

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Januar 2014 (30.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/016109 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01R 31/00 (2006.01) G05B 23/02 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064454

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Juli 2013 (09.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 213 068.3 25. Juli 2012 (25.07.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **LEDERMANN, Bernhard**; Josenhansstr. 14,
70499 Stuttgart (DE). **BEVOT, Claudius**; Bismarckstr. 46,
70197 Stuttgart (DE). **STEINERT, Thomas**;
Schoenfelderstr. 11/1, 71384 Weinstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

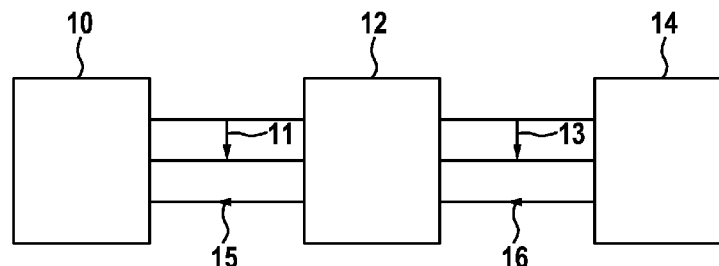
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FAULT SIMULATOR FOR CHECKING THE DIAGNOSIS IMPLEMENTED IN A CONTROL DEVICE FOR A LAMBDA SENSOR IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : FEHLERSIMULATOR ZUR ÜBERPRÜFUNG DER IN EINEM STEUERGERÄT IMPLEMENTIERTEN DIAGNOSE EINER LAMBDA-SONDE IN EINER BRENNKRAFTMASCHINE

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for checking the fault detection of a control device (14) in an internal combustion engine in case of a malfunction of a connected broadband lambda sensor (10), wherein the checking is performed with a fault simulator (12) arranged between the broadband lambda sensor (10) and the control device (14) and wherein the fault simulator (12) varies in a targeted manner electrical signals exchanged between the broadband lambda sensor (10) and the control device (14) in order to simulate faults of the broadband lambda sensor (10). According to the method, a Nernst voltage UNO_{mess} (11) of the broadband lambda sensor (10) and a pump current IP_{MSG} (16) of the control device are supplied to the fault simulator, the fault simulator (12) supplies a pump current IP_{sonde} (15) to the broadband lambda sensor (10) and a Nernst voltage UNO_{stell} (13) to the control device and, in order to simulate faults of the broadband lambda sensor (10), the fault simulator (12) varies the Nernst voltage UNO_{stell} (13) supplied to the control device relative to the Nernst voltage UNO_{mess} (11) output by the broadband lambda sensor. The invention further relates to a fault simulator for performing the method. The method and the fault simulator allow the monitoring of the fault detection by control devices for broadband lambda sensors.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/016109 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes (14) einer Brennkraftmaschine bei einer Fehlfunktion einer angeschlossenen Breitband-Lambdasonde (10), wobei die Überprüfung mit einem zwischen der Breitband-Lambdasonde (10) und dem Steuergerät (14) angeordneten Fehlersimulator (12) durchgeführt wird und wobei der Fehlersimulator (12) zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambdasonde (10) zwischen der Breitband-Lambdasonde (10) und dem Steuergerät (14) ausgetauschte elektrische Signale gezielt verändert. Dabei ist es vorgesehen, dass dem Fehlersimulator eine Nernstspannung UNO_{mess} (11) der Breitband-Lambdasonde (10) und ein Pumpstrom IP_{MSG} (16) des Steuergeräts zugeführt wird, dass der Fehlersimulator (12) der Breitband-Lambdasonde (10) ein Pumpstrom I_{Psonde} (15) und dem Steuergerät eine Nernstspannung UNO_{stell} (13) zuführt und dass der Fehlersimulator (12) zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambdasonde (10) die dem Steuergerät zugeführte Nernstspannung UNO_{stell} (13) gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) verändert. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Fehlersimulator zur Durchführung der Verfahren. Das Verfahren und der Fehlersimulator ermöglichen die Überwachung der Fehlererkennung von Steuergeräten für Breitband-Lambdasonden.

