

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 683 855 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.08.1997 Patentblatt 1997/34**

(21) Anmeldenummer: **94904980.3**

(22) Anmeldetag: **29.01.1994**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F02D 41/06, F02D 41/34**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE94/00080**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 94/18444 (18.08.1994 Gazette 1994/19)**

(54) **EINRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG BEI EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

INSTALLATION DE COMMANDE DE L'INJECTION DE CARBURANT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

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

(30) Priorität: **12.02.1993 DE 4304163**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.11.1995 Patentblatt 1995/48**

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

(72) Erfinder:  
• **OTT, Karl  
D-71706 Markgroeningen (DE)**

- **WALTER, Klaus  
D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**
- **STRATE, Joachim  
D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 490 088                      WO-A-94/07014**  
**DE-A- 3 923 478                      DE-A- 4 222 146**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 198  
(M-404) 15. August 1985 & JP,A,60 062 665  
(HITACHI SEISAKUSHO KK) 10. April 1985**

**EP 0 683 855 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

### Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine.

Bei Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen mit elektronischer Einspritzung wird üblicherweise im Steuergerät berechnet, wann und wieviel Kraftstoff pro Zylinder eingespritzt werden soll. Damit diese Berechnungen in korrekter Weise durchgeführt werden können, muß die jeweilige Stellung der Kurbel- bzw. Nockenwelle der Brennkraftmaschine bekannt sein, es ist daher üblich und wird beispielsweise in der EP-PS 0 017 933 beschrieben, daß die Kurbel- und die Nockenwelle mit je einer Scheibe verbunden sind, auf deren Oberfläche wenigstens eine Bezugsmarke angebracht ist, wobei auf der Kurbelwellenscheibe zusätzlich eine Vielzahl gleichartiger Markierungen, auch Inkrement genannt, angebracht sind.

Die beiden sich drehenden Scheiben werden von passenden feststehenden Aufnehmern abgetastet, aus der zeitlichen Abfolge der von den Aufnehmern gelieferten Impulse läßt sich eine eindeutige Aussage über die Stellung von Kurbel- und Nockenwelle gewinnen und es können im Steuergerät entsprechende Ansteuersignale für die Einspritzung oder Zündung gebildet werden.

Das bekannte System hat den Nachteil, daß erst nach einer gewissen Umdrehung der beiden Wellen eine eindeutige Lageerkennung möglich ist, da für diese Lageerkennung das Vorbeilaufen der Referenzmarke bzw. der Referenzmarken an den jeweiligen Aufnehmern abgewartet werden muß. Damit kann nicht gleich nach dem Start der Brennkraftmaschine eine korrekte Einspritzung erfolgen.

Es wird deshalb in der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 42 30 616, die eine Einrichtung zur Erkennung der Stellung wenigstens einer, eine Referenzmarke aufweisenden Welle, betrifft, vorgeschlagen, diese Einrichtung bei einer Brennkraftmaschine einzusetzen und dabei nach dem Abschalten der Zündung und Einspritzung eine Auslauferkennung durchzuführen, wobei vom Steuergerät die Stellung der Kurbel- und Nockenwelle beim Stillstand ermittelt und abgespeichert wird. Beim Wiedereinschalten steht die so ermittelte Stellung dem Steuergerät sofort zur Verfügung, so daß die ersten Einspritzungen bereits kurz nach Drehbeginn erfolgen können. Bei der in der P 42 30 616 beschriebenen Einrichtung wird zwar angegeben, daß Einspritzungen möglichst früh erfolgen sollen, es wird jedoch nicht näher erläutert, wie diese Einspritzungen genau festgelegt werden.

Aus der JP-A-60 062 665 ist eine Einrichtung zur Regelung einer Brennkraftmaschine bekannt, bei der die Kurbelwellenposition bei Stillstand im Steuergerät abgespeichert wird und diese Position beim Neustart

zur Steuerung der Zündung verwendet wird.

### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß unmittelbar nach Einschalten der Brennkraftmaschine die Stellung der Nocken- bzw. Kurbelwelle im Steuergerät bekannt ist, so daß dieses sofort mit der zylinderrichtigen Zuordnung der Einspritzung beginnen kann, wobei die erste Einspritzung bereits vor Drehbeginn erfolgen kann, so daß die Brennkraftmaschine besonders früh hochläuft.

Nach Drehbeginn, jedoch noch vor der Synchronisation können weitere Einspritzungen zylinderrichtig erfolgen, die eine weitere Verbesserung des Hochlaufens ermöglichen.

Der Übergang zwischen den Starteinspritzungen und der Normaleinspritzung wird in vorteilhafter Weise so gestaltet, daß weder eine fehlende noch eine doppelte Einspritzung in bzw. für einen Zylinder erfolgt, wodurch sichergestellt wird, daß alle Zylinder gleichmäßig mit Kraftstoff versorgt werden und kein Abmagern bzw. Überfetten des Gemisches in einzelnen Zylindern erfolgt.

### Zeichnung

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigt Figur 1 eine grobe Übersicht über die Anordnung von Kurbel- bzw. Nockenwelle samt den zugehörigen Sensoren und dem Steuergerät, in dem die Berechnungen zur Steuerung der Einspritzung ablaufen. In Figur 2 sind Steuersignale bzw. von Sensoren registrierte Signale während der Startphase einer Brennkraftmaschine über die Zeit aufgetragen.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Bestandteile einer Brennkraftmaschine beispielhaft dargestellt. Dabei ist mit 10 eine Geberscheibe bezeichnet, die starr mit der Kurbelwelle 11 einer Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Referenzmarke 13 vorgesehen, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

Eine zweite Geberscheibe 14 ist mit der Nockenwelle 15 der Brennkraftmaschine verbunden und weist an ihrem Umfang ein Segment 16 auf, mit dem die Phasenlage der Referenzmarke auf der Kurbelwellenscheibe bestimmt wird. Mit 17 ist die zwischen Kurbel- und Nockenwelle bestehende Verbindung, die die Nockenwelle mit halber Kurbelwellendrehzahl dreht, symbolisiert.

Die dargestellte Form der mit der Kurbel- bzw. der Nockenwelle verbundenen Geberscheiben ist beispiel-

haft und kann durch wählbare andere Formen ersetzt werden.

Die beiden Geberscheiben 10, 14 werden von Aufnehmern 18, 19, beispielsweise induktiven Aufnehmern oder Hall-Sensoren abgetastet, die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken in den Aufnehmern erzeugten Signale werden entweder gleich aufbereitet und einem Steuergerät 20 zugeführt oder erst im Steuergerät in geeigneter Weise aufbereitet, wobei beispielsweise Rechtecksignale gebildet werden, deren Anstiegsflanken dem Beginn einer Winkelmarke und dessen abfallende Flanken dem Ende einer Winkelmarke entsprechen. Diese Signale bzw. die zeitlichen Abfolgen der einzelnen Impulse werden im Steuergerät 20 weiterverarbeitet.

Das Steuergerät 20 erhält über verschiedene Eingänge weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen, die von verschiedenen Sensoren gemessen werden. Als Beispiele solcher Sensoren seien erwähnt: ein Temperatursensor 21, der die Motortemperatur mißt, ein Drosselklappensensor 22, der die Stellung der Drosselklappe registriert, ein Drucksensor 23, der den Druck im Ansaugrohr oder den Druck in einem Zylinder der Brennkraftmaschine mißt. Weiterhin wird über den Eingang 24 ein "Zündung ein"-Signal zugeführt, das beim Schließen des Zündschalters 25 von der Klemme K115 des Zündschlosses geliefert wird.

Ausgangsseitig stellt das Steuergerät, das nicht dargestellte Rechen- bzw. Speichermittel sowie einen mit 30 bezeichneten Permanent Speicher umfaßt, Signale für die Zündung und Einspritzung für nicht näher bezeichnete entsprechende Komponenten der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Diese Signale werden über die Ausgänge 26 und 27 des Steuergerätes 20 abgegeben.

