

(19)



(11)

EP 1 893 869 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.02.2009 Patentblatt 2009/07

(51) Int Cl.:
F02P 19/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06805737.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/009034

(22) Anmeldetag: **16.09.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/031341 (22.03.2007 Gazette 2007/12)

(54) **VERFAHREN ZUM ANSTEUERN VON GLÜHKERZEN IN DIESELMOTOREN**

METHOD FOR CONTROLLING HEATER PLUG IN DIESEL ENGINES

PROCEDE DE COMMANDE DE BOUGIES DE PRECHAUFFAGE DANS DES MOTEURS DIESEL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(72) Erfinder: **STOLLER, Bernd**
70734 Fellbach (DE)

(30) Priorität: **16.09.2005 DE 102005044359**

(74) Vertreter: **Twelmeier Mommer & Partner**
Patent- und Rechtsanwälte
Westliche 56-68
75172 Pforzheim (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 719 909 **US-A- 4 478 181**
US-A1- 2006 207 541

(73) Patentinhaber: **Beru Aktiengesellschaft**
71363 Ludwigsburg (DE)

EP 1 893 869 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht von einem Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen aus. Ein solches Verfahren ist in dem Aufsatz "Das elektronisch gesteuerte Glühsystem ISS für Dieselmotoren, veröffentlicht in der DE-Z MTZ Motortechnische Zeitschrift 61, (2000) 10, S. 668-675, bekannt.

[0002] Figur 1 zeigt das Blockschaltbild eines Glühkerzen-Steuergerätes 1 zum Durchführen des bekannten Verfahrens. Dieses Steuergerät enthält einen Mikroprozessor 2 mit integriertem Digital-Analog-Wandler, eine Anzahl MOSFET-Leistungshalbleiter 3 zum Ein- und Ausschalten einer gleichen Anzahl von Glühkerzen 4, eine elektrische Schnittstelle 5 zur Verbindung mit einem Motorsteuergerät 6 und eine interne Spannungsversorgung 7 für den Mikroprozessor 2 und für die Schnittstelle 5. Die interne Spannungsversorgung 7 hat über die "Klemme 15" des Fahrzeuges Verbindung mit der Fahrzeugbatterie.

[0003] Der Mikroprozessor 2 steuert die Leistungshalbleiter 3 an, liest deren Statusinformationen und kommuniziert über die elektrische Schnittstelle 5 mit dem Motorsteuergerät 6. Die Schnittstelle 5 nimmt eine Anpassung der Signale vor, die zur Kommunikation zwischen dem Motorsteuergerät 6 und dem Mikroprozessor 2 benötigt werden. Die Spannungsversorgung 7 liefert eine stabile Spannung für den Mikroprozessor 2 und für die Schnittstelle 5.

[0004] Spätestens bei betriebswarmem Motor soll eine Glühkerze eine gleichbleibende Temperatur (Beharrungstemperatur) beibehalten, für welche ca. 1000° C ein typischer Wert ist. Um die Beharrungstemperatur beizubehalten, wird bei modernen Glühkerzen nicht die volle Spannung aus dem Bordnetz des Fahrzeugs benötigt, sondern lediglich eine Spannung von typisch 5 Volt bis 6 Volt. Der Mikroprozessor 2 steuert die Leistungshalbleiter 3 zu diesem Zweck durch ein Verfahren der Pulsweiten-Modulation, was zur Folge hat, dass die Spannung aus dem Bordnetz, welche den Leistungshalbleitern 3 über die "Klemme 30" des Fahrzeugs zugeführt wird, so moduliert wird, dass die gewünschte Spannung an den Glühkerzen im zeitlichen Mittel anliegt.

[0005] Wird der Dieselmotor kalt gestartet, dann versorgt das Steuergerät 1 die Glühkerzen 4 mit einer höheren Aufheizspannung von z.B. 11 Volt, um möglichst rasch eine Temperatur der Glühkerzen in Höhe der Beharrungstemperatur oder - vorzugsweise - noch einige 10° C mehr zu erreichen.

