorrichtungen mit Ventilanordnungen sind insbesondere bei Motoren mit einer Kraftstoff-Direkteinspritzung bekannt. Derartige Motoren benötigen Einspritzdrücke von ca. 100 bis 120 bar. Dieser Druck wird dabei von Hochdruckpumpen erzeugt, die sehr kavitationsempfindlich sind, d. h. der zugeführte Kraftstoff muß frei von Dampfblasen sein. Im normalen Motorbetrieb genügt dazu ein Vorlaufdruck von ungefähr 4 bar um den Kraftstoff dampfblasenfrei von einer Vorförderpumpe zur Hochdruckpumpe zu fördern. In der Startphase des Motors muß im Leitungssystem jedoch der Vordruck auf ca. 7 bar erhöht werden, um eine Dampfblasenbildung zu unterdrücken und Einspritzdruck bei Motorstart ohne wirksame mechanische Hochdruckpumpe sicher zu stellen. Die erforderliche Druckerhöhung auf 7 bar wird dabei durch eine elektromagnetisch betätigbare Absperrvorrichtung und durch eine davor oder dahinter angeordnete 4 bar - Druckregleinrichtung erreicht. Eine derartige Druckregelung durch ein Druckregelventil ist jedoch auch aus der EP 0 267 162 bekannt. Überschüssiger Kraftstoff wird hinter einer Kraftstoffverteilerleiste über eine Rücklaufleitung zum Kraftstofftank geführt. Die Rücklaufleitung wiederum ist mit der Zulaufleitung der Hochdruckpumpe über eine Kurzschlussleitung verbunden, um auch nicht benötigten Kraftstoff zum Kraftstofftank zurückzuführen.

[0003] Eine derartige Ventilanordnung benötigt relativ viel Bauraum und ist durch den erhöhten Montageaufwand des weiteren auch sehr kostenintensiv.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Abhilfe für die vorstehend geschilderten Probleme zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Auf diese Weise wird eine Ventilanordnung geschaffen, die einfach und kostengünstig herzustellen ist und des weiteren wenig Bauraum sowie einen geringen Montageaufwand benötigt. Sowohl die Druckregelung der Kraftstoffzufuhr als auch die Absperrmöglichkeit wird durch dieses eine Bauteil gewährleistet. In einer ersten Ausführungsform wirkt die Magnetkraft auf den Anker in Schließrichtung des Schließelementes, wobei des weiteren eine Druckfeder, die sich an einem Gehäuseteil abstützt, in Schließrichtung auf den Anker wirkt. Bei dieser Ausführung handelt es sich um eine sogenannte "stromlos offene" Variante. D. h. in stromlosem Zustand wird über die Druckfeder ein niedriges Druckniveau von ca. 4 bar eingestellt. Im bestromten Zustand wird über den Anker eine Magnetkraft auf den Stößel ausgeübt, die sich zusammen mit der Druckfeder auf ein hohes Druckniveau von ca. 7 bar summiert.

[0007] Bei einer zweiten Ausführungsform wirkt die

Magnetkraft auf den Anker gegen die Schließrichtung des Schließelementes, wobei eine erste Druckfeder in Schließrichtung auf den Anker wirkt und eine zweite Druckfeder in Schließrichtung auf den Stößel wirkt und sich beide Druckfedern an Gehäuseteilen abstützen. Auf diese Weise wird eine "stromlos geschlossene" Variante der Ventilanordnung realisiert. Hierbei summieren sich die Federkräfte der zwei Druckfedern im stromlosen Zustand auf ca. 7 bar. In bestromten Zustand wirkt die Magnetkraft gegen die erste Druckfeder, so daß lediglich die zweite Druckfeder mit einem Druckniveau von ca. 4 bar in Schließrichtung auf den Stößel wirkt.

