



(11) **EP 1 375 882 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch: **19.11.2008 Patentblatt 2008/47** (51) Int Cl.: **F02D 41/20<sup>(2006.01)</sup> H01L 41/04<sup>(2006.01)</sup>**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung: **16.03.2005 Patentblatt 2005/11**

(21) Anmeldenummer: **03009204.3**

(22) Anmeldetag: **23.04.2003**

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs**

Method for operating a combustion engine, in particular a motor vehicle

Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne, en particulier d'automobile

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **17.06.2002 DE 10228063**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.01.2004 Patentblatt 2004/01**

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

(72) Erfinder: **Liskow, Uwe**  
**71679 Asperg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 3 741 469 WO-A-01/63121**  
**DE-A- 19 905 340 DE-A- 19 921 242**  
**US-A- 4 732 129 US-A- 5 779 149**  
**US-A1- 2002 011 762**

- **DR.-ING. M. DORNHOLZ ET AL: 'Piezoelektrisch gesteuertes Einspritzsystem zur Verbesserung d' VDI VERLAG Bd. 12, Nr. 182, 06 Mai 1993 - 07 Mai 1993, 14. INTERNATIONALES WIENER MOTORENSYMPOSIUM, Seite 324**

**EP 1 375 882 B2**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff von einem Einspritzventil in einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem eine Düsennadel des Einspritzventils von einem piezoelektrischen Aktor verstellt wird, bei dem ein hydraulischer Koppler eine Kopplung zwischen Aktor und der Düsennadel herstellt, und bei dem der Aktor zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagt wird. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Brennkraftmaschine sowie ein entsprechendes Steuergerät für eine Brennkraftmaschine.

**[0002]** Ein derartiges Verfahren und eine derartige Brennkraftmaschine sind aus der DE 199 03 555 C2 bekannt.

**[0003]** Dabei ist ebenfalls bekannt, dass zwischen der Menge des eingespritzten Kraftstoffs und der an dem Aktor angelegten Spannung ein funktionaler Zusammenhang besteht. Insbesondere ist die eingespritzte Kraftstoffmenge abhängig von der Änderung der an dem Aktor anliegenden Spannung.

**[0004]** Nachdem der Kraftstoff von dem Einspritzventil in den Brennraum eingespritzt worden ist, wird die an den Aktor angelegte Spannung wieder abgeschaltet. Dies führt jedoch nicht dazu, dass die Spannung an dem Aktor sofort vollständig abfällt. Statt dessen verbleibt an dem Aktor ein Restpotential, dessen Größe unbekannt ist.

**[0005]** Dieses Restpotential ist auch vor der nächsten Ansteuerung des Aktors zum Zwecke der Einspritzung von Kraftstoff gegebenenfalls noch vorhanden. Dies hat zur Folge, dass bei dieser nächsten Ansteuerung des Aktors die Menge des eingespritzten Kraftstoffs auch von dem unbekanntem Restpotential abhängig ist.

**[0006]** Es wäre möglich, die Größe des Restpotentials vor der nächsten Einspritzung zu messen. Ebenfalls wäre es möglich, durch entsprechende schaltungstechnische Maßnahmen zu gewährleisten, dass das Restpotential bei der nächsten Einspritzung tatsächlich Null ist. Beide Maßnahmen wären jedoch ersichtlich mit zusätzlichem Aufwand verbunden.

### Aufgabe und Vorteile der Erfindung

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die eine Verarbeitung des Restpotentials ohne zusätzlichen Aufwand ermöglichen.

**[0008]** Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren nach dem Anspruch 1, eine Brennstoffmaschine nach dem Anspruch 6 und ein Steuergerät nach dem Anspruch 7.

**[0009]** Durch die erste Spannung wird die Spannung

an dem Aktor auf einen definierten Wert gesetzt. Die vor der nächsten Ansteuerung an dem Aktor anliegende Spannung ist damit bekannt und kann berücksichtigt werden. Dies wird dann dadurch erreicht, dass diejenige Spannung, mit der der Aktor angesteuert werden soll, additiv zu der ersten Spannung hinzugefügt wird. Damit ergibt sich eine Änderung der Spannung an dem Aktor genau um denjenigen Wert, der vorgesehen ist. Dies gewährleistet insgesamt, dass durch die Ansteuerung mit der addierten, zweiten Spannung die erwünschte Menge an Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Ein zusätzlicher Aufwand ist hierzu nicht erforderlich.

