(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 533 979 B1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift : **02.03.94 Patentblatt 94/09**

(51) Int. Cl.^{5} : **F02D 41/10,** F02D 41/12, F02D 41/34

(21) Anmeldenummer : **91116460.6**

(22) Anmeldetag : **26.09.91**

(54) **Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine während dynamischer Übergangszustände.**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung : **31.03.93 Patentblatt 93/13**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **02.03.94 Patentblatt 94/09**

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

(56) Entgegenhaltungen : **EP-A- 0 199 181**

(56) Entgegenhaltungen : **US-A- 4 401 087**
US-A- 4 961 411
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 014 (M-352) 22. Januar 1985 & JP-A-59 162 333 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 13. September 1984

(73) Patentinhaber : **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

(72) Erfinder : **Miener, Björn**
An der Kreuzbreite 18
W-8400 Regensburg (DE)

EP 0 533 979 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine während dynamischen Ubergangszuständen gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Solche Verfahren der Gruppeneinspritzung bei Instationärvorgängen von Brennkraftmaschinen sind aus der der US-A-4 401 087 bekannt.

Im instationären Betrieb, d.h. bei Lastwechsel der Maschine, verändern sich dabei zwischen den beiden, um 360° KW versetzten Einspritzungen die Last- und Drehzahlparameter, aufgrund deren die nötige Einspritzzeit (und damit die Menge des einzuspritzenden Kraftstoffes) berechnet wird. Der tatsächliche Bedarf an Kraftstoff eines Zylinders hängt von den Betriebsparametern während des Ansaugvorganges ab. Die aktuellsten Parameter, -d.h. in erster Linie der Saugrohrdruck, der ein Maß für die Last und damit für die Füllung des Zylinders darstellt-, die noch in die Berechnung der Einspritzzeit einbezogen werden können, sind diejenigen, die der letzten Berechnung vor dem Ansaugvorgang zugrundelagen. Im instationären Betrieb der Maschine können dabei zwischen den berechneten Einspritzzeiten pro voller Kurbelwellenumdrehung (360° KW) Werte auftreten, die um 200 % differieren. Diese auch als Aktualisierungsfehler bezeichnete Abweichung der Einspritzzeit führt bei positiven Lastgradienten, z.B. bei Beschleunigung der Brennkraftmaschine, zu einem starken Ausmagern des Kraftstoff-Luftgemisches und bei negativen Lastgradienten zu einem starken Uberfetten des Kraftstoff-Luftgemisches, auch über mehrere Arbeitsspiele der Brennkraftmaschine hinweg. Im dynamischen Ubergangsbetrieb muß also gegenüber den Verhältnissen im stationären Betriebszustand eine einzuspritzende Grundkraftstoffmenge erhöht oder erniedrigt werden.

Durch zusätzliche Funktionen wie Beschleunigungsanreicherung, die bei positiven Laständerungen zusätzlichen Kraftstoff zur Verfügung stellt oder durch Schubreduzierung bei negativen Laständerungen -die über die Drosselklappen- oder Laständerungen getriggert werden-, können die oben angeführten Probleme nur teilweise abgedeckt werden.

In der US-A-4 401 987 wird deshalb ein Verfahren zur Anpassung der Kraftstoffmenge bei Übergangszuständen vorgeschlagen, bei dem die einzuspritzende Kraftstoffmenge pro Arbeitsspiel in zwei Teilwerte aufgeteilt wird und nach Erkennen des Beschleunigungszustandes die Differenz gebildet wird zwischen aktuell berechneter und vorhergehend berechneter Einspritzung, anschließend diese Differenz mit einem Korrekturfaktor bewertet und bei der nächsten Einspritzung zu der aufgrund der neuen Istverhältnisse berechneten Kraftstoffmenge addiert wird.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zum Steuern einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine während dynamischen Übergangszuständen anzugeben, das unter Beibehaltung der Gruppeneinspritzung eine große Genauigkeit für die Zumessung einer für den jeweiligen Lastwechsel benötigten Kraftstoffmenge gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Lösung ist im Anspruch 1 gekennzeichnet. Eine vorteilhafte Weiterbildung findet sich im Unteranspruch.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt in Form eines Diagramms den Verlauf des Saugrohrdruckes p_s eines Zylinders über zwei Arbeitsspiele (2 x 720° KW) einer Vier-Zylinder-Brennkraftmaschine. Am oberen Rand des Diagramms sind für die beiden betrachteten Arbeitsspiele jeweils die vier Arbeitstakte Ausstoßen, Ansaugen, Verdichten und Arbeiten eingetragen. Außerdem sind die jeweils um 360° KW versetzten Einspritzzeitpunkte mit den zugehörigen, z.B. von einer elektronischen Steuerungseinrichtung ohne des erfindungsgemäßen Verfahrens berechneten Einspritzzeiten t_1-t_4 in Form von Pfeilsymbolen eingezeichnet.

Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens wird am Beispiel einer positiven Laständerung (Beschleunigung) der Brennkraftmaschine erläutert.

Bei dem hier betrachteten Beschleunigungsvorgang steigt der Saugrohrdruck von etwa 300 Millibar (mbar) auf annähernd 1000 mbar, einem Druck, der bei Vollast, d.h. vollständig geöffneter Drosselklappe auftritt und der dem Umgebungsdruck entspricht. Der zur Verdeutlichung der Erfindung betrachtete Einspritzbereich während des Beschleunigungsvorganges erstreckt sich über 1 1/2 Kurbelwellenumdrehungen und ist im Diagramm mit einer geschweiften Klammer markiert.

Der theoretische Motorbedarf an Kraftstoff bei Gruppeneinspritzung mit zwei Gruppen von Zylindern entspricht in diesem Fall einer Menge, die innerhalb von 2 x 6 ms eingespritzt wird. Bei sequentieller Einspritzung würde der Brennkraftmaschine je Zylinder und Arbeitsspiel einmal Kraftstoff mit der Einspritzzeit von 12 ms zugeführt. Die tatsächliche, der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge während des betrachteten Einspritzbereiches ist zu gering. Die erste Einspritzung (t_2 bei 360° KW) dauerte 2 ms, die zweite Einspritzung (t_3 bei 720° KW) dauerte 6 ms, so daß der Brennkraftmaschine Kraftstoff zugeführt wurde, die während des betrachteten Einspritzbereiches einer gesamten Einspritzzeit von 8 ms entspricht. Es wird demgemäß entspre-

chend einer Einspritzzeit von 4 ms zu wenig Kraftstoff zugeführt, was im Beschleunigungsfall zu einem starken Ausmagern des Kraftstoff-Luftgemisches führt. Um dies zu vermeiden, wird eine Korrektur der Gruppeneinspritzzeit gemäß der Erfindung durchgeführt. In die Ansaugrohre jeder Gruppe wird bei der Gruppeneinspritzung zweimal je Arbeitsspiel gleichzeitig Kraftstoff eingespritzt, dessen Menge durch die Teilwerte t_i der beiden Einspritzzeiten bestimmt ist. Jeder Teilwert beruht dabei auf einem Rechenwert t_r, der die halbe Einspritzzeit bei der momentanen Last angibt. Jeder Teilwert t_i wird gebildet als Summe aus dem Rechenwert t_r und aus der mit einem Korrekturfaktor K bewerteten Differenz aus dem Rechenwert t_{r_n} und dem letzten Teilwert

$$\left(t_{i_{n-1}}\right).$$

Als Gesamtwert t_g (= Summe zweier aufeinanderfolgender Teilwerte = gesamte Einspritzzeit je Zylinder und Arbeitsspiel) ergibt sich somit

$$t_{g_n} = t_{i_n} + \left(t_{i_{n-1}}\right),$$

wobei

$$t_{i_n} = t_{r_n} + K\left(t_{r_n} - t_{i_{n-1}}\right)$$

mit

t_{r_n} als Rechenwert, (= die Hälfte der Einspritzzeit je Zylinder und Arbeitsspiel, die sich aus dem momentanen Lastzustand berechnet).

