

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 132 613 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

12.09.2001 Patentblatt 2001/37

(51) Int Cl.7: **F02N 17/00**

(21) Anmeldenummer: **01104950.9**

(22) Anmeldetag: **28.02.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Philippi, Udo
54316 Schöndorf (DE)**
- **Przymusinski, Achim
93049 Regensburg (DE)**

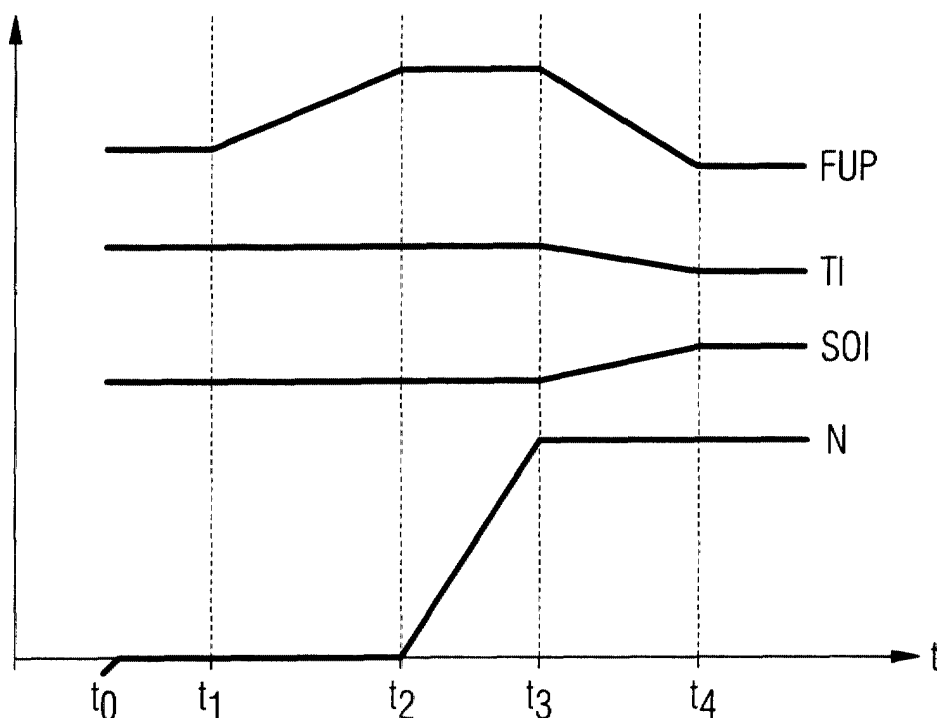
(30) Priorität: **09.03.2000 DE 10011507**

(54) Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine

(57) Zum Start einer Brennkraftmaschine (M), in deren Brennräume aus einem Druckspeicher Kraftstoff eingespritzt wird, werden die Einspritzparameter Kraftstoffdruck im Druckspeicher (FUP), Ansteuerdauer (TI), Einspritzbeginn (SOI) mit dem Beginn des Startvorgangs

so eingestellt, dass sie für den Start einer warmen Brennkraftmaschine optimal sind. Wird festgestellt, dass die Brennkraftmaschine (M) nicht wie gewünscht startet, wird der Kraftstoffdruck (FUP) solange erhöht, bis die Brennkraftmaschine ein indiziertes Moment aufbringt.

FIG 1



EP 1 132 613 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine, in deren Brennräume Kraftstoff aus einem Druckspeicher eingespritzt wird.

[0002] Zum Starten einer Brennkraftmaschine muss man eine bestimmte Mindestmenge an Kraftstoff in die Brennkammern einbringen. Bei einer Brennkraftmaschine in deren Brennräume Kraftstoff aus einem Druckspeicher eingespritzt wird, wird deshalb die Einspritzdauer und der Einspritzbeginn geeignet gewählt.

[0003] Man muss dabei der Tatsache Rechnung tragen, dass das Einspritzverhalten der Einspritzventile und die Viskosität des einzuspritzenden Kraftstoffes wesentlichen Einfluss auf die bei einer Einspritzung eingebrachte Kraftstoffmenge haben. Beide Größen sind temperaturabhängig. Deshalb ist es bekannt, die Startwerte für den Kraftstoffdruck und die Ansteuerdauer der Einspritzventile temperaturabhängig zu wählen, um bei allen Temperaturen sicherzustellen, dass eine ausreichende Kraftstoffmenge beim Start in die Brennräume eingespritzt wird. Auch ist es bekannt, durch entsprechende Ansteuerung der Einspritzventile die Kraftstoffmenge während eines Startvorganges zu steigern, um auf jeden Fall ein sicheres Startverhalten zu erreichen.

