



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 877 159 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.06.2003 Patentblatt 2003/26**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14, F02D 41/22**

(21) Anmeldenummer: **98106013.0**

(22) Anmeldetag: **02.04.1998**

(54) **Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der elektrischen Heizung einer Lambda-Sonde im Abgasrohr einer Brennkraftmaschine**

Process for checking the operability of the heater of a lambda sensor in the exhaust pipe of an internal combustion engine

Procédé de contrôle du fonctionnement du chauffage de la sonde lambda dans l'échappement d'un moteur à combustion

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

(30) Priorität: **07.05.1997 DE 19719390**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.11.1998 Patentblatt 1998/46**

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft  
80788 München (DE)**

(72) Erfinder: **Seidenfuss, Thomas  
85305 Jetzendorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-91/09219 DE-A- 4 132 008  
US-A- 5 392 643**

**EP 0 877 159 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

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der elektrischen Heizung einer Lambda-Sonde im Abgasrohr einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der DE 41 32 008 A1 bekannt. Dieses bekannte Verfahren wird auch anhand der schematischen Darstellung nach Fig. 3 der Zeichnung im folgenden erläutert.

**[0003]** Grundsätzlich wird mit einer Lambda-Sonde der Sauerstoffgehalt des Abgases bestimmt und der so ermittelte Wert einer Regeleinrichtung zugeführt, die dazu dient, ein vorgegebenes Luft-/Kraftstoffverhältnis einzustellen. Die Lambda-Sonde ist nur oberhalb einer minimalen Betriebstemperatur funktionsbereit. Somit ist die Regelung des Luft-/Kraftstoffgemisches mittels der Lambda-Sonde erst dann möglich, wenn die Lambda-Sonde ihre Betriebstemperatur erreicht hat. Nur dann kann ein im Hinblick auf eine niedrige Schadstoffemission optimales Luft-/Kraftstoffgemisch eingeregelt werden. Um die Emissionswerte gering zu halten, soll die Betriebstemperatur der Lambda-Sonde möglichst schnell nach dem Start der Brennkraftmaschine erreicht werden. Daher wird ein Aufheizen der Lambda-Sonde durch eine elektrische Heizung beschleunigt. Im Sinne einer geringen Schadstoffemission ist es daher erforderlich, die Funktionsfähigkeit der Lambda-Sonden-Heizung zu überprüfen. Es ist bekannt, daß sich durch Alterung der elektrische Widerstand einer derartigen Heizung mit der Zeit ändert.

**[0004]** Zur Überprüfung der Lambda-Sonden-Heizung wird daher bei dem bekannten Verfahren nach der DE 41 32 008 A1 bei Erreichen einer vorgegebenen Betriebstemperatur der temperaturabhängige elektrische Widerstand der Lambda-Sonden-Heizung gemessen. Hierzu wird beispielsweise eine Vorrichtung verwendet, die auch in Fig. 3 schematisch dargestellt ist. Die Lambda-Sonden-Heizung ist in Form eines Heizwiderstandes  $R_L$  zwischen die Drain-Elektrode eines Feldeffekttransistors T1 (oder dem Kollektor eines Bipolartransistors) und den Pluspol einer Batterie geschaltet. Die Source-Elektrode des Feldeffekttransistors T1 (oder der Emitter eines Bipolartransistors) ist über einen Meßwiderstand  $R_{meß}$  mit dem Minuspol der Batterie bzw. mit Masse verbunden. Ein Steuerausgang des Mikroprozessors ( $\mu P$ ) ist mit der Steuerelektrode des Feldeffekttransistors T1 (oder mit der Basis eines Bipolartransistors) verbunden. Der Mikroprozessor  $\mu P$  weist noch weitere Ein- und Ausgänge zur Steuerung unterschiedlicher Funktionen auf. Darüber hinaus ist die Source-Elektrode des Transistors T1 (oder der Emitter eines Bipolartransistors) über einen Widerstand R2 oder über einen Operationsverstärker mit dem Eingang eines A/D-Wandlers verbunden, dessen Ausgang an einen Eingang des Mikroprozessors  $\mu P$  führt. Die Bestromung des Heizwiderstandes  $R_L$  mittels der Batteriespannung  $U_+$  wird vor-

genommen, wenn der Heizwiderstand  $R_L$  über ein Relais R mit der Batterie B verbunden ist und der Mikroprozessor  $\mu P$  durch Ansteuerung der Steuerelektrode den Transistor T1 gegen Masse durchschaltet. Alternativ kann der Widerstand  $R_L$  unter Einsparung des Relais R auch direkt mit der Batterie B verbunden sein.

