

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 912 825 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**05.04.2000 Patentblatt 2000/14**

(21) Anmeldenummer: **97937494.9**

(22) Anmeldetag: **17.07.1997**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/34**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP97/03819**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/03785 (29.01.1998 Gazette 1998/04)**

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG DES EINSPRITZVORGANGS BEI EINER SCHNELLAUFENDEN 2-TAKT-BRENNKRAFTMASCHINE MIT KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG**

METHOD OF CONTROLLING THE INJECTION PROCESS IN A HIGH-SPEED 2-STROKE FUEL INJECTION INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PROCEDE POUR COMMANDER L'INJECTION DANS UN MOTEUR DEUX TEMPS A COMBUSTION INTERNE, A VITESSE ELEVEE ET A INJECTION DE CARBURANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE SE**

(30) Priorität: **17.07.1996 DE 19628739**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.05.1999 Patentblatt 1999/18**

(73) Patentinhaber: **Dolmar GmbH**  
**22045 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KLARE, Hartmut**  
**D-98554 Benshausen (DE)**  
• **SINGER, Andreas**  
**D-08427 Fraureuth (DE)**

(74) Vertreter: **Richter, Werdermann & Gerbaulet**  
**Neuer Wall 10**  
**20354 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 066 758 EP-A- 0 583 495**  
**EP-A- 0 695 865 US-A- 5 325 835**  
**US-A- 5 329 907 US-A- 5 392 753**

• **16. ISATA FLORENZ, 11-15 MAY 1987,**  
**VORTRAG 87008, BITTNER ET AL, A MAN**  
**MACHINE INTERFACE FOR ELECTRONIC**  
**DIESEL ENGINE MANAGEMENT SYSTEMS**

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).

**EP 0 912 825 B1**

**Beschreibung**Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung des Einspritzvorgangs bei einer schnellaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, welche 2-Takt-Brennkraftmaschine erste Mittel zur Erzeugung eines drehwinkelfesten Triggersignals pro Umdrehung für die Einspritzsteuerung sowie zweite Mittel zur Erzeugung einer drehzahlabhängigen Wechsellspannung aufweist, deren Periodendauer ein Bruchteil ( $1/n$ ) der Zeit pro Umdrehung (Umdrehungszeit) der 2-Takt-Brennkraftmaschine beträgt.

Stand der Technik

**[0002]** Aus der EP-A1-0 688 951 ist es bekannt, für kleine kompakte Viertaktmotoren ohne Batterie eine Einspritzsteuerung vorzusehen, bei der ein elektromagnetisches Einspritzventil durch Spannungspulse betätigt wird, die durch einen auf einem Schwungrad angeordneten, mitrotierenden Permanentmagneten in einer in der Nähe des Schwungrades fest angebrachten Spulenordnung induziert werden. Während der Einspritzbeginn durch die Lage der Spulenordnung unveränderlich festgelegt ist, wird die Einspritzdauer durch eine Zeitsteuerschaltung nach einer berechneten Zeitspanne durch ein Unterbrechen des Einspritzventilstromkreises begrenzt. Die beim Unterbrechen eines solchen Einspritzventilstromkreises auftretenden Probleme sind in der EP-B1-0 543 826 beschrieben.

**[0003]** Während Viertaktmotoren im allgemeinen über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich einen relativ gleichförmigen Motorlauf aufweisen, zeigen Zweitaktmotoren erhebliche Unterschiede zwischen den Drehzahlbereichen "Leerlauf" und "Arbeitsbereich". Im Leerlauf (geringe Drehzahlen von einigen 100 U/min) ist ein erheblicher Unrundlauf vorhanden, der immer eine exakte Einspritzung erfordert. Wenn, ausgehend von einem bestimmten Triggersignal, eine Berechnung des Einspritzbeginns durchgeführt wird, muß diese in unmittelbarer Nähe des Triggersignals erfolgen, da sonst erhebliche Fehler bezüglich des gewünschten Einspritzbeginns auftreten können. Diese hängen - wie bereits erwähnt - wesentlich vom Gleichförmigkeitsgrad des Motorlaufs ab und können von Umdrehung zu Umdrehung erheblich differieren, so daß der Motorlauf unkontrollierbar wird. Auch die Einspritzung muß daher unmittelbar in der Nähe des Triggerpunktes bzw. Triggersignals erfolgen.

