



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 986 703 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.10.2002 Patentblatt 2002/40

(51) Int Cl.7: **F02D 41/20**, F01L 9/04,
H03K 17/04

(21) Anmeldenummer: **98933511.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/01318

(22) Anmeldetag: **12.05.1998**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/055748 (10.12.1998 Gazette 1998/49)

(54) **EINRICHTUNG ZUM STEUERN EINES ELEKTROMECHANISCHEN STELLGERÄTS**
DEVICE FOR CONTROLLING AN ELECTROMECHANICAL SETTING DEVICE
DISPOSITIF POUR LA COMMANDE D'UN APPAREIL DE REGLAGE ELECTROMECHANIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

(30) Priorität: **06.06.1997 DE 19723931**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.03.2000 Patentblatt 2000/12

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **HOFFMANN, Christian**
D-93057 Regensburg (DE)
• **WIMMER, Richard**
D-94431 Parnkofen (DE)
• **KOCH, Achim**
D-93105 Tegernheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 309 755 **EP-A1- 0 356 713**
EP-A1- 0 669 457 **EP-A2- 0 067 936**
WO-A1-90/14716

EP 0 986 703 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 Einrichtung zum Steuern eines elektromechanischen Stellgeräts gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs. Sie betrifft insbesondere ein Stellgerät zum Steuern einer Brennkraftmaschine.

[0002] Ein bekanntes Stellgerät (EP 0 400 389 A2) hat ein Stellglied und einen Stellantrieb. Der Stellantrieb umfaßt einen Elektromagneten mit einem Kern und einer Spule. Der Elektromagnet ist in einem Gehäuse angeordnet. Eine Ankerplatte ist beweglich zu dem ersten Elektromagneten angeordnet und ist durch eine Feder in eine vorgegebene Ruheposition vorgespannt. Um die Ankerplatte aus ihrer Ruheposition in Anlage mit dem ersten Elektromagneten zu bringen, wird die Spule mit einem Anzugsstrom erregt. Der Anzugsstrom bewirkt eine elektromagnetische Kraft, die die Ankerplatte gegen eine durch die Feder bewirkte Kraft an den Elektromagneten zieht. Dem Stellgerät ist ein Zweipunktregler mit Hysterese zugeordnet, dessen Regelgröße der Strom durch die Spule ist und dessen Stellgröße ein pulsformiges Spannungssignal ist, das an der Spule angelegt wird.

[0003] Aus der EP 0 669 457 A1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung bekannt, bei der ein Magnetventil vorgesehen ist, bei dem die Ventilankerplatte durch einen Regelkreis betätigt wird, wobei der Regelkreis die Spannung an der Spule einstellt. Hierbei wird als Regelgröße der Ist-Wert des Stroms mit einem Sollwert bzw. mehreren Sollwerten verglichen und zur Regelung eingesetzt. Zusätzlich wird die Stromversorgung in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung getaktet.

[0004] Weiterhin ist aus der EP 0 067 936 A2 ein Zweipunkt-Regler für einen Elektromagneten eines Druckerhammers bekannt, dessen Schaltschwellen abhängig sind von der Versorgungsspannung. Der Sollwert des Reglers ist dabei abhängig von der Versorgungsspannung.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zum Steuern eines elektromechanischen Stellgeräts zu schaffen, die einfach ist und ein genaues, insbesondere zeitgenaues, Steuern des Stellgeräts gewährleistet.

[0006] Die Erfindung wird durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Die Lösung zeichnet sich dadurch aus, daß ein Pulsbreitenmodulator vorgesehen ist, der die Stellgröße abhängig von der Versorgungsspannung moduliert. So ist eine konstante Schaltdauer unabhängig von Schwankungen der Versorgungsspannung gewährleistet. Die Schaltdauer ist definiert als die Zeitdauer, die benötigt wird um die Ankerplatte von einer vorgegebenen Ruheposition entgegen einer durch die Feder bewirkte Federkraft zur Anlage mit dem Elektromagneten zu bringen. Die konstante Schaltdauer ist ein gewichtiger Vorteil, da die Versorgungsspannung, insbesondere bei einem Kraftfahrzeug, größeren Schwankungen unterliegt. Ein weiterer