[0008] Das Gehäuse kann einen in Schließrichtung bewegbaren Ankern Kern aufweisen, an dem sich die auf den Anker wirkende Druckfeder abstützt, wodurch sich das Druckniveau des Ankers auf einfache Weise einstellen läßt. Als besonders vorteilhaft hat es sich weiterhin erwiesen, daß der elektromagnetische Antrieb ein Proportional-Magnetsystem aufweist, wobei der Ankern eine elliptische Außenkontur besitzt. Der eingedrückte Ankern ist somit an der berührenden Magnetflußübergangsstelle nicht exakt kreisrund wodurch sich innerhalb einer 90° Drehung ein Minimum und ein Maximum der Magnetkraft ergibt, was wiederum eine Krafteinstellung ermöglicht.

[0009] Ein Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend beschrieben, hierin zeigt:

- Figur 1 eine schematische Ansicht des Kraftstoffflusses bei einer Brennkraftmaschine,
- Figur 2 ein Querschnitt einer bekannten Ventilanordnung, und
- Figur 3 ein Querschnitt der erfindungsgemäßen Ventilanordnung.

[0010] Figur 1 zeigt in schematischer Form den Kraftstofffluß bei einer weiter nicht dargestellten Brennkraftmaschine, wobei eine Druckregelung der Kraftstoffzufuhr durch eine Ventilanordnung 1 gemäß dem Stand der Technik stattfindet. Dabei wird der Kraftstoff aus einem Kraftstofftank 2 mittels einer Vorförderpumpe 3 zu einer Hochdruckpumpe 4 geleitet, die den Kraftstoff mit einem Druck von ungefähr 100 bis 120 bar einer Kraftstoffverteilerleiste 5 zuführt, wobei ein hinter der Verteilerleiste angeordneter Druckregler 6 überschüssigen Kraftstoff auf einen Druck von bis zu 4 bar abregelt. Dieser überschüssige Kraftstoff wird dann direkt oder in Verbindung mit dem in der Kurzschlußleitung 7 vorhandenen Kraftstoff zur Ventilanordnung 1 geführt. Im herkömmlichen Fall besteht die Ventilanordnung 1 aus einem Druckregelventil 8 und einem Absperrventil 9. Vom Absperrventil 9 aus wird Kraftstoff wieder zurück in den Kraftstofftank 2 geführt.

[0011] Der dargestellte Kraftstoffkreislauf funktioniert nun wie folgt:

[0012] In der Startphase des Motors ist das Absperrventil 9 geschlossen, so daß das Druckregelventil 8 das

ab einer Druckzahl von ca. 4 bar öffnet außer Betrieb gesetzt wird. Die Vorförderpumpe 3 fördert damit Kraftstoff mit einem Druck von ca. 7 bar, wobei im vorliegenden Fall ein Druckregler 10 im Kraftstofftank angeordnet ist, der bei einem Druck von mehr als 7 bar öffnet. Auf diese Weise wird während der Startphase Kraftstoff dampfblasenfrei zur Hochdruckpumpe 4 gefördert, die Einspritzdrücke von ca. 100 bis 120 bar realisiert und den Kraftstoff zur Verteilerleiste 5 führt. Während der normalen Betriebsphase wird das Absperrventil 9 mittels einem elektromagnetischen Antrieb geöffnet, so daß nun ein Druck im Kraftstoffkreislauf von ca. 4 bar durch das Druckregelventil 8 realisiert wird. Dabei kann Kraftstoff vor der Hochdruckpumpe 4 oder nach dem Druckregelventil 6 zur Ventilanordnung 1 und von da aus in den Kraftstofftank 2 zurückgeführt werden.

[0013] Figur 2 zeigt nun eine Ventilanordnung 1. Diese Ventilanordnung 1 besitzt ein Einlaßanschlußstück 11 und ein Auslaßanschlußstück 12, die über ein Verbindungskanal 13 fluidisch miteinander verbunden sind. Der Verbindungskanal kann dabei durch ein Schließelement 14 geöffnet oder geschlossen werden. Das Schließelement 14 ist auf bekannte Weise auf einem Stößel 15 angeordnet der durch einen elektromagnetischen Antrieb 16 betätigt wird und in einer Führungsbuchse 20 gelagert ist.