Theoretisch entspricht dann die eingespritzte Kraftstoffmenge in den Zylinder, der am nächsten zündet, derjenigen Kraftstoffmenge, die auch bei einer sequentiellen Einspritzung berechnet und ausgegeben würde. Aufgrund von dann auftretenden Regelschwingungen wird die Korrektur nicht zu 100 % durchgeführt, sondern die Differenz zwischen dem Rechenwert und dem letzten Teilwert mit einem Korrekturfaktor K < 1 bewertet. Ein sowohl für die Vermeidung der Regelschwingung als auch für eine in der Praxis ausreichende Korrektur der Gruppeneinspritzung hat sich ein Korrekturfaktor von 0,8 bewährt. Gemäß dem Ausführungsbeispiel würden mit diesem angegebenen Korrekturverfahren zum Zeitpunkt 0° KW ebenfalls 1 ms lang Kraftstoff eingespritzt, bei 360° KW beträgt die Einspritzzeit 2+ (2-1) x 0,8= 2,8 ms und bei 720° KW 6+ (6-2,8)x0,8 = 8,56 ms (gewählter Korrekturfaktor 0,8). Während des betrachteten Einspritzbereiches wird der Brennkraftmaschine Kraftstoff zugeführt, dem eine Einspritzzeit von insgesamt 11,36 ms anstelle der theoretisch benötigten 12 ms entspricht.

Bezeichnet man die theoretisch nötigte Einspritzzeit (12 ms) als Sollwert und die tatsächliche Einspritzzeit als Istwert (8 ms bzw. 11,36 ms), so sinkt der relative Fehler im Falle der unkorrigierten Gruppeneinspritzung von (12-8)/12=33 % auf einen Wert (12-11,36)/12=5,3 % bei korrigierter Gruppeneinspritzzeit.
Durch das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich unter Beibehaltung des gegenüber der sequentiellen Einspritzung aufwandarmeren Gruppeneinspritzverfahren eine Korrektur der Gruppeneinspritzzeit erreichen, so daß der Aktualisierungsunterschied zur sequentiellen Einspritzung minimiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine während dynamischen Übergangszuständen mit mindesten zwei Gruppen von Zylindern, wobei
   - in die Ansaugrohre jeder Gruppe zweimal je Arbeitsspiel gleichzeitig Kraftstoff eingespritzt wird, dessen Menge durch die Teilwerte der beiden Einspritzzeiten bestimmt ist (Gruppeneinspritzung), und

- jeder Teilwert

$$\left(t_{i_n}\right)$$

auf einem Rechenwert

$$\left(t_{r_n}\right)$$

beruht, der die halbe Einspritzzeit bei der momentanen Last angibt, dabei jeder Teilwert

$$\left(t_{i_n}\right)$$

gebildet wird als Summe
- aus dem Rechenwert

$$\left(t_{r_n}\right)$$

und
- aus einer mit einem Korrekturfaktor (K) bewerteten Differenz **dadurch gekennzeichnet**, daß die Differenz gebildet wird zwischen dem Rechenwert

$$\left(t_{r_n}\right)$$

und dem letzten Teilwert

$$\left(t_{i_{n-1}}\right) .$$

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Korrekturfaktor (K) < 1 ist.

