



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 048 834 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2000 Patentblatt 2000/44

(51) Int. Cl.⁷: **F02D 41/14**

(21) Anmeldenummer: **00107491.3**

(22) Anmeldetag: **06.04.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

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

(72) Erfinder: **Heinze, Thomas, Dr.
57413 Finntrop (DE)**

(30) Priorität: **28.04.1999 DE 19919427**

(54) **Verfahren zur Korrektur der Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde**

(57) Zur Korrektur der Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde (5), die in einer Abgasreinigungsanlage einer Brennkraftmaschine (10) stromauf eines Katalysators (6) angeordnet ist, wird in einer Schubabschaltungsphase ein Signalpegel des Signals der Lambda-Sonde (5) bestimmt und dem der Sauerstoffkonzentra-

tion der Umgebungsluft entsprechende Lambda-Wert zugeordnet. Dabei wird die Steigung des Signals der Lambda-Sonde (5) während der Schubabschaltung berücksichtigt.

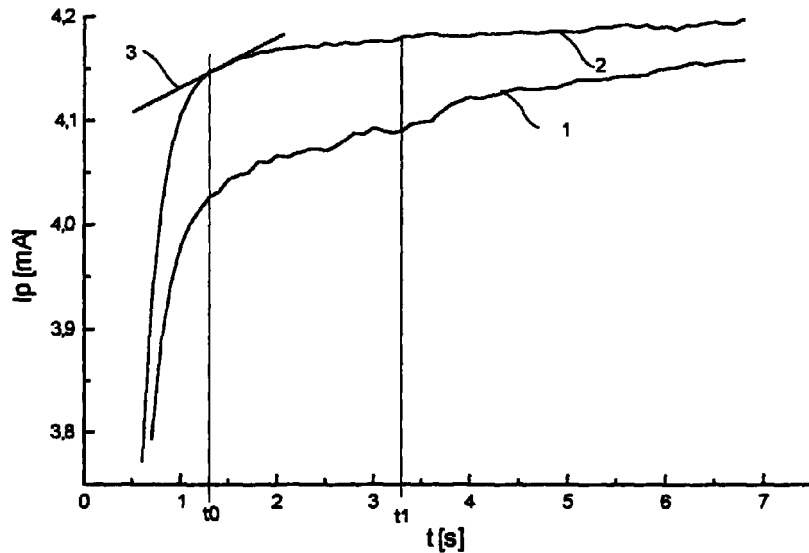


FIG 2

EP 1 048 834 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur der Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde.

[0002] Zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine ist üblicherweise ein Drei-Wege-Katalysator im Abgastrakt der Brennkraftmaschine angeordnet. Stromauf dieses Katalysators ist eine Breitband-Lambda-Sonde vorgesehen, deren abgegebenes Signal abhängig von dem im Abgas enthaltenen Restsauerstoffanteil bzw. von Kohlenmonoxid und Wasserstoff (CO, H₂) ist. Bei Kraftstoffüberschuß (fettes Gemisch) ist das Signal vorwiegend von CO und H₂, bei Luftüberschuß (mageres Gemisch) vom Restsauerstoffanteil abhängig.

[0003] Eine Breitband-Lambda-Sonde liefert in einem weiten Lambda-Bereich (0,7 bis 4) ein eindeutiges, monoton steigendes Signal. Dieses Signal wird mittels einer Kennlinie in einem Steuergerät in einen Lambda-Wert umgewandelt. Die Regelung der Brennkraftmaschine erfolgt so, daß die Lambda-Sonde einen Lambda=1 zugeordneten Wert anzeigt. Da ein Drei-Wege-Katalysator in einem Bereich des Rohabgases um Lambda=1 optimale katalytische Eigenschaften zeigt, sollte der vorbestimmte Mittelwert bzw. der Lambda=1 zugeordnete Signalpegel dann auch tatsächlich Lambda=1 entsprechen; d.h. die Kennlinie muß die korrekte Zuordnung von Signal und Lambda-Wert enthalten.