Vorteil ist, daß auf einen teuren und aufwendigen Spannungsregler verzichtet werden kann, da der Stromverlauf in der Einschaltphase des Reglers, also vor Erreichen des Regelbereichs des Reglers, im zeitlichen Mittel unabhängig von der Versorgungsspannung immer gleich ist, obwohl nur eine Steuerung durch den Regler erfolgt.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Stellglied als Gaswechselventil ausgebildet und das Stellgerät in einer Brennkraftmaschine angeordnet. So sind kontante Schaltdauern des Gaswechselventils unabhängig von der Versorgungsspannung und damit ein verbrauchsarmer und emissionsarmer Betrieb der Brennkraftmaschine gewährleistet.

[0008] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0009] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Anordnung eines Stellgeräts mit einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung zum Steuern des Stellgeräts in einer Brennkraftmaschine,

Figur 2 Signalverläufe, aufgetragen über die Zeit t ,

Figur 3 eine weitere Anordnung einer bevorzugten Ausführungsform des Stellgeräts mit einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung zum Steuern des Stellgeräts.

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0010] Ein Stellgerät 1 (Figur 1) umfaßt einen Stellantrieb 11 und ein Stellglied, das beispielsweise als ein Gaswechselventil ausgebildet ist und einen Schaft 121 und einen Teller 122 hat. Der Stellantrieb 11 hat ein Gehäuse 111, in dem ein erste Elektromagnet angeordnet ist. Der erste Elektromagnet hat einen ersten Kern 112. In einer ringförmigen Nut des ersten Kerns 112 ist eine erste Spule 113 eingebettet. Der erste Kern 112 hat eine Ausnehmung 114a, die als Führung des Schafts 121 dient. Eine Ankerplatte 115 ist in dem Gehäuse 111 beweglich zu dem ersten Kern 112 angeordnet. Eine erste Feder 116a spannt die Ankerplatte in eine vorgegebene Ruheposition R vor.

[0011] Das Stellgerät 1 ist mit einem Zylinderkopf 21 starr verbunden. Dem Zylinderkopf 21 ist ein Ansaugkanal 22 und ein Zylinder 23 mit einem Kolben 24 zugeordnet. Der Kolben 24 ist über eine Pleuelstange 25 mit einer Pleuellwelle 26 gekoppelt.

[0012] Eine Steuereinrichtung 4 ist vorgesehen, die Signale von Sensoren erfaßt und Stellsignale für den Stellantrieb 11 erzeugt. Die Sensoren sind vorzugsweise als ein Positionsgeber 5, der eine Position X der Ankerplatte 115 erfaßt, als ein erster Strommesser 7a, der den Istwert I AV1 des Stroms durch die erste Spule 113

erfaßt, als ein Drehzahlgeber 27, der die Drehzahl N der Kurbelwelle 26 erfaßt, oder als ein Lasterfassungssensor 28, der vorzugsweise ein Luftmassenmesser oder ein Drucksensor ist, ausgebildet. Neben den erwähnten Sensoren können auch weitere Sensoren vorhanden sein.

[0013] Eine Spannungsquelle 8 ist vorgesehen, die vorzugsweise als Generator, als Batterie oder als eine Parallelschaltung des Generators und der Batterie ausgebildet ist und die eine Versorgungsspannung erzeugt. Die Steuereinrichtung 4 umfaßt einen Regler, der vorzugsweise als ein Zweipunktregler 41 mit Hysterese ausgebildet ist, dessen Regelgröße der Strom durch die Spule 113 ist und dessen Stellgröße eine Spannung ist, die an der Spule 113 angelegt wird. Die Stellgröße, die im zeitlichen Verlauf ein Spannungssignal ist, wird von einem Pulsbreitenmodulator 42 abhängig von der Versorgungsspannung moduliert. Das modulierte Spannungssignal wird dann einem Treiber 7a zugeführt, der es verstärkt und der ersten Spule 113 zuführt.

