

(19)



(11)

EP 1 526 268 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.12.2012 Patentblatt 2012/50

(51) Int Cl.:
F02D 41/38 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04018196.8**

(22) Anmeldetag: **31.07.2004**

(54) **Verfahren zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher einer Brennkraftmaschine**

Method for controlling the common rail pressure in an internal combustion engine

Méthode de régulation de la pression d'un accumulateur de carburant dans un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **24.10.2003 DE 10349628**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2005 Patentblatt 2005/17

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Veit, Guenter**
73207 Plochingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-03/046357 DE-A1- 19 916 100

EP 1 526 268 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher einer Brennkraftmaschine, insbesondere einem Common-Rail-System. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Computerprogramm und eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik, zum Beispiel aus der DE 199 16 100 A1 sind ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung grundsätzlich bekannt. Genauer gesagt lehrt diese Druckschrift, mindestens einen ersten und einen zweiten Regelkreis zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher vorzusehen. In einem ersten Regelmodus wird lediglich der erste Regelkreis zur Regelung des Druckes verwendet, wobei der Druck in dem Kraftstoffspeicher durch geeignete Ansteuerung einer Hochdruckpumpe als Druckregelmittel geregelt wird. Alternativ dazu ist ein zweiter Regelmodus vorgesehen, bei dem die Druckregelung mit Hilfe des zweiten Regelkreises über ein Druckregelventil erfolgt, welches unmittelbar auf den Kraftstoffspeicher einwirkt. Abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird entweder der erste oder der zweite Regelmodus zur Druckregelung verwendet. So findet beispielsweise ein Umschaltvorgang von dem ersten auf den zweiten Regelmodus dann statt, wenn bestimmte Werte für die Drehzahl oder die einzuspritzende Kraftstoffmenge in einem bestimmten Betriebszustand der Brennkraftmaschine überschritten werden. Für den komplementären Umschaltvorgang von dem zweiten auf den ersten Regelmodus sind ebenfalls geeignete Kriterien definiert.

[0003] WO 03/046357 A1 beschreibt ein verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, bei dem eine Regelstrecke zur Regelung des Raildruckes bei einem festgestellten fehlerhaften Raildrucksensor aufgetrennt und in einen gesteuerten Notbetrieb übergegangen wird. Während der Übergangsphase in den gesteuerten Notbetrieb wird die Regelabweichung durch eine Übergangsfunktion vorgegeben.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es deshalb die Aufgabe der Erfindung, ein bekanntes Verfahren zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher einer Brennkraftmaschine sowie ein bekanntes Computerprogramm und eine bekannte Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens derart weiterzubilden, dass der Verlauf des Raildruckes während eines Umschaltvorganges zwischen zwei verschiedenen Regelmodi nicht in inakzeptabler Weise gestört wird.

[0004] Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Umschaltvorganges die an dem Umschaltvorgang beteiligten Regelkreise geöffnet werden, indem ihre Regeleinrichtungen anstelle mit dem bisherigen Eingangs-

signal mit für vorzugsweise jeden Umschaltvorgang individuell vorbestimmten Umschalteingangssignalen angesteuert werden, welche so ausgebildet sind, dass die Regeleinrichtungen in gewünschter Weise von einem durch den aktuellen Regelmodus definierten aktuellen Betriebszustand in einen durch den zukünftigen Regelmodus definierten zukünftigen Betriebszustand überführt werden.

[0005] Diese beanspruchte Vorgehensweise zur Durchführung eines Umschaltvorganges von einem aktuellen Regelmodus auf einen zukünftigen Regelmodus bietet den Vorteil, dass dadurch unerwünschte Störungen des Raildruckes während des Umschaltvorganges vermieden werden. Erfindungsgemäß erfolgt dies in der Weise, dass die an dem Umschaltvorgang beteiligten Regelkreise durch das Umschalt-Eingangssignal auf stetige Weise von ihrem aktivierten oder deaktivierten Betriebszustand während des aktuellen Regelmodus in ihren neuen aktivierten oder deaktivierten Betriebszustand während des zukünftigen Regelmodus überführt werden.

Vorteile der Erfindung

[0006] Zur Realisierung dieses erfindungsgemäßen homogenen Umschaltvorganges repräsentiert das Umschalt-Eingangssignal vorteilhafterweise für jeden Umschaltvorgang individuell geeignete Steuerwerte.

[0007] Vorteilhafterweise wird insbesondere ein Regelkreis, der im Rahmen eines Umschaltvorganges von einem aktivierten in einen deaktivierten Betriebszustand oder umgekehrt wechselt, zur Durchführung des Umschaltvorganges geöffnet, das heißt die Regelschleife wird für die Dauer des Umschaltvorganges aufgetrennt. Wie bereits erwähnt wird die Regeleinrichtung des aufgetrennten Regelkreises dann nicht mehr mit dem Eingangssignal, sondern mit dem Umschalt-Eingangssignal betrieben, wobei der durch das Umschalt-Eingangssignal repräsentierte Steuerwert zumindest näherungsweise an die zuletzt der Regeleinrichtung zugeführten Regelabweichungen angepasst ist. Auf diese Weise wird ein möglichst glatter beziehungsweise homogener Übergang von dem aktuellen Regelmodus in den Umschaltvorgang gewährleistet.

[0008] Vorteilhafterweise wird das Umschalt-Steuersignal aus den vorgegebenen Steuerwerten und einer auf diese aufgeschalteten Raildruck-Abweichung gebildet. Diese Raildruck-Abweichung bewirkt eine Korrektur der fest vorbestimmten Steuerwerte im Hinblick auf eine aktuelle Drucksituation im Kraftstoffspeicher 200, wobei je nach Betrag und Vorzeichen dieser Druckabweichung die Geschwindigkeit, mit welcher der Druck im Kraftstoffspeicher 200 geregelt wird, im Hinblick auf die aktuelle dortige Drucksituation positiv beeinflusst wird. Die Aufschaltung der Raildruck-Regelabweichung bewirkt außerdem, dass die durch den Umschaltvorgang bewirkte Druckabweichung im Kraftstoffspeicher 200 möglichst gering gehalten wird.

[0009] Die Übergänge zwischen stationärem Regelbe-

trieb und Umschaltvorgang werden in beiderlei Richtung weiterhin dadurch geglättet beziehungsweise homogenisiert, dass während des Umschaltvorganges eine durch das Umschalt-Eingangssignal bedingte Verschiebung des Arbeitspunktes bei zumindest derjenigen Regeleinrichtung überwacht wird, die während des Umschaltvorganges von einem aktivierten in einen deaktivierten Betriebszustand oder umgekehrt wechselt. Es ist dann zu Homogenisierungszwecken vorteilhaft, wenn der Übergang von dem Umschaltvorgang in den zukünftigen Regelmodus erst dann tatsächlich durch Abklemmen des Umschalt-Eingangssignals und Anklemmen des üblichen Eingangssignals an die Reglereinrichtung vollzogen wird, wenn zumindest die überwachte Regeleinrichtung ihren für den zukünftigen Regelmodus vorgesehenen aktivierten oder deaktivierten Betriebszustand erreicht hat. Im Hinblick auf einen Übergang von einem ersten auf einen zweiten Regelmodus, bei denen jeweils nur ein unterschiedlicher Regelkreis aktiviert ist, ist es im Hinblick auf eine Harmonisierung des Übergangs vorteilhaft, wenn nicht sofort von dem ersten auf den zweiten oder von dem zweiten auf den ersten Regelmodus umgeschaltet wird, sondern wenn stattdessen von dem aktuellen ersten oder zweiten Regelmodus zunächst auf den dritten Regelmodus und von dort aus auf den zweiten oder ersten Regelmodus umgeschaltet wird.