[0004] Die dynamischen und statischen Eigenschaften der Lambda-Sonde stromauf des Drei-Wege-Katalysators werden jedoch durch Umgebungsbedingungen (z.B. Feuchte), Alterung und Vergiftung verändert. Dadurch verschiebt sich die Lage des Lambda=1 entsprechenden Signalpegels der Sonde. Um dies zu korrigieren, ist es nach dem Stand der Technik bekannt, stromab des Drei-Wege-Katalysators eine weitere Lambda-Sonde anzuordnen, die als Monitorsonde zur Überwachung der katalytischen Umwandlung eingesetzt wird und eine Feinregulierung des Gemisches ermöglicht. Dazu wird die Umwandlung des Signals der Lambda-Sonde zum Lambda-Wert korrigiert, so daß der für die Konvertierung günstigste Lambda-Wert immer eingehalten werden kann. Dieses Verfahren wird als Führungs- oder Trimmregelung bezeichnet.

[0005] Diese Korrektur entspricht somit einer Verschiebung der Kennlinie. Jedoch kann die Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde aufgrund Umgebungseinflüsse, Alterung oder einer gewissen Bauteiltoleranz auch in ihrer Steigung von der im Steuergerät abgelegten Kennlinie abweichen. Eine solche Abweichung führt dazu, daß das Steuergerät bei Lambda-Werten ungleich 1 das Signal der Lambda-Sonde in einen fehlerhaften Lambda-Wert umsetzt. Dieser durch eine falsche Kennliniensteigung verursachte Fehler wird um so größer, je mehr der Lambda-Wert des Abgases von Lambda=1 abweicht. Besonders bei Magerbetrieb der Brennkraftmaschine kann dieser Fehler untolerierbare Größen annehmen.

[0006] Zur Korrektur der Kennliniensteigung ist es in der DE 198 42 425.6 der Anmelderin vorgesehen, in einer Schubabschaltungsphase der Brennkraftmaschine den Signalpegel des Signals der Lambda-Sonde dem der Umgebungsluft entsprechenden Wert, d.h. $1/\text{Lambda}=0$ zuzuordnen. Es zeigte sich jedoch, daß das Signal der Breitband-Lambda-Sonde auch in Schubabschaltungsphasen schwankt. Diese Signalschwankungen sind durch Kohlenwasserstoffemissionen im Öl der Brennkraftmaschine verursacht, gegen die die Lambda-Sonde eine Querempfindlichkeit zeigt. Das Verfahren der DE 198 42 425.6 versucht, diese Emissionen zu mindern, indem die Drosselklappe der Brennkraftmaschine geöffnet wird, um den Unterdruck in den Zylindern, der die Emissionen verstärkt, abzubauen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zur Korrektur der Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde anzugeben, mit dem die Steigung der Kennlinie korrigiert werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 definierte Erfindung gelöst.

[0009] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß durch die Emissionen schwerflüchtiger Kohlenwasserstoffe, beispielsweise des Öls der Brennkraftmaschine, das Signal der Lambda-Sonde in der Schubabschaltung nicht sofort auf den der Umgebungsluft entsprechenden Lambda-Wert springt. Stattdessen steigt das Signal mit abnehmender Steigung auf diesen Wert hin an.

[0010] Erfindungsgemäß wird nun diese Steigung des Signals der Lambda-Sonde bei der Korrektur der Kennliniensteigung berücksichtigt.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform wird in einer Schubabschaltungsphase gewartet, bis die Steigung des Signals der Lambda-Sonde einen Schwellenwert unterschreitet und dann ein erster Korrekturfaktor errechnet, der sich beispielsweise aus dem Quotienten zwischen dem zeitlichen Mittelwert des Ist-Wertes des Signals der Lambda-Sonde und einem Soll-Wert ergibt. Aus der Steigung, die das Signal der Lambda-Sonde in der Schubabschaltung während der Mittelwertbildung aufweist, wird ein zweiter Korrekturfaktor bestimmt und mit dem ersten Korrekturfaktor zu einem dritten Korrekturfaktor multipliziert. Mit diesem dritten Korrekturfaktor kann dann die Steigung der Kennlinie korrigiert werden. Alternativ ist es auch möglich, jeden Meßwert des Signals der Lambda-Sonde mit dem dritten Korrekturfaktor zu korrigieren.