[0004] Dabei wird üblicherweise ein bekannter Leerlaufregler mit entsprechenden Initialisierungswerten versehen, der dann selbständig auf bekannte Weise durch Wirkung auf die Stellgrößen Einspritzdauer und Einspritzbeginn den Startvorgang und den anschließenden Leerlauf regelt.

[0005] Dieses Vorgehen hat den Nachteil, dass nicht für alle Temperaturen, in denen die Brennkraftmaschine gestartet wird, ein optimales Startverhalten erreicht wird. Weiter ist eine Temperaturmessung vor dem Start unerlässlich.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine, in deren Brennräume Kraftstoff aus einem Druckspeicher eingespritzt wird, anzugeben, mit dem bei allen Temperaturen, insbesondere in niederen Temperaturbereichen, ein verbessertes Startverhalten erreicht wird, ohne dass die Temperatur gemessen werden müsste.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 gekennzeichnete Erfindung gelöst.

[0008] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass für das Startverhalten bei niedrigen Temperaturen die Viskosität des Kraftstoffes ausschlaggebend für die bei einer Einspritzung in die Brennkammern eingebrachte Kraftstoffmenge ist. Insbesondere bei Dieselmotoren steigt die Zähflüssigkeit des Kraftstoffes bei niedrigen Temperaturen stark an. Zum Ausgleich der mit sinkender Temperatur zunehmenden Viskosität ist deshalb vorgesehen, den Kraftstoffdruck in dem Druckspeicher, aus dem heraus über Einspritzventile die Einspritzung in die Brennräume erfolgt, dann während des Startvorganges anzuheben, wenn festgestellt wird, dass die Brennkraftmaschine nicht innerhalb einer gewissen

Zeitdauer nach Beginn des Startvorganges, d.h. nach Erreichen der Anlasserdrehzahl startet.

[0009] In einer bevorzugten Weiterbildung werden Systemrückwirkungen durch Konstanthalten der anderen Einspritzparameter, insbesondere der Ansteuerdauer der Einspritzventile und des Einspritzbeginnes ausgeschaltet. Dadurch kann eine systematische Einregelung des Arbeitspunktes der Einspritzventile unter Konstanthaltung anderer arbeitspunktbestimmender Größen erfolgen. Die Stellgröße des dabei verwendeten binären Reglers ist der Kraftstoffdruck im Druckspeicher, die überwachte Regelgröße ist das Drehzahlverhalten der Brennkraftmaschine, insbesondere ein Drehzahlgradient.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung in einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 Zeitreihen verschiedener Betriebsparameter einer Brennkraftmaschine während eines Startvorganges und

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines binären Reglers zur Durchführung des Verfahrens zum Starten einer Brennkraftmaschine.

[0012] Zum sicheren Start einer Dieselmotorenmaschine, die eine sogenannte "common rail"-Einspritzanlage aufweist, wird nachfolgendes Verfahren verwendet. Der genaue Aufbau der Brennkraftmaschine ist für das Verständnis dabei nur insofern von Bedeutung, als es sich um eine Brennkraftmaschine handelt, bei der die Einspritzung aus einem Druckspeicher über Einspritzventile erfolgt. Es muss sich nicht wie im nachfolgenden Fall um eine Dieselmotorenmaschine handeln.

[0013] Der Zeitablauf des Startvorganges ist in Fig. 1 in Zeitreihen dargestellt. Dabei ist die Zeitreihe der Drehzahl N, des Kraftstoffdruckes FUP im Druckspeicher, der Ansteuerdauer TI der Einspritzventile sowie des Einspritzbeginnes SOI aufgetragen.

[0014] Fig. 2 zeigt in einem Blockschaltbild den Regelkreis zur Arbeitspunktregelung der Einspritzventile. In diesem Regelkreis ist die Brennkraftmaschine mit M bezeichnet. Als Regelgröße wird die Drehzahl N überwacht. Ein Vorgabeglied P liefert einen Vorgabewert für den Kraftstoffdruck FUP, der dann an der Brennkraftmaschine M eingestellt wird. An der Brennkraftmaschine M werden noch weitere Betriebsparameter B eingestellt, insbesondere die Ansteuerdauer TI sowie der Einspritzbeginn SOI für die Einspritzventile. Die Steuerung der Brennkraftmaschine M mit diesen Parametern wird von einem nicht dargestellten Streuergerät übernommen, in dem auch der in Fig. 2 dargestellte Regelkreis als Programmmodul verwirklicht sein kann. Der vom Vorgabeglied P gelieferte Wert für den Kraftstoffdruck FUP wird um ein von einem Integralglied I gelieferten Wert erhöht.