[0010] Schließlich ist es vorteilhaft, dass während des dritten Regelmodus, währenddessen beide Regelkreise zur Regelung des Druckes in dem Kraftstoffspeicher aktiviert sind, die Regeleinrichtungen der beiden Regelkreise jeweils mit einem Eingangssignal gespeist werden, welches nicht nur die dem jeweiligen Regelkreis zugeordnete Regelabweichung, sondern auch die dem jeweils anderen Regelkreis zugeordnete Regelabweichung repräsentiert.

[0011] Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch eine Vorrichtung und ein Computerprogramm zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens gelöst. Die Vorteile dieser genannten Lösungen entsprechen den oben mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Zeichnungen

[0013] Der Beschreibung sind insgesamt zwei Figuren beigelegt, wobei

Figur 1 den schematischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Figur 2 den schematischen Aufbau einer Management-Regeleinrichtung als Bestandteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung

zeigt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend in Form verschiedener Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 detailliert beschrieben.

[0015] Figur 1 zeigt den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher 200 einer Brennkraftmaschine (hier nicht gezeigt) gemäß der Erfindung. Bei dem Kraftstoffspeicher handelt es sich insbesondere um ein sogenanntes Common-Rail.

[0016] Die Vorrichtung umfasst einen ersten Regelkreis 110 mit einer ersten Differenzbildungseinrichtung 112 zum Bereitstellen einer Regelabweichung r_1 , einer ersten Regeleinrichtung 114 und einem Drosselventil 116 als Stellglied. Dieser erste Regelkreis regelt über das Drosselventil 116 die einer Hochdruckpumpe 210 zugeführte Kraftstoffmenge. Der erste Regelkreis gewährleistet, dass über das Drosselventil 116 der Hochdruckpumpe 210 genau diejenige Kraftstoffmenge zugeführt wird, welche über ein Sollmengensignal S_{M-Soll} der Differenzbildungseinheit 112 vorgegeben wird. Zu diesem Zweck führt die Differenzbildungseinrichtung 112 einen ständigen Vergleich zwischen der durch das Sollmengensignal S_{M-Soll} angeforderten Soll-Kraftstoffmenge mit der durch das Drosselventil 116 tatsächlich bereitgestellten und durch das Ist-Mengen-Signal S_{M-Ist} repräsentierten Ist-Kraftstoffmenge durch und gibt eine eventuell festgestellte Differenz r_1 zwischen der Soll- und der Ist-Menge als Mengenabweichung aus. Diese Mengenabweichung r_1 wird während eines stationären Betriebs des ersten Regelkreises als Regelabweichung in Form eines Eingangssignals e_1 auf die Regeleinrichtung 114 ausgegeben. Als Besonderheit bei dem ersten Regelkreis sei darauf hingewiesen, dass die durch das Drosselventil 116 tatsächlich dosierte Kraftstoffmenge gemäß Figur 1 nicht etwa mit Hilfe eines Durchflussmessers am Ausgang des Drosselventil 116 erfasst wird, sondern dass stattdessen die Regelgröße am Ausgang der ersten Regeleinrichtung 114 als Repräsentant für die tatsächlich eingestellte Ist-Kraftstoffmenge ausgewertet wird. Aufgrund einer physikalisch eindeutigen Zuordnung zwischen dieser Regelgröße und der tatsächlich eingestellten Kraftstoffmenge ist dieser Abgriff gemäß Figur 1 gleichermaßen zielführend wie eine direkte Erfassung der Durchflussmenge.

[0017] Wie soeben beschrieben regelt der erste Regelkreis 110 zunächst nur die der Hochdruckpumpe 210 zugeführte Kraftstoffmenge. Die Hochdruckpumpe 210 ist jedoch über eine Kraftstoffleitung 220 mit dem Kraftstoffspeicher 200 verbunden. Über die Steuerung der dem Kraftstoffspeicher 200 zugeführten Kraftstoffmenge mit Hilfe des ersten Regelkreises kann deshalb indirekt auch der Druck in dem Kraftstoffspeicher gesteuert werden.

[0018] Neben dem ersten Regelkreis umfasst die Vorrichtung 100 gemäß Figur 1 weiterhin einen zweiten Regelkreis 120. Dieser umfasst eine zweite Differenzbil-

dungseinrichtung 122, welche eine eventuelle Abweichung zwischen einem vorgegebenen Soll-Druck, repräsentiert durch ein Signal S_{D-Soll} und dem von einem Drucksensor 230 gemessenen tatsächlichen Druck in dem Kraftstoffspeicher 200, repräsentiert durch ein Signal S_{D-Ist} erfasst. Der zweite Regelkreis 120 umfasst darüber hinaus eine zweite Regeleinrichtung 124, welche die von der zweiten Differenzbildungseinrichtung 122 erfasste Druckabweichung r_2 während eines stationären Regelbetriebs in Form eines Eingangssignal e_2 empfängt und nach Maßgabe durch diese Druckabweichung r_2 ein Druckregelventil 126 ansteuert, welches unmittelbar auf den Druck im Kraftstoffspeicher 200 einwirkt. Im Unterschied zu dem ersten Regelkreis führt der zweite Regelkreis deshalb eine direkte Regelung des Drucks im Kraftstoffspeicher aus.

[0019] Der erste und der zweite Regelkreis 110, 120 können sowohl einzeln wie auch gleichzeitig, das heißt parallel betrieben werden. So ist in einem ersten Regelmodus nur der erste Regelkreis 110 und in einem zweiten Regelmodus nur der zweite Regelkreis 120 aktiviert, während in einem dritten Regelmodus der erste und der zweite Regelkreis 110, 120 gleichzeitig aktiviert sind. Die Entscheidung darüber, in welchem der drei genannten Regelmodi die Vorrichtung gemäß Figur 1 betrieben wird, erfolgt im Ansprechen auf ein Regelmodussignal S_R , welches einen aktuellen oder zukünftigen Regelmodus insbesondere in Abhängigkeit eines aktuellen Betriebszustandes der Brennkraftmaschine vorgibt. In Figur 1 ist zu erkennen, dass dieses Regelmodussignal S_R einer Regelmanagementeinrichtung 130 zugeführt wird, in welcher unter anderem vorzugsweise die beiden bereits erwähnten Differenzbildungseinrichtungen 112 und 122 integriert sind.

[0020] Diese Regelmanagementeinrichtung 130 ist ausgebildet, die jeweiligen Regeleinrichtungen 114, 124 der beiden Regelkreise 110, 120 im Ansprechen auf einen jeweils gewünschten, durch das Regelmodussignal S_R repräsentierten Regelmodus anzusteuern.

[0021] Figur 2 zeigt den erfindungsgemäßen Aufbau der Regelmanagementeinrichtung 130. Die Eingangssignale dieser Einrichtung 130 wurden unter Bezugnahme auf Figur 1 erwähnt; sie sind in Figur 2 mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Es ist zu erkennen, dass die Regelmanagementeinrichtung 130 neben den beiden Differenzbildungseinrichtungen 120, 122 weiterhin eine Speichereinrichtung 132 aufweist zum Speichern und Bereitstellen von vorbestimmten Steuerwerten. Diese Steuerwerte prägen wesentlich die Umschalt-Eingangssignale u_1 , u_2 für die Regeleinrichtungen 114, 124 während eines Umschaltvorganges. Weiterhin umfasst die Regelmanagementeinrichtung 130 eine erste und eine zweite Umschalteinrichtung 134, 136 zum Generieren des ersten und zweiten Eingangssignals e_1 , e_2 für die erste und die zweite Regeleinrichtung 114, 124 bei stationären Regelbetrieb in einem der drei genannten Regelmodi oder zum Generieren des Umschalt-Eingangssignals u_1 , u_2 für mindestens eine der Regeleinrichtungen

114, 124 während eines Umschaltvorganges. Schließlich umfasst die Regelmanagementeinrichtung 130 eine Steuereinrichtung 138 zum Steuern der Speichereinrichtung 132 und der Umschalteinrichtungen 134, 136 im Ansprechen auf das Regelmodus-Signal S_R über Steuersignale St_1 , St_2 und St_3 .