[0012] Durch die Erfindung wird der Vorteil erzielt, daß zum einen die Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde besser korrigiert werden kann und zum anderen kein Drosselklappeneingriff nötig ist. Ein solcher Drosselklappeneingriff beeinflußt nämlich in unerwünschter Weise das von der Brennkraftmaschine abgebbare Schlepptomment.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit Abgasreinigungssystem,

Fig. 2 den Signalverlauf einer neuwertigen Lambda-Sonde sowie einer gealterten Breitband-Lambda-Sonde sowie den Schwellenwert der Signalsteigung,

5

Fig. 3 den Zusammenhang zwischen Korrekturwert und Steigung des Signals der Breitband-Lambda-Sonde während der Schubabschaltung und

Fig. 4a und 4b zwei unterschiedliche Darstellungen der Kennlinie einer Breitband-Lambda-Sonde.

10

[0015] Die Erfindung betrifft die Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine mittels einer Abgasreinigungsanlage, wie sie schematisch in Fig. 1 dargestellt ist. Es kann sich dabei um eine gemischansaugende oder um eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine handeln. Der Betrieb der Brennkraftmaschine 10 der Fig. 1 wird von einem Betriebssteuergerät 8 gesteuert. Die Brennkraftmaschine 10 saugt über ein Saugrohr 9 die zur Verbrennung nötige Luft an. Im Saugrohr 9 ist eine Drosselklappe 11 angeordnet, die für die entsprechende Einstellung der Luftmenge sorgt. Die Drosselklappe 11 wird über nicht näher bezeichnete Leitungen vom Betriebssteuergerät 8 angesteuert. Alternativ wird die Luftmenge über entsprechend betätigbare, z.B. elektromechanisch betriebene Ventile eingestellt.

15

[0016] Im Abgastrakt 4 der Brennkraftmaschine 10 befindet sich ein Drei-Wege-Katalysator 6. Zusätzlich kann auch ein weiterer, NO_x -reduzierender Katalysator vorgesehen sein (nicht dargestellt). Diese beiden Katalysatoren können auch in einem Katalysator integriert sein, so daß ein Katalysator 6 vorliegt, der bei $\text{Lambda}=1$ Drei-Wege-Eigenschaften und im mageren Betrieb der Brennkraftmaschine NO_x -Speicherfähigkeit zeigt.

20

[0017] Zum Betrieb des Drei-Wege-Katalysators 6 ist stromauf davon eine Breitband-Lambda-Sonde 5 vorgesehen, die ihre Meßwerte über nicht näher bezeichnete Leitungen an das Betriebssteuergerät 8 abgibt. Es werden dem Betriebssteuergerät 8 ferner die Werte weiterer Meßaufnehmer, insbesondere für die Drehzahl, Last, Katalysatortemperatur usw. zugeführt. Mit Hilfe dieser Meßwerte steuert das Betriebssteuergerät 8 den Betrieb der Brennkraftmaschine 10. Das Betriebssteuergerät 8 wandelt das üblicherweise als Strom vorliegende Signal der Breitband-Lambda-Sonde 5 mittels einer Kennlinie in einen Lambda-Wert um.

25

[0018] Der Betrieb der Brennkraftmaschine 10 erfolgt so, daß das den Sauerstoffgehalt im Rohabgas anzeigende Signal der Lambda-Sonde 5 einem vorbestimmten Signalpegel entspricht. Bei einem Drei-Wege-Katalysator ist das $\text{Lambda}=1$ im Abgas. Die stromab des Katalysators 6 angeordnete Nachkat-Lambda-Sonde 7 mißt den Lambda-Wert im Abgas stromab des Katalysators 6. Ihr Meßwert wird dazu verwendet, den $\text{Lambda}=1$ zugeordneten Signalpegel feinzuzustieren. Dazu wird der Meßwert der Nachkat-Lambda-Sonde 7 an einen Trimmregler geleitet, der ein eigenständiges Gerät, oder wie in der Fig. 1 dargestellt, im Betriebssteuergerät 8 integriert sein kann. Dieser Trimmregler gleicht eine z.B. alterungsbedingte Verschiebung des mittels der Kennlinie $\text{Lambda}=1$ zugeordneten Signalpegels der Lambda-Sonde 5 aus, so daß sichergestellt ist, daß die Brennkraftmaschine 1 vom Betriebssteuergerät 8 so geregelt wird, daß der Lambda-Wert des Rohabgases im Abgastrakt 4 stromauf des Katalysators 6 dem gewünschten $\text{Lambda}=1$ entspricht.