**[0010]** Die erste Spannung ist dabei derart klein gewählt, dass die Düsennadel des Einspritzventils in jedem Fall nicht bewegt oder verstellt wird. Die erste Spannung ist andererseits derart groß gewählt, dass ein Restpotential, das in dem Aktor von seiner letzten Ansteuerung gegebenenfalls noch vorhanden ist, in jedem Fall überschritten wird.

**[0011]** Die Erfindung kann auch in der Form eines Computerprogramms realisiert werden, das auf einem digitalen, elektronischen Speichermedium abgespeichert ist, und dessen Programmbefehle auf einem Computer ablauffähig sind.

**[0012]** Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

### Ausführungsbeispiele der Erfindung

**[0013]**

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, und

Figur 2 zeigt zwei schematische Zeitdiagramme von Signalen und Zuständen der Vorrichtung nach Figur 1.

**[0014]** In der Figur 1 ist eine Vorrichtung dargestellt, die für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Die Brennkraftmaschine ist mit wenigstens einem Einspritzventil versehen, mit dem Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Auf den Kraftstoff wird ein Druck ausgeübt, der dazu geeignet ist, den Kraftstoff auch während der Verdichtungsphase der Brennkraftmaschine in den Brennraum einzuspritzen.

**[0015]** Das Einspritzventil weist eine Düsennadel auf, die in dem Einspritzventil hin- und herbewegt werden kann. In einem geöffneten Zustand der Düsennadel wird der Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt, in einem geschlossenen Zustand wird kein Kraftstoff eingespritzt.

**[0016]** Das Einspritzventil weist einen piezo-elektrischen Aktor auf, der zur Verstellung der Düsennadel vorgesehen ist. Zum Zwecke der Kopplung ist zwischen dem Aktor und der Düsennadel beispielsweise ein hydraulischer Koppler vorgesehen. Der Aktor kann mit einer elektrischen Spannung beaufschlagt werden, die eine Änderung der Ausdehnung des Aktors zur Folge hat. Diese Änderung der Ausdehnung wird auf die Düsennadel übertragen, so dass die Düsennadel in ihren geöffneten Zustand übergeht.

**[0017]** Wie erwähnt wurde, ist die Menge des eingespritzten Kraftstoffs abhängig von der Stellung der Düsennadel. Diese Stellung ist wiederum abhängig von der Änderung der Ausdehnung des Aktors. Die Änderung der Ausdehnung ist schließlich abhängig von der Änderung derjenigen Spannung, die an dem Aktor anliegt. Die Menge des eingespritzten Kraftstoffs ist somit eine Funktion der Änderung der an dem Aktor anliegenden Spannung.

**[0018]** Gemäß der Figur 1 ist eine Spannungsversorgung UV vorgesehen, die mindestens zwei Spannungen zur Verfügung stellt, und zwar eine erste Spannung U1 und eine zweite Spannung U2. Ein Steuergerät SG steuert einen Schalter S an, mit dem eine der beiden Spannungen U1, U2 als Aktorspannung UA weitergeschaltet wird. Die Aktorspannung UA liegt an dem piezo-elektrischen Aktor A des beschriebenen Einspritzventils an. Die Spannungsversorgung UV und der Aktor A sind in der Figur 1 beispielhaft gegen Masse geschaltet.

**[0019]** In dem oberen Diagramm der Figur 2 ist die Aktorspannung UA über der Zeit t aufgetragen. Vor einem Zeitpunkt t1 ist die Größe der Aktorspannung UA nicht bekannt. Nach dem Zeitpunkt t1 weist die Aktorspannung UA den Wert der ersten Spannung U1 auf. Nach einem Zeitpunkt t2 weist die Aktorspannung UA den Wert der zweiten Spannung U2 auf. Die Differenz zwischen der ersten Spannung U1 und der zweiten Spannung U2 entspricht einer Spannung US.