[0022] Die Funktionsweise der in Figur 2 dargestellten erfindungsgemäßen Regelmanagementeinrichtung 130 wird nachfolgend detailliert beschrieben. Dabei wird zwischen einem stationären Regelbetrieb der Vorrichtung 100 in den drei genannten Regelmodi und zwischen den möglichen Übergangsvorgängen zwischen diesen Regelmodi unterschieden.

[0023] Zum Betrieb der Vorrichtung 100 während eines ersten Regelmodus, währenddessen der Druck in dem Kraftstoffspeicher 200 nur mit Hilfe des ersten Regelkreises 110 geregelt wird, arbeitet die Regelmanagementeinrichtung 130 wie folgt: In diesem Fall steuert die Steuereinrichtung 138 die erste Umschalteinrichtung 134 über das erste Steuersignal St_1 so an, dass die Umschalteinrichtung 134 an ihrem Ausgang das Eingangssignal e_1 für die erste Regeleinrichtung 114 so ausbildet, dass dieses die von der zweiten Differenzbildungseinrichtung 112 bereitgestellte Druckabweichung r_2 repräsentiert. Gleichzeitig steuert die Steuereinrichtung 138 die zweite Umschalteinrichtung 136 über das Steuersignal St_2 in der Weise an, dass die Umschalteinrichtung 136 das Eingangssignal e_2 für die zweite Regeleinrichtung 124 auf Basis von vorbestimmten Steuerwerten generiert. Diese Steuerwerte werden der zweiten Umschalteinrichtung 136 durch die Speichereinrichtung 132 bereitgestellt, nachdem diese durch das dritte Steuersignal St_3 der Steuereinrichtung 138 darüber informiert wurde, welche Steuerwerte aus welchen Speicheradressen innerhalb der Speichereinrichtung 132 aktuell an die zweite Umschalteinrichtung 136 auszugeben sind. Die Steuerwerte sind in diesem Fall vorzugsweise so vorbestimmt, dass sie die zweite Regeleinrichtung 124 in einem unwirksamen, das heißt deaktivierten Zustand halten. Alternativ dazu können die Steuerwerte auch eine Abschaltung der zweiten Regeleinrichtung, vorzugsweise in einen Standby-Modus bewirken.

[0024] Bei einem Betrieb der Vorrichtung 100 während des zweiten Regelmodus, währenddessen der Druck in dem Kraftstoffspeicher 200 nur mit Hilfe des zweiten Regelkreises 120 geregelt wird, arbeitet die Regelmanagementeinrichtung 130 wie folgt. Mit ihrem ersten und dritten Steuersignal St_1 , St_3 steuert sie die Speichereinrichtung 132 und die erste Umschalteinrichtung 134 in analoger Weise an, wie die zweite Umschalteinrichtung 136 während des im letzten Absatz beschriebenen Betriebs in dem ersten Regelmodus. Die erste Umschalteinrichtung 134 generiert dann ein Eingangssignal e_1 für die erste Regeleinrichtung 114 auf Basis von geeigneten, durch die Speichereinrichtung 132 bereitgestellten Steuerwerten. Diese Steuerwerte sind dann so ausgebildet, dass sie die erste Regeleinrichtung deaktivieren oder abschalten. Bei Betrieb in dem zweiten Regelmodus wird

die zweite Umschalteinrichtung 136 durch das zweite Steuersignal St2 der Steuereinrichtung 138 so angesteuert, dass sie das Eingangssignal e2 für die zweite Regeleinrichtung 124 aus der von der zweiten Differenzbildungseinrichtung 122 bereitgestellten Druckabweichung r2 bildet.

[0025] Für den Fall, dass die Vorrichtung 100 in dem dritten Regelmodus betrieben wird, während dessen der Druck in dem Kraftstoffspeicher 200 mit Hilfe von sowohl dem ersten wie auch dem zweiten Regelkreis 110, 120 geregelt wird, arbeitet die Regelmanagementscheinrichtung 130 wie folgt. Die Steuereinrichtung 138 steuert dann über das erste Steuersignal St1 die erste Umschalteinrichtung 134 so an, dass sie das Eingangssignal e1 für die erste Regeleinrichtung 114 auf Basis der von der ersten Differenzbildungseinrichtung 112 bereitgestellten Mengenabweichung r1 bildet. Gleichzeitig steuert die Steuereinrichtung die zweite Umschalteinrichtung 136 über das zweite Steuersignal St2 so an, dass das Eingangssignal e2 für die zweite Regeleinrichtung 124 auf Basis der durch die zweite Differenzbildungseinrichtung 122 bereitgestellten Druckabweichung r2 gebildet wird. Vorteilhafterweise werden die Eingangssignale jedoch nicht nur auf Basis der erwähnten, sondern unter zusätzlicher Berücksichtigung der jeweils anderen Abweichungen r1, r2 gebildet.

[0026] Bisher wurde das Verhalten der Regelmanagementscheinrichtung 130 für einen jeweils stationären Regelbetrieb in entweder dem ersten, zweiten oder dritten Regelmodus beschrieben. Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verhalten der Regelmanagementscheinrichtung 130 während eines Umschaltvorganges, bei dem von einem aktuellen Regelmodus auf einen zukünftig gewünschten Regelmodus im Ansprechen auf das Regelmodus-Signal S_R umgeschaltet wird. Zur Durchführung dieses Umschaltvorganges ist die Regelmanagementscheinrichtung 130 ausgebildet, die an einem Umschaltvorgang beteiligten Regelkreise zu öffnen, indem ihre Regeleinrichtung 114, 124 nicht mehr wie bisher bei stationärem Regelbetrieb mit den Eingangssignal e1 beziehungsweise e2, sondern stattdessen mit speziellen Umschalt-Eingangssignal u1, u2 angesteuert werden. Diese Umschalt-Eingangssignale sind so ausgebildet, dass die Regeleinrichtungen 114, 124 in gewünschter Weise von einem durch den aktuellen Regelmodus definierten aktuellen Betriebszustand, aktiv oder passiv, in einen durch den zukünftigen Regelmodus definierten zukünftigen Betriebszustand, aktiv oder passiv, überführt werden.

[0027] Die Umschalt-Eingangssignale u1, u2 basieren grundsätzlich auf geeignet vorbestimmten, durch die Speichereinrichtung 132 bereitgestellten Steuerwerten. Die Steuerwerte sind für jeden einzelnen möglichen Umschaltvorgang zwischen zwei verschiedenen Regelmodi individuell vorbestimmt. Bei dem in Figur 2 dargestellten Aufbau der Regelmanagementscheinrichtung 130 werden die erste und die zweite Umschalteinrichtung 134, 136 dann während eines Umschaltvorganges durch das erste und das zweite Steuersignal St1, St2 so gesteuert,

dass sie die Umschaltsignale u1, u2 auf Basis von durch die Speichereinrichtung 132 bereitgestellten geeigneten Steuerwerten generieren. Die Speichereinrichtung 132 wird dazu wiederum durch das dritte Steuersignal St3 entsprechend angewiesen.