5 Beschreibung

Titel

10 **FEHLERSIMULATOR ZUR ÜBERPRÜFUNG DER IN EINEM STEUERGERÄT
IMPLEMENTIERTEN DIAGNOSE EINER LAMBDA-SONDE IN EINER
BRENNKRAFTMASCHINE**

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes einer Brennkraftmaschine bei einer Fehlfunktion einer angeschlossenen Breitband-Lambda-sonde, wobei die Überprüfung mit einem zwischen der Breitband-Lambda-sonde und dem Steuergerät angeordneten Fehlersimulator durchgeführt wird und wobei der Fehlersimulator zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambda-sonde zwischen der Breitband-Lambda-sonde und dem Steuergerät ausgetauschte elektrische
20 Signale gezielt verändert.

25 Die Erfindung betrifft weiterhin einen Fehlersimulator zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes einer Brennkraftmaschine bei einer Fehlfunktion einer angeschlossenen Breitband-Lambda-sonde, wobei der Fehlersimulator zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambda-sonde zwischen der Breitband-Lambda-sonde und dem Steuergerät angeordnet ist.

30 Zur Optimierung des Schadstoffausstoßes und der Abgasnachbehandlung werden bei modernen Brennkraftmaschinen Lambda-sonden zur Bestimmung der Zusammensetzung des Abgases und zur Steuerung der Brennkraftmaschine eingesetzt. Lambda-sonden bestimmen den Sauerstoffgehalt des Abgases, was zur Regelung des der Brennkraftmaschine zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemischs und somit des Abgaslambdas vor einem Katalysator verwendet wird. Dabei wird über einen Lambda-Regelkreis die Luft- und Kraftstoffzuführung der Brennkraftmaschine derart geregelt, dass eine für
35 die Abgasnachbehandlung durch in dem Abgaskanal der Brennkraftmaschine vorge-

sehene Katalysatoren optimale Zusammensetzung des Abgases erreicht wird. Bei Ottomotoren wird in der Regel auf ein Lambda von 1, also ein stöchiometrisches Verhältnis von Luft zu Kraftstoff, geregelt. Die Schadstoffemission der Brennkraftmaschine kann so minimiert werden.

5

Es sind verschiedene Formen von Lambdasonden im Einsatz. Breitband-Lambdasonden, auch als stetige oder lineare Lambdasonden bezeichnet, ermöglichen im Gegensatz zu Zweipunkt-Lambdasonden die Messung des Lambdawertes in dem Abgas in einem weiten Bereich um $\lambda = 1$ herum. Damit kann beispielsweise eine Brennkraftmaschine auch auf einen mageren Betrieb mit Luftüberschuss geregelt werden.

10

Das Sensorelement einer Breitband-Lambdasonde weist an der Oberfläche eine Öffnung auf, durch die Abgas eintritt. An die Eintrittsöffnung schließt sich eine poröse Schicht an, durch die das Abgas in einen Hohlraum diffundiert. Dieser Hohlraum wird durch ein sauerstoffionenleitendes Elektrolyt-Material vom äußeren Abgas getrennt. Sowohl außen am Elektrolyten als auch auf der Seite des Hohlraums befinden sich Elektroden, die über Kabel mit Steckerkontakten verbunden sind. Der dazwischen liegende Elektrolyt wird als Pumpzelle bezeichnet. Weiterhin befindet sich im Inneren des Sensorelementes, durch dasselbe Elektrolyt-Material vom Hohlraum getrennt, ein Referenzgas mit einer bestimmten konstanten Sauerstoffkonzentration. Im Kontakt mit dem Referenzgas befindet sich eine weitere Elektrode, die auch mit einem Steckerkontakt verbunden ist. Der Elektrolyt zwischen dieser und der hohlraumseitigen Elektrode wird als Messzelle bezeichnet.

15

20

25

Nach dem Nernst-Prinzip liegt über der Messzelle eine elektrische Spannung, im folgenden als Nernstspannung U_{N0} bezeichnet, an, die durch die Konzentration an oxidierenden und reduzierenden Abgaskomponenten im Hohlraum und im Referenzgas bestimmt wird. Da die Konzentration im Referenzgas bekannt und unveränderlich ist, reduziert sich die Abhängigkeit auf die Konzentration im Hohlraum.