**[0004]** Wie in der Fig. 1 in einem Winkeldiagramm für die Motorkurbelwelle (KW) im Bezug auf den oberen Totpunkt (OT) dargestellt ist, liegen für geringe Drehzahlen die Einspritzbeginne (ESB) in Abhängigkeit von der jeweiligen Motorkonfiguration in einem ersten (schraffierten) Bereich (ESB1) zwischen 180 und 240° KW (Winkel W4 und W3) vor dem oberen Totpunkt (OT) der Brennkraftmaschine. Bei höheren Drehzahlen (mehrere 1000 U/min) sind andere Einspritzbeginne, entsprechend den jeweiligen Lastzuständen, erforderlich. Gewöhnlich ist eine Verschiebung des Einspritzbeginns in Richtung "früh" in einen zweiten (schraffierten) Bereich (ESB2) erforderlich, der zwischen 270 und 350° KW (Winkel W2 und W1) vor dem oberen Totpunkt (OT) liegt.

**[0005]** Für niedrige Drehzahlen (z.B. im Leerlauf) ist es nach den o.g. Ausführungen zweckmäßig und vorteilhaft, den Triggerpunkt, an dem das Triggersignal erzeugt wird, nahe am Beginn des ersten Bereiches (ESB1) zu platzieren, also z.B. an der durch (TP) bezeichneten Stelle in Fig. 1. Auf diese Weise besteht nur ein kurzer Winkelabstand zwischen (TP) und dem Beginn des Einspritzbereiches (w3). Wird nun der Einspritzbeginn bei steigenden Drehzahlen von dem Bereich (ESB1) in den Bereich (ESB2) verlegt, müßte eigentlich auch der Triggerpunkt (TP) entsprechend verlegt werden. Eine (Quasi-)Verschiebung des Triggerpunktes erfolgt zweckmäßigerweise dadurch, daß die Berechnung des Einspritzbeginns für die nächste Umdrehung durchgeführt wird (langer Pfeil von TP über die Winkel W5 und W6 des Zündbereichs ZB nach W1 in Fig. 1). Aufgrund der benötigten Rechenzeit sowie der zur Steuerung der Öffnungszeit für das Einspritzventil benötigten Zeit kann es in Abhängigkeit des geforderten Einspritzbeginns dazu kommen, daß das für den Leerlaufbereich zur Anwendung kommende Triggersignal (z.B. eines Hall-Gebers) nicht ausgewertet werden kann. Dadurch wäre die Einspritzung für die nächste Umdrehung nicht oder nur stark fehlerbehaftet möglich.

**[0006]** Aus der IT-Druckschrift "ISATA" Nr. 87 008 ist eine elektronische Steuerung der Einspritzmenge in einem Dieselmotor bekannt. Bei der Einspritzsteuerung wird ein drehwinkelfestes Triggersignal verwendet, das den OT-Punkt eines Zylinders identifiziert und ein übliches Drehzahlsignal. Fällt hierbei der Drehzahlgeber aus, wird auf ein Drehzahlsignal umgeschaltet, welches von einer üblichen Lichtmaschine geliefert wird.

**[0007]** Aus der EP-A2-0 434 111 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Einstellung der Einspritzzeit bei einer 2-Takt-Brennkraftmaschine bekannt, bei welchen der obere Totpunkt durch eine erste abgetastete Markierung (54) auf der Kurbelwelle und der Drehwinkel der Kurbelwelle durch über den Umfang der Kurbelwelle gleichmäßig verteilt angeordnete und abgetastete Zähne (52) präzise bestimmt und durch einen angeschlossenen Rechner die Einspritzung gesteuert werden kann. Hierzu werden jedoch spezielle Markierungen und Sensoren benötigt, die beim Einbau einen erheblichen Aufwand erfordern. Darüber hinaus werden Fertigungstoleranzen der Sensoreinrichtungen bei der Winkelbestimmung nicht ausreichend berücksichtigt.

**[0008]** Die Korrektur derartiger Ungenauigkeiten durch rechnerische Mittel wird zwar in der EP-A1-0 583 495 beschrieben, jedoch wird auch dort von einem mit der Kurbelwelle verbundenen speziellen Geberrad ausgegangen, so dass das Problem des konstruktiven Aufwandes bestehen bleibt.

**[0009]** In der EP-A2-0 066 758 schliesslich wird zur Herleitung eines Winkelsignals für den Drehwinkel der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine die Verwendung eines Magneto-Generators vorgeschlagen. Dieser Magneto-Generator stellt jedoch einen speziell und ausschliesslich für die Drehwinkelmessung angepassten Generator dar, der in ganz spezielle Weise im Zündverteiler der Maschine untergebracht ist und daher sowohl vom Aufwand als auch vom Platz her für einfache Maschinen und zur Nachrüstung nicht geeignet ist.

#### Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

**[0010]** Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Einspritzsteuerung eines schnellaufenden Zweitaktmotors anzugeben, welches ohne Änderungen an der Brennkraftmaschine selbst diese Nachteile überwindet und für jede Umdrehung der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von Last und Drehzahl einen optimalen Einspritzbeginn in Verbindung mit der erforderlichen Einspritzdauer gewährleistet.

**[0011]** Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die Merkmale aus dem Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst. Durch das Heranziehen der Wechsellspannung mit ihrer Periodizität können ohne Änderung der Brennkraftmaschine zusätzliche Bezugspunkte während der Umdrehung bereitgestellt werden, auf welche die Einspritzsteuerung Bezug nehmen kann.

**[0012]** Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß aus den einzelnen Perioden der erzeugten Wechsellspannung zugehörige Werte des Drehwinkels abgeleitet werden, welche Drehwinkelwerte zusammen mit dem Triggersignal zur Einspritzsteuerung herangezogen werden. Hierdurch lassen sich nahezu äquidistante Winkelmarken erzeugen, die eine optimale Steuerung des Einspritzvorgangs bei unterschiedlichen und schwankenden Drehzahlen erlauben.

**[0013]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß für die korrekte Zuordnung der Drehwinkelwerte zu den Perioden der Wechsellspannung bei zeitlich konstanten, z.B. durch Fertigungstoleranzen oder dgl. bedingten, Schwankungen in der Länge der einzelnen Periodendauern die einzelnen Periodendauern gemessen werden, aus dem Verhältnis der gemessenen Periodendauern zu den theoretischen Periodendauern, welche jeweils einen Bruchteil ( $1/n$ ) der Umdrehungszeit ausmachen, ein Korrekturfaktor für jede Periodendauer bestimmt wird, daß jeder Periodendauer unter Anwendung des zugehörigen Korrekturfaktors ein relativer korrigierter Drehwinkelwert zugeordnet wird, und daß unter Bezugnahme auf das drehwinkelfeste Triggersignal die relativen korrigierten Drehwinkelwerte in absolute korrigierte Drehwinkelwerte umgewandelt werden, welche zur Einspritzsteuerung verwendet werden. Durch die Ermittlung der Korrekturfaktoren ist es möglich, ohne Veränderung der Brennkraftmaschine herstellungsbedingte Unregelmäßigkeiten zu korrigieren.

**[0014]** Wenn gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform zum Ausgleich von zeitlich veränderlichen, insbesondere durch Drehzahlschwankungen und/oder Phasenverschiebungen in der Wechsellspannung hervorgerufenen, Schwankungen in der Länge der Periodendauern die Korrekturfaktoren mehrfach hintereinander bestimmt und abgespeichert werden, und aus den abgespeicherten Korrekturwerten statistisch gemittelt Korrekturwerte gebildet und zur Zuordnung der relativen korrigierten Drehwinkelwerte zu den Periodendauern verwendet werden, kann auch der Einfluß von kurzzeitigen Änderungen auf die Bestimmung der Korrekturfaktoren weitgehend eliminiert werden.

**[0015]** Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0016]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 ein auf die Kurbelwellendrehung bezogenes Winkeldiagramm mit den Steuerwinkel für eine herkömmliche Einspritzsteuerung mit einem Triggerpunkt,

Fig. 2 in einem Blockschaltbild eine beispielhafte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung,

Fig. 3 mehrere Zeitdiagramme zur Erläuterung der Vorgehensweise beim Bestimmen der Drehwinkelwerte nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, und

Fig. 4 einen Programmablaufplan für die Berechnung der Korrekturwerte beim Verfahren nach der Erfindung.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0017]** In Fig. 2 ist in einem Blockschaltbild eine beispielhafte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung wiedergegeben. Die Steuervorrichtung 10 ist einer schnelllaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine 11 zugeordnet, an welcher drehzahlgekoppelt eine Zündung 12 und ein Generator 13 zur Erzeugung einer periodischen Wechselspannung angeordnet sind. Die Zündung 12 umfaßt beispielsweise einen rotierenden Zündmagneten, der in einer ortsfesten Spule ein geeignetes Zündsignal erzeugt, welches als drehwinkelfestes Triggersignal zur Einspritzsteuerung zur Verfügung steht. Die periodische Wechselspannung aus dem Generator 13 und das Triggersignal aus der Zündung 12 werden auf geeignete Eingänge eines Mikrokontrollers 15 gegeben, der mit einem nichtflüchtigen Speicher zur Ablage berechneter Korrekturwerte zusammenarbeitet und mit einem Ausgang ein Einspritzventil 14 für die 2-Takt-Brennkraftmaschine 11 steuert.