[0028] Zur Optimierung der Geschwindigkeit, mit welcher der Druck während eines Umschaltvorganges in dem Kraftstoffspeicher 200 verändert beziehungsweise geregelt werden soll, ist es vorteilhaft, wenn die Umschalt-Eingangssignale u1, u2 nicht nur aus den reinen Steuerwerten gebildet werden, sondern wenn sie stattdessen aus Steuerwerten gebildet werden, welche mit der aktuellen, durch die zweite Differenzbildungseinrichtung 122 bereitgestellten Druckabweichung r2 beaufschlagt wurden. Je nach Betrag und Vorzeichen dieser Druckabweichung weichen die Umschalt-Eingangssignale u1, u2 dann mehr oder weniger stark von den ursprünglich vorbestimmten Steuerwerten ab; auf diese Weise wird nicht nur die Regelgeschwindigkeit im Hinblick auf die aktuelle Drucksituation im Kraftstoffspeicher optimiert, sondern es wird auch die durch den Umschaltvorgang hervorgerufene Druckabweichung möglichst gering gehalten.

[0029] Die Steuereinrichtung 138 kann als Zustandsautomat ausgebildet sein, welcher eine Überwachung der Arbeitspunkte der Regeleinrichtung 114, 124 während eines Umschaltvorganges ermöglicht.

[0030] Bei einem Umschaltvorgang von dem dritten Regelmodus, bei dem beide Regelkreise aktiv sind, auf den ersten oder zweiten Regelmodus, bei dem jeweils nur ein Regelkreis aktiv ist, wird wie folgt verfahren: Zunächst werden beide Regelkreise 110, 120 geöffnet, indem diese nicht mehr mit den Eingangssignalen e1, e2, sondern stattdessen mit den Umschalt-Eingangssignal u1, u2 angesteuert werden. Es erfolgt dann eine Überwachung der durch die Umschalt-Eingangssignale u1, u2 bedingten Verschiebung der Arbeitspunkte beider Regeleinrichtung 114, 124 insbesondere im Hinblick darauf, wann die bei diesem Umschaltvorgang zu deaktivierende Regeleinrichtung ihren bisherigen wirksamen Arbeitsbereich verlässt. Wenn dieser Zeitpunkt erreicht ist, wird bei der aktiv bleibenden Regeleinrichtung das bisher eingegebene Umschalt-Eingangssignal u1, u2 abgeschaltet. Der zugehörige Regelkreis wird dann wieder geschlossen, indem die Regeleinrichtung - statt mit dem Umschalt-Eingangssignal - mit dem für den ausgewählten zukünftigen ersten oder zweiten Regelmodus vorgegebenen Eingangssignal e1, e2, welches eine der besagten Regelabweichungen repräsentiert, angesteuert wird.

[0031] Parallel dazu wird die zu deaktivierende Regeleinrichtung so lange weiterhin mit dem Umschalt-Eingangssignal gespeist, bis diese Regeleinrichtung aufgrund der Arbeitspunktverschiebung deaktiviert worden ist. Alternativ dazu kann die zu deaktivierende Regeleinrichtung auch einfach abgeschaltet werden.

[0032] Bei einem Umschaltvorgang von einem aktuellen ersten oder zweiten Regelmodus, bei dem nur ein

Regelkreis aktiv ist, auf den dritten Regelmodus, bei dem beide Regelkreise 110, 120 aktiv sind, verfährt die Regelmanagementeinrichtung 130 wie folgt:

Sie steuert über eines der Steuersignale St1, St2 zunächst nur diejenige Umschaltvorrichtung 134, 136 an, die der bei dem aktuellen Regelmodus deaktivierten, aber für den zukünftigen Regelmodus zu aktivierenden Regeleinrichtung 114, 124 zugeordnet ist. Die Ansteuerung erfolgt so, dass diese Umschaltvorrichtung 134 oder 136 der zu aktivierenden Regeleinrichtung ein auf geeigneten, wiederum durch die Speichereinrichtung 132 bereitgestellten Steuerwerten basierendes Umschalt-Eingangssignal u1, u2 zuführt. Es wird dann vorzugsweise wiederum über die als Zustandsautomat ausgebildete Steuereinrichtung 138 eine Verschiebung des Arbeitspunktes bei der zu aktivierenden Regeleinrichtung überwacht, wann diese Regeleinrichtung überhaupt wieder in einen wirksamen Arbeitsbereich eintritt. Der Zeitpunkt des Eintritts des Arbeitspunktes in den wirksamen Arbeitsbereich ist zu unterscheiden von einem anderen Zeitpunkt, wann der Arbeitspunkt der zu aktivierenden Regeleinrichtung einen durch den zukünftigen Regelmodus geprägten Betriebspunkt repräsentiert; zwischen beiden Zeitpunkten liegt üblicherweise ein zeitlicher Abstand.

[0033] Sobald festgestellt wurde, dass die zu aktivierende Regeleinrichtung in den wirksamen Arbeitsbereich eingetreten ist, wird auch diejenige Regeleinrichtung, die sowohl bei dem aktuellen wie auch bei dem zukünftig gewünschten Regelmodus aktiviert ist und bisher noch mit dem Eingangssignal e1, e2 des aktuellen Regelmodus angesteuert wird, von diesem Eingangssignal abgeschnitten und stattdessen mit demselben Umschalt-Eingangssignal u1, u2 wie die zu aktivierende Regeleinrichtung gespeist. Beide Regeleinrichtungen werden dann so lange mit vorzugsweise demselben Umschalt-Eingangssignal gespeist, bis beide Regeleinrichtungen in einen solchen aktiven Betriebszustand überführt worden sind, wie er für den zukünftig gewünschten Regelmodus vorgesehen ist.

[0034] Umschaltvorgänge von dem ersten auf den zweiten Regelmodus oder umgekehrt werden vorzugsweise nicht durch eine direkte Umschaltung zwischen diesen Regelmodi realisiert. Eine derartige direkte Umschaltung hätte nachteiligerweise starke Störungen des Raildrucks während des Umschaltvorganges zur Folge. Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, bei derartigen Umschaltvorgängen einen Umweg über den dritten Regelmodus zu wählen. Konkret bedeutet dies, dass bei einem Umschaltvorgang von dem ersten auf den zweiten Regelmodus zunächst ein Umschaltvorgang von dem ersten auf den dritten und nachfolgend ein Umschaltvorgang von dem dritten auf den zweiten Regelmodus erfolgen soll. Analog wird ein Umschaltvorgang

von dem zweiten Regelmodus auf den ersten Regelmodus dadurch realisiert, dass zunächst von dem zweiten auf den dritten und nachfolgend von dem dritten auf den ersten Regelmodus umgeschaltet wird. Diese beschriebenen Umschaltvorgänge unter Beteiligung des dritten Regelmodus erfolgen vorzugsweise wie oben beschrieben.

[0035] Die Steuereinrichtung 138 ist so ausgebildet, dass sie für jeden der genannten Umschaltvorgänge die Speichereinrichtung 132 sowie die erste und zweite Umschaltvorrichtung 134, 136 über die Steuersignale St1, St2 geeignet ansteuert, um insbesondere die Umschalt-Eingangssignale u1, u2 in geeigneter Weise zu realisieren.