[0006] Nach einem Kaltstart befindet sich der Motor für eine gewisse Zeitspanne in der sogenannten Kaltlaufphase, welche durch eine Leerlaufdrehzahl gekennzeichnet ist, welche über der Leerlaufdrehzahl bei betriebswarmem Motor liegt. In der Kaltlaufphase wird die an den Glühkerzen liegende effektive Spannung, d.h., die infolge der Pulsweitenmodulation im zeitlichen Mittel anliegende Spannung, von der anfänglichen Aufheizspannung von z.B. 11 Volt (der "Anfangswert") stufen-

weise abgesenkt auf die Spannung von z.B. 6 Volt, mit welcher bei betriebswarmem Motor die Beharrungstemperatur der Glühkerzen von z.B. 1000° C gehalten werden kann, (der "Endwert" der Spannung). Schwankungen der Bordnetzspannung können durch Verändern der Einschaltzeit bei der Pulsweitenmodulation ausgeregelt werden.

[0007] Je nach Motordrehzahl und Motorlast bzw. Motordrehmoment werden die Glühkerzen unterschiedlich stark abgekühlt. Um dennoch bei betriebswarmem Motor die Glühkerzentemperatur konstant zu halten, wird die den Glühkerzen zugeführte elektrische Leistung den sich ändernden Bedingungen angepaßt. Dies geschieht entsprechend den Vorgaben aus dem Motorsteuergerät 6 durch Anheben oder Absenken des Endwertes der im zeitlichen Mittel an den Glühkerzen 4 anliegenden Spannung.

[0008] Das stufenweise Absenken der im zeitlichen Mittel an den Glühkerzen 4 anliegenden Spannung erfolgt in der Kaltlaufphase während einer vorgegebenen Zeitspanne nach Erfahrungswerten, die im Mikroprozessor 2 gespeichert sind. Die Zeitspanne, während welcher die effektive Spannung in der Kaltlaufphase angehoben wird, ist höchstens so lang wie die Kaltlaufphase selbst, vorzugsweise kürzer als diese.

[0009] Ein während der Kaltlaufphase beobachtetes Absinken der Temperatur der Glühkerzen 4 auf eine Temperatur, die niedriger liegt als die Temperatur beim Start selbst, führt zu einem instabilen Verbrennungsverlauf und dadurch zu Zündaussetzern und Drehzahlschwankungen, die sich durch eine besondere Geräuschentwicklung des Motors bemerkbar machen und die Anteile unverbrannten oder unvollständig verbrannten Kraftstoffs im Abgas des Motors erhöhen.

[0010] Dieser Nachteil soll durch die vorliegende Erfindung vermindert werden.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Anstatt für die Anhebung der elektrischen Spannung eine Zeitspanne fest vorzugeben, wird erfindungsgemäß die Zeitspanne durch die Zeit bis zum Erreichen einer vorgewählten Anzahl von Umdrehungen des Motors bestimmt. Durch Vorgeben einer Umdrehungszahl, bis zu deren Erreichen die Anhebung der Spannung in der Kaltlaufphase gesteuert wird, erreicht man eine Anhebung, die für unterschiedliche Motorbelastungen automatisch eine optimale Dauer hat, die von der Belastung des Motors abhängt. Bei höherer Drehzahl, wie sie auftritt, wenn man nach einem Kaltstart sogleich losfährt, erreicht man einen gleichmäßig runden Lauf des Motors früher als bei niedrigerer Drehzahl. Läßt man den Motor die Kaltlaufphase im Stand durchlaufen, benötigt man dafür eine längere Zeit und die Dauer der Anhebung der Spannung verlängert sich erfindungsgemäß automatisch, verglichen mit dem Fall, in welchem man nach einem Kaltstart sogleich losfährt. Die vorge-

wählte Anzahl von Umdrehungen des Motors wird vorzugsweise in Abhängigkeit von der beim Kaltstart gemessenen Motortemperatur vorgewählt, wobei die Umdrehungszahl zweckmäßigerweise um so größer gewählt wird, je kälter der Motor beim Kaltstart ist. Die Abhängigkeit der Anzahl von Umdrehungen des Motors von, der beim Kaltstart gemessenen Motortemperatur wird am einfachsten linear vorgegeben.

[0013] Die Motortemperatur kann während der gesamten Kaltlaufphase in guter Näherung als gleichbleibend angenommen werden. Sie wird zweckmäßigerweise in der Kühlflüssigkeit des Motors gemessen.