**[0020]** Die erste Spannung U1 ist einerseits derart klein gewählt, dass die Düsennadel des Einspritzventils in jedem Fall nicht bewegt oder verstellt wird. Die erste Spannung U1 führt also nur zu einer Änderung der Ausdehnung des Aktors A, die gegebenenfalls eine Veränderung des Zustands des hydraulischen Kopplers zur Folge hat. Weder die Änderung der Ausdehnung des Aktors A selbst, noch die Veränderung des Zustands des hydraulischen Kopplers haben jedoch eine Veränderung der Stellung der Düsennadel innerhalb des Einspritzventils zur Folge.

**[0021]** Die erste Spannung U1 kann insbesondere in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschi-

ne bestimmt werden, beispielsweise in Abhängigkeit von dem auf den Kraftstoff einwirkenden Druck. Die erste Spannung U1 kann sich damit über der Zeit auch ändern.

**[0022]** Die erste Spannung U1 ist andererseits derart groß gewählt, dass ein Restpotential, das in dem Aktor A von seiner letzten Ansteuerung gegebenenfalls noch vorhanden ist, in jedem Fall überschritten wird. Ein derartiges Restpotential kann dadurch entstehen, dass der Aktor A nach einer Beaufschlagung mit einer Spannung nicht vollständig entladen wird.

**[0023]** Wird der Aktor A vor dem Zeitpunkt t1 beispielsweise dadurch abgeschaltet, dass er auf Masse gelegt wird, so ist es möglich, dass die Spannung an dem Aktor A im Zeitpunkt t1 noch nicht vollständig abgefallen ist. Daraus resultiert dann das vorgenannte Restpotential. Die Größe dieses Restpotentials ist - wie bereits erwähnt wurde - nicht bekannt, was in der Figur 1 durch die punktierte Linie vor dem Zeitpunkt t1 angedeutet ist.

**[0024]** Die zweite Spannung U2 wird wie folgt gewählt:

**[0025]** Wie erwähnt wurde, ist die Menge des eingespritzten Kraftstoffs eine Funktion der Änderung der an dem Aktor A anliegenden Spannung. Bei der Änderung der an dem Aktor A anliegenden Spannung handelt es sich um die Spannung US. Es wird damit in einem ersten Schritt bestimmt, welche Spannung US erforderlich ist, um die erwünschte Menge an einzuspritzendem Kraftstoff zu erhalten. In einem zweiten Schritt wird dann diese Spannung US zu dem ersten Spannung U1 hinzuaddiert. Es ergibt sich die zweite Spannung U2, die dann an den Aktor A angelegt wird.

**[0026]** Wesentlich ist, dass die für die erwünschte Kraftstoffmenge erforderliche Spannung US nicht alleine den Aktor A beaufschlagt, sondern dass die Summe aus der Spannung US und der ersten Spannung U1 an den Aktor A angelegt wird. Damit wird erreicht, dass an dem Aktor A in jedem Fall - also unabhängig von jeglichem, möglicherweise vorhandenen Restpotential - eine Änderung der Spannung erfolgt, und zwar um diejenige Spannung US, die für die erwünschte Kraftstoffmenge erforderlich ist.

**[0027]** In dem unteren Diagramm der Figur 2 ist die Stellung E der Düsennadel des Einspritzventils über der Zeit t aufgetragen. Mit dem Bezugszeichen O ist der geöffnete Zustand der Düsennadel bzw. des Einspritzventils und mit dem Bezugszeichen Z der geschlossene Zustand gekennzeichnet. Dabei hängt, wie bereits erwähnt wurde, die exakte Stellung der Düsennadel innerhalb des Einspritzventils in dem geöffneten Zustand von der an dem Aktor A angelegten Spannung ab.

**[0028]** Wie aus der Figur 2 zu entnehmen ist, befindet sich die Düsennadel vor dem Zeitpunkt t2 in ihrem geschlossenen Zustand. Insbesondere während der Zeitdauer dt1 von dem Zeitpunkt t1 bis zu dem Zeitpunkt t2 ändert sich die Stellung der Düsennadel nicht aus ihrem geschlossenen Zustand.