30

[0019] Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, für diese Trimmregelung das Signal einer Nachkat-Lambda-Sonde 7 zu verwenden. Es ist aber auch bekannt, einen eine andere Substanzkonzentration im Abgas erfassenden Meßaufnehmer dazu einzusetzen. So beschreibt beispielsweise die Patentanmeldung DE 198 19 461.7 der Anmelderin ein Verfahren, bei dem zur Trimmregelung das Signal eines NO_x -Meßaufnehmers stromab des Katalysators 6 verwendet wird. Mit einer Trimmregelung kann jedoch nur die Zuordnung des Signalpegels der Lambda-Sonde 5 zu $\text{Lambda}=1$ korrigiert werden.

40

[0020] Die Kennlinie einer Lambda-Sonde 5 ist in den Figuren 4a und 4b dargestellt. In Fig. 4a ist das Ausgangssignal I_p der Breitband-Lambda-Sonde über dem Lambda-Wert λ aufgetragen. In Fig. 4b erfolgt diese Auftragung über $1/\lambda$. Eine Trimmregelung bekannter Art ist in der Lage, eine Verschiebung der Kennlinie zu bewirken, so daß die Zuordnung des $\text{Lambda}=1$ entsprechenden Signalpegels der Lambda-Sonde korrekt ist. Eine veränderte Steigung der Kennlinie kann dieses Verfahren nicht ausgleichen, die Zuordnung für andere Lambda-Werte außerhalb $\text{Lambda}=1$ ist falsch, wie die gestrichelte Kennlinie in Fig. 4b zeigt. Eine solche veränderte Steigung kann sich im Laufe der Lebensdauer der Brennkraftmaschine 10 aus Alterungsgründen ergeben. Auch ist es möglich, daß die Kennlinie einer verbauten Lambda-Sonde 5 aufgrund gewisser Bauteiltoleranzen oder Umgebungsdruck- oder Luftfeuchteinflüssen von der Kennlinie abweicht, die das Betriebssteuergerät 8 zugrundelegt, wenn das Signal I_p der Lambda-Sonde 5 in einen Lambda-Wert umgewandelt wird. In beiden Fällen wird der dabei entstehende Fehler um so größer, je weiter der Lambda-Wert von $\text{Lambda}=1$ abweicht, was sich insbesondere bei Magerbetrieb der Brennkraftmaschine 10 negativ bemerkbar macht.

50

55

[0021] Um die Steigung der Kennlinie, wie sie auch in Fig. 4b dargestellt ist, korrigieren zu können, wird deshalb das Signal I_p der Lambda-Sonde 5 in einer Schubabschaltungsphase der Brennkraftmaschine 10 erfaßt und ein Signalpegel bestimmt, der $1/\text{Lambda}=0$ zugeordnet wird.

[0022] Fig. 2 zeigt den Verlauf des Lambda-Sondensignals I_p während einer solchen Schubabschaltung. Kurve 2 stellt den Soll-Wert einer Lambda-Sonde bei einer Brennkraftmaschine dar, bei der keine Kohlenwasserstoffemissionen in der Schubabschaltung stattfinden. Wie zu sehen ist, stabilisiert sich nach 1 bis 2 Sekunden der Pumpstrom auf einem Niveau, das zur Zuordnung des Signalpegels zu dem der Umgebungsluft entsprechenden Wert ($1/\text{Lambda}=0$) tauglich ist.

[0023] Zur Bestimmung des Signalpegels kommen verschiedene Methoden in Frage. Möglich sind u.a. Mittelwertbildung ab einer gewissen Zeitdauer nach Beginn der Schubabschaltung oder eine Mittelung des Lambda-Sondensignals I_p , die dann beginnt, wenn die Steigung des Signals der Lambda-Sonde unter einen gewissen Schwellenwert fällt. Dieser Schwellenwert, der ein Gradient ist, ist als Kurve 3 in Fig. 2 eingetragen. In Fig. 2 fällt die Steigung des Signals der Lambda-Sonde 5 zum Zeitpunkt t_0 unter den Schwellenwert der Kurve 3. Zu t_0 wird damit begonnen, das Signal der Lambda-Sonde zu mitteln. Diese Mittelung dauert beispielsweise 2 Sekunden und ist zum Zeitpunkt t_1 beendet. Der so erhaltene Mittelwert $I_{p_mess_schub}$ ist der Signalpegel, der dem der Umgebungsluft entsprechenden Wert zugeordnet wird ($1/\text{Lambda}=0$). Im Beispiel der Fig. 1 ist das ein Strom von etwa 4,2 mA.