[0014] Der elektromagnetische Antrieb 16 besteht dabei auf bekannte Weise aus einem Spulenkörper 17, der mit einem elektromagnetischen Rückschluß zusammenwirkt, wobei beide Teile in einem Gehäuse 19 aus Spritzguß angeordnet sind. Des weiteren ist in einer weiteren Führungsbuchse 20 ein Anker 21 in Längsrichtung verschiebbar gelagert. Eine Druckfeder 22 wirkt in Schließrichtung des Schließelementes 14 auf den Anker 21. Die Druckfeder 22 stützt sich dabei auf einen im Gehäuse 19 verschiebbar angeordneten Ankerkern 23 ab. Auf diese Weise kann durch den verschiebbaren Ankerkern 23 zum einen die Federkraft eingestellt werden und zum anderen, wenn der Ankerkern 23 eine elliptische Außenkontur aufweist, die Magnetkraft. Über den Stecker 24 wird die Stromversorgung des elektromagnetischen Antriebes gewährleistet.

[0015] Die als stromlos offen ausgelegte Ventilanordnung 1 in Figur 2 funktioniert dabei wie folgt:

[0016] In der Betriebsphase des Motors wird der elektromagnetische Antrieb 16 nicht mit Strom versorgt. Es wird dementsprechend keine Magnetkraft auf den Anker 21 ausgeübt. Die Ventilanordnung 1 ist im "stromlos offenen" Zustand. Dabei besitzt die Druckfeder 22 ein niedriges Druckniveau von ungefähr 4 bar. Wird im Kraftstoffkreislauf nun ein Systemdruck erreicht der größer ist als 4 bar öffnet das Schließelement 14 entgegen der Druckfeder 22 und Kraftstoff kann in den Kraftstofftank 2 zurückgeführt werden. Im bestromten Zustand wird der Anker 21 durch die Magnetkraft und die Federkraft gegen den Stößel 15 gedrückt. Dabei kann die Magnetkraft so eingestellt werden, daß ein Druckniveau von ca. 7 bar erreicht wird. Die Ventilanordnung 1 öffnet lediglich bei

einem Druckniveau im Kraftstoffkreislauf, das höher ist als 7 bar. Die Einstellung der Magnetkraft erfolgt hierbei, wie bereits beschrieben, über die Drehung des Ankerkerns 23.

[0017] Figur 3 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Ausführungsform der Ventilanordnung 1. Gleiche Teile mit gleichen Funktionen haben hierbei das gleiche Bezugszeichen erhalten. Diese Ventilanordnung 1 weist zwei Einlaßanschlußstücke 25 und 26 sowie zwei Auslaßanschlußstücke 27 und 28 auf. Dabei ist die Ventilanordnung 1 über das Einlaßanschlußstück 25 direkt mit der Vorförderpumpe 3 verbunden und über das Auslaßanschlußstück 27 wird der Kraftstoff zur Hochdruckpumpe 4 geleitet. Das zweite Einlaßanschlußstück 26 ist mit dem Druckregler 6 verbunden und führt überschüssigen Kraftstoff über das Auslaßanschlußstück 28 in den Kraftstofftank 2 zurück. Der Verbindungskanal 13 übernimmt im vorliegenden Fall gleichzeitig die Funktion der in Figur 1 dargestellten Kurzschlußleitung 7.