**[0029]** Die Zeitdauer dt1 ist derart gewählt, dass Einschwingvorgänge, die aufgrund der ersten Spannung U1 der daraus resultierenden Änderung der Ausdehnung

des Aktors A und der daraus gegebenenfalls sich ergebenden Änderung des Zustands des hydraulischen Kopplers in irgend einer Weise innerhalb des Einspritzventils entstanden sind, in jedem Fall weitgehend abgeklungen sind.

**[0030]** Wie erläutert wurde, hat die in dem Zeitpunkt t2 an den Aktor A zusätzlich angelegte Spannung US zur Folge, dass sich die Düsennadel des Einspritzventils in ihren geöffneten Zustand bewegt, und zwar entsprechend der erwünschten, einzuspritzenden Kraftstoffmenge. Diese Bewegung bzw. Verstellung der Düsennadel erfolgt aufgrund von Trägheiten des gesamten Systems verzögert, und zwar gemäß der Figur 2 etwa nach einer Zeitdauer dt2 nach dem Zeitpunkt t2.

**[0031]** Es wird darauf hingewiesen, dass die in der Figur 2 im oberen Diagramm dargestellten Spannungen, wie auch die im unteren Diagramm dargestellten Zustände bzw. Stellungen der Düsennadel des Einspritzventils stark schematisiert sind. Tatsächlich verändern sich die gezeigten Größen nicht sprunghaft, sondern kurvenförmig, insbesondere in der Form von Exponentialfunktionen.

**[0032]** Weiterhin wird allgemein auf folgendes verwiesen:

**[0033]** Piezoaktoren können mit Spannungsregelung, Ladungsregelung oder Energieregulierung betrieben werden. Unabhängig davon sind bestimmte Spannungen U1, U2 nötig, um mit einem vorgegebenen Strom und einer vorhandenen elektrischen Kapazität des Aktors einen Hub zu stellen. Der Hub wird dann in weiteren Einspritzimpulsen auf einen Sollwert geregelt. Dabei wird ein bestimmter Strom aufgeprägt und es wird eine bestimmte Deltaspannung U2-U1 und die Kenntnis über die Spannung U1 benötigt.

## Patentansprüche

### 1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs,

- bei dem Kraftstoff von einem Einspritzventil in einen Brennraum eingespritzt wird,
- bei dem eine Düsennadel des Einspritzventils von einem piezo-elektrischen Aktor (A) verstellt wird,
- bei dem ein hydraulischer Koppler eine Kopplung zwischen Aktor (A) und der Düsennadel herstellt,
- und bei dem der Aktor (A) zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** der Aktor (A) mit einer ersten Spannung (U1) beaufschlagt wird,
- und **dass** die erste Spannung (U1) zu einer Änderung der Ausdehnung des Aktors (A) führt,
- die eine Veränderung des Zustands des hy-

draulischen Kopplers jedoch keine Verstellung der Düsennadel zur Folge hat,

- und **dass** die erste Spannung (U1) größer ist als ein Restpotential des Aktors (A)

- und **dass** der Aktor (A) nach einer Zeitdauer (dt1) mit einer zweiten Spannung (U2) beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft,

- und **dass** die zweite Spannung (U2) derart gewählt wird, dass die Differenz zwischen der zweiten und der ersten Spannung (U2, U1) etwa derjenigen Spannung (US) entspricht, mit der der Aktor (A) für eine erwünschte Verstellung der Düsennadel angesteuert werden muss, um eine erwünschte Menge an einzuspritzendem Kraftstoff zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die erste Spannung (U1) in Abhängigkeit von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine eingestellt wird, insbesondere in Abhängigkeit von dem auf den Kraftstoff einwirkenden Druck.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Zeitdauer (dt1) derart gewählt wird, dass Einschwingvorgänge innerhalb des Einspritzventils ausreichend abgeklungen sind.

4. Computerprogramm mit Programmbefehlen, die dazu geeignet sind, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 durchzuführen, wenn sie auf einem Computer ausgeführt werden.