[0024] Kurve 1 in Fig. 2 stellt dieselbe Lambda-Sonde wie bei Kurve 2, jedoch unter dem Einfluß von Kohlenwasserstoffemissionen dar. Unterschreitet die Steigung des Signals I_p der Lambda-Sonde 5 nach Kurve 1 den Schwellenwert der Kurve 3, was etwa auch zum Zeitpunkt t_0 der Fall ist, so hat die Kurve 1 noch kein Plateau erreicht, da störende Restgasquereinflüsse hochsiedender Kohlenwasserstoffe zu einem langsamen Anstieg des Lambda-Sondensignals I_p führen.

[0025] Unterschreitet die Steigung des Signals I_p den Schwellenwert, der durch Kurve 3 bestimmt ist, wird nun zur Korrektur der Lambda-Sondenkennlinie bzw. zur Bestimmung des Korrekturfaktors wie folgt vorgegangen:

1. Aus einem Speicher wird ein Mittelwert I_{p_nom} entnommen, der dem Signalpegel einer Lambda-Sonde ohne störende Quereinflüsse bei Umgebungsluft ($1/\text{Lambda}=0$) entspricht.

2. Im Meßfenster, d.h. zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_1 wird das Lambda-Sondensignal während der Schubabschaltung gemessen und zu $I_{p_mess_schub}$ gemittelt. Dieser Mittelwert beinhaltet die Quereinflüsse von Restgasen und zusätzlich Änderungen, die durch den aktuellen Zustand der Lambda-Sonde, beispielsweise durch Alterung, Umgebungsdruck und Feuchteinflüsse bedingt sind.

3. Ein erster Korrekturfaktor K_1 wird aus dem Quotienten von I_{p_nom} und $I_{p_mess_schub}$ berechnet: $K_1 = I_{p_nom}/I_{p_mess_schub}$.

4. Aus dem Lambda-Sondensignalpegel zu Beginn des Meßfensters $I_{p0} = I_p(t_0)$ und dem Lambda-Sondensignalpegel zu Ende des Meßfensters $I_{p1} = I_p(t_1)$ wird die Pumpstromdifferenz berechnet und normiert: $I_{p_dif_rel} = (I_{p1} - I_{p0})/I_{p_nom}$.

5. Aus einer Kennlinie wird abhängig von $I_{p_dif_rel}$ ein zweiter Korrekturfaktor K_2 entnommen. Die Einzelheiten dieser Kennlinie werden später erläutert.

6. Der dritte Korrekturfaktor K_3 wird durch Multiplikation des ersten Korrekturfaktors K_1 mit dem zweiten Korrekturfaktor K_2 berechnet: $K_3 = K_1 * K_2$.

[0026] Mit diesem Korrekturfaktor K_3 kann nun jeder Meßwert der Lambda-Sonde 5 multipliziert werden. Dabei werden zwei unterschiedliche Fehlerquellen berücksichtigt:

- a) die Alterung der Lambda-Sonde sowie Einflüsse von Umgebungsdruck und Feuchte und
- b) Quereinflüsse von Kohlenwasserstoffemissionen.

[0027] Die zur Bestimmung des Korrekturfaktors K_2 verwendete Kennlinie ist beispielhaft in Fig. 4 dargestellt. Jeder der eingetragenen Meßpunkte wurde bei einem anderen Betriebszustand einer Brennkraftmaschine auf einem Prüfstand gewonnen. Auf der x-Achse ist $I_{p_dif_rel}$ aufgetragen, wie es oben definiert wurde.

[0028] Auf der y-Achse ist der Korrekturfaktor K_2 aufgetragen, der wie folgt definiert ist: $K_2 = I_{p_mess_schub}/I_{p_actu}$. Dabei ist I_{p_actu} der Mittelwert des Signals einer Lambda-Sonde bei Umgebungsluft mit Einflüssen durch Umgebungsdruck- und Feuchtevariation, jedoch ohne Quereinflüsse durch Kohlenwasserstoffemissionen. Die ebenfalls in Fig. 4 eingetragene Regressionsgrade stellt die in der Kennlinie für den Korrekturfaktor K_2 hinterlegten Werte dar und zeigt, daß zwischen dem Quotienten des quereinflußfreien Mittelwerts I_{p_actu} der Lambda-Sonde und des während der Schubabschaltung im Meßfenster ermittelten Mittelwerts $I_{p_mess_schub}$ und der relati-

ven Pumpstromdifferenz $I_{p_dif_rel}$ ein stetiger Zusammenhang besteht.