30

Um die Lambdasonde zu betreiben, muss sie über den Stecker mit einer entsprechenden Betriebselektronik, üblicherweise mit einem Motorsteuergerät, verbunden sein. Die Nernstspannung U_{N0} wird über die Elektroden erfasst und an das Motorsteuergerät übermittelt. Im Motorsteuergerät befindet sich ein Regelkreis, der die Nernstspannung über der Messzelle auf einem Sollwert hält, indem ein so genannter Pumpstrom IP

35

durch die Pumpzelle getrieben wird. Dazu enthält der Regelkreis einen Pumpstromregler, der häufig auch nach seiner Regelgröße als Nernstspannungsregler bezeichnet wird. Da der Stromfluss im Elektrolyten durch Sauerstoffionen erfolgt, wird die Sauerstoffkonzentration im Hohlraum beeinflusst. Um die Nernstspannung U_{N0} im eingeschwungenen Zustand konstant zu halten, muss im mageren Bereich ($\lambda > 1$) genau so viel Sauerstoff aus dem Hohlraum gepumpt werden, wie durch die Diffusionsbarriere nachdiffundiert. Im fetten Bereich ($\lambda < 1$) muss dagegen so viel Sauerstoff in den Hohlraum gepumpt werden, dass die nachdiffundierenden reduzierenden Abgasmoleküle kompensiert werden. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Sauerstoffbilanz im Hohlraum durch den Pumpstromregler konstant gehalten wird, folgt aus der Diffusionsgleichung ein linearer Zusammenhang zwischen Diffusionsstrom, und damit dem Pumpstrom, und der Sauerstoffkonzentration im Abgas. Der Pumpstrom wird nun im Motorsteuergerät gemessen beziehungsweise vom Motorsteuergerät in Abhängigkeit von der gemessenen Nernstspannung vorgegeben. Der Pumpstrom stellt ein lineares Signal für die Sauerstoffbilanz im Abgas dar.

Ist eine Breitband-Lambdasonde fehlerhaft, muss dies von dem Motorsteuergerät erkannt werden. Zur Überprüfung, ob ein Motorsteuergerät die relevanten Fehler einer Breitband-Lambdasonde erkennt, werden heute Fehlersimulatoren eingesetzt, welche während der Überprüfung zwischen dem Motorsteuergerät und der Breitband-Lambdasonde angeordnet werden. Dabei verhält sich der Fehlersimulator gegenüber dem Motorsteuergerät wie eine Breitband-Lambdasonde mit den zu überprüfenden Fehlern. Das Motorsteuergerät muss die relevanten Fehlerfälle ohne Software- oder Applikationsveränderungen erkennen.

Einer der zu simulierenden Fehlerfälle ist eine Veränderung des Lambda-Signals der Breitband-Lambdasonde. Dabei wird dem Motorsteuergerät ein verzögertes oder verfälschtes Signal der Breitband-Lambdasonde vorgegeben. Bei heute bekannten Fehlersimulationen wird zur Simulation dieses Fehlers der Pumpstrom verändert, um somit Veränderungen in der Breitband-Lambdasonde und eine entsprechende Reaktion im Motorsteuergerät zu bewirken. Diese Veränderungen müssen durch die Diagnosefunktion in dem Motorsteuergerät erkannt und angezeigt werden.

Die Veränderung des Pumpstroms zur Simulation eines Fehlers der Breitband-Lambdasonde kann dazu führen, dass die Fehlersimulation selbst zu langsam ist. Dies kann dazu führen, dass das Motorsteuergerät beispielsweise auf reale Signaländerungen, welche in realen Änderungen der Zusammensetzung des Abgases begründet sind, reagiert, obwohl der Fehlersimulator diese Änderungen unterdrücken sollte.