**[0018]** Grundlage für das Verfahren nach der Erfindung ist nun die Bereitstellung des festen periodischen Triggersignals (TS), welches - wie bereits erwähnt - in Verbindung mit der bereits vorhandenen Zündung 12 erzeugt werden kann und als einzelner Impuls pro Umdrehung generiert wird (siehe Fig. 3c). Weiterhin wird für die erfindungsgemäße Lösung der Generator 13, z.B. ein an der Maschine 11 angeflanschter Generator, verwendet, der pro Umdrehung von  $360^\circ$  KW eine bestimmte Anzahl n von Sinuswellen abgibt (in der weiteren Erläuterung wird n=10 angenommen; siehe Fig. 3a). Aus diesen Sinuswellen können Impulse abgeleitet werden (siehe Fig. 3b), die (für n=10) einen Winkelabstand von  $36^\circ$  haben. Die Generatorimpulse werden dem Mikrokontroller 15 zugeführt, welcher außerdem noch den festen Triggerimpuls (TS) aus der Zündung 12 bekommt. Aus diesen Impulsen realisiert der Mikrokontroller 15 nicht nur die mathematische Berechnung der Einspritzgrößen (Einspritzbeginn, Einspritzdauer), sondern hat außerdem die Fähigkeit, eine Winkelkorrektur der  $36^\circ$ -Impulse durchzuführen. Diese Korrektur ist notwendig, da die Impulsabstände bzw. Periodendauern infolge von Fertigungstoleranzen und Phasenverschiebungen durch elektrische Lasten am Generator Fehlern unterliegen. Hierbei ist festzustellen, daß der Rechner zur Bestimmung des Einspritzbeginns bzw. der Einspritzdauer auf weitere Parameter wie Temperatur, Lastsignal, usw. zurückgreifen muß, so daß diese Größen als Ergebnis einer entsprechenden Berechnung zu verstehen sind.

**[0019]** Als mathematische Grundlage für die Korrektur von Winkelfehlern wird der feste Triggerimpuls (TS) (Fig. 3c) genutzt, welcher als Bezugsgröße in diesem System dient. Erkennt der Mikrokontroller 15, daß sich der Brennkraftmaschine 11 im Arbeitsdrehzahlbereich befindet, in welchem der Gleichförmigkeitsgrad der Brennkraftmaschine am größten ist, wird kurzzeitig das Hauptprogramm, welches die Einspritzgrößen für die laufenden Umdrehungen berechnet, verlassen, wie dies im selbsterklärenden Programmablaufplan der Fig. 4 wiedergegeben ist.

**[0020]** Es beginnen Drehzahlmessungen in allen  $36^\circ$ -Winkelfenstern. Dabei wird ständig der Gleichlauf der Brennkraftmaschine kontrolliert. Es werden in den Winkelfenstern die Zeitfenster (Periodendauern der Generatorimpulse) gemessen. Ist der Gleichlauffehler der Brennkraftmaschine als genügend klein erkannt worden, so ist die Zeitfenstermessung (Periodendauermessung) signifikant, d.h. die Meßwerte sind verwertbar.

**[0021]** Die Aufsummierung der Zeiten in den Zeitfenstern ergibt die wahre Zeit für eine Drehzahl. Somit müssen die Teilfenster genau  $36^\circ$ , also 10% der Gesamtumdrehungszeit, betragen. Jedes Fenster wird hier nun mit einem Korrekturfaktor versehen, und die Korrekturfaktoren, im vorliegenden Beispiel 10 an der Zahl, werden in den nichtflüchtigen Speicher 16 geschrieben. Es wird weiterhin markiert, daß eine Korrekturmessung vorgenommen wurde.