[0036] Das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise in Form eines Computerprogramms realisiert. Das Computerprogramm kann gegebenenfalls zusammen mit weiteren Computerprogrammen auf einem computerlesbaren Datenträger abgespeichert sein. Bei dem Datenträger kann es sich um eine Diskette, eine Compact Disc oder einen sogenannten Flash-Memory handeln. Das auf dem Datenträger abgespeicherte Computerprogramm kann dann als Produkt an einen Kunden übertragen oder verkauft werden. Das Computerprogramm kann jedoch auch ohne die Zuhilfenahme eines Datenträgers über ein elektronisches Kommunikationsnetzwerk, insbesondere das Internet, als Produkt an den Kunden übertragen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher (200) einer Brennkraftmaschine, umfassend die Schritte:

- a) Stationäres Betreiben der Druckregelung gemäß einem aktuellen Regelmodus, in dem mindestens ein erster Regelkreis zur Regelung des Druckes aktiviert ist;
- b) Durchführen eines Umschaltvorganges zum Umschalten der Druckregelung von dem aktuellen auf einen zukünftig gewünschten Regelmodus im Ansprechen auf ein Regelmodussignal (S_R); und
- c) Stationäres Betreiben der Druckregelung gemäß dem zukünftigen Regelmodus, in dem ein mindestens zweiter Regelkreis zur Regelung des Druckes aktiviert ist;

wobei bei jedem stationären Betrieb eines Regelkreises eine jedem Regelkreis individuell zugeordnete Regeleinrichtung (114, 124) mit einem Eingangssignal (e1, e2) angesteuert wird, welches eine Regelabweichung repräsentiert;

dadurch gekennzeichnet, dass auf der Basis von in einer Speichereinrichtung (132) bereitgestellten, vorbestimmten Steuerwerten für jeden Umschalt-

- vorgang Umschalt-Eingangssignale (u1, u2) individuell bestimmt werden, und dass zur Durchführung des Umschaltvorganges gemäß Schritt b) die an dem Umschaltvorgang beteiligten Regelkreise (110, 120) geöffnet werden, indem ihre Regeleinrichtungen (114, 124) anstelle mit dem bisherigen Eingangssignal (e1, e2) mit den Umschalt-Eingangssignalen (u1, u2) angesteuert werden, und die Regeleinrichtungen (114, 124) mittels der Umschalt-Eingangssignale (u1, u2) von einem durch den aktuellen Regelmodus definierten aktuellen Betriebszustand in einen durch den zukünftigen Regelmodus definierten zukünftigen, also gegenüber dem aktuellen Zeitpunkt späteren Betriebszustand umgeschaltet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschalt-Eingangssignale vorbestimmte Steuerwerte repräsentieren, welche je nach gewünschtem Umschaltvorgang individuell dimensioniert werden.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschalt-Eingangssignale vorbestimmte, konstante Steuerwerte repräsentieren.
 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschaltssignale neben den Steuerwerten jeweils auch eine aktuelle Raildrückabweichung berücksichtigen.
 5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überführung der Regeleinrichtungen (114, 124) von dem aktuellen in den zukünftigen Betriebszustand anhand einer durch die Umschalt-Eingangssignale (u1, u2) verursachten Verschiebung des Arbeitspunktes der jeweiligen Regeleinrichtung (114, 124) überwacht wird.
 6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster, ein zweiter und ein dritter Regelmodus alternativ verfügbar sind, wobei bei dem ersten Regelmodus nur ein erster Regelkreis (110), bei dem zweiten Regelmodus nur ein zweiter Regelkreis (120) und bei dem dritten Regelmodus sowohl der erste wie auch der zweite Regelkreis (110, 120) zum Regeln des Druckes aktiviert wird.
 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Umschaltvorgang von dem dritten auf den ersten oder zweiten Regelmodus das Verfahren folgende Teilschritte aufweist:
 - b1.1) Öffnen des ersten und des zweiten Regelkreises durch Ansteuern von sowohl der im Rahmen des Umschaltvorganges zu deaktivieren-
 - den wie auch der aktiv bleibenden Regeleinrichtung (114, 124) anstatt mit den Eingangssignalen (e1, e2) aus dem aktuellen stationären Regelbetrieb mit vorzugsweise denselben, die vorbestimmten Steuerwerte repräsentierenden Umschalt-Eingangssignalen (u1, u2);
 - b1.2) Überwachen der durch die Umschalt-Eingangssignale (u1, u2) bedingten Verschiebung der Arbeitspunkte beider Regeleinrichtungen (114, 124) und Ausführen der folgenden Schritte, wenn die zu deaktivierende Regeleinrichtung ihren bisherigen wirksamen Arbeitsbereich verlässt:
 - b1.3) Abschalten des bisherigen, die vorgegebenen Steuerwerte repräsentierenden Umschalt-Eingangssignals (u1, u2) bei dem aktiv bleibenden Regelkreis (110, 120) und Schließen dieses Regelkreises durch Ansteuern von dessen Regeleinrichtung mit einem anderen, gemäß Verfahrensschritt c) und dem ausgewählten zukünftigen ersten oder zweiten Regelmodus vorgegebenen Eingangssignal, welches eine Regelabweichung repräsentiert;
 - b1.4) Fortsetzen der Ansteuerung der Regeleinrichtung (114, 124) des zu deaktivierenden Regelkreises mit dem Umschalt-Eingangssignal (u1, u2) solange, bis dessen Regeleinrichtung (114, 124) aufgrund der Arbeitspunktverschiebung deaktiviert worden ist; und
 - während des Verfahrensschrittes c): Halten des deaktivierten Regelkreises in dem deaktivierten Zustand entweder durch weiterhin geeignete Ansteuerung mit dem Umschalt-Eingangssignal (u1, u2) oder durch Abschalten dieses Regelkreises vorzugsweise in einen Stand-By-Modus.
 8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Umschaltvorgang gemäß Verfahrensschritt b) von dem aktuellen ersten oder zweiten Regelmodus auf den dritten Regelmodus das Verfahren folgende Teilschritte aufweist:
 - b2.1) Ansteuern der bisher bei dem aktuellen Regelmodus deaktivierten, aber für den zukünftigen Regelmodus zu aktivierenden Regeleinrichtung (114, 124) mit einem geeigneten Umschalt-Eingangssignal (u1, u2);
 - b2.2) Überwachen der durch die Ansteuerung bedingten Verschiebung des Arbeitspunktes der Regeleinrichtung des zu aktivierenden Regelkreises, um festzustellen, wann die bisher deaktivierte Regeleinrichtung wieder in einen wirksamen Arbeitsbereich eintritt;
 - b2.3) Fortsetzen der Ansteuerung der zu aktivierenden Regeleinrichtung (u1, u2) mit dem Umschaltsignal (u1, u2) über den Zeitpunkt der Feststellung gemäß Schritt b2.2) hinaus und

gleichzeitig Öffnen des während des aktuellen und des zukünftigen Regelmodus aktivierten Regelkreises (110, 120) durch Ansteuern von dessen Regeleinrichtung (114, 124) mit vorzugsweise demselben Umschaltsignal (u1, u2), wie die zu aktivierende Regeleinrichtung, jeweils solange, bis beide Regeleinrichtungen in einen aktiven Betriebszustand, wie er für den zukünftig gewünschten dritten Regelmodus vorgesehen ist, überführt worden sind.

9. Verfahren mindestens nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang von dem aktuellen ersten Regelmodus auf einen zukünftigen zweiten Regelmodus gemäß Schritt b) folgende Teilschritte umfasst: Durchführen eines Umschaltvorganges von dem aktuellen ersten Regelmodus auf den dritten Regelmodus gemäß den Ansprüchen 1 und 8; und Durchführen eines Umschaltvorganges von dem dritten Regelmodus auf den zukünftigen zweiten Regelmodus gemäß den Ansprüchen 1 und 7.