Bei Motorsteuergeräten, bei denen ein gestellter Pumpstrom das Messsignal darstellt und keine Rückmessung des resultierenden Pumpstroms erfolgt, ist der Pumpstrom der Ausgang und die Nernstspannung UN_0 das Eingangssignal des Pumpstromreglers. Eine Fehlersimulation durch Veränderung des Pumpstromsignals wirkt hier zunächst auf die Breitband-Lambdasonde. Als Folge verändert sich die Nernstspannung UN_0 und somit das Eingangssignal des Pumpstromreglers. Das bekannte Verfahren zur Fehlersimulation über eine Veränderung des Pumpstroms hat hier den Nachteil, dass die Änderung des Pumpstroms erst verspätet bei der Signalerfassung im Motorsteuergerät ankommt. Daher können reale Reaktionen der Breitband-Lambdasonde auf Signaländerungen in der Regel nicht vollständig unterdrückt werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Fehlersimulation einer Breitband-Lambdasonde bereitzustellen, welches störende Einflüsse, wie sie beispielsweise durch verspätete Reaktionen oder Signallaufzeiten im Motorsteuergerät sichtbar werden, vermeidet.

Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, einen entsprechenden Fehlersimulator bereitzustellen.

Offenbarung der Erfindung

Die das Verfahren betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass dem Fehlersimulator eine Nernstspannung $UN_{0_{\text{mess}}}$ der Breitband-Lambdasonde und ein Pumpstrom IP_{MSG} des Steuergeräts zugeführt wird, dass der Fehlersimulator der Breitband-Lambdasonde ein Pumpstrom IP_{Sonde} und dem Steuergerät eine Nernstspannung $UN_{0_{\text{stell}}}$ zuführt und dass der Fehlersimulator zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambdasonde die dem Steuergerät zugeführte Nernstspannung $UN_{0_{\text{stell}}}$ gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung $UN_{0_{\text{mess}}}$ verändert.

Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausgestaltungsvariante der Erfindung kann es dabei vorgesehen sein, dass der Fehlersimulator zur Simulation eines veränderten Pumpstroms IP_{MSG} die dem Steuergerät zugeführte Nernstspannung UNO_{stell} gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} verändert.

Im regulären Betrieb der Brennkraftmaschine ist die Abweichung der Nernstspannung UNO vom Nernstspannungssollwert die Eingangsgröße des Pumpstromreglers. Der Pumpstrom IP ist das Ausgangssignal des Pumpstromreglers und gleichzeitig die Messgröße, die im Steuergerät weiter verarbeitet wird. Durch eine Veränderung der dem Steuergerät zugeführten Nernstspannung UNO_{stell} gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} kann der Fehlersimulator eine Veränderung des Pumpstromsignals bewirken. Da diese Veränderung zeitlich vor der Regelung selbst stattfindet, treten im Steuergerät keine unerwünschten Reaktionen auf Veränderungen des Pumpstromsignals aufgrund von Änderungen des realen Abgases auf. Weiterhin können Steuergeräte, bei denen ein gestellter Pumpstrom das Messsignal darstellt und keine Rückmessung des resultierenden Pumpstroms erfolgt, überprüft werden.

Unterschiedliche Fehler der Breitband-Lambdasonde, beispielsweise ein auf Grund von Alterungseffekten verzögertes Ansprechverhalten oder ein verfälschtes Nernstsignal, können dadurch simuliert werden, dass der Fehlersimulator zur Simulation von Fehlern eine vorgegebene Nernstspannung UNO_{stell} oder eine in Abhängigkeit von der Zeit veränderliche Nernstspannung UNO_{stell} an das Steuergerät ausgibt.

Dabei kann es vorgesehen sein, dass der Fehlersimulator die vorgegebene Nernstspannung UNO_{stell} oder die in Abhängigkeit von der Zeit veränderliche Nernstspannung UNO_{stell} unabhängig oder abhängig von der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} vorgibt. Die ausgegebene Nernstspannung UNO_{stell} kann durch einen in dem Fehlersimulator vorgesehenen μ -Controller vorgegeben werden.