Je nach Bedarf können weitere Sensoren eingesetzt werden, deren Signale dem Steuergerät zugeführt werden, das Steuergerät 20 kann ebenfalls weitere für die Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Signale abgeben. Es ist auch nicht erforderlich, daß alle dargestellten Sensoren vorhanden sind.

Die Spannungsversorgung des Steuergerätes 20 erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Batterie 28, die über ein Schalter 29 während des Betriebs der Brennkraftmaschine sowie während einer Nachlaufphase nach Abstellen des Motors mit dem Steuergerät 20 in Verbindung steht.

Mit der in Figur 1 beschriebenen Einrichtung kann die Stellung der beiden Wellen 11, 15 während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfaßt werden. Da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen Stellung der Nockenwelle und der Lage der einzelnen Zylinder, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen und nach einer erfolgten Synchronisation in bekannter Weise die Einspritzung und die Zündung gesteuert bzw. geregelt werden. Eine

solche Regelung einer Brennkraftmaschine ist beispielsweise in der DE-OS 39 23 478 beschrieben und wird deshalb hier nicht näher erläutert.

Mit der in Figur 1 beschriebenen Einrichtung ist jedoch auch eine erfindungsgemäße Erkennung der Motorposition im Auslauf während der sogenannten Nachlaufphase möglich. In dieser Nachlaufphase, die sich an den üblichen, beispielsweise aus der obengenannten Offenlegungsschrift bekannten Normalbetrieb der Brennkraftmaschine anschließt, läuft noch eine Auswertung der Sensorausgangssignale ab, die letzten ermittelten Stellungen der Kurbel und Nockenwelle werden im Permanent Speicher des Steuergerätes abgelegt und stehen daher beim Wiedereinschalten sofort zur Verfügung. Die genaue Vorgehensweise ist in der DE-P 42 30 616 beschrieben.

In Figur 2 sind für eine Vierzylinder Brennkraftmaschine die zum Verständnis der Erfindung wesentlichen Signal bzw. Spannungsverläufe  $U(t)[v]$ , die bei Probeläufen aufgenommen wurden, über der Zeit  $t$  in Millisekunden aufgetragen. Dabei zeigt Figur 2a die vom Steuergerät abgegebenen Ansteuersignale A, B, C und D für die Einspritzventile der Zylinder 1 bis 4, wobei die Einspritzungen durch die Minima charakterisiert sind. Mit einem Pfeil sind die Zündungen, die in den einzelnen Zylindern erfolgen, symbolisiert, der Bereich X bezeichnet die geöffneten Zylindereinlaßventile.

In Figur 2b gibt das obere Signal E den Verlauf der Zündsignale an, das untere Signal F ist das Ausgangssignal des Nockenwellensensors, bzw. des Phasensensors, dabei tritt das Minimum alle  $720^\circ$  KW auf.

In Figur 2c ist das Ansteuersignal G für das Elektrostoffpumpenrelais sowie das Drehzahl-Signal H und das Ausgangssignal I des Kurbelwellengebers aufgetragen.

Zum Zeitpunkt  $t=0$  wird über das Zündschloß 25 der Start der Brennkraftmaschine eingeleitet. Zum Zeitpunkt  $t_1$  wird vom Steuergerät 20 Spannung an die einzelnen Systeme bzw. Geber gelegt, das Elektrostoffpumpenrelais wird betätigt, so daß die Kraftstoffpumpe mit der Kraftstoffförderung beginnt. Da das Steuergerät 20 bereits zu diesem Zeitpunkt die genaue Winkellage der Kurbel- bzw. der Nockenwelle kennt, kann es sofort mit der Berechnung der für die Einspritzung wesentlichen Zeiten beginnen.

Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird der Anläßer eingerückt, infolge der großen Stromaufnahme erfolgt bei den Signalen A bis E ein Einbruch. Ab der Zeit  $t_2$  beginnt sich der Motor zu drehen, der Kurbelwellengeber gibt drehzahlabhängige Pulse ab, zur Zeit  $t_3$  wird die Bezugsmarke erkannt, später, bei höherer Drehzahl kann das Auftreten der Drehzahl-Signale bei der in Figur 2 gewählten Auflösung nicht mehr erkannt werden.