**[0005]** Bei dem aus der DE 41 32 008 A1 bekannten Verfahren werden bei eingeschalteter Heizung, d. h. bei durchgeschaltetem Transistor T1, die Batteriespannung  $U_+$  und die Meßspannung  $U_{meß}$ , die über den Meßwiderstand  $R_{meß}$  abfällt, erfaßt. Im Zusammenhang mit dem bekannten Wert des Meßwiderstands  $R_{meß}$  wird daraus über den Mikroprozessor  $\mu P$  der Heizwiderstand  $R_L$  berechnet (vgl. auch Fig. 3).

**[0006]** Da der Heizwiderstand der Lambdasonden-Heizung bei Umgebungstemperaturen im Vergleich zur Betriebstemperatur sehr gering ist, fließt beim Einschalten der Lambdasonden-Heizung ein sehr hoher Strom. Wird der Meßwiderstand derart dimensioniert, daß bei Betriebstemperatur eine hinreichend genaue Messung möglich ist, wird in der Aufwärmphase der Lambda-Sonde im Meßwiderstand eine hohe Leistung in Wärme umgesetzt. In bekannten Regeleinrichtungen, z. B. Motorsteuergeräten, wird dieses Problem entweder mit einem leistungsmäßig großen Meßwiderstand oder durch Reduzierung der Leistung mittels Takten des Heizstroms gelöst. Ein leistungsmäßig großer Meßwiderstand benötigt jedoch eine große Leiterplattenfläche und ist verhältnismäßig kostenintensiv. Die Reduzierung der Leistung durch Takten verlängert wiederum in unerwünschter Weise die Zeitdauer bis eine Lambdaeulegung möglich ist.

**[0007]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren eingangs genannter Art derart zu verbessern, daß auf einen Hochleistungsmeßwiderstand verzichtet wird und dennoch die Zeitdauer bis zur ordnungsgemäßen Lambdaeulegung nicht unnötig verlängert wird.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird der elektrische Widerstand der Heizung gemessen, wenn der Heizstrom ausgeschaltet ist. Dabei wird die Heizung mit einem Meßstrom beaufschlagt, der kleiner als der Heizstrom ist. Vorzugsweise wird diese Messung des Widerstands vorgenommen, wenn die Lambda-Sonde ihre Betriebstemperatur erreicht hat.

**[0010]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Heizung im Unterschied zum Stand der Technik nach der DE 41 32 008 A1, bei dem die Heizung zur Beaufschlagung mit (Heiz-) Strom gegen Masse geschaltet wird, zur Beaufschlagung mit (Meß- oder Heiz-) Strom gegen positive Spannung geschaltet. Hierdurch wird die Messung des Widerstandes der Heizung vereinfacht, da insbesondere der gesamte A/D-Wandlerbereich ausgenutzt werden kann.

**[0011]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Verlustleistung bei der Widerstandsmessung vermieden, da der Heizwiderstand nicht während der Heiz-

bestromung gemessen wird, sondern im abgeschalteten Zustand.

**[0012]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 eine Schaltung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach einer ersten Alternative und

Fig. 2 eine Schaltung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach einer zweiten Alternative.

**[0013]** In der Zeichnung sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen. In Fig. 1 ist im Unterschied zum Stand der Technik (Fig. 3) ein Widerstand R1, durch den ein Meßstrom  $I_M$  vorgegeben wird, parallel zum Transistor T1 geschaltet. Der Heizwiderstand  $R_L$  (= zu messender elektrischer Widerstand der Heizung) ist einerseits an der Source-Elektrode des Transistors T1 (oder am Emitter eines Bipolartransistors) angeschlossen und andererseits fest gegen Masse geschaltet.