5. Computerprogramm nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** es auf einem digitalen, elektronischen Speichermedium, insbesondere einem Flash-Memory abgespeichert ist.

6. Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs,

- mit einem Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum,

- mit einer Düsennadel innerhalb des Einspritzventils,

- mit einem piezo-elektrischen Aktor (A) zum Verstellen der Düsennadel,

- mit einem hydraulischen Koppler, der eine Kopplung zwischen Aktor (A) und der Düsennadel herstellt,

- und mit einem Steuergerät (SG), mittels dem der Aktor(A) zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist,

**dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** das Steuergerät (SG) derart ausgebildet ist, dass der Aktor (A) mit einer ersten Spannung (U1) beaufschlagt wird,
  - wobei die erste Spannung (U1) zu einer Änderung der Ausdehnung des Aktors (A) führt,
  - die eine Veränderung des Zustands des hydraulischen Kopplers jedoch keine Verstellung der Düsennadel zur Folge hat,
  - und **dass** die erste Spannung (U1) größer ist als ein Restpotential des Aktors (A),
  - und **dass** der Aktor (A) nach einer Zeitdauer (dt1) mit einer zweiten Spannung (U2) beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft,
  - und **dass** die zweite Spannung (42) derart gewählt ist, dass die Differenz zwischen der zweiten und der ersten Spannung (42, 41) etwa derjenigen Spannung (45) entspricht, mit der der Aktor (A) für eine erwünschte Verstellung der Düsennadel angesteuert werden muss, um eine erwünschte Menge an einzuspritzendem Kraftstoff zu erhalten.
7. Steuergerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs,
- wobei die Brennkraftmaschine mit einem Einspritzventil zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum versehen ist,
  - sowie mit einer Düsennadel innerhalb des Einspritzventils,
  - sowie mit einem piezo-elektrischen Aktor (A) zum Verstellen der Düsennadel,
  - sowie mit einem hydraulischen Koppler, der eine Koppelung zwischen Aktor (A) und der Düsennadel herstellt,
  - und wobei mittels dem Steuergerät (SG) der Aktor (A) zur Verstellung der Düsennadel und damit zur Einspritzung von Kraftstoff von einer elektrischen Spannung beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** das Steuergerät (SG) derart ausgebildet ist, dass der Aktor (A) mit einer ersten Spannung (U1) beaufschlagt wird,
  - wobei die erste Spannung (U1) zu einer Änderung der Ausdehnung des Aktors (A) führt,
  - die eine Veränderung des Zustands des hydraulischen Kopplers jedoch keine Verstellung der Düsennadel zur Folge hat,
  - und **dass** die erste Spannung (U1) größer ist als ein Restpotential des Aktors (A),
  - und **dass** der Aktor nach einer Zeitdauer (dt1) mit einer zweiten Spannung (U2) beaufschlagt wird, die die Verstellung der Düsennadel hervorruft,
  - und **dass** die zweite Spannung (42) derart gewählt ist, dass die Differenz zwischen der zweiten und der ersten Spannung (42, 41) etwa der-

jenigen Spannung (45) entspricht, mit der der Aktor (A) für eine erwünschte Verstellung der Düsennadel angesteuert werden muss, um eine erwünschte Menge an einzuspritzendem Kraftstoff zu erhalten.