Claims

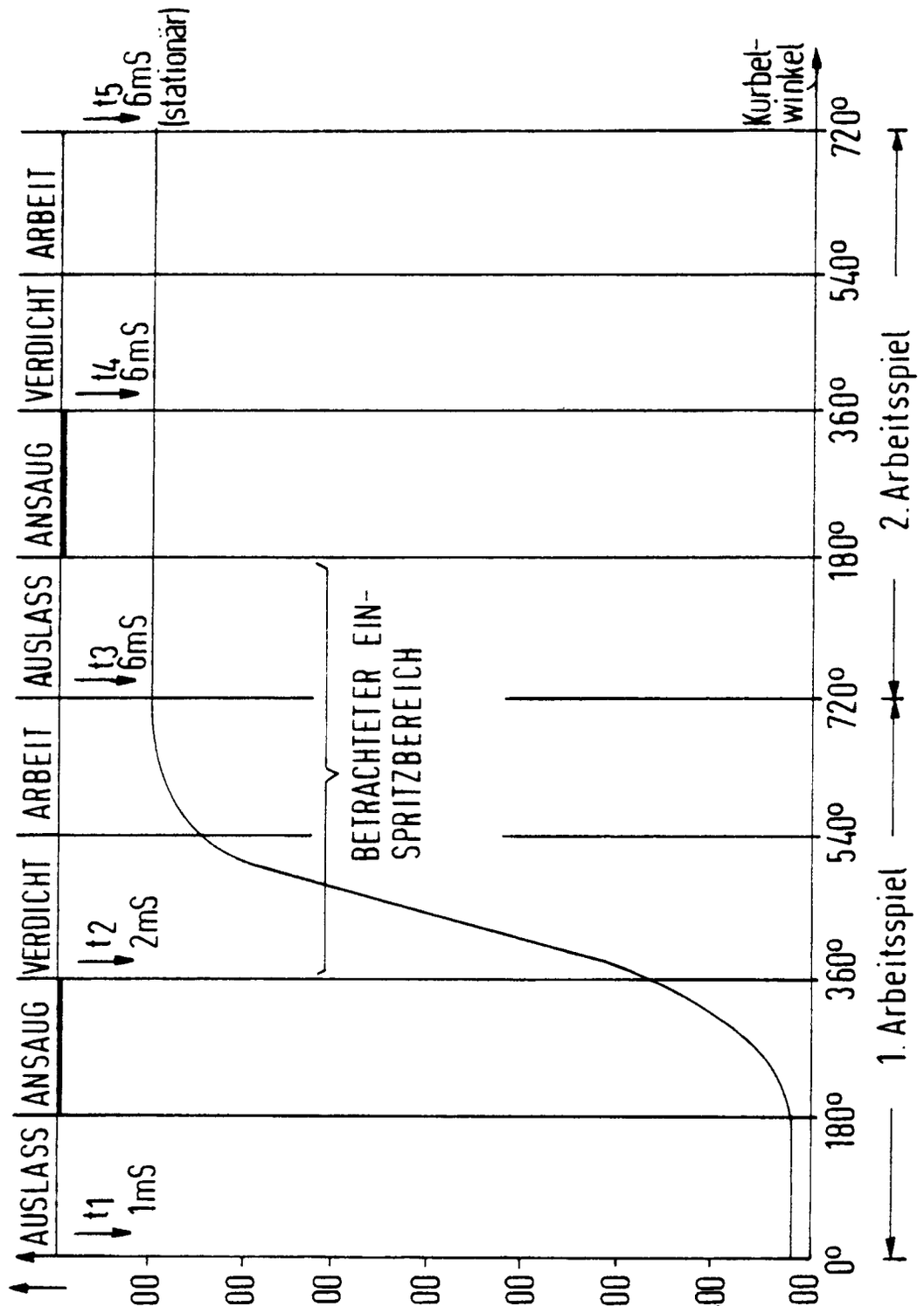
1. Method for controlling an internal-combustion engine during dynamic transitional states by means of at least two groups of cylinders, it being the case that
   - fuel is injected simultaneously into the intake pipes of each group twice per operating cycle, the amount of which is determined by the component values of the two injection periods, and
   - each component value (t_{in}) is based on a computed value (t_{rn}) which specifies half the injection period for the instantaneous load, each component value (T_{in}) being formed in this case as the sum
   - of the computed value (t_{rn}) and
   - of a difference evaluated by a correction factor (K) characterized in that the difference is formed between the computed value (t_{rn}) and the last component value (t_{in-1}).

2. Method according to Claim 1, characterized in that the correction factor (K) < 1.

Revendications

1. Procédé pour commander un moteur à combustion interne pendant des états dynamiques transitoires, avec au moins deux groupes de cylindres, selon lequel
   - dans les tubulures d'aspiration de chaque groupe est injecté simultanément, deux fois pendant chaque cycle de travail, du carburant, dont la quantité est déterminée par les valeurs partielles des deux durées d'injection (injection de groupe), et
   - chaque valeur partielle ($^{t}i_{n}$) est basée sur une valeur de calcul ($^{t}r_{n}$), qui indique la moitié de la durée d'injection pour la charge instantanée, chaque valeur partielle ($^{t}i_{n}$) étant formée par la somme
   - de la valeur de consigne ($^{t}r_{n}$) et
   - d'une différence évaluée avec un facteur de correction (K), caractérisé par le fait que l'on forme la différence entre la valeur de calcul ($^{t}r_{n}$) et la dernière valeur partielle ($^{t}i_{n-1}$).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le facteur de correction (K) est inférieur à 1.


Saugrohr - druck Ps [mbar]
1000
900
800
700
600
500
400
300
AUSLASS
ANSAUG
VERDICHT
ARBEIT
AUSLASS
ANSAUG
VERDICHT
ARBEIT
t1 1mS
t2 2mS
t3 6mS
t4 6mS
t5 6mS (stationär)
BETRACHTETER EIN-SPRITZBEREICH
0°
180°
360°
540°
720°
180°
360°
540°
720°
Kurbel-winkel
1. Arbeitsspiel
2. Arbeitsspiel