[0018] Die Ventilanordnung 1 gemäß Figur 3 ist im Gegensatz zur Ventilanordnung 1 aus Figur 2 "stromlos geschlossen" geschaltet. D. h. das im stromlosen Zustand das maximale Druckniveau von ca. 7 bar durch die Schließkraft, die auf das Schließelement 14 wirkt, erreicht wird. Hierzu besitzt die vorliegende Ventilanordnung 1 eine erste Druckfeder 29, die in Schließrichtung auf den Anker 21 wirkt und eine zweite Druckfeder 30, die in Schließrichtung auf den Stößel 15 wirkt. Beide Druckfedern 29 und 30 stützen sich an Gehäuseteilen ab und summieren sich zur maximalen Federkraft, die einem Druckniveau von ca. 7 bar entspricht. In der Startphase ist diese Ventilanordnung 1 also stromlos geschaltet, so daß der Kraftstoff mit 7 bar zur Hochdruckpumpe 4 gefördert wird. Bei Überschreitung des Druckniveaus von 7 bar öffnet das Schließelement 14 und gibt so die Kurzschlußleitung 7 über den Verbindungskanal 13 frei, so daß Kraftstoff zurück in den Kraftstofftank 2 geführt werden kann. In der Betriebsphase der Brennkraftmaschine wird die Ventilanordnung 1 bestromt und die Magnetkraft bewegt den Anker 21 gegen die Druckfeder 29, so daß lediglich noch die Druckfeder 30 mit einem Druckniveau von 4 bar auf den Stößel 15 wirkt, so daß das Ventil bei einem Druckniveau, das größer ist als 4 bar öffnet und Kraftstoff durch das Anschlußstück 28 zum Kraftstofftank 2 zurückgeführt werden kann.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit einer Ventilanordnung (1) zur Druckregelung der Kraftstoffzufuhr bei einer Brennkraftmaschine mit zumindest einer Druckregeleinrichtung und einer durch einen elektromagnetischen Antrieb (17) betätigbaren Absperrreinrichtung, wobei ein Gehäuse vorgesehen ist mit zumindest einem Einlassanschlussstück und zumindest einem Auslassanschlussstück, die über einen Verbindungskanal (13) fluidisch miteinander ver-

bunden sind, wobei der elektromagnetische Antrieb (17) mittels eines Ankers (21) auf einen Stößel (15) mit einem Schließelement (14) wirkt, das den Verbindungskanal (13) öffnet oder schließt, und mit zumindest einem Druckfederelement (29), das direkt oder indirekt in Schließrichtung auf das Schließelement wirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse zwei Einlassanschlussstücke (25, 26) und zwei Auslassanschlussstücke (27, 28) aufweist, wobei das erste Einlassanschlussstück (25) direkt mit einer Vorförderpumpe (3) verbunden ist, um Kraftstoff über das erste Auslassanschlussstück (27) zu einer Hochdruckpumpe (4) und einer Kraftstoffverteilerleiste (5) zu leiten und wobei das zweite Einlassanschlussstück (26) Kraftstoff von einem hinter der Kraftstoffverteilerleiste angeordneten Druckregler (6) über das zweite Auslassanschlussstück (28) zum Kraftstofftank (2) zurückführt und wobei der Verbindungskanal (13) die Funktion einer Kurzschlussleitung (7) übernimmt um bei Überschreitung eines vorbestimmten Druckniveaus am Schließelement (14) Kraftstoff über das zweite Auslassanschlussstück (28) zum Kraftstofftank (2) zurückzuführen.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnetkraft auf den Anker in Schließrichtung des Schließelementes wirkt, wobei desweiteren eine Druckfeder, die sich an einem Gehäuseteil abstützt, in Schließrichtung auf den Anker wirkt.
3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnetkraft auf den Anker gegen die Schließrichtung des Schließelementes wirkt, wobei eine erste Druckfeder in Schließrichtung auf den Anker wirkt und eine zweite Druckfeder in Schließrichtung auf den Stößel wirkt und sich beide Druckfedern an Gehäuseteilen abstützen.
4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gehäuse einen in Schließrichtung bewegbaren Ankerkern aufweist, an dem sich die auf den Anker wirkende Druckfeder abstützt.
5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektromagnetische Antrieb ein Proportional-Magnetsystem aufweist wobei der Ankerkern eine elliptische Außenkontur besitzt.

Claims

1. Fuel injection device with a valve system (1) for regulating the pressure of the fuel supply in a combustion engine with at least one pressure regulating de-

vice and a shut-off device which may be actuated by an electromagnetic drive (17), a housing being provided with at least one inlet connection and at least one outlet connection which are fluidically connected to one another via a connection channel (13), the electromagnetic drive (17) acting by means of an armature (21) on a tappet (15) with a closing element (14) which opens or closes the connection channel (13) and with at least one compression spring element (29) which acts directly or indirectly on the closing element in the closing direction, **characterised in that** the housing comprises two inlet connections (25, 26) and two outlet connections (27, 28), the first inlet connection (25) being directly connected to a pre-delivery pump (3) in order to convey fuel to a high pressure pump (4) and a common rail (5) via the first outlet connection (27) and the second inlet connection (26) returning fuel to the fuel tank (2) from a pressure regulator (6) arranged downstream of the common rail via the second outlet connection (28) and the connection channel (13) adopting the function of a bypass line (7) in order to return fuel to the fuel tank (2) via the second outlet connection (28) when a predetermined pressure level on the closing element (14) is exceeded.