Nachdem das erste Minimum des Phasensignales erkannt ist, kann die reguläre Synchronisation erfolgen und es findet die normale SEFI statt.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Beispiel ist das Einspritzventil EV3 als erstes offen, das Steuergerät kann

noch bevor sich der Motor zu drehen beginnt, bereits eine erste phasenrichtige Einspritzung auslösen. Diese erste Einspritzung ist mit NS bezeichnet und wird auch Nullspritzer genannt, da die Drehzahl noch Null ist und erfolgt in ein offenes Einlaßventil. Der Nullspritzer kann beispielsweise nach dem Steuergerätereset ausgelöst werden, er kann mit dem ersten Drehzahlsignal ausgelöst werden oder mit dem Einrücken des Starters. Dabei kann das Einrücken des Starters über den dadurch verursachten Spannungseinbruch oder über die Starterklemme K150 selbst erkannt werden.

Voraussetzung für diesen Nullspritzer ist, daß im Kraftstoffverteiler bereits der nötige Kraftstoffdruck vorliegt. Wenn die Brennkraftmaschine nicht zu lange abgestellt war oder sich noch in der Nachlaufphase befindet, herrscht üblicherweise noch der erforderliche Kraftstoffdruck, sodaß unter diesen Bedingungen ein Nullspritzer abgegeben werden kann.

Ab dem Zeitpunkt  $t_2$  beginnt sich der Motor zu drehen, es werden dadurch andere Einspritzventile geöffnet. Beim Beispiel nach Figur 2 ist dies das Einspritzventil EV4. Noch bevor die Synchronisation der Brennkraftmaschine stattgefunden hat, werden vom Steuergerät weitere Einspritzungen ausgelöst, die als Erstspritzer ES bezeichnet werden. Diese Erstspritzer ES erfolgen bei EV4 ins offene Einlaßventil, bei EV 1 werden sie dem Öffnen des Einlaßventils vorgelagert. Somit ist sichergestellt, daß der erste Zylinder der nach der Synchronisation gezündet werden kann, bereits zündfähiges Gemisch enthält und hier der Motor schon in den Selbstlauf übergeht, was eine Verkürzung der Startzeit bedeutet.

Nach erfolgter Synchronisation schaltet das Steuergerät auf die normale Einspritzung, beispielsweise auf die bekannte SEFI-Einspritzung. Gleichzeitig werden dann vom Steuergerät die erforderlichen Zündungen ausgelöst, so daß die Brennkraftmaschine ihren normalen Betriebszustand erreicht hat.

Der Übergang von der Starteinspritzung zur normalen Einspritzung wird so gestaltet, daß keine fehlende oder doppelte Einspritzung in die einzelnen Zylinder auftritt. Bei der Berechnung der Einspritzmenge kann das Steuergerät temperaturabhängige Parameter berücksichtigen.

Wenn der Motor längere Zeit ausgeschaltet war, sodaß der Kraftstoffdruck stark abgefallen ist, wird beim Nullspritzer kein Kraftstoff eingespritzt, die beiden Erstspritzer können jedoch erfolgen, da zu diesem Zeitpunkt durch die Kraftstoffpumpe bereits ein für Einspritzungen ausreichender Kraftstoffdruck aufgebaut ist. In diesem Fall wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ebenfalls eine beträchtliche Verbesserung des Drehzahlhochlaufs erhalten.

Im ungünstigsten Fall stimmt die nach beendigtem Nachlauf abgespeicherte Position von Kurbel- und Nockenwelle nicht mit der tatsächlichen Position überein, so daß in der Startphase vor der Synchronisation die falschen Einspritzventile angesteuert werden, dies führt zu