**[0014]** Ist vorzugsweise eine vorgegebene Betriebstemperatur der Lambdasonde erreicht, wird in einem ersten Schritt die Heizung ausgeschaltet, d. h. der Transistor T1 gesperrt, so daß kein Heizstrom  $I_H$  mehr fließen kann. Bei geschlossenem Relais R fließt über den Widerstand R1 lediglich ein kleiner Meßstrom  $I_M$ , mit dem auch die Sondenheizung bzw. deren Heizwiderstand  $R_L$  beaufschlagt wird. Der Mikroprozessor  $\mu P$  berechnet den Wert des Heizwiderstandes  $R_L$  aus dem Spannungsabfall  $U_{meß}$  über den Heizwiderstand  $R_L$ , dem bekannten Wert des Widerstands R1 und der Batteriespannung  $U_+$ .

**[0015]** Ergänzend wird darauf hingewiesen, daß die Messung des Heizwiderstandes  $R_L$  auch bei jeder anderen Sondentemperatur bzw. auch im Kaltzustand, d. h. im unbeheiztem Zustand, durchgeführt werden kann. Da eine bekannte Beziehung zwischen der Sondentemperatur bzw. der Temperatur des Heizwiderstandes und dem ohmschen Wert des Heizwiderstandes besteht, kann einerseits von dem gemessenen Heizwiderstand auf die momentan vorliegende Sondentemperatur geschlossen werden, andererseits jedoch bei bekannter Sondentemperatur der gemessene mit einem zu erwartenden Wert des Heizwiderstandes verglichen werden. Überschreitet die Differenz dieser Werte einen bestimmten Schwellwert, wird auf das Vorliegen eines Fehlers geschlossen.

Zur Überwachung der korrekten Funktionsfähigkeit der Heizung kann auch ein vorgegebener Verlauf der ohmschen Werte des Heizwiderstandes über einer bestimmten Zeitspanne mit einem tatsächlich ermittelten Verlauf verglichen werden.

**[0016]** Damit die Meßspannung  $U_{meß}$  im gesamten Spannungsbereich des A/D-Wandlers liegt, ist ein Anschluß der Lambdasonden-Heizung bzw. des Heizwiderstands  $R_L$  fest gegen Masse geschaltet, während

der andere Anschluß gegen die Batteriespannung  $U_+$  schaltbar ist. Eine zwischen dem Widerstand R2 und dem A/D-Wandler gegen Masse geschaltete Diode D1 begrenzt die Spannung am A/D-Wandlereingang bei eingeschalteter Heizung. Wird der Widerstand R2 sehr hochohmig gewählt und ist gleichzeitig der A/D-Wandlereingang intern ausreichend geschützt, kann die Diode D1 auch entfallen. Durch das in Kraftfahrzeugen üblicherweise vorhandene Hauptrelais R ist sichergestellt, daß der Meßstrom bei abgestelltem Fahrzeug ausgeschaltet ist.

**[0017]** Fig. 2 stellt eine Alternative bezüglich Fig. 1 dar, indem der Widerstand R1 extra mit einer Meßspannung von 5 V anstatt mit der Batteriespannung  $U_+$  beaufschlagt wird. Üblicherweise ist die Spannung von 5 V die Versorgungsspannung eines Steuergeräts einer Regeleinrichtung. Gleichzeitig ist üblicherweise die 5 V-Spannung die Referenz für den A/D-Wandler, wodurch die Spannungsmessung der Batteriespannung  $U_+$  entfallen kann.

**[0018]** Die Schaltungen nach den Fig. 1 bis 3 sind üblicherweise in Brennkraftmaschinensteuergeräten integriert, die auch die Regelung eines optimalen Luft-/Kraftstoffgemisches vornehmen.