[0029] Durch Ausnutzung dieses Zusammenhangs kann das Kennfeld für den Korrekturfaktor K2 hinterlegt werden. Damit ist es möglich, im Betrieb der Brennkraftmaschine den durch Kohlenwasserstoff-Quereinflüsse verursachten Fehler zu korrigieren.

5 **[0030]** Die oben aufgeführte Darstellung des Korrekturverfahrens kann zur Veranschaulichung formelmäßig zusammengefaßt werden, indem man die Definitionen für den Korrekturfaktor K1 und den Korrekturfaktor K2 in die Formel für den Korrekturfaktor K3 einsetzt:

$$K3 = K1 * K2 = (I_{p_nom}/I_{p_mess_schub}) * (I_{p_mess_schub}/I_{p_actu}).$$

10

[0031] Durch Kürzen erhält man $K3 = I_{p_nom}/I_{p_actu}$. K3 ist also ein Quotient aus einem Mittelwert eines quereinflußfreien Signals einer neuwertigen Lambda-Sonde und einem Mittelwert eines quereinflußfreien Signals einer gealterten Sonde mit Beeinflussung durch Umgebungsdruck, Feuchte usf., jeweils bei $1/\lambda=0$. Dies veranschaulicht, daß K3 der gewünschte Korrekturfaktor ist, der das Signal der Lambda-Sonde hinsichtlich der Alterungs-, Umgebungsdruck- und Feuchteinflüsse korrigiert, jedoch keinen störenden Quereinflüssen während der zur Bestimmung des Signalpegels nötigen Messung unterworfen ist.

15

[0032] Mit diesem Korrekturfaktor K3 kann nun entweder die in einem Speicher im Betriebssteuergerät 8 hinterlegte Kennlinie für die Lambda-Sonde 5 korrigiert werden oder alternativ jeder Meßwert der Lambda-Sonde multipliziert werden, um die Korrektur zu bewirken.

20

[0033] Zur besseren Güte des Verfahrens kann man diesen Korrekturfaktor K3 auch adaptiv fortschreiben, wobei bei jeder Fortschreibung geprüft werden kann, ob der neu ermittelte Korrekturfaktor innerhalb eines Zulässigkeitsbereiches liegt.

Patentansprüche

25

1. Verfahren zur Korrektur der Kennlinie einer BreitbandLambda-Sonde, die stromauf eines Katalysators in einer Abgasreinigungsanlage einer Brennkraftmaschine angeordnet ist, bei dem in einer Schubabschaltungsphase der Brennkraftmaschine ein für Umgebungsluft charakteristischer Signalpegel des Signals der Lambda-Sonde bestimmt und dem Wert $1/\lambda=0$ zugeordnet wird und mittels dieses Signalpegels die Steigung der Kennlinie korrigiert wird,
30 wobei
bei dieser Korrektur die Steigung des Signals der Lambda-Sonde während der Schubabschaltung berücksichtigt wird.

30

35

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steigung korrigiert wird, indem

- aus dem $1/\lambda=0$ zugeordneten Signalpegel und einem Sollpegel ein erster Korrekturfaktor errechnet wird,
- aus der Steigung, die das Signal der Lambda-Sonde in der Schubabschaltung hat, ein zweiter Korrekturfaktor bestimmt wird, und
- der erste Korrekturfaktor durch den zweiten Korrekturfaktor dividiert wird, um einen dritten Korrekturfaktor zu erhalten, der zur Korrektur der Steigung der Kennlinie verwendet wird.

40

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß, wenn der erste oder der dritte Korrekturfaktor außerhalb eines vorgegebenen Bereiches liegt, der dritte Korrekturfaktor auf einen neutralen Wert gesetzt wird und eine fehlerhafte Lambda-Sonde diagnostiziert wird.