einem gegenüber der richtigen Ansteuerung verschlechterten Drehzahlhochlauf, der Drehzahlhochlauf entspricht dann dem bei Systemen ohne Einspritzung vor der Synchronisation zu erreichenden Drehzahlhochlauf.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine mit einer Recheneinrichtung, in der die Winkellage der Kurbel- und/oder Nockenwelle ausgewertet wird zur Bildung von Steuersignalen für die Einspritzventile, wobei in der Recheneinrichtung nach dem Abschalten der Zündung der Brennkraftmaschine während einer Nachlaufphase die Stellung der Kurbel- und/oder Nockenwelle bis zum Stillstand ermittelt wird und die Stellung beim Stillstand abgespeichert wird und unmittelbar nach dem Einschalten der Brennkraftmaschine verwendet wird zur Bildung der Steuersignale für eine erste Einspritzung in ein offenes Einlaßventil oder vor ein offenes Einlaßventil bereits vor Beginn der Drehung und daß nach Beginn der Drehung jedoch noch vor erfolgter Synchronisation weitere Einspritzungen in offene oder vor geschlossene Einlaßventile anderer Zylinder ausgelöst werden und nach der Synchronisation ein Übergang auf eine übliche zylinderspezifische Einspritzung erfolgt.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung das Steuergerät der Brennkraftmaschine ist, dem die Signale der Geber zugeführt werden, die die Kurbel- bzw. Nockenwelle oder mit diesen Wellen verbundene Scheiben abtasten sowie weitere Signale, insbesondere ein "Zündung ein"-Signal.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine der einer Welle der Brennkraftmaschine zugeordnete Geberscheibe eine Bezugsmarke aufweist, die durch Auswertung der Gebersignale in der Recheneinrichtung erkannt wird, wobei nach Erkennen der Bezugsmarke von der Recheneinrichtung eine Synchronisation ausgelöst wird.

## Claims

1. Device for controlling the fuel injection in an internal combustion engine with a computing device in which the angle position of the crankshaft and/or camshaft is evaluated in order to form control signals for the injection valves, the position of the crankshaft and/or camshaft being determined up to the stationary state in the computing device during

a running-on phase after the ignition of the internal combustion engine is switched off and the position being stored in the stationary state and being used directly after the internal combustion engine is switched on in order to form the control signals for a first injection into an open inlet valve or before an open inlet valve even before the engine begins to turn, and further injections into open or before closed inlet valves of other cylinders being triggered after the start of turning but still before synchronization has taken place, and a transition to a customary cylinder-specific injection taking place after the synchronization.

2. Device according to Claim 1, characterized in that the computing device is the control device of the internal combustion engine, to which control device the signals of the sensors are fed, which signals sense the crankshaft or camshaft or discs connected to these shafts, and further signals, in particular an "ignition-on" signal.

3. Device according to Claim 1 or 2, characterized in that a sensor disc which is assigned to the one shaft of the internal combustion engine has a reference mark which is detected by evaluation of the sensor signals in the computing device, a synchronization being triggered after the reference mark is detected by the computing device.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'installation de calcul est l'appareil de commande du moteur à combustion interne recevant les signaux des capteurs détectant le vilebrequin et l'arbre à cames ou des disques liés à ces arbres ainsi que d'autres signaux notamment le signal d'allumage.

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'un des disques de capteur (disque phonique) associé à un arbre du moteur à combustion interne comporte un repère qui est reconnu par l'exploitation des signaux de capteur dans l'installation de calcul et après la reconnaissance du repère, l'installation de calcul déclenche une synchronisation.

## Revendications

1. Installation pour commander l'injection de carburant d'un moteur à combustion interne équipé d'une installation de calcul qui exploite la position angulaire du vilebrequin et/ou de l'arbre à cames pour former les signaux de commande des injecteurs,

- après coupure de l'allumage du moteur à combustion interne, pendant la phase qui suit l'installation de calcul détermine la position du vilebrequin et/ou de l'arbre à cames jusqu'à l'arrêt et met en mémoire la position à l'arrêt pour l'utiliser directement après le démarrage du moteur à combustion interne pour former les signaux de commande pour une première injection dans une soupape d'admission ouverte ou en amont d'une soupape d'admission ouverte déjà avant le début de la rotation, et

- après le début de la rotation mais avant que se fasse la synchronisation, d'autres injections sont déclenchées dans les soupapes d'admission ouvertes ou en amont de soupapes d'admission fermées d'autres cylindres, et

- après la synchronisation, la transition se fait vers l'injection usuelle, spécifique des cylindres.

FIG. 1