10. Verfahren mindestens nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Übergang von dem aktuellen zweiten Regelmodus auf einen zukünftigen ersten Regelmodus gemäß Schritt b) folgende Teilschritte umfasst:

Durchführen eines Umschaltvorganges von dem aktuellen zweiten Regelmodus auf den dritten Regelmodus gemäß den Ansprüchen 1 und 8; und

Durchführen eines Umschaltvorganges von dem dritten Regelmodus auf den zukünftigen ersten Regelmodus gemäß den Ansprüchen 1 und 7.

11. Verfahren mindestens nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Betrieb gemäß dem dritten Regelmodus die Eingangssignale (e1, e2) für beide Regeleinrichtungen (114, 124) jeweils nicht nur eine dem eigenen Regelkreis zugeordnete Regelabweichung, sondern auch eine dem anderen Regelkreis zugeordnete Regelabweichung repräsentieren.

12. Computerprogramm für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** es dazu programmiert ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen.

13. Vorrichtung (100) zum Regeln des Druckes in einem Kraftstoffspeicher (200) einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Speicher aufweist, auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 12 gespeichert ist, und dadurch, dass sie ausgebildet ist, ein Computerprogramm nach An-

spruch 12 auszuführen.

14. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Kraftstoffspeicher (200) um ein Common-Rail System handelt.

Claims

1. Method for controlling the pressure in a common rail (200) of an internal combustion engine, comprising the steps:

a) steady-state operation of the pressure control in accordance with a current control mode in which at least a first control circuit for controlling the pressure is activated;

b) carrying out a switch-over process for switching over the pressure control from the current control mode to a control mode which will be desired in the future, in response to a control mode signal (S_R); and

c) steady-state operation of the pressure control according to the future control mode in which an at least second control circuit for controlling the pressure is activated;

wherein during each steady-state operation of a control circuit a control device (114, 124) which is individually assigned to each control circuit is actuated with an input signal (e1, e2) which represents a control error;

characterized in that on the basis of predetermined control values which are made available in a memory device (132) switch-over input signals (u1, u2) are determined individually for each switch-over process, and **in that** in order to carry out the switch-over process according to step b) the control circuits (110, 120) which are involved in the switch-over process are opened **in that** their control devices (114, 124) are actuated by means of the switch-over input signals (u1, u2) instead of with the previous input signal (e1, e2), and the control devices (114, 124) are switched over by means of the switch-over input signals (u1, u2) from a current operating state, defined by the current control mode, into a future operating state, which is defined by the future control mode and is therefore later compared to the current time.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the switch-over input signals represent predetermined control values which are dimensioned individually depending on the desired switch-over process.

3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the switch-over input signals represent predetermined constant control values.

4. Method according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the switch-over signals take into account not only the control values but in each case also a current rail pressure error.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the transfer of the control devices (114, 124) from the current operating state into the future operating state is monitored on the basis of a shift of the working point of the respective control device (114, 124) which is caused by the switch-over input signals (u1, u2).
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a first, a second and a third control mode are available alternatively, wherein in the first control mode only a first control circuit (110) is activated, in the second control mode only a second control circuit (120) is activated, and in the third control mode both the first and the second control circuit (110, 120) for controlling the pressure are activated.
7. Method according to Claim 6, **characterized in that** during a switch-over process from the third control mode to the first or second control mode the method has the following partial steps:
 - b1.1) The opening of the first and of the second control circuit by actuating both the control device (114) which is to be deactivated within the scope of the switch-over process and the control device (124) which remains active within the scope of the switch-over process instead of with the input signals (e1, e2) from the current steady-state control mode with preferably the same switch-over input signals (u1, u2) which represent the predetermined control values;
 - b1.2) Monitoring of the shifting, due to the switch-over input signals (u1, u2), of the working points of the two control devices (114, 124), and execution of the following steps if the control device which is to be deactivated leaves its previous effective working range:
 - b1.3) Switching off the previous switch-over input signal (u1, u2) which represents the predefined control values, when the control circuit (110, 120) remains active, and closing this control circuit by actuating the control device thereof with a different input signal which is predefined according to method step c) and the selected future first or second control mode and which represents a control error;
 - b1.4) Continuation of the actuation of the control device (114, 124) of the control circuit which is to be deactivated, with the switch-over input signal (u1, u2) until the control device (114, 124) thereof has been deactivated on the basis of the shifting of the working point; and during the method step c): Stopping of the deactivated control circuit in the deactivated state either by continued suitable actuation with the switch-over input signal (u1, u2) or by switching off this control circuit, preferably into a stand-by mode.
8. Method according to Claim 6, **characterized in that** a switch-over process according to method step b) from the current first or second control mode to the third control mode of the method has the following partial steps:
 - b2.1) Actuation of the control device (114, 124) which was previously deactivated in the current control mode but is to be activated for the future control mode, with a suitable switch-over input signal (u1, u2);
 - b2.2) Monitoring of the shifting, due to the actuation, of the working point of the control device of the control circuit which is to be activated, in order to determine when the previously deactivated control device enters an effective working range again;
 - b2.3) Continuation of the actuation of the control device (u1, u2) which is to be activated with the switch-over signal (u1, u2) beyond the time of detection according to step b2.2) and simultaneous opening of the control circuit (110, 120), activated during the current control mode and the future control mode, by actuating the control device (114, 124) of said control circuit (110, 120) with preferably the same switch-over signal (u1, u2) as the control device which is to be activated, in each case until both control devices have been transferred into an active operating state, such as is provided for the third control mode which will be desired in future.
9. Method at least according to Claim 6, **characterized in that** a transition from the current first control mode to a future second control mode according to step b) comprises the following partial steps: execution of a switch-over process from the current first control mode to the third control mode according to Claims 1 and 8; and execution of a switch-over process from the third control mode to the future second control mode according to Claims 1 and 7.
10. Method at least according to Claim 6, **characterized in that** a transition from the current second control mode to a future first control mode according to step b) comprises the following partial steps:
 - Execution of a switch-over process from the current second control mode to the third control mode according to Claims 1 and 8; and
 - Execution of a switch-over process from the third

control mode to the future first control mode according to Claims 1 and 7.

11. Method at least according to Claim 6, **characterized in that** during operation according to the third control mode the input signals (e1, e2) for both control devices (114, 124) each represent not only a control error which is assigned to the particular control circuit but also a control error which is assigned to the other control circuit. 5
12. Computer program for an open-loop and/or closed-loop control device, **characterized in that** said computer program is programmed to carry out a method according to one of Claims 1 to 11. 10
13. Device (100) for controlling the pressure in a common rail (200) of an internal combustion engine, **characterized in that** said device (100) has a memory on which a computer program according to Claim 12 is stored, and **in that** said device (100) is designed to carry out a computer program according to Claim 12. 15
14. Device (100) according to Claim 13, **characterized in that** the common rail (200) is a common rail system. 20