**[0022]** Der Mikrokontroller 15 kehrt nun wieder zum Hauptprogramm zurück, wo er in einem vorgegebenen Intervall erneut diese Routine berechnet. Die neuen Korrekturfaktoren werden jeweils mit den schon vorher berechneten und abgespeicherten Korrekturfaktoren statistisch derart verarbeitet, daß letztlich n (hier: 10) statistische Mittelwerte für die Abweichung der  $36^\circ$ -Fenster vom Gleichmaß existieren, und zwar in der Art, daß bei wachsender Motorlaufzeit diese Korrekturfaktoren auf den realen Wert konvergieren. Durch diese Vorgehensweise ist der Mikrokontroller in der Lage, auf Fertigungstoleranzen des Generators 13 zu reagieren und gewisse Korrekturfaktoren zu erzeugen, die "ihm" sagen, wie groß die durch die periodischen Impulse festgelegten einzelnen Winkelabschnitte in Wirklichkeit sind.

**[0023]** Die rechnerische Zuweisung der Winkelfenster zum oberen Totpunkt (OT) bzw. zum festen Triggerimpuls (TS) basiert auf der Schaffung eines Zeitfensters zwischen dem Triggerimpuls (TS) und dem folgenden Impuls aus dem Generator 13, in vorgegebener Einzelumdrehungen intermittierender Zeitintervalle. Aufgrund der berechneten Drehzahl errechnet sich der Mikrokontroller 15 die Zeitdifferenz dieser zwei aufeinander folgenden Impulse und berechnet somit die Absolutkorrektur bezogen auf den oberen Totpunkt (OT).

**[0024]** Für die Berechnung der Einspritzsollgrößen greift der Mikrokontroller 15 auf bereits vorbestimmte Festlegungen aus dem Motorkennfeld zu, die in einer Kennfeldsteuerung hinterlegt sind. Die hinterlegten Kennfeldgrößen paßt der Mikrokontroller 15 auf seine errechneten Winkelgrößen an und steuert somit in selbstkorrigierender Weise das Einspritzventil 14.

**[0025]** Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung eine elektronische Möglichkeit, welche auf einfache Art und Weise, ohne grundlegende technische Überarbeitung der Konstruktion von 2-Takt-Brennkraftmaschinen, optimale, genau berechenbare Einspritzparameter liefert.

Bezugszeichenliste:**[0026]**

|    |                                           |            |
|----|-------------------------------------------|------------|
| 5  | Steuervorrichtung                         | 10         |
|    | 2-Takt-Brennkraftmaschine (schnellaufend) | 11         |
|    | Zündung (erste Mittel)                    | 12         |
|    | Generator (zweite Mittel)                 | 13         |
|    | Einspritzventil                           | 14         |
| 10 | Mikrokontroller                           | 15         |
|    | Speicher (nichtflüchtig)                  | 16         |
|    | Bereich Einspritzbeginn                   | ESB1, ESB2 |
|    | Oberer Totpunkt                           | OT         |
|    | Triggerbereich                            | TB         |
| 15 | Triggerpunkt                              | TP         |
|    | Triggersignal (Triggerimpuls)             | TS         |
|    | Zündbereich                               | ZB         |
|    | Winkel                                    | W1 - W6    |

20

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Steuerung des Einspritzvorgangs bei einer schnellaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) mit Kraftstoffeinspritzung, welche 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) erste Mittel (12) zur Erzeugung eines drehwinkel festen Triggersignals (TS) pro Umdrehung für die Einspritzsteuerung sowie zweite Mittel (13) zur Erzeugung einer drehzahlabhängigen Wechselspannung aufweist, deren Periodendauer ein Bruchteil ( $1/n$ ) der Zeit pro Umdrehung (Umdrehungszeit) der 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung des Einspritzvorgangs neben den Triggersignal (TS) zusätzlich die erzeugte Wechselspannung herangezogen wird daß die zweiten Mittel einen Heizgenerator (13) umfassen, welcher an der 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) angeordnet und von ihr angetrieben ist, und daß aus den einzelnen Perioden der erzeugten Wechselspannung zugehörige Werte des Drehwinkels abgeleitet werden, welche Drehwinkelwerte zusammen mit dem Triggersignal (TS) zur Einspritzsteuerung herangezogen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die korrekte Zuordnung der Drehwinkelwerte zu den Perioden der Wechselspannung bei zeitlich konstanten, z.B. durch Fertigungstoleranzen oder dgl. bedingten, Schwankungen in der Länge der einzelnen Periodendauern die einzelnen Periodendauern gemessen werden, aus dem Verhältnis der gemessenen Periodendauern zu den theoretischen Periodendauern, welche jeweils einen Bruchteil ( $1/n$ ) der Umdrehungszeit ausmachen, ein Korrekturfaktor für jede Periodendauer bestimmt wird, daß jeder Periodendauer unter Anwendung des zugehörigen Korrekturfaktors ein relativer korrigierter Drehwinkelwert zugeordnet wird, und daß unter Bezugnahme auf das drehwinkelfeste Triggersignal (TS) die relativen korrigierten Drehwinkelwerte in absolute korrigierte Drehwinkelwerte umgewandelt werden, welche zur Einspritzsteuerung verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich von zeitlich veränderlichen, insbesondere durch Drehzahlschwankungen und/oder Phasenverschiebungen in der Wechselspannung hervorgerufenen, Schwankungen in der Länge der Periodendauern die Korrekturfaktoren mehrfach hintereinander bestimmt und abgespeichert werden, und aus den abgespeicherten Korrekturwerten statistisch gemittelt Korrekturwerte gebildet und zur Zuordnung der relativen korrigierten Drehwinkelwerte zu den Periodendauern verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der einzelnen Periodendauern im Arbeitsdrehzahlbereich der 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) erfolgt, daß während der Messungen der Gleichlauf der 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) fortlaufend überwacht wird, und daß die gemessenen Werte nur dann ausgewertet werden, wenn der Gleichlauffehler während der Mes-