### Claims

1. Method for operating an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle,
  - in which fuel is injected into a combustion chamber by an injection valve,
  - in which a nozzle needle of the injection valve is adjusted by a piezo-electric actuator (A),
  - in which a hydraulic coupler brings about coupling between the actuator (A) and the nozzle needle,
  - and in which an electrical voltage is applied to the actuator (A) in order to adjust the nozzle needle and thus to inject fuel, **characterized in**
  - **that** a first voltage (U1) is applied to the actuator (A),
  - and **that** the first voltage (U1) leads to a modification of the expansion of actuator (A),
  - which results in a change of state of the hydraulic coupler but does not bring about any adjustment of the nozzle needle,
  - and **that** the first voltage (U1) is greater than a residual potential of actuator (A),
  - and in that, after a time period (dt1), a second voltage (U2), which brings about the adjustment of the nozzle needle, is applied to the actuator (A),
  - and **that** the second voltage (U2) is selected in such a way that the difference between the second and first voltages (U2, U1) corresponds approximately to that voltage (US) with which the actuator (A) has to be actuated for a desired adjustment of the nozzle needle, in order to obtain a desired amount of fuel to be injected.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the first voltage (U1) is set as a function of operating variables of the internal combustion engine, in particular as a function of the pressure acting on the fuel.
3. Method according to one of Claims 1 to 2, **characterized in that** the time period (dt1) is selected in such a way that transient reactions within the injection valve have sufficiently decayed.
4. Computer program having programming instructions which are suitable for executing a method according to one of Claims 1 to 3 when they are executed on a computer.

5. Computer program according to Claim 4, **characterized in that** it is stored on a digital, electronic storage medium, in particular a flash memory.
6. Internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, 5
- having an injection valve for injecting fuel into a combustion chamber,
  - having a nozzle needle inside the injection valve, 10
  - having a piezo-electric actuator (A) for adjusting the nozzle needle,
  - with a hydraulic coupler, which brings about coupling between the actuator (A) and the nozzle needle, 15
  - and having a controller (SG) by means of which an electrical voltage can be applied to the actuator (A) in order to adjust the nozzle needle and thus to inject fuel, **characterized in** 20
  - **that** the controller (SG) is embodied in such a way that a first voltage (U1) is applied to the actuator (A),
  - in which the first voltage (U1) leads to a modification of the expansion of the actuator (A), 25
  - which results in a change of state of the hydraulic coupler but does not bring about any adjustment of the nozzle needle,
  - and **that** the first voltage (U1) is greater than a residual potential of actuator (A), 30
  - and in that, after a period (dt1), a second voltage (U2), which brings about the adjustment of the nozzle needle, is applied to the actuator (A),
  - and **that** the second voltage (U2) is selected in such a way that the difference between the second and first voltages (U2, U1) corresponds approximately to that voltage (US) with which the actuator (A) has to be actuated for a desired adjustment of the nozzle needle, in order to obtain a desired amount of fuel to be injected. 35
7. Controller for operating an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, 40
- in which the internal combustion engine is provided with an injection valve for injecting fuel into a combustion chamber, 45
  - and with a nozzle needle inside the injection valve,
  - and with a piezo-electric actuator (A) for adjusting the nozzle needle, 50
  - with a hydraulic coupler, which brings about coupling between the actuator (A) and the nozzle needle,
  - and wherein, by means of the controller (SG), an electrical voltage can be applied to the actuator (A) in order to adjust the nozzle needle and thus to inject fuel, **characterized in** 55

- **that** the controller (SG) is embodied in such a way that a first voltage (U1) is applied to the actuator (A),

- in which the first voltage (U1) leads to a modification of the expansion of the actuator (A),

- which results in a change of state of the hydraulic coupler but does not bring about any adjustment of the nozzle needle,

- and **that** the first voltage (U1) is greater than a residual potential of actuator (A),

- and in that, after a time period (dt1), a second voltage (U2), which brings about the adjustment of the nozzle needle, is applied to the actuator,

- and **that** the second voltage (U2) is selected in such a way that the difference between the second and first voltages (U2, U1) corresponds approximately to that voltage (US) with which the actuator (A) has to be actuated for a desired adjustment of the nozzle needle, in order to obtain a desired amount of fuel to be injected.