[0014] In Figur 2 sind Signalverläufe aufgetragen über die Zeit t. Figur 2a zeigt den zeitlichen Verlauf des Trägersignals S_T des Pulsbreitenmodulators 42. Das Trägersignal S_T ist eine Impulsfolge mit einer Periodendauer T_T und einer Pulsbreite T_P , die abhängt von der Versorgungsspannung. Hat die Versorgungsspannung den Maximalwert U_{Max} , so hat die Pulsbreite T_P einen minimalen Wert (z.B. $0,8 \cdot T_T$). Hat die Versorgungsspannung hingegen den Minimalwert U_{Min} der Versorgungsspannung, so hat die Pulsbreite T_P einen maximalen Wert (z.B. $T_P = T_T$). Hat die Versorgungsspannung einen Wert zwischen dem Maximalwert U_{MAX} und dem Minimalwert U_{MIN} , so ist der Wert der Pulsbreite T_P zwischen dem minimalen und dem maximalen Wert.

[0015] Figur 2 b zeigt den zeitlichen Verlauf des modulierten und verstärkten Spannungssignals U1 Figur 2 c zeigt den zugehörigen Verlauf des Istwertes I_{AV} des Stroms durch die erste Spule 113. Figur 2d zeigt den zeitlichen Verlauf der Position X der Ankerplatte 115.

[0016] Von einem Zeitpunkt t_1 bis t_6 ist der Sollwert des Stroms durch die erste Spule 113 ein vorgegebener Fangstrom I_F . Zum Zeitpunkt t_{5a} kommt die Ankerplatte 115 zur Anlage mit dem ersten Kern 112. Von dem Zeitpunkt t_6 bis t_7 ist dann der Sollwert des Stroms durch die erste Spule 113 ein vorgegebener Haltestrom I_H . Der Zweipunktregler 41 mit Hysterese gibt demnach vom Zeitpunkt t_1 bis zum Zeitpunkt t_5 als Spannungssignal einen Spannungspuls vor, der mit dem Trägersignal S_T moduliert wird und dann von dem Treiber 7a verstärkt wird, so daß sich der in Figur 2b dargestellte Verlauf vom Zeitpunkt t_1 bis t_5 ergibt. Die Spule 113 wird mit dem verstärkten und modulierten Spannungssignal U1 beaufschlagt. In Figur 2c ist der daraus resultierende Istwert I_{AV} des Stroms deutlich erkennbar. Der Istwert I_{AV} des Stroms schwingt von einem Zeitpunkt t_1 bis zu einem Zeitpunkt t_5 um den zeitlichen Verlauf (gepunktete Kurve), wie er sich ergibt, wenn die Versorgungs-

spannung den Minimalwert U_{Min} aufweist.

[0017] Zum Zeitpunkt t_{5a} kommt die Ankerplatte 115 zur Anlage mit dem ersten Kern 112. Von dem Zeitpunkt t_6 bis zu dem Zeitpunkt t_7 ist der Sollwert I_{SP1} des Stroms durch die Spule der Haltestrom I_H . Der Zeitpunkt t_6 ist vorzugsweise so gewählt, daß er möglichst nahe bei dem Zeitpunkt t_{5a} liegt. Das Auftreffen der Ankerplatte 115 wird vorzugsweise durch ein Auswerten der Position X ermittelt. In einer einfachen Ausführungsform kann der zeitliche Abstand zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_6 auch ein experimentell bestimmter fest vorgegebener Wert sein.

[0018] Zu einem Zeitpunkt t_8 wechselt der Sollwert des Stroms durch die erste Spule 113 von null auf den Fangstrom I_F . Von dem Zeitpunkt t_8 bis zu einem Zeitpunkt t_{12} hat die Versorgungsspannung den Minimalwert U_{Min} . Die Pulsbreite T_P des Trägersignals S_T ist demnach gleich der Periodendauer T_T . Das Trägersignal S_T hat demnach vom Zeitpunkt t_8 bis zu dem Zeitpunkt t_{12} einen konstanten Wert. Der der zeitliche Verlauf des modulierten und verstärkten Spannungssignals U_1 entspricht vom Zeitpunkt t_8 bis zum Zeitpunkt t_{12} bis auf die durch die Verstärkung bewirkte Änderung der Amplitude dem Spannungssignal, also dem zeitlichen Verlauf der Stellgröße des Zweipunktreglers 41. Zu dem Zeitpunkt kommt die Ankerplatte 115 zur Anlage mit dem ersten Kern 112. Von dem Zeitpunkt t_{10a} bis zu dem Zeitpunkt t_{12} ist der Sollwert I_{SP1} des Stroms durch die Spule 113 der Haltestrom I_H .

[0019] Die Schaltdauer, die durch die Zeitdauer bestimmt ist, die benötigt wird um die Ankerplatte von ihrer Offenposition, die in diesem Ausführungsbeispiel der Ruheposition R entspricht, in ihre Schließposition C, d. h. in Anlage mit dem ersten Elektromagneten, zu bringen, ist demnach unabhängig von dem Wert der Versorgungsspannung und in etwa konstant. So ist der zeitliche Abstand zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_{5a} und zwischen den Zeitpunkten t_8 und t_{10} in etwa gleich. Dies ist ein gewichtiger Vorteil, da eine präzise Schaltdauer eine Voraussetzung für eine genaue Füllungssteuerung für den Zylinder 23 ist.

[0020] In Figur 3 ist eine weitere Anordnung der bevorzugten Ausführungsform des Stellgeräts 1 mit einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereinrichtung 4' dargestellt. Der Stellantrieb 11 unterscheidet sich zu dem in Figur 1 dadurch, daß er einen zweiten Elektromagneten aufweist mit einem zweiten Kern 117 und einer zweiten Spule 118. Der zweite Kern 117 hat eine Ausnehmung 114b, die auch als Führung des Schafts 121 dient. Die Ankerplatte 115 ist in dem Gehäuse 111 beweglich zwischen dem ersten Kern 112 und dem zweiten Kern 117 angeordnet. Die erste Feder 116a und die zweite Feder 116b spannen die Ankerplatte in eine vorgegebene Ruheposition R vor.

[0021] Die Steuereinrichtung 4' weist im Unterschied der Steuereinrichtung gemäß Figur 1 noch zusätzlich einen weiteren Zweipunktregler 43 mit Hysterese auf, dessen Regelgröße der Strom durch die zweite Spule

118 ist und dessen Stellgröße eine Spannung ist, mit der die zweite Spule 118 beaufschlagt wird. Der Zweipunktregler 43 erzeugt ein weiteres Spannungssignal, das einem weiteren Pulsbreitenmodulator 44 als Modulationssignal zugeführt wird. Das weitere Spannungssignal wird in dem weiteren Pulsbreitenmodulator 44 genauso wie in dem Pulsbreitenmodulator 42 moduliert und dann von dem Treiber 7b verstärkt. Die zweite Spule 118 wird mit dem weiteren modulierten und korrigierten Spannungssignal beaufschlagt.

[0022] Bei diesem Ausführungsbeispiel muß die erste oder zweite Spule jeweils nur mit einem wesentlich geringeren Fangstrom I_F beaufschlagt werden, da das Feder-Masse-System schwingfähig ist und nur die Verluste durch Reibung kompensiert werden müssen.

[0023] Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt. Beispielsweise kann das Stellglied auch als Einspritzventil ausgebildet sein. Die Steuereinrichtung 4, 4' kann als ein Mikrocontroller ausgebildet sein, sie kann aber ebenso eine Logikschaltung oder eine Analogschaltungsanordnung umfassen. Der Regler oder der weitere Regler können beispielsweise auch als ein Einpunktregler mit einem Zeitglied oder als ein Pulsweitenmodulations-Regler ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Steuern eines elektromechanischen Stellgeräts, das Stellglied und einen Stellantrieb hat mit einer beweglichen Ankerplatte (117) und mit einem Elektromagneten, der einen Kern (112) und eine Spule (113) hat, wobei ein Regler vorgesehen ist, dessen Regelgröße der Strom durch die Spule (113) ist und dessen Stellgröße eine Spannung ist, die an der Spule (113) angelegt wird, wobei

- eine Spannungsquelle (8) vorgesehen ist, die eine Versorgungsspannung erzeugt, und
- ein Pulsbreitenmodulator (42) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pulsbreitenmodulator die Stellgröße ausgehend von einem Sprung des Sollwertes des Reglers zumindest bis zum Erreichen des Sollwertes durch den Istwert des Reglers abhängig von der Versorgungsspannung moduliert.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stellglied einen weiteren Elektromagneten aufweist, der einen weiteren Kern (117) und eine weitere Spule (118) hat und der in einem vorgegebenen Abstand zu dem Elektromagneten angeordnet ist, daß ein weiterer Regler vorgesehen ist, dessen Regelgröße der Strom durch die weitere Spule (118) ist und dessen Stellgröße eine Spannung ist, die an der weiteren Spule (118) angelegt wird, und

- daß ein weiterer Pulsbreitenmodulator (44) vorgesehen ist, der die Stellgröße abhängig von der Versorgungsspannung moduliert.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stellglied als Gaswechselventil ausgebildet ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Regler als Zweipunktregler (41, 43) mit Hysterese ausgebildet ist.

Claims

1. Device for controlling an electromechanical actuator, which has a final controlling element and a positioning drive with a movable armature (117) and with an electromagnet which has a core (112) and a coil (113), whereby a controller is provided whose control variable is the current through the coil (113) and whose correcting variable is a voltage applied to the coil (113), whereby

- a voltage source (8) is provided which generates a supply voltage, and

- a pulse width modulator (42) is provided,

characterised in that the pulse width modulator modulates the correcting variable based on a step change in the setpoint value of the controller at least until the actual value of the controller relative to the supply voltage reaches the setpoint value.

2. Device according to Claim 1, **characterised in that** the final controlling element has a further electromagnet, which has a further core (117) and a further coil (118) and which is arranged at a given distance from the electromagnet, **in that** a further controller is provided whose control variable is the current through the further coil (118) and whose correcting variable is a voltage which is applied to the further coil (118), and **in that** a further pulse width modulator (44) is provided which modulates the correcting variable relative to the supply voltage.

3. Device according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the correcting variable takes the form of a gas exchange valve.

4. Device according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the controller takes the form of a two-state controller (41, 43) with hysteresis.

Revendications

1. Dispositif de commande d'un appareil de réglage électromécanique, qui comprend un organe de réglage et un entraînement de réglage comportant une armature mobile (117) pouvant être déplacée et comportant un électroaimant qui présente un noyau (112) et une bobine (113), tandis qu'il est prévu un régulateur dont la grandeur de régulation est le courant passant dans la bobine (113) et dont la grandeur de réglage est une tension qui est appliquée aux bornes de la bobine (113), qu'il est prévu une source de tension (8) qui produit une tension d'alimentation et qu'il est prévu un modulateur d'impulsions en durée (42), **caractérisé en ce que** le modulateur d'impulsions en durée module la grandeur de réglage, à partir d'un saut de la valeur de consigne du régulateur, au moins jusqu'à ce que la valeur de consigne soit atteinte par la valeur réelle du régulateur, en fonction de la tension d'alimentation. 5 10 15 20
2. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe de réglage comprend un second électroaimant qui comporte un second noyau (117) et une seconde bobine (118) et qui est disposé à une distance préfixée vis-à-vis de l'électroaimant, **en ce qu'il** est prévu un second régulateur dont la grandeur de régulation est le courant passant dans la seconde bobine (118) et dont la grandeur de réglage est une tension qui est appliquée aux bornes de la seconde bobine (118), et **en ce qu'il** est prévu un second modulateur d'impulsions en durée (44) qui module la grandeur de réglage en fonction de la tension d'alimentation. 25 30 35
3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'organe de réglage est réalisé sous forme d'une soupape de changement des gaz. 40
4. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le régulateur est réalisé sous forme d'un régulateur par tout ou rien (41, 43) à hystérésis. 45

50

55

5

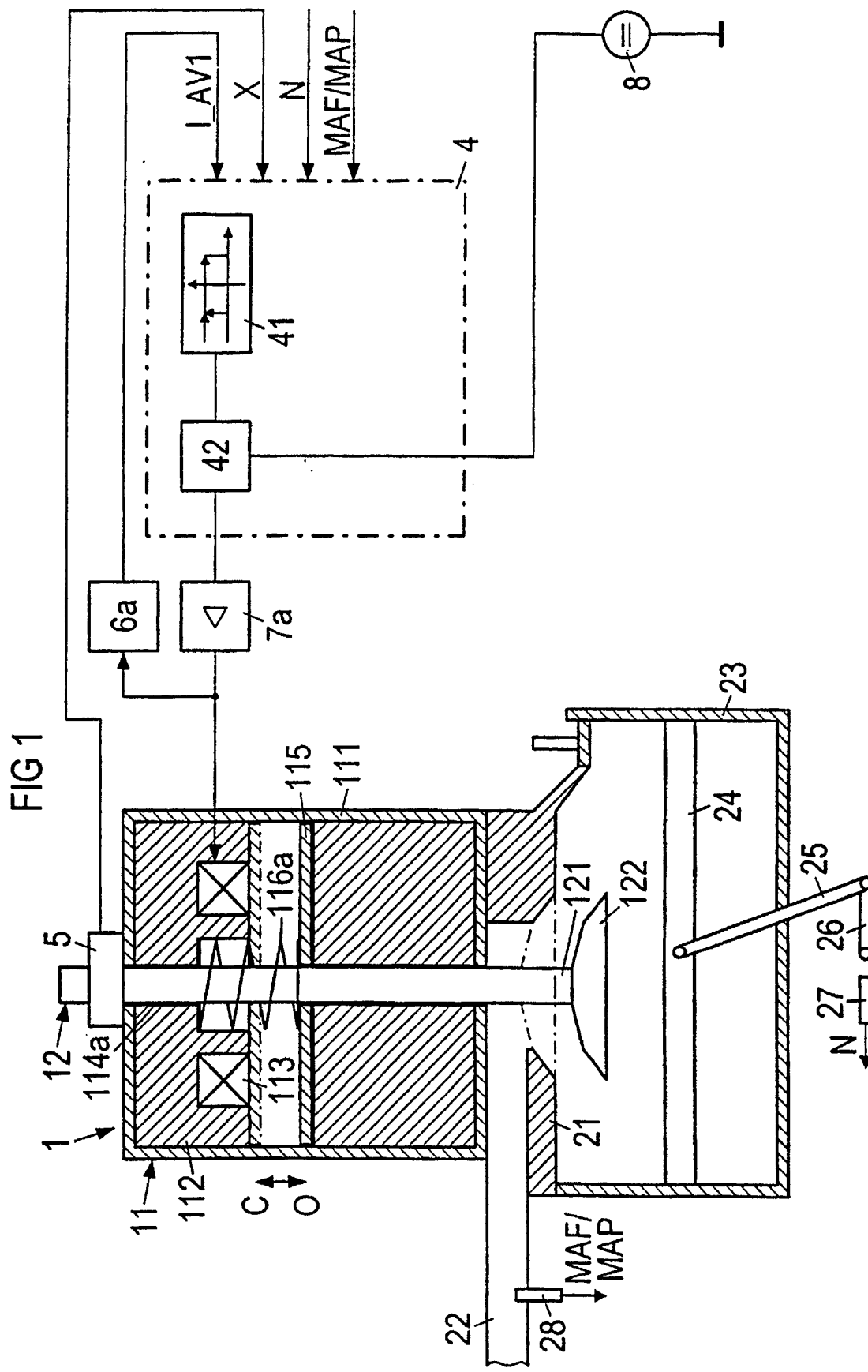


FIG 2