2. Fuel injection device according to claim 1, **characterised in that** the magnetic force acts on the armature in the closing direction of the closing element, a compression spring which is supported on a housing part, moreover, acting on the armature in the closing direction.
3. Fuel injection device according to claim 1, **characterised in that** the magnetic force acts on the armature, counter to the closing direction of the closing element, a first compression spring acting on the armature in the closing direction and a second compression spring acting on the tappet in the closing direction and the two compression springs being supported on housing parts.
4. Fuel injection device according to either claim 2 or 3, **characterised in that** the housing comprises an armature core movable in the closing direction, on which the compression spring acting on the armature is supported.
5. Fuel injection device according to claim 4, **characterised in that** the electromagnetic drive comprises a proportional magnet system, the armature core having an elliptical outer contour.

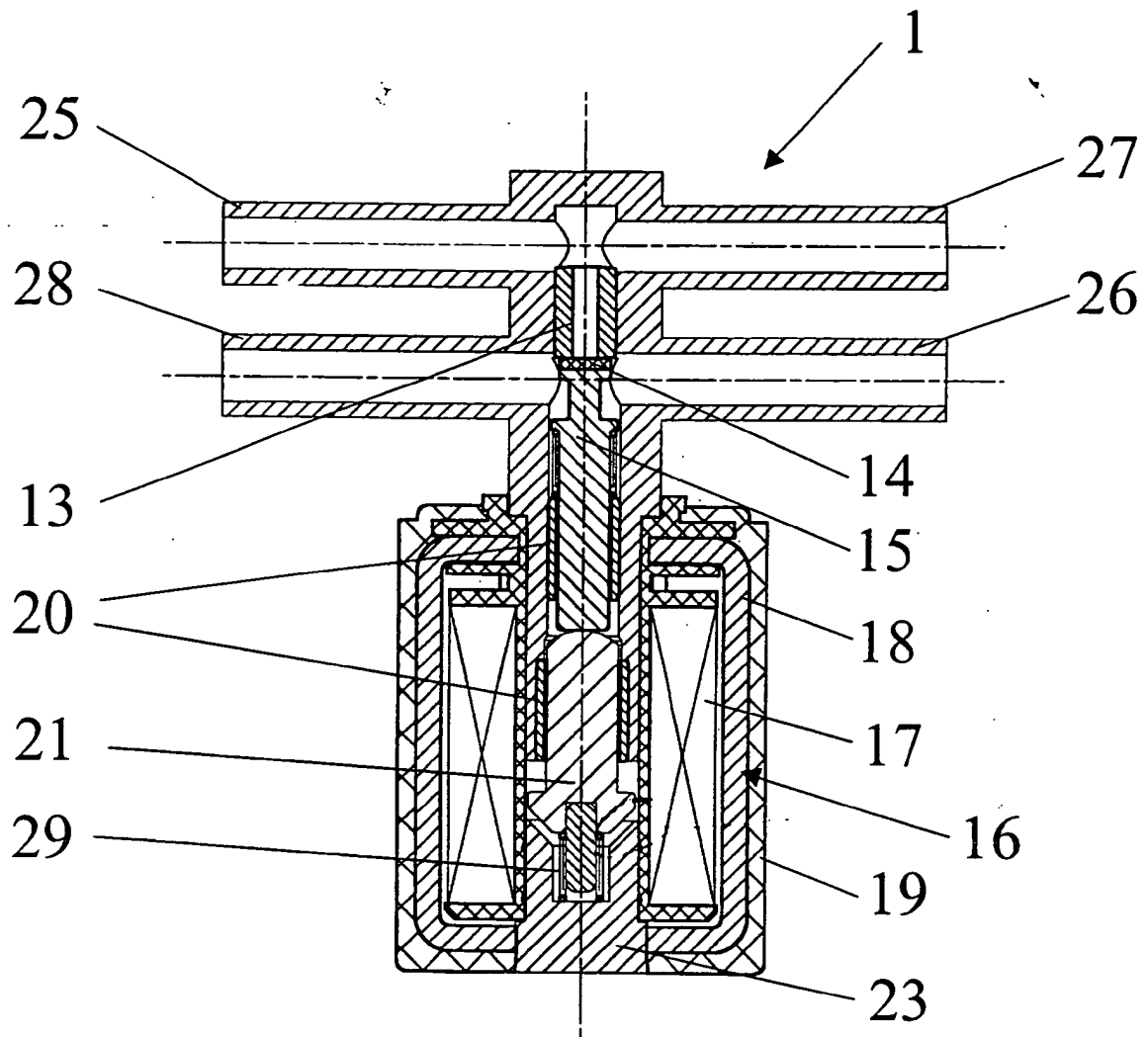
Revendications

1. Dispositif d'injection de carburant comportant un système de soupape (1) destiné à la régulation de

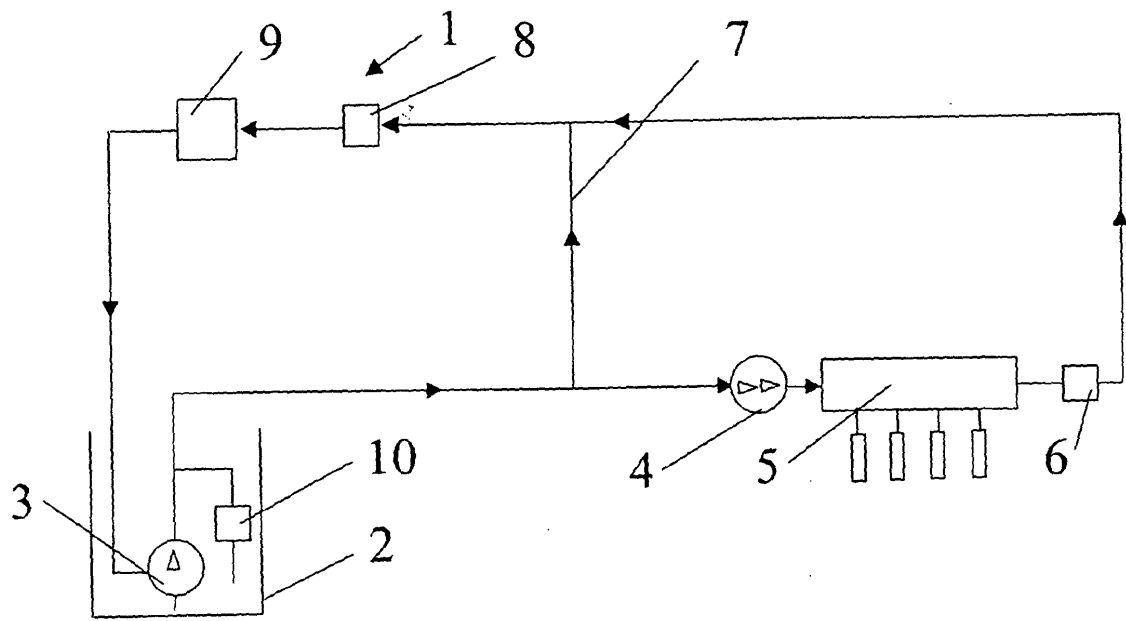