[0014] Vorzugsweise wird die Anhebung der effektiven Spannung während der Kaltlaufphase des Motors während einer vorgegebenen Zeitspanne um einen zusätzlichen, zeitlich veränderlichen, Betrag angehoben, welcher sich aus einer empirisch gewonnenen Kennlinie ergibt, die von der beim Start des Motors gemessenen Temperatur des Motors abhängt, den zusätzlichen Betrag der Anhebung der effektiven Spannung im Verlauf der Kaltlaufphase angibt und so gebildet wird, dass das Anheben der effektiven Spannung um den zusätzlichen Betrag den Unterschied zwischen der effektiven Spannung im Verlauf der Kaltlaufphase und der effektiven Spannung am Beginn der Kaltlaufphase verkleinert oder verschwinden läßt. Die Kennlinie kann für einen ausgewählten Dieselmotor empirisch gewonnen werden, wobei für unterschiedliche Motorstarttemperaturen unterschiedliche Kennlinien aufgenommen werden. Wie viele Kennlinien aufgenommen werden, hängt von der Genauigkeit ab, welche für die Konstanz der Temperatur der Glühkerzen in der Kaltlaufphase angestrebt wird. Für den vor allem infrage kommenden Temperaturbereich von -40°C bis $+30^{\circ}\text{C}$ für die Motorstarttemperatur genügt es, Kennlinien in Abständen von 5°C bis 10°C aufzunehmen. Eine dichtere Lage der Kennlinien bringt keine entscheidende Verbesserung mehr.

[0015] Diese Ausgestaltung der Erfindung hat wesentliche Vorteile:

[0016] Das Verbrennungsverhalten und das Leerlaufverhalten des Motors werden stabilisiert. Der Leerlauf wird gleichmäßiger, die Kaltlaufphase mit erhöhter Leerlaufdrehzahl kann verkürzt werden. Die Emission unverbrannter oder unvollständig verbrannter Bestandteile des Kraftstoffes wird verringert. Der Motor wird leiser. Insbesondere bei Frost wird das Kaltstartverhalten des Dieselmotors verbessert.

[0017] Es wurde herausgefunden, dass der zusätzliche Betrag, um den die Anhebung der effektiven Spannung in der Kaltlaufphase vorzugsweise erhöht wird, am besten so gewählt wird, dass er zu Beginn der Kaltlaufphase klein ist, dann ansteigt, ein Maximum durchläuft und spätestens am Schluß der Kaltlaufphase, vorzugsweise schon vor Abschluß der Kaltlaufphase, verschwindet.

[0018] Auf diese Weise läßt sich in der Kaltlaufphase eine gleichbleibende Temperatur der Glühkerze erreichen.

[0019] Figur 2 zeigt ein Fließdiagramm für eine Software, mit welcher das erfindungsgemäße Verfahren in einer Schaltungsanordnung gemäß Figur 1 ausgeübt werden kann. Die Software wird in den Speicher des Mikroprozessors 2 geladen.

[0020] Der Mikroprozessor 2 errechnet eine Anhebung 11 für die effektive Spannung, die an die Glühkerzen 4 gelegt wird. Die Anhebung 11 setzt sich aus drei Beiträgen zusammen. Ein erster Beitrag wird aus einer im Mikroprozessor gespeicherten Anhebungsmatrix 12 entnommen. Bei der Anhebungsmatrix handelt es sich um ein Kennfeld zur Bestimmung der effektiven Spannung, mit welcher die Glühkerzen 4 angesteuert werden, in Abhängigkeit von der Drehzahl des Motors, ggfs. auch in Abhängigkeit von der in der Zeiteinheit eingespritzten Kraftstoffmenge. Diese Daten - Drehzahl und eingespritzte Kraftstoffmenge (siehe Feld 13 in Figur 2) - werden dem Mikroprozessor 2 vom Motorsteuergerät 6 über die Schnittstelle 5 als Eingangsdaten übermittelt.

[0021] Ein zweiter Beitrag 14 stellt eine Korrektur des aus der Anhebungsmatrix 12 entnommenen Beitrags dar, welcher von der gemessenen Starttemperatur des Motors (siehe Feld 10) abhängt. Dieser Beitrag ist in Abhängigkeit von der Starttemperatur des Motors einer im Mikroprozessor 2 abgespeicherten Kennlinie zu entnehmen. Die Starttemperatur des Motors kann dem Mikroprozessor 2 über die Schnittstelle 5 entweder direkt von einem Kühlmittelthermometer oder indirekt über das Motorsteuergerät 6 als Eingangsgröße zugeführt werden.