45

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Signal der Lambda-Sonde zur Bestimmung des Signalpegels zu $1/\lambda=0$ zeitlich gemittelt wird, und die Steigung des Signals der Lambda-Sonde während der Zeitdauer der Mittelung bestimmt wird.

50

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestimmung des Signalpegels der Lambda-Sonde zu $1/\lambda=0$ und die Korrektur der Steigung der Kennlinie nur erfolgt, wenn die Variation des Signals der Lambda-Sonde während der Schubabschaltung unter einem Schwellenwert liegt.

55

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestimmung des Signalpegels der Lambda-Sonde zu $1/\lambda=0$ in der Schubabschaltungsphase erst erfolgt, nachdem die Steigung des Signals der Lambda-Sonde unter einen bestimmten Schwellenwert gefallen ist.

EP 1 048 834 A2

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 mit 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steigung korrigiert wird, indem jedes Meßsignal der Lambda-Sonde mit dem dritten Korrekturfaktor korrigiert wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

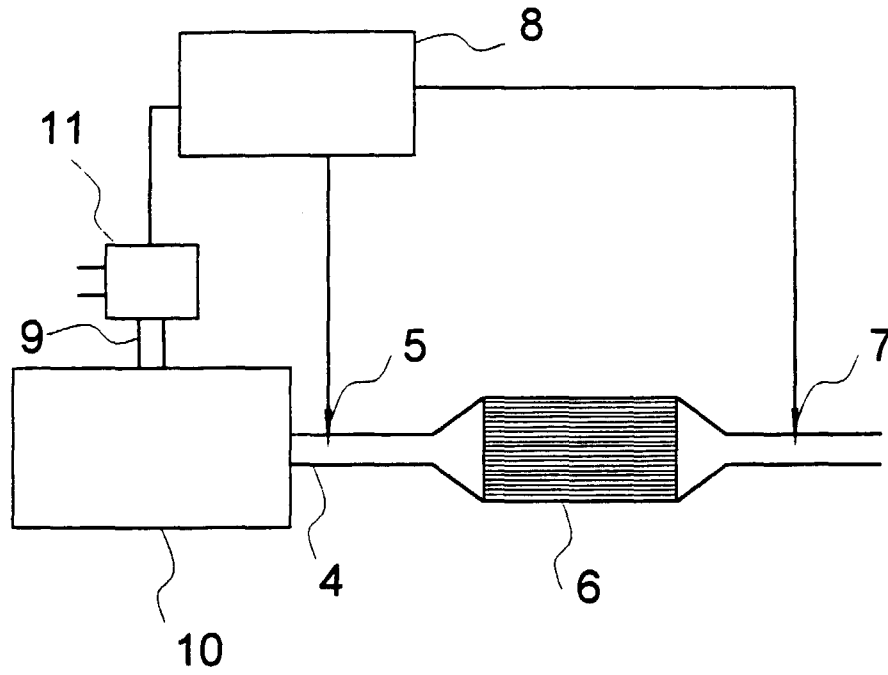


FIG 1

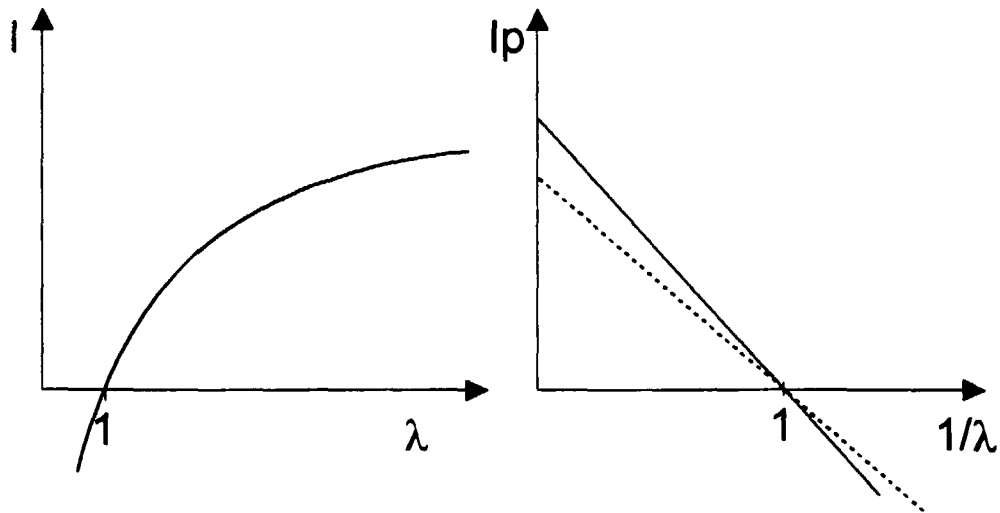


FIG 4a

FIG 4b

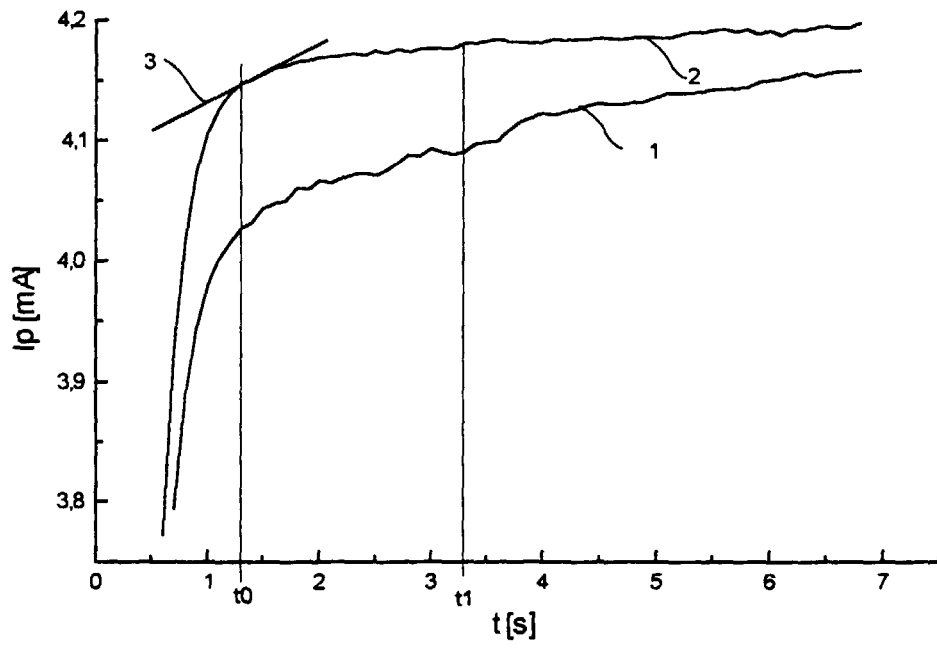


FIG 2

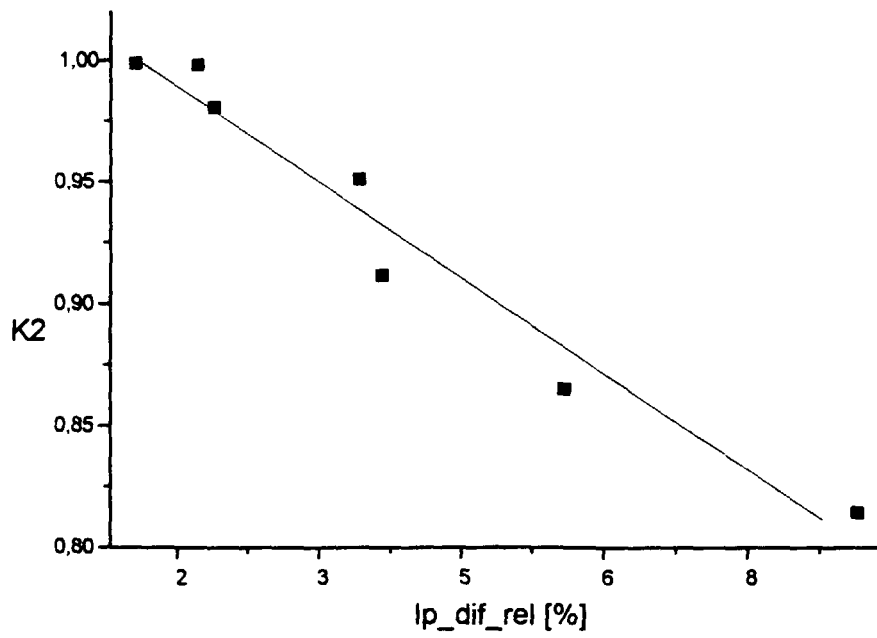


FIG 3