pression de l'alimentation en carburant sur un moteur à combustion, comportant au moins un dispositif de régulation de pression et un dispositif de blocage pouvant être entraîné par un entraînement électromagnétique (17), dans lequel un carter est prévu comportant au moins un raccord d'entrée et au moins un raccord de sortie qui sont reliés l'un avec l'autre de manière fluïdique par l'intermédiaire d'un canal de liaison (13), dans lequel l'entraînement électromagnétique (17) agit au moyen d'un induit (21) sur un poussoir (15) comportant un élément obturateur (14) qui ouvre ou ferme le canal de liaison (13), et comportant au moins un élément de ressort de pression (29) qui agit directement ou indirectement sur l'élément obturateur dans le sens de fermeture, **caractérisé en ce que** le carter comporte deux raccords d'entrée (25, 26) et deux raccords de sortie (27, 28), le premier raccord d'entrée (25) étant relié directement à une pompe de pré-alimentation (3), afin d'acheminer du carburant par l'intermédiaire du premier raccord de sortie (27) vers une pompe à haute pression (4) et une rampe de distribution de carburant (5) et le premier raccord d'entrée (26) renvoyant du carburant d'un régulateur de pression (6) disposé en aval de la rampe de distribution de carburant, vers le réservoir de carburant (2) par l'intermédiaire du deuxième raccord de sortie (28) et le canal de liaison (13) assurant la fonction d'une conduite en dérivation (7) afin de renvoyer du carburant vers le réservoir de carburant (2) par l'intermédiaire du deuxième raccord de sortie (28) lors du dépassement d'un niveau de pression prédéfini à l'élément obturateur (14).