[0022] Ein dritter Beitrag zur Anhebung 11 wird aus einer empirisch gewonnenen und im Mikroprozessor 2 gespeicherten Kennlinie entnommen - siehe Feld 16. Zu diesem Zweck sind im Mikroprozessor 2 mehrere empirisch gewonnene Kennlinien für unterschiedliche Motorstarttemperaturen abgelegt. Diese Kennlinien enthalten Beiträge zur Anhebung 11 der effektiven Spannung, welche sich im zeitlichen Verlauf der Kaltstartphase ändern, wobei als Zeitbasis - Feld 17 - nicht die Zeit selbst verwendet wird, sondern die fortschreitende Anzahl der Umdrehungen, die der Motor seit seinem Start vollführt hat. Die Änderung des erfindungsgemäßen Beitrages zur Anhebung 11 der effektiven Spannung erfolgt also dann, wenn vorgewählte Umdrehungszahlen des Motors erreicht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern von Glühkerzen in Dieselmotoren durch Ändern der an den Glühkerzen liegenden effektiven elektrischen Spannung zwischen einem Anfangswert und einem Endwert, welcher am Ende einer durch ein Motorsteuergerät bestimmten Kaltlaufphase vorliegt und kleiner ist als der Anfangswert, wobei die Anhebung der Spannung, das ist der Spannungsunterschied, um welchen die an den Glühkerzen liegende effektive Spannung in der Kaltlaufphase höher ist als ihr Endwert, schrittweise

- von einem Höchstwert auf Null vermindert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die effektive elektrische Spannung in der Kaltlaufphase des Motors während einer vorgegebenen Zeitspanne angehoben wird, welche durch die Zeit bis zum Erreichen einer vorgewählten Anzahl von Umdrehungen des Motors bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl von Umdrehungen fest vorgegeben wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgewählte Anzahl von Umdrehungen des Motors in Abhängigkeit von der beim Kaltstart gemessenen Motortemperatur vorge wählt wird.
 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgewählte Anzahl von Umdrehungen um so länger gewählt wird, je kälter der Motor beim Kaltstart ist.
 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motortemperatur in der Kühlflüssigkeit gemessen wird.
 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die effektive elektrische Spannung in der Kaltlaufphase um einen zusätzlichen, zeitlich veränderlichen Betrag angehoben wird, welcher sich aus einer empirisch gewonnenen Kennlinie ergibt, die von der beim Start des Motors gemessenen Temperatur des Motors abhängt, den zusätzlichen Betrag der Anhebung der effektiven Spannung im Verlauf der Kaltlaufphase angibt und so gebildet wird, dass das Anheben der effektiven Spannung um den zusätzlichen Betrag den Unterschied zwischen der effektiven Spannung in der Kaltlaufphase und der effektiven Spannung am Beginn der Kaltlaufphase verkleinert oder verschwinden läßt.
 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Betrag so gewählt wird, dass er zu Beginn der Kaltlaufphase klein ist, dann ansteigt, ein Maximum durchläuft und spätestens am Schluß der Kaltlaufphase verschwindet.
 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anhebung der effektiven Spannung eine Abhängigkeit von der Motortemperatur und/oder von der Motordrehzahl bzw. von der in der Zeiteinheit eingespritzten Kraftstoffmenge und/oder von der Motorlast bzw. dem Drehmoment des Motors durch Vorgaben aus dem Motorsteuergerät angepaßt wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zusätzliche Beitrag zur Anhebung der Spannung nicht von der in der Zeiteinheit eingespritzten Kraftstoffmenge abhängig gemacht wird.

Claims

1. A method of controlling glow plugs in diesel engines by varying the effective electric voltage applied to the glow plugs between an initial value and a target value, which is obtained at the end of a cold start phase determined by an engine control unit and which is smaller than the initial value, wherein the increase in voltage, i.e. the voltage difference by which the effective voltage applied to the glow plugs in the cold start phase is higher than its target value, is reduced by steps from a maximum value to zero, **characterized in that** the effective electric voltage is increased in the cold start phase of the engine over a predetermined period or time, which is determined by the time elapsed until a preselected number of revolutions of the engine is reached.
2. The method as defined in Claim 1, **characterized in that** the number of revolutions is fixedly predetermined.
3. The method as defined in Claim 1 or Claim 2, **characterized in that** the preselected number of revolutions of the engine is preselected as a function of the engine temperature measured at the time of the cold start.
4. The method as defined in Claim 3, **characterized in that** the preselected number of revolutions is selected to be the higher the colder the engine is at the time of the cold start.
5. The method as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the engine temperature is measured in the coolant.
6. The method as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** during the cold start phase the effective electric voltage is increased by an additional amount, which is variable with time and which is derived from an empirically obtained characteristic being a function of the engine temperature measured at the time the engine is started and representing the additional amount of increase of the effective voltage during the cold start phase and which is so formed that the increase of the effective voltage by the additional amount causes the difference between the effective voltage in the cold start phase and the effective voltage at the end of the cold start phase to be reduced or to disappear altogether.