### Revendications

1. Procédé de gestion d'un moteur à combustion interne, en particulier de véhicule automobile, selon lequel 25
- on injecte du carburant dans une chambre de combustion, à partir d'un injecteur, dont l'aiguille d'injecteur est actionnée par un actionneur (A) piézoélectrique, 30
- un coupleur hydraulique assure le couplage entre l'actionneur (A) et l'aiguille d'injecteur, et l'actionneur (A) est alimenté par une tension électrique pour déplacer l'aiguille d'injecteur et injecter du carburant, 35
- caractérisé en ce que**
- l'actionneur (A) est alimenté par une première tension (U1) qui entraîne une modification de l'extension de l'actionneur (A), qui entraîne une modification de l'état du coupleur hydraulique mais n'entraîne aucun déplacement de l'aiguille d'injecteur, 40
  - la première tension (U1) est supérieure au potentiel résiduel de l'actionneur (A),
  - l'actionneur (A) est alimenté, après une durée (dt1), par une deuxième tension (U2) qui entraîne le déplacement de l'aiguille, et 45
  - la deuxième tension (U2) est sélectionnée de telle sorte que la différence entre la deuxième et la première tension (U2, U1) corresponde approximativement à la tension (US) avec laquelle l'actionneur (A) doit être commandé pour un déplacement souhaité de l'aiguille d'injecteur, pour avoir une quantité souhaitée de carburant à injecter. 50

2. Procédé selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
la première tension (U1) est réglée en fonction des grandeurs de fonctionnement du moteur à combustion interne, notamment en fonction de la pression agissant sur le carburant.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2,  
**caractérisé en ce que**  
la durée (dt1) est sélectionnée de telle sorte que les phénomènes transitoires soient suffisamment amortis à l'intérieur de l'injecteur.
4. Programme informatique avec des commandes de programme à appliquer dans un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, lorsqu'elles sont exécutées sur un ordinateur.
5. Programme informatique selon la revendication 4,  
**caractérisé en ce qu'**  
il est stocké sur une mémoire numérique électronique, notamment une mémoire flash.
6. Moteur à combustion interne notamment pour un véhicule automobile comprenant :
- un injecteur pour injecter du carburant dans une chambre de combustion,
  - une aiguille d'injecteur dans l'injecteur de carburant,
  - un actionneur piézoélectrique (A) pour déplacer l'aiguille d'injecteur,
  - un coupleur hydraulique assurant le couplage entre l'actionneur (A) et l'aiguille d'injecteur, et
  - un appareil de commande (SG) fournissant à l'actionneur (A) une tension électrique pour déplacer l'aiguille d'injecteur et produire ainsi l'injection de carburant,
- caractérisé en ce que**  
l'appareil de commande (SG) est réalisé pour que l'actionneur (A) reçoive une première tension (U1),
- la première tension (U1) produit une variation de l'extension de l'actionneur (A),
  - cette variation produit une variation de l'état du coupleur hydraulique mais aucun déplacement de l'aiguille d'injecteur, et
  - la première tension (U1) est supérieure au potentiel résiduel de l'actionneur (A), et
  - après une durée (dt1) l'actionneur (A), reçoit une seconde tension (U2) produisant le déplacement de l'aiguille d'injecteur, et
- la seconde tension (U2) est choisie pour que la différence entre la seconde et la première tension (U2, U1) corresponde sensiblement à la tension (US) avec laquelle l'actionneur (A) commande un déplacement souhaité de l'aiguille d'injecteur permettant d'obtenir la quantité souhaitée de carburant à injecter.
7. Appareil de commande pour la gestion d'un moteur à combustion interne notamment d'un véhicule automobile, selon lequel le moteur à combustion interne est équipé :
- d'un injecteur pour injecter du carburant dans une chambre de combustion,
  - d'une aiguille d'injecteur dans l'injecteur de carburant,
  - d'un actionneur piézoélectrique (A) pour déplacer l'aiguille d'injecteur,
  - d'un coupleur hydraulique assurant le couplage entre l'actionneur (A) et l'aiguille d'injecteur, et
  - d'un appareil de commande (SG) fournissant à l'actionneur (A) une tension électrique pour déplacer l'aiguille d'injecteur et produire ainsi l'injection de carburant,
- caractérisé en ce que**  
l'appareil de commande (SG) est réalisé pour que l'actionneur (A) reçoive une première tension (U1),
- la première tension (U1) produit une variation de l'extension de l'actionneur (A),
  - cette variation produit une variation de l'état du coupleur hydraulique mais aucun déplacement de l'aiguille d'injecteur, et
  - la première tension (U1) est supérieure au potentiel résiduel de l'actionneur (A), et
  - après une durée (dt1) l'actionneur (A), reçoit une seconde tension (U2) produisant le déplacement de l'aiguille d'injecteur, et
- la seconde tension (U2) est choisie pour que la différence entre la seconde et la première tension (U2, U1) corresponde sensiblement à la tension (US) avec laquelle l'actionneur (A) commande un déplacement souhaité de l'aiguille d'injecteur permettant d'obtenir la quantité souhaitée de carburant à injecter.