Das Integralglied I erhält an seinem Eingang eine Zeitspanne zugeführt. Dabei handelt es sich um diejenige Zeitspanne, in der die Drehzahl N der Brennkraftmaschine M gleich der Anlasserdrehzahl N_{Starter} ist. Die Bestimmung dieser Zeitspanne ist durch einen mit einem "=" bezeichneten Block symbolisch dargestellt, dem die Anlasserdrehzahl N_{Starter} und die Drehzahl N der Brennkraftmaschine zugeführt wird.

[0015] Zum Zeitpunkt t_0 wird die Brennkraftmaschine mit der Anlasserdrehzahl N_{Starter} angetrieben. Gleichzeitig wird die Einspritzung mit Initialisierungswerten für die Ansteuerdauer TI, den Einspritzbeginn SOI und den Kraftstoffdruck FUP angesteuert. Im dargestellten Fall verharrt jedoch die Drehzahl N der Brennkraftmaschine M auf der Anlasserdrehzahl N_{Starter} . Die Brennkraftmaschine M bringt kein Drehmoment auf, die Drehzahl steigt nicht an.

[0016] Ab dem Zeitpunkt t_1 wird festgestellt, dass der so eingestellte Einspritzarbeitspunkt nicht zum gewünschten Startvorgang führt, da die Drehzahl N der Brennkraftmaschine M nicht steigt. Die Einspritzanlage befindet sich also nicht im notwendigen Arbeitspunkt. Nun wird unter Konstanthaltung der sonstigen Einspritzparameter sukzessive der Kraftstoffdruck FUP im Druckspeicher angehoben. In Fig. 1 ist eine lineare Steigerung des Kraftstoffdruckes FUP mit anwachsender Zeit seit dem Zeitpunkt t_1 dargestellt. Es ist aber auch eine andere Steigerung des Kraftstoffdruckes FUP denkbar. Entscheidend ist lediglich, dass ab dem Zeitpunkt t_1 der Kraftstoffdruck erhöht ist.

[0017] Zum Zeitpunkt t_2 erzeugt die Brennkraftmaschine M nun erstmals ein Drehmoment, die Drehzahl N beginnt zu steigen. Dieser Anstieg zeigt, dass die Brennkraftmaschine M zu starten beginnt. Der Arbeitspunkt der Einspritzung liegt somit in einem gewünschten Bereich, in dem ein Startvorgang stattfinden kann. Deshalb wird der Arbeitspunkt gehalten, indem nicht nur wie bislang die sonstigen Einspritzparameter, insbesondere die Ansteuerdauer der TI der Einspritzventile und der Einspritzbeginn SOI, sondern auch der Kraftstoffdruck FUP im Druckspeicher konstant gehalten werden. Der Arbeitspunkt wird so lange beibehalten, bis die Brennkraftmaschine M zum Zeitpunkt t_3 die Leerlaufdrehzahl erreicht. Dann wird die Brennkraftmaschine mit der herkömmlichen Leerlaufregelung betrieben, in der die bekannte Variation der Ansteuerdauer TI der Einspritzventile und des Einspritzbeginnes SOI erfolgt. Weiter wird der Kraftstoffdruck FUP im Druckspeicher auf den für den Leerlauf vorgesehenen Wert geführt.

[0018] Der für den Start der Brennkraftmaschine arbeitende Regler nimmt also eine nichtlineare Regelung des Arbeitspunktes dahingehend vor, dass als Stellgröße der Kraftstoffdruck FUP im Druckspeicher verwendet wird und als Regelgröße die binäre Unterscheidung, ob die Brennkraftmaschine ein induziertes Moment aufbringt, herangezogen wird. Diese Regelgröße entspricht letztlich einem binären Signal, das anzeigt, ob eine Kraftstoffeinspritzung mit Verbrennung stattfindet.

Denn nur dann steigt die Drehzahl N der Brennkraftmaschine M. Dass die Brennkraftmaschine M eine Änderung ihrer Drehzahl N zeigt, kann an der Überwachung der Drehzahl N direkt oder an deren erster zeitlicher Ableitung erkannt werden. Es kann somit sowohl die Drehzahl N als auch deren erste zeitliche Ableitung als Regelgröße verwendet werden.

[0019] Durch dieses Vorgehen sind sowohl ein temperaturabhängiges Verhalten der Einspritzventile durch geänderte Reibung oder geändertes Verhalten, beispielsweise eines Piezoaktors, bei niederen Temperaturen kompensiert, als auch Viskositätsänderungen des Kraftstoffes.

[0020] Die für den Start zum Zeitpunkt t_0 verwendeten Parameter, insbesondere Einspritzparameter werden aufgrund dieser Kompensierung so gewählt, dass sie für normale Umgebungsbedingungen, d.h. eine warme Brennkraftmaschine M, optimal sind.

[0021] Diese Werte für den Kraftstoffdruck FUP, die Ansteuerdauer TI und den Einspritzbeginn SOI ermöglichen einen optimalen Start einer warmen Brennkraftmaschine, sind aber bei Kaltstartbedingungen untauglich, da sie dann in der Regel keine oder keine ausreichende Kraftstoffeinspritzung gewährleisten. Durch den Regelkreis, der das Einspritzventilverhalten bei erhöhter Reibung und das Kraftstoffverhalten bei gesteigerter Viskosität, die sich bei kalten Temperaturen einstellen, kompensiert, wird auch bei Kaltstartbedingungen ein optimales Startverhalten erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine, in deren Brennräume Kraftstoff aus einem Druckspeicher eingespritzt wird, bei dem
 - a) der Kraftstoffdruck (FUP) im Druckspeicher mit Beginn eines Startvorganges auf einen Startwert gesetzt wird,
 - b) die Brennkraftmaschine (M) mit einer Anlasserdrehzahl (N_{Starter}) gestartet wird,
 - c) die Zeitdauer erfasst wird, in der die Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine (M) auf dem Niveau der Anlasserdrehzahl (N_{Starter}) verharrt, und
 - d) bei Überschreiten einer vorbestimmten Zeitdauer der Kraftstoffdruck (FUP) im Druckspeicher gesteigert wird, bis die Brennkraftmaschine (M) einen bestimmten Anstieg ihrer Drehzahl (N) zeigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Stufen c) und d) die übrigen Einspritzparameter, insbesondere die Dauer (TI) und der Beginn (SOI) der Einspritzungen, konstant auf vorgegebenen Werten gehalten werden.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steigerung des Kraftstoffdruckes (FUP) von der Zeitspanne abhängig erfolgt, um die die vorbestimmte Zeitdauer überschritten wurde. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftstoffdruck (FUP) monoton stetig mit der Zeitspanne gesteigert wird, bis die Brennkraftmaschine (M) eine vorbestimmte Drehzahl (N) erreicht hat. 10
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Start in den Stufen a) und b) mit Betriebsparametern erfolgt, die für eine warme Brennkraftmaschine (M) optimal sind. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

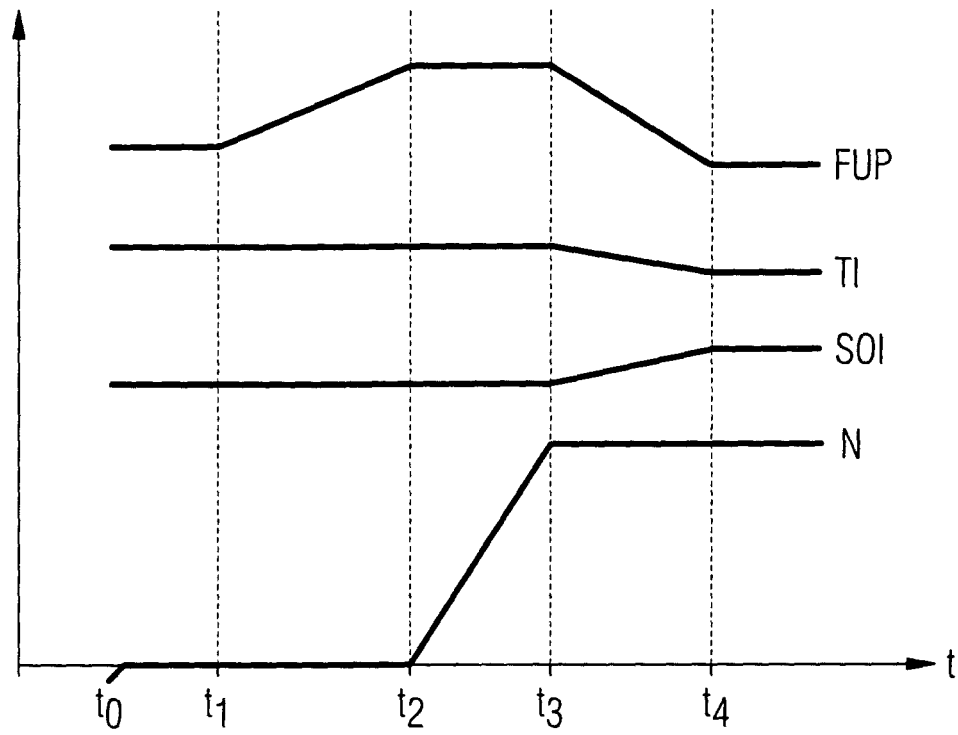


FIG 2