sungen unter einem vorbestimmten Wert liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Einspritzsteuerung ein Mikrokontroller (15) verwendet wird, welcher nach Maßgabe des Triggersignals (TS) und der erzeugten Wechselspannung aus einer Kennfeldsteuerung die entsprechenden Kennfeldgrößen ausliest und zur Steuerung eines Einspritzventils (14) verwendet.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die ersten Mittel die Zündung (12) der 2-Takt-Brennkraftmaschine (11) umfassen.

## Claims

1. A method for controlling the injection process for a high-speed two-cycle internal combustion engine (11) with fuel injection, this two-cycle internal combustion engine (11) showing first means (12) for generating a trigger signal (TS) for a fixed angle of rotation per revolution for the injection control as well as second means (13) for generating an alternating voltage depending on the number of revolutions, the period of which is a fraction ( $1/n$ ) of the time per revolution (time of revolution) of the two-cycle internal combustion engine (11),  
characterized in  
that additionally the generated alternating tension is used besides the trigger signal (TS) for the control of the injection process and that the second means comprise a heating generator (13) which is placed on the two-cycle internal combustion engine (11) and which is driven by the engine and that corresponding values of the angle of rotation are derived from the individual periods of the generated alternating voltage, rotation angle values which are used with the trigger signal (TS) for the injection control.
2. A method according to claim 1,  
characterized in  
that for the correct correspondence of the rotation angle values to the periods of the alternating voltage for time constant fluctuations in the length of the individual periods, determined for example through process tolerances or the like, the individual periods are measured, a coefficient of correction is determined for each period from the ratio of the measured periods to the theoretical periods which constitute respectively a fraction ( $1/n$ ) of the time of revolution, that a relative corrected rotation angle value corresponds to each period by applying the corresponding coefficient of correction and that, with reference to the trigger signal (TS) for a fixed angle of rotation, the relative corrected rotation angle values are converted into absolute corrected rotation angle values which are used for the injection control.
3. A method according to claim 2,  
characterized in  
that, for compensating time-variant fluctuations in the length of the periods, caused in particular by fluctuations of the number of revolutions and/or by phase shifts in the alternating voltage, the coefficients of correction are determined and stored several times consecutively, and correction values, the mean of which is statically taken, are formed from the stored correction values and are used for the correspondence of the relative corrected rotation angle values to the periods.
4. A method according to any of the claims 2 and 3,  
characterized in  
that the measuring of the individual periods takes place in the operative r.p.m. range of the two-cycle internal combustion engine (11), that during the measuring actions the synchronism of the two-cycle internal combustion engine (11) is continuously supervised and that the measured values are only evaluated when the synchronism error during the measuring actions is situated under a predetermined value.
5. A method according to any of the claims 1 to 4,  
characterized in  
that for the injection control a microcontroller (15) is used which, subject to the trigger signal (TS) and to the generated alternating voltage, reads out the corresponding characteristic diagram parameters from a characteristic diagram control and uses them for the control of an injection valve (14).

6. A method according to any of the claims 1 to 5,  
characterized in  
that the first means comprise the ignition (12) of the two-cycle internal combustion engine (11).