**[0019]** Folgende Bauteilwerte der Schaltungen nach Fig. 1 und Fig. 2 sind besonders vorteilhaft:

R1 = 1 KOhm

R2 = 47 KOhm

$R_L$  = 2 Ohm im kalten Zustand

$R_L$  = 9 Ohm bei Betriebstemperatur

$U_+$  = 13 V

Auflösung des A/D-Wandlers = 10 Bit

**[0020]** Durch die erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele kann im Gegensatz zu den im Einsatz befindlichen Schaltungen auf niederohmige Meßwiderstände ( $R_{meß}$ ) hoher Leistung verzichtet werden. Für den Widerstand R1 zur Bestimmung des Meßstroms  $I_M$  kann beispielsweise ein 1%iger SMD-Standardwiderstand der Bauform 1206 verwendet werden. Dies reduziert die Kosten und spart Platz auf der Leiterplatte, insbesondere bei Berücksichtigung der Tatsache, daß häufig mehrere Lambda-Sonden pro Steuergerät geschaltet werden müssen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der elektrischen Heizung einer Lambda-Sonde im Abgasrohr einer Brennkraftmaschine, bei dem der elektrische Widerstand der Heizung gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektrische Widerstand ( $R_L$ ) der Heizung gemessen wird, wenn der Heizstrom ( $I_H$ ) ausgeschaltet ist, und daß die Heizung zur Messung ihres elektrischen Widerstands ( $R_L$ ) mit einem Meßstrom ( $I_M=U_+/R1$ ) beauf-

schlagt wird, der kleiner als der Heizstrom ( $I_H$ ) ist.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der elektrische Widerstand ( $R_L$ ) der Heizung zur Beaufschlagung mit Heiz- oder Meß- Strom ( $I_M, I_H$ ) gegen positive Spannung ( $U+$ ) geschaltet wird. 5

#### Claims 10

1. A method for testing the functional capability of the electrical heater of a Lambda-Sonde in the exhaust pipe of an internal combustion engine, in which the electrical resistance of the heater is measured, **characterised in that** the electrical resistance ( $R_L$ ) of the heater is measured when the heater current ( $I_H$ ) is switched off and that the heater is subjected to a test current ( $I_M=U+/R1$ ) for the measurement of its electrical resistance ( $R_L$ ), which is smaller than the heater current ( $I_H$ ). 15 20
2. A method according to claim 1 **characterised in that** the electrical resistance ( $R_L$ ) of the heater is connected to the positive voltage ( $U+$ ) for the application of heating or measurement current ( $I_M, I_H$ ). 25

#### Revendications 30

1. Procédé pour contrôler du fonctionnement du circuit électrique d'une sonde lambda dans l'échappement d'un moteur à combustion interne, selon lequel on mesure la résistance électrique du chauffage, **caractérisé en ce que** la mesure de la résistance électrique ( $R_L$ ) du chauffage a lieu quand le courant du chauffage ( $I_H$ ) est coupé, et le chauffage, pour mesurer sa résistance électrique ( $R_L$ ), est alimenté par un courant de mesure ( $I_M = U+/R_1$ ) qui est inférieur au courant de chauffage ( $I_H$ ). 35 40
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la résistance électrique ( $R_L$ ) du chauffage, pour être alimentée par le courant de chauffage ou de mesure ( $I_M, I_H$ ), est reliée à la tension positive ( $U+$ ). 45