2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force magnétique agit sur l'induit dans le sens de fermeture de l'élément obturateur, un ressort de pression, qui s'appuie sur une partie de carter, agissant en outre sur l'induit dans le sens de fermeture.
3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force magnétique agit sur l'induit dans le sens de fermeture de l'élément obturateur, un premier ressort de pression agissant sur l'induit dans le sens de fermeture et un deuxième ressort de pression agissant sur le poussoir dans le sens de fermeture et les deux ressorts de pression prenant appui sur les parties de carter.
4. Dispositif d'injection de carburant selon l'une des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le carter comporte un noyau d'induit mobile dans le sens de fermeture, sur lequel prend appui le ressort de pression agissant sur l'induit.
5. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'entraînement élec-

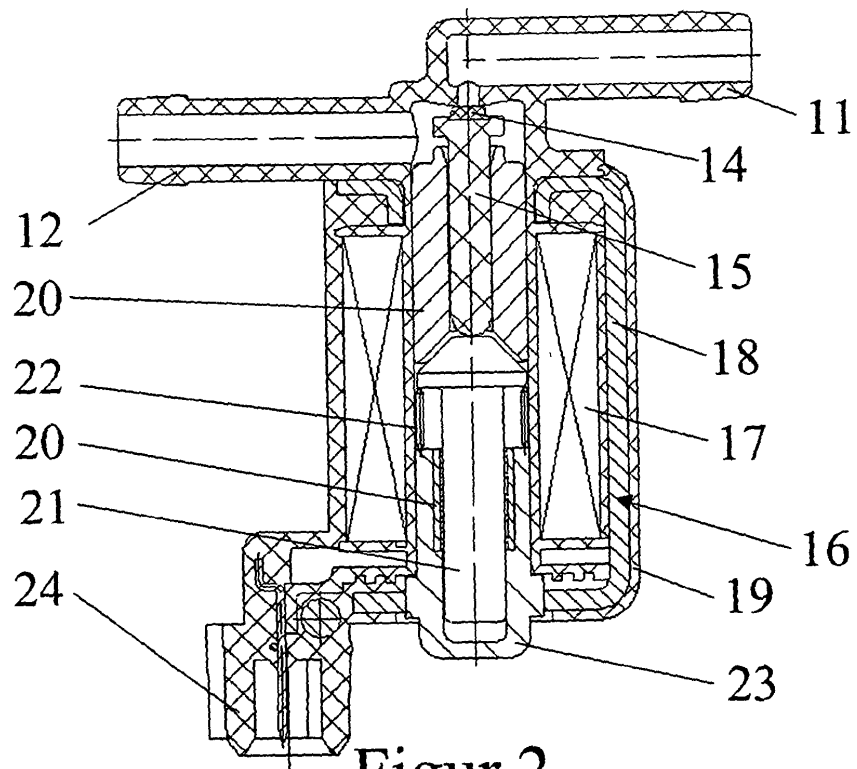
tromagnétique présente un système d'aimant proportionnel, le noyau d'induit possédant un contour extérieur elliptique.



Figur 3



Figur 1



Figur 2