5

## Revendications

1. Procédé pour la commande du procédé d'injection pour un moteur rapide à combustion interne à deux cycles (11) avec injection de carburant, lequel moteur à combustion interne à deux cycles (11) présente des premiers moyens (12) pour générer un signal de déclenchement (TS) pour un angle de rotation fixe par rotation pour la commande de l'injection ainsi que des seconds moyens (13) pour générer une tension alternative dépendante du nombre de tours dont la durée de période est une fraction ( $l/n$ ) du temps par rotation (temps de rotation) du moteur à combustion interne à deux cycles (11),  
caractérisé en ce  
que la tension alternative générée est utilisée en plus du signal de déclenchement (TS) pour la commande du procédé d'injection et que les seconds moyens comprennent un générateur de chauffage (13) qui est placé sur le moteur à combustion interne à deux cycles (11) et qui est entraîné par le moteur et que des valeurs correspondantes de l'angle de rotation sont dérivées des différentes périodes de la tension alternative générée, lesquelles valeurs de l'angle de rotation qui sont utilisées avec le signal de déclenchement (TS) pour la commande de l'injection.
2. Procédé selon la revendication 1,  
caractérisé en ce  
que les différentes durées de période sont mesurées pour la correspondance correcte des valeurs de l'angle de rotation et des périodes de la tension alternative pour des fluctuations constantes dans le temps, causées par exemple par des tolérances de fabrication ou équivalent, de la longueur des différentes durées de période, un facteur de correction est déterminé pour chaque durée de période à partir du rapport des durées de période mesurées et des durées de période théoriques qui constituent respectivement une fraction ( $l/n$ ) du temps de rotation, qu'une valeur relative corrigée de l'angle de rotation est affectée à chaque durée de période en appliquant le coefficient de facteur correspondant et, qu'en se référant au signal de déclenchement (TS) pour un angle de rotation fixe, les valeurs relatives corrigées de l'angle de rotation sont transformées en valeurs absolues corrigées de l'angle de rotation qui sont utilisées pour la commande de l'injection.
3. Procédé selon la revendication 2,  
caractérisé en ce  
que, pour compenser des fluctuations variables dans le temps de la longueur des durées de période causées en particulier par des fluctuations du nombre de tours et/ou des décalages de phases de la tension alternative, les coefficients de correction sont déterminés plusieurs fois l'un après l'autre et mémorisés et des valeurs de correction, dont la moyenne est faite statiquement à partir des valeurs de correction mémorisées, sont formées et sont utilisées pour la correspondance des valeurs relatives corrigées de l'angle de rotation et des durées de période.
4. Procédé selon l'une des revendications 2 et 3,  
caractérisé en ce  
que la mesure des différentes durées de période se fait dans le régime de travail de vitesse de rotation du moteur à combustion interne à deux cycles (11), que le synchronisme du moteur à combustion interne à deux cycles (11) est surveillé en continu pendant les mesures et que les valeurs mesurées ne sont exploitées que lorsque l'erreur de synchronisme pendant les mesures se situe au-dessous d'une valeur prédéterminée.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,  
caractérisé en ce  
qu'un micro-contrôleur (15) est utilisé pour la commande de l'injection, micro-contrôleur qui extrait, selon le signal de déclenchement (TS) et la tension alternative générée, les paramètres correspondants du diagramme caractéristique d'une commande du diagramme caractéristique et les utilise pour la commande de la soupape d'injection (14).
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5,  
caractérisé en ce  
que les premiers moyens comprennent l'ignition (12) du moteur à combustion interne à deux cycles (11).