Entsprechend einer bevorzugten Ausgestaltungsvariante der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass

- der an die Breitband-Lambdasonde ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} dem von der Motorsteuerung ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} entspricht oder
- dass der an die Breitband-Lambdasonde ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} von dem Fehlersimulator auf Basis der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} vorgegeben wird oder
- dass der an die Breitband-Lambdasonde ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} von dem Fehlersimulator in Abhängigkeit von dem von dem Steuergerät ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} vorgegeben wird.

5

10

Die Wahl des an die Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Pumpstroms IP_{Sonde} kann dabei in Abhängigkeit von dem zu simulierenden Fehler getroffen werden. Entspricht der Pumpstrom IP_{Sonde} dem von der Motorsteuerung ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} , kann dieser von der Motorsteuerung durch den Fehlersimulator zu der Breitband-Lambdasonde durchgeschleift werden. Wird der Pumpstrom IP_{Sonde} von dem Fehlersimulator vorgegeben, kann der von der Motorsteuerung bereitgestellte Pumpstrom IP_{MSG} in dem Fehlersimulator gesenkt werden.

15

20

Wird der an die Breitband-Lambdasonde ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} von dem Fehlersimulator in Abhängigkeit von dem von dem Steuergerät ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} vorgegeben kann es vorgesehen sein, dass der in Abhängigkeit von dem Pumpstrom IP_{MSG} von dem Fehlersimulator vorgegebene und an die Breitband-Lambdasonde ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} größer oder kleiner und/oder zeitlich verzögert im Vergleich zum Pumpstrom IP_{MSG} vorgegeben wird.

25

Zur Überwachung der Betriebsbereitschaft der Breitband-Lambdasonde, insbesondere zur Überwachung von deren Betriebstemperatur, ist im regulären Betrieb eine regelmäßige Bestimmung des Innenwiderstandes der Breitband-Lambdasonde vorgesehen. Daher kann es vorgesehen sein, dass der Fehlersimulator für eine Innenwiderstandsmessung gegenüber dem Steuergerät eine Last simuliert und ein entsprechendes Spannungssignals zur Verfügung stellt.

30

Verschiedene Fehler der Breitband-Lambdasonde können dadurch simuliert werden, dass die Veränderungen der von dem Fehlersimulator an das Steuergerät ausgegebenen Nernstspannung UNO_{stell} und des an die Breitband-Lambdasonde ausgegebene

Pumpstroms IP_{Sonde} gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} und dem von dem Steuergerät ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} gleichzeitig oder getrennt voneinander erfolgen.

5 Die den Fehlersimulator betreffende Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass dem Fehlersimulator eine Nernstspannung UNO_{mess} der Breitband-Lambdasonde und ein Pumpstrom IP_{MSG} des Steuergeräts zugeführt ist, dass der Breitband-Lambdasonde ein Pumpstrom IP_{Sonde} und dem Steuergerät eine Nernstspannung UNO_{stell} von dem Fehlersimulator zugeführt ist und dass der Fehlersimulator dazu ausgelegt ist, die dem
10 Steuergerät zugeführte Nernstspannung UNO_{stell} gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} zu verändern. Der Fehlersimulator ermöglicht damit die Durchführung des beschriebenen Verfahrens.

15 Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 einen Fehlersimulator zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes.

20

Figur 1 zeigt einen Fehlersimulator 12 zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes 14. Der Fehlersimulator 12 ist zwischen eine Breitband-Lambdasonde 10 und ein Steuergerät 14 geschaltet. Dem Fehlersimulator 12 wird eine Nernstspannung UNO_{mess} 11 der Breitband-Lambdasonde 10 und ein Pumpstrom IP_{MSG} 16 des Steuergeräts 14 zugeführt. Der Fehlersimulator 12 führt der Breitband-Lambdasonde 10 einen Pumpstrom IP_{Sonde} 15 und dem Steuergerät 14 eine Nernstspannung UNO_{stell} 13 zu. Die Signale sind dabei durch entsprechende Pfeile dargestellt, die Anzahl der dargestellten Signalleitungen ist auf die für die Darstellung der Erfindung notwendige Anzahl begrenzt.