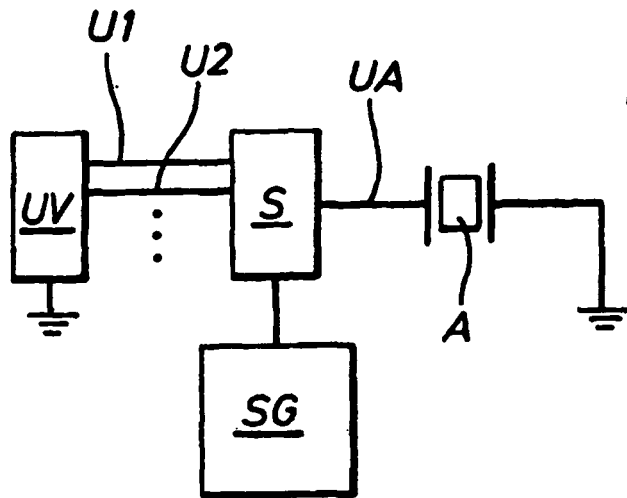


Fig. 1

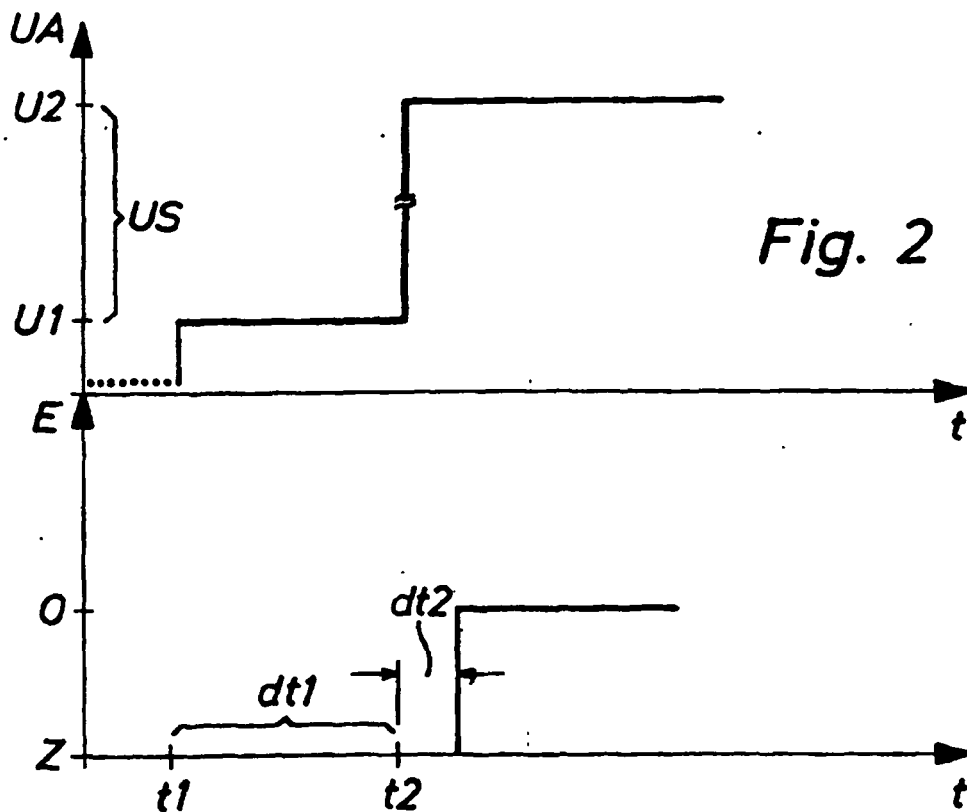


Fig. 2

**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 19903555 C2 [0002]