Fig. 1

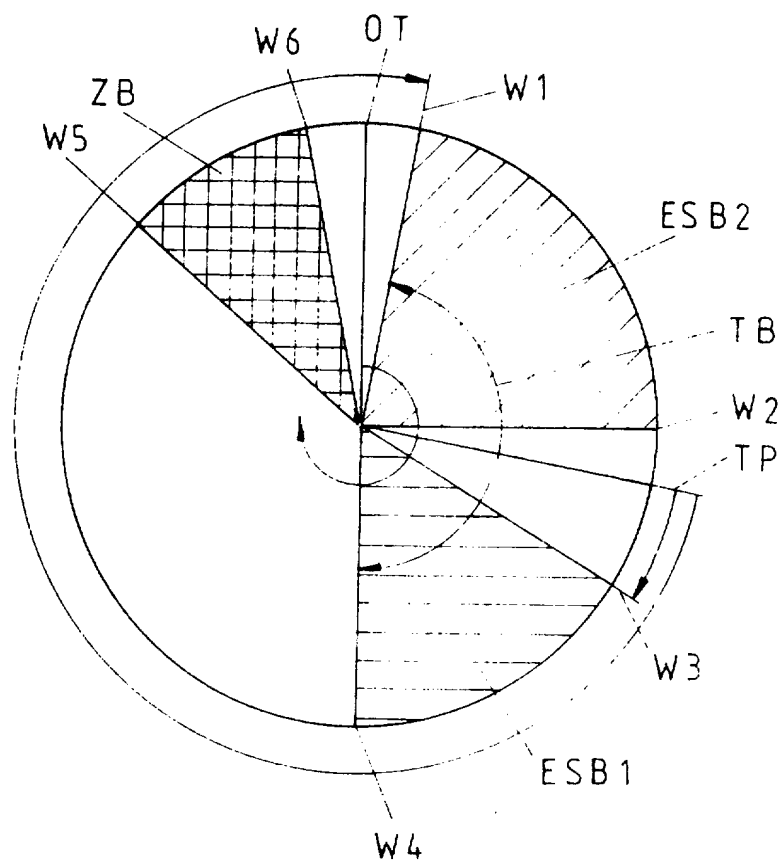


Fig.2

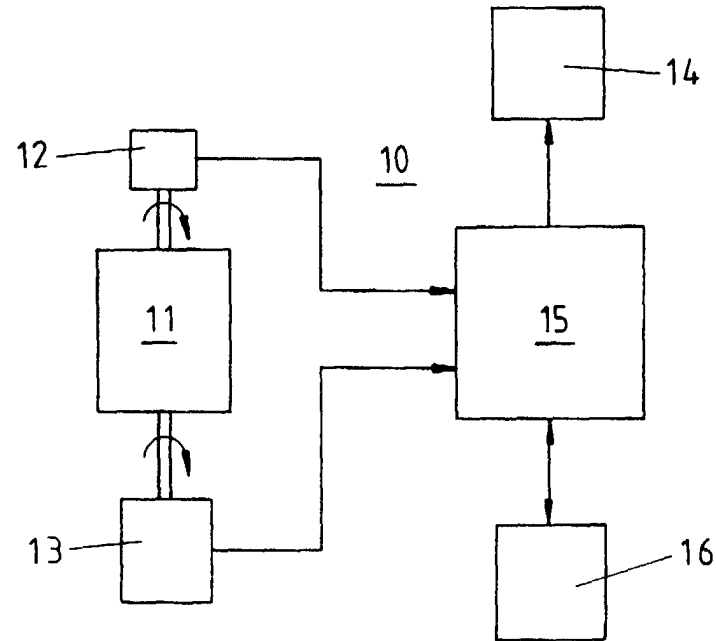


Fig.3

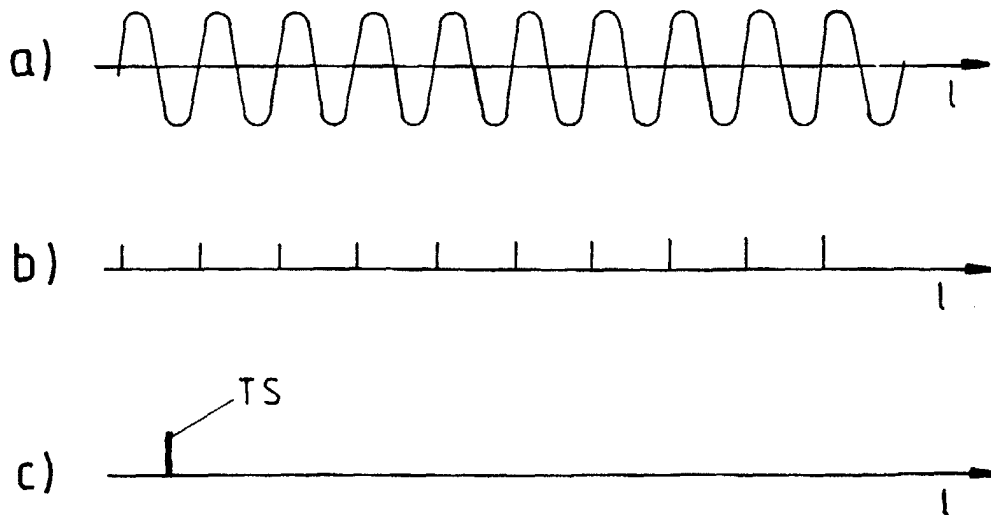


Fig. 4