7. The method as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the additional amount is selected to be small at the beginning of the cold-running phase, to then rise, pass a maximum and to disappear at the end of the cold-running phase at the latest.
8. The method as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the increase of the effective voltage is adjusted by control signals received from the engine control unit as a function of the engine temperature and/or the engine speed or the fuel quantity injected per time unit and/or of the engine load or the engine torque, respectively.
9. The method as defined in Claim 8, **characterized in that** the additional contribution to the increase in voltage is made to not depend on the fuel quantity injected per time unit.

Revendications

1. Procédé pour exciter des bougies de préchauffage dans des moteurs diesel par la modification de la tension électrique effective en vigueur aux bougies de chauffage, entre une valeur initiale et une valeur finale qui prévaut à la fin d'une phase de roulement à froid déterminée par un appareil de commande électronique du moteur et qui est inférieure à la valeur initiale, l'augmentation de la tension, c'est-à-dire la différence de tension à concurrence de laquelle la tension effective en vigueur aux bougies de préchauffage dans la phase de roulement à froid est supérieure à sa valeur finale, est soumise à une réduction progressive en passant d'une valeur maximale à la valeur zéro, **caractérisé en ce que** la tension électrique effective dans la phase de roulement à froid du moteur est augmentée pendant un laps de temps prédéfini qui est déterminé par le temps mis jusqu'à atteindre un nombre présélectionné de rotations du moteur.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le nombre de rotations est prédéfini de manière permanente.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le nombre présélectionné de rotations du moteur est présélectionné en fonction de la température du moteur mesurée lors du démarrage à froid.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'ampleur de la sélection du nombre présélectionné de rotations est proportionnelle à la froidure du moteur lors du démarrage à froid.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications

précédentes, **caractérisé en ce que** la température du moteur est mesurée dans le liquide de refroidissement.

- 5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tension électrique effective dans la phase de roulement à froid fait l'objet d'une augmentation à concurrence d'une valeur supplémentaire variable dans le temps, que l'on obtient à partir d'une courbe caractéristique obtenu par voie empirique qui dépend de la température du moteur mesurée lors du démarrage du moteur qui indique la valeur supplémentaire de l'augmentation de la tension effective au cours de la phase de roulement à froid et qui est obtenue de telle sorte que l'augmentation de la tension effective à concurrence de la valeur supplémentaire réduit ou fait disparaître la différence entre la tension effective dans la phase de roulement à froid et la tension effective au début de la phase de roulement à froid.
- 10
- 15
- 20
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur supplémentaire est sélectionnée de telle sorte qu'elle est faible au début de la phase de roulement à froid, avant d'augmenter, de passer par un maximum et de disparaître au plus tard au terme de la phase de roulement à froid.
- 25
- 30 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'augmentation de la tension effective est adaptée via des spécifications fournies par l'appareil de commande électronique du moteur, en fonction de la température du moteur et/ou de la vitesse de rotation du moteur respectivement de la quantité de carburant injectée par unité de temps et/ou de la charge du moteur respectivement du couple du moteur.
- 35
- 40 9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la contribution supplémentaire pour l'augmentation de la tension est telle qu'elle ne dépend pas de la quantité de carburant injectée par unité de temps.
- 45
- 50
- 55