30

Fehlersimulatoren 12 werden eingesetzt, um bestimmte Fehlerszenarien bei Breitband-Lambdasonden 10 zu testen. Dazu wird der Fehlersimulator 12 zwischen die Breitband-Lambdasonde 10 und das zugehörige Steuergerät 14 geschaltet. Der Fehlersimulator 12 verhält sich gegenüber dem Steuergerät 14 wie eine Breitband-Lambdasonde 10 mit den zu überprüfenden Fehlern, während die Breitband-Lambdasonde 10
35

weiterhin betrieben wird. Das Steuergerät 14 muss die von dem Fehlersimulator vorgegebenen Fehler ohne Software- oder Applikationsveränderungen erkennen.

Ein zu simulierender Fehlerfall ist eine Veränderung des Lambdasignals der Breitband-Lambdasonde 10, so dass dem Steuergerät 14 ein verzögertes oder verfälschtes
5 Lambdasignal vorgetäuscht wird. Bei bekannten Fehlersimulatoren 12 wird dazu der Pumpstrom IP verändert, um somit Veränderungen in der Breitband-Lambdasonde 10 zu bewirken. Diese Veränderungen müssen durch eine Diagnosefunktion von dem Steuergerät 14 erkannt werden.

10 Die Veränderung des Pumpstroms IP zur Simulation eines Fehlers der Breitband-Lambdasonde 10 kann dazu führen, dass die Fehlersimulation selbst zu langsam ist. Dies kann im Steuergerät 14 dazu führen, dass das Steuergerät beispielsweise auf reale Signaländerungen bei einer entsprechenden realen Änderung der Abgaszusammensetzung reagiert, obwohl der Fehlersimulator 12 diese Änderung unterdrücken
15 sollte.

Erfindungsgemäß ist es daher vorgesehen, dass die Fehlersimulation durch den Fehlersimulator 12 auf der Basis der Nernstspannung UN_0 durchgeführt wird. Dazu unterbricht der Fehlersimulator 12 auch die Zuführung der von der Breitband-Lambdasonde
20 10 ausgegebenen Nernstspannung $UN_{0\text{mess}}$ 11 an das Steuergerät 14 und gibt eine entsprechend veränderte Nernstspannung $UN_{0\text{stell}}$ 13 an das Steuergerät 14 aus. Der Fehlersimulator 12 kann so eine Veränderung des Pumpstroms IP_{MSG} 16 bewirken, indem die Nernstspannung $UN_{0\text{stell}}$ 13 entsprechend verändert wird. Da diese Veränderung zeitlich vor der Regelung selbst stattfindet, sind im Steuergerät 14 keine unerwünschten Reaktionen auf Veränderungen des Pumpstromsignals aufgrund einer Veränderung des realen Abgases sichtbar.
25

Das Steuergerät 14 kann die ausgegebene Nernstspannung $UN_{0\text{stell}}$ 13 und insbesondere eine zeitliche Änderung der Nernstspannung $UN_{0\text{stell}}$ 13 beliebig vorgeben. Dies
30 kann durch einen in dem Fehlersimulator 12 vorgesehenen μ -Controller, beispielsweise in Abhängigkeit von der gemessenen Nernstspannung $UN_{0\text{mess}}$ oder aber unabhängig davon, erfolgen.

Der daraufhin von dem Steuergerät 14 berechnete und ausgegebene Pumpstrom
35 IP_{MSG} 16 kann direkt durch den Fehlersimulator 12 zu der Breitband-Lambdasonde 10

weitergeleitet werden. Alternativ dazu kann der Pumpstrom IP_{MSG} 16 im Fehlersimulator 12 gesenkt werden ohne Auswirkung auf die Breitband-Lambdasonde 10. In diesem Fall wird die Breitband-Lambdasonde 10 mit einem Pumpstrom IP_{Sonde} 15 beaufschlagt, der im Fehlersimulator 12 auf Basis der Nernstspannung $UN_{0,mess}$ 11 berechnet wurde.

5 Eine dritte Möglichkeit besteht darin, den Pumpstrom IP_{Sonde