50

55

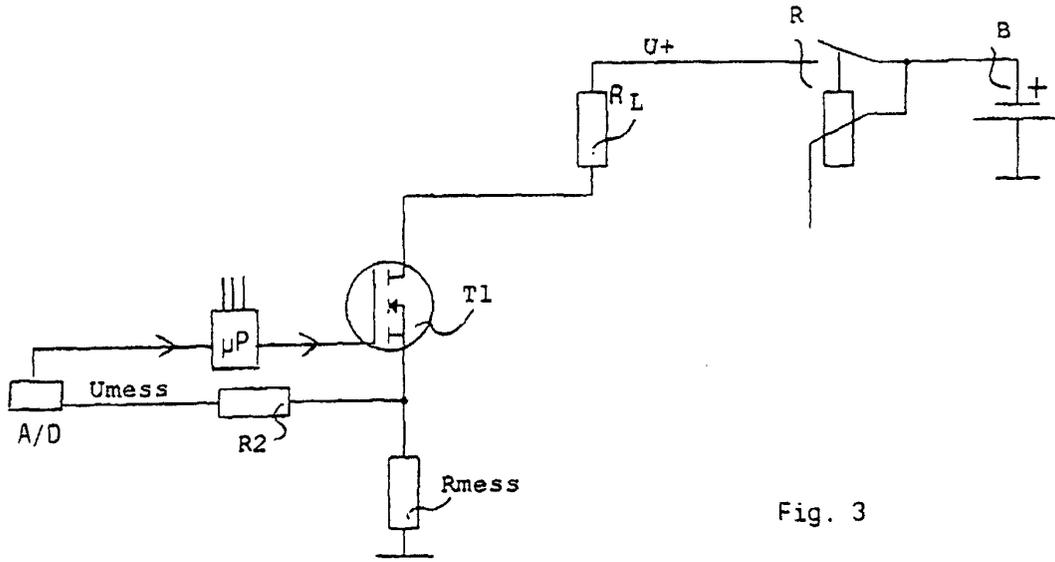


Fig. 3

(Stand der Technik)

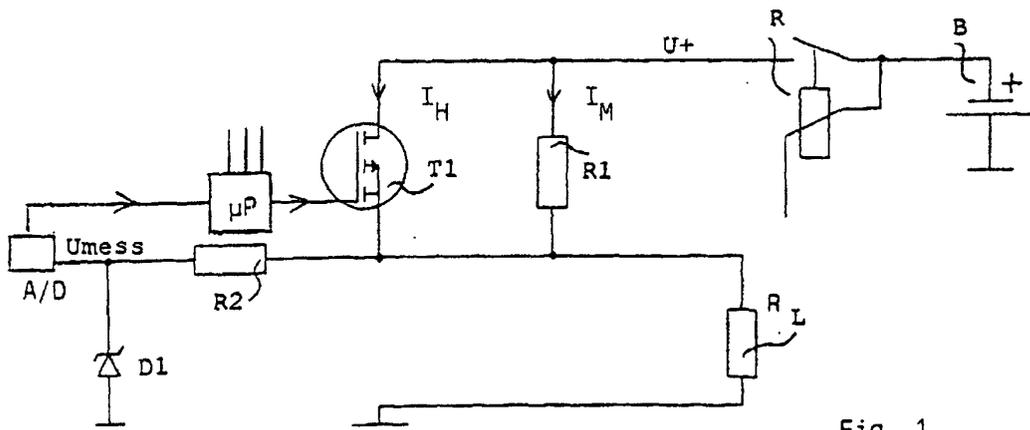


Fig. 1

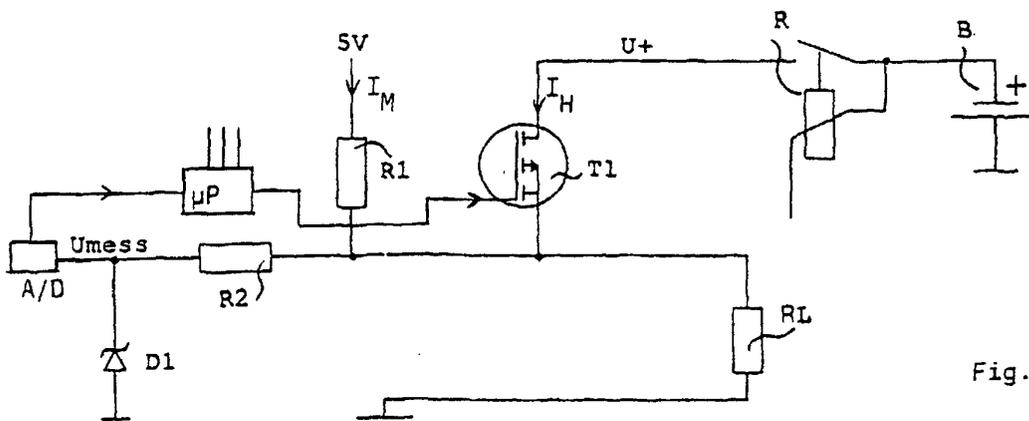


Fig. 2