Revendications 25

1. Procédé de régulation de la pression dans un accumulateur de carburant (200) de moteur à combustion interne, présentant les étapes suivantes : 30
 - a) activation stationnaire de la régulation de pression selon un mode de régulation actuel dans lequel au moins un premier circuit de régulation est activé pour réguler la pression ; 35
 - b) mise en oeuvre d'un processus de commutation servant à commuter la régulation de pression du mode de régulation actuel dans un mode de régulation souhaité à l'avenir en réponse à un signal de mode de régulation (SR) ; et 40
 - c) activation stationnaire de la régulation de pression selon le futur mode de régulation dans lequel au moins un deuxième circuit de régulation est activé pour réguler la pression ; 45

un dispositif de régulation (114, 124) associé à chaque circuit de régulation étant commandé individuellement à chaque fonctionnement stationnaire d'un circuit de régulation à l'aide d'un signal d'entrée (e1, e2) représentant un écart de régulation ; 50

caractérisé en ce que des signaux d'entrée de commutation (u1, u2) sont définis individuellement sur la base des valeurs de commande prédéfinies mises à la disposition dans un dispositif de mémoire (132) 55

pour chaque processus de commutation et que les circuits de régulation (110, 120) prenant part au processus de commutation sont ouverts pour mettre en oeuvre le processus de commutation selon l'étape b) en commandant leurs dispositifs de régulation (114, 124) à l'aide des signaux d'entrée de commutation (u1, u2) à la place du signal d'entrée (e1, e2) précédent et que les dispositifs de régulation (114, 124) sont commutés d'un état de fonctionnement actuel défini par le mode de régulation actuel dans un état de fonctionnement futur défini par le mode de régulation futur, ultérieur, par rapport au moment actuel, à l'aide des signaux d'entrée de commutation (u1, u2).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les signaux d'entrée de commutation représentent des valeurs de commande prédéfinies respectivement dimensionnées sur le plan individuel en fonction du processus de commutation souhaité.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les signaux d'entrée de commutation représentent des valeurs de commande constantes prédéfinies.
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les signaux de commutation prennent également respectivement en compte, outre les valeurs de commande, un écart de pression de rail actuel.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le passage des dispositifs de régulation (114, 124) de l'état de fonctionnement actuel dans l'état de fonctionnement futur est surveillé par le biais du déplacement du point de travail du dispositif de régulation (114, 124) respectif provoqué par les signaux d'entrée de commutation (u1, u2).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** premier, un deuxième et un troisième mode de régulation sont disponibles en alternance, seul un premier circuit de régulation (110) étant activé dans le premier mode de régulation, seul un deuxième circuit de régulation (120) étant activé dans le deuxième mode de régulation et tant le premier que le deuxième circuit de régulation (110, 120) étant activés dans le troisième mode de régulation pour réguler la pression.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** lors d'un processus de commutation permettant de passer du troisième au premier ou au deuxième mode de régulation, le procédé présente les étapes partielles suivantes :

b1.1) ouverture du premier et du deuxième circuit de régulation en commandant tant le dispositif de régulation (114, 124) à désactiver dans le cadre du processus de commutation que celui restant actif au lieu des signaux d'entrée (e1, e2) composés du mode de fonctionnement de régulation stationnaire actuel avec de préférence les mêmes signaux d'entrée de commutation (u1, u2) représentant les valeurs de commande prédéfinies ;

b1.2) surveillance du déplacement des points de travail des deux dispositifs de régulation (114, 124) conditionné par les signaux d'entrée de commutation (u1, u2) et mise en oeuvre des étapes suivantes lorsque le dispositif de régulation à désactiver quitte sa zone de travail active précédente ;

b1.3) déconnexion du signal d'entrée de commutation (u1, u2) précédant représentant les valeurs de commande prédéfinies pour le circuit de régulation (110, 120) restant actif et fermeture de ce circuit de régulation par commande du même dispositif de régulation à l'aide d'un autre signal d'entrée selon l'étape de procédé c) et du signal d'entrée sélectionné prédéfinissant le futur premier ou deuxième mode de régulation et représentant un écart de régulation ;

b1.4) continuation de la commande du dispositif de régulation (114, 124) du circuit de régulation à désactiver à l'aide du signal d'entrée de commutation (u1, u2) jusqu'à ce que son dispositif de régulation (114, 124) soit désactivé sur la base du déplacement du point de travail ; et

pendant l'étape de procédé c) : maintien du circuit de régulation désactivé dans l'état désactivé soit en poursuivant une commande adaptée à l'aide du signal d'entrée de commutation (u1, u2) soit en déconnectant ce circuit de régulation de préférence dans un mode de veille.

8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** lors d'un processus de commutation selon l'étape de procédé b) permettant de passer du premier ou du deuxième mode de régulation actuel dans le troisième mode de régulation, le procédé présente les étapes partielles suivantes :

b2.1) commande du dispositif de régulation (114, 124) désactivé jusqu'ici dans le mode de régulation mais devant être activé dans le futur mode de régulation à l'aide d'un signal d'entrée de commutation (u1, u2) adapté ;

b2.2) surveillance du déplacement, conditionné par la commande, du point de travail du dispositif de régulation du circuit de régulation à activer pour déterminer le moment où le dispositif de régulation désactivé jusqu'ici entre de nouveau

dans une zone de travail active ;

b2.3) continuation de la commande du dispositif de régulation (u1, u2) à activer à l'aide du signal de commutation (u1, u2) au-delà du moment de détection selon l'étape b2.2) et ouverture simultanée du circuit de régulation (110, 120) activé pendant le mode de régulation actuel et futur par commande de son dispositif de régulation (114, 124) avec de préférence le même signal de commutation (u1, u2) que celui du dispositif de régulation à activer, respectivement jusqu'à ce que les deux dispositifs de régulation soient passés dans un état de fonctionnement actif tel que prévu pour le troisième mode de régulation souhaité à l'avenir.

9. Procédé selon la revendication 6 au moins, **caractérisé en ce qu'une** transition du premier mode de régulation actuel à un futur deuxième mode de régulation selon l'étape b) comprend les étapes partielles suivantes : mise en oeuvre d'un processus de commutation du premier mode de régulation actuel au troisième mode de régulation selon les revendications 1 et 8 ; et mise en oeuvre d'un processus de commutation du troisième mode de régulation au futur deuxième mode de régulation selon les revendications 1 et 7.

10. Procédé selon la revendication 6 au moins, **caractérisé en ce qu'une** transition du deuxième mode de régulation actuel à un futur premier mode de régulation selon l'étape b) comprend les étapes partielles suivantes :

mise en oeuvre d'un processus de commutation du deuxième mode de régulation actuel à un troisième mode de régulation selon les revendications 1 et 8 ; et

mise en oeuvre d'un processus de commutation du troisième mode de régulation au futur premier mode de régulation selon les revendications 1 et 7.

11. Procédé selon la revendication 6 au moins, **caractérisé en ce qu'en** cas de fonctionnement selon le troisième mode de régulation, les signaux d'entrée (e1, e2) des deux dispositifs de régulation (114, 124) représentent respectivement non seulement un écart de régulation associé à leur propre circuit de régulation mais aussi un écart de régulation associé à l'autre circuit de régulation.