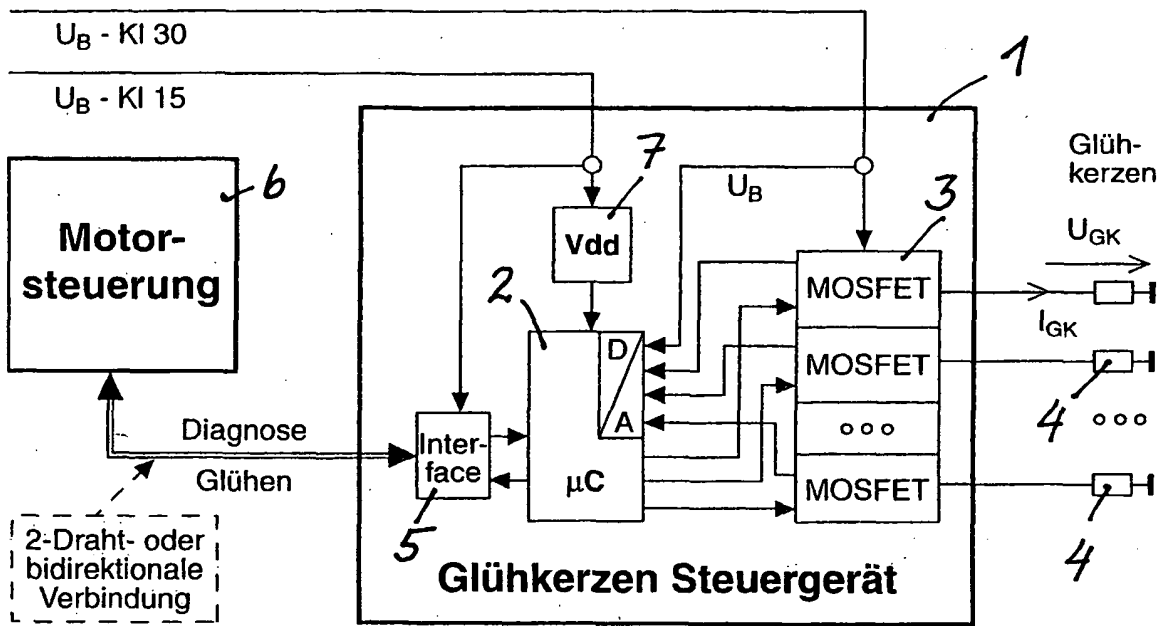


Fig. 1

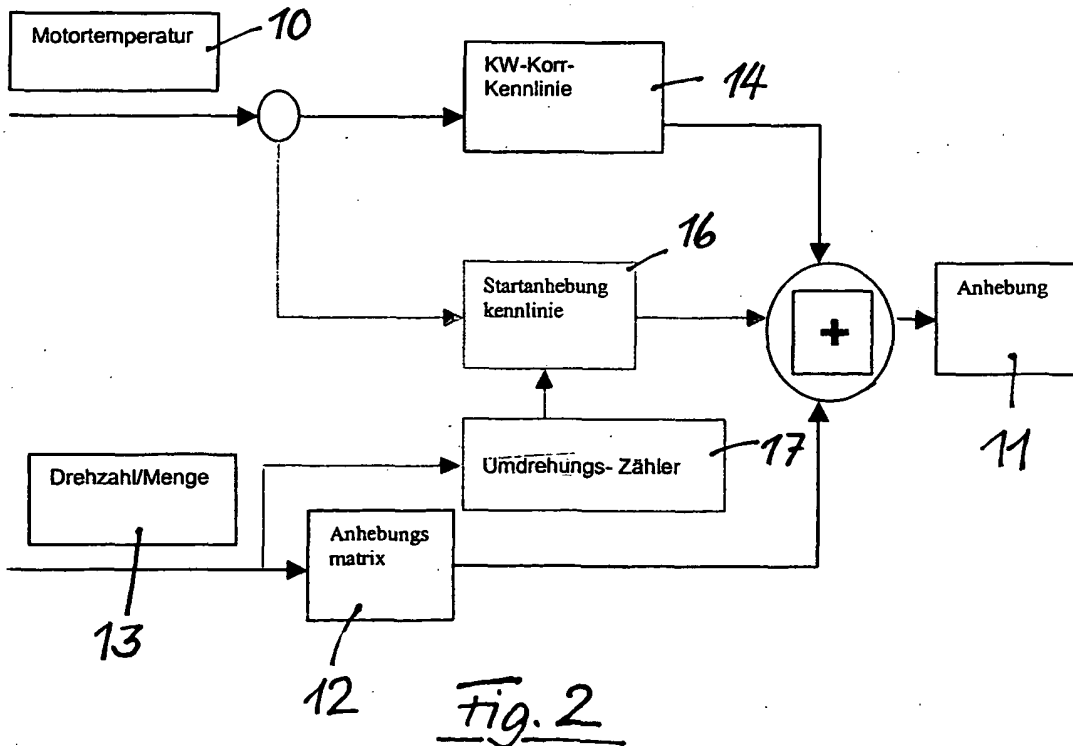


Fig. 2

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 Nicht-Patentliteratur

- DE-Z MTZ *Motortechnische Zeitschrift* 61, 2000, vol. 10, 668-675 [0001]