12. Programme informatique conçu pour un dispositif de commande et/ou de régulation, **caractérisé en ce qu'il** est programmé pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13. Dispositif (100) de régulation de la pression dans un accumulateur de carburant (200) de moteur à combustion interne, **caractérisé en ce qu'il** comporte une mémoire sur laquelle est mémorisée un programme informatique selon la revendication 12 et **caractérisé en ce qu'il** est réalisé pour exécuter un programme informatique selon la revendication 12. 5
14. Dispositif (100) selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'accumulateur de carburant (200) envisagé est un système à rampe commune. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

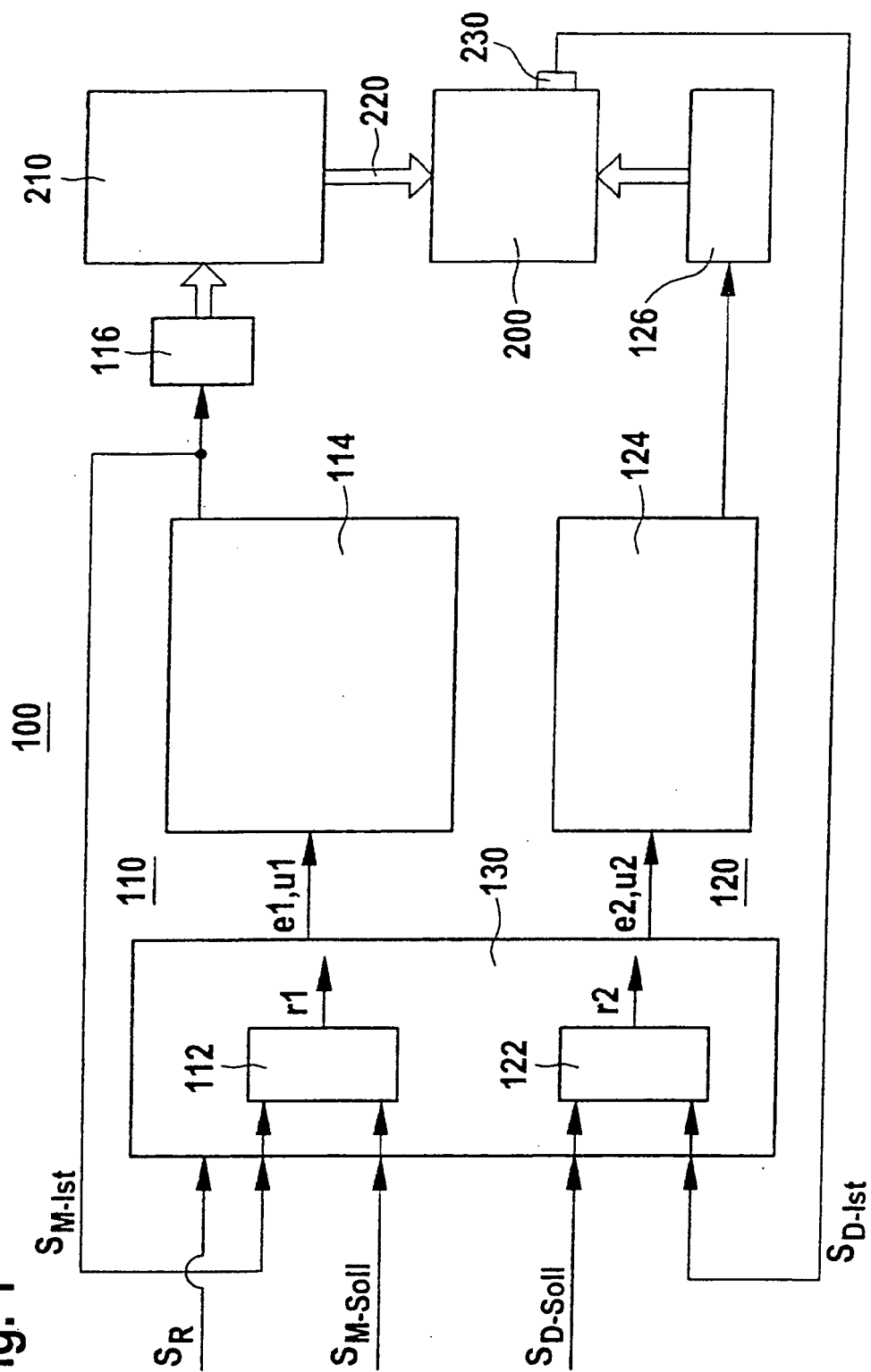
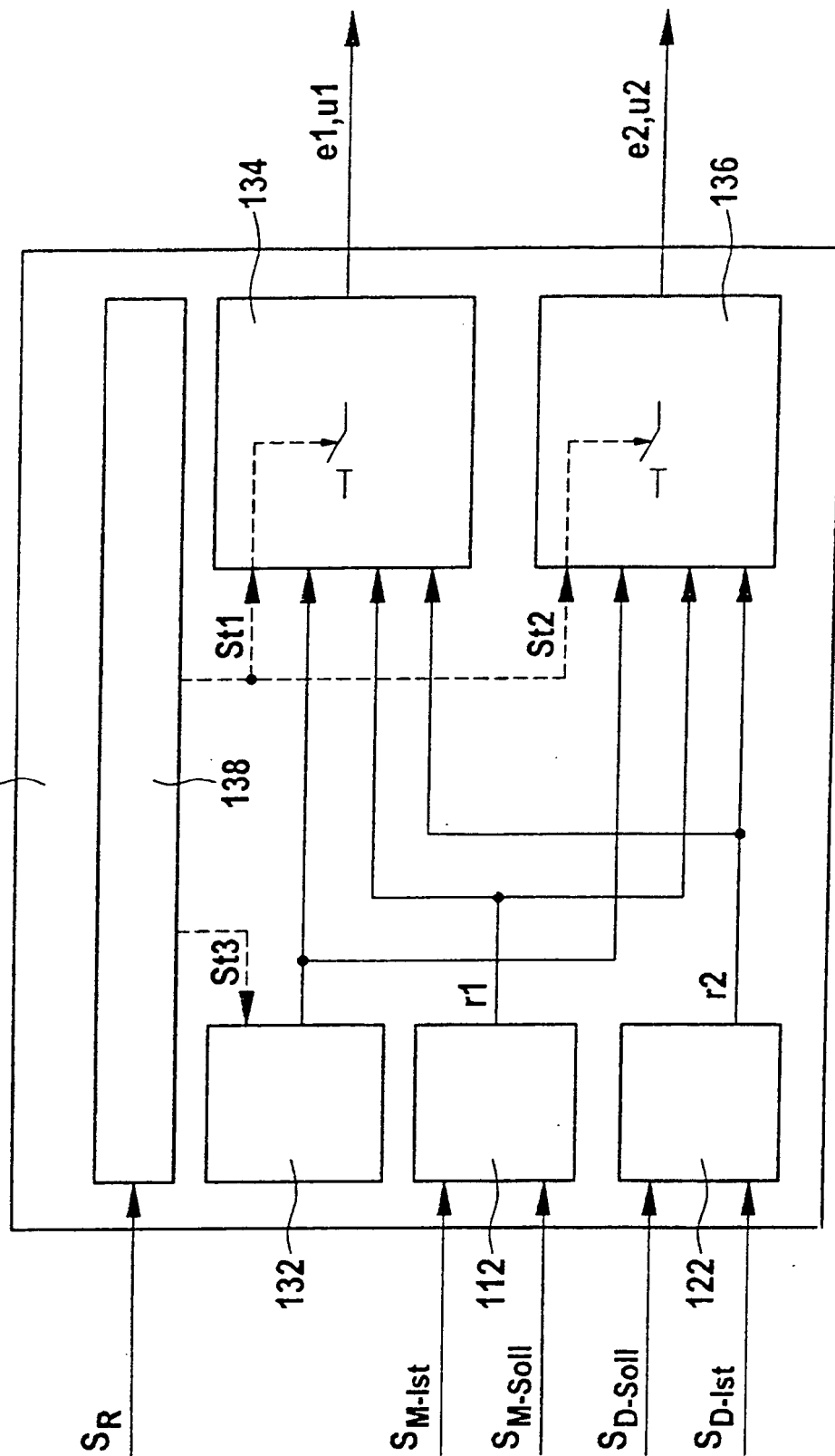


Fig. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19916100 A1 [0002]
- WO 03046357 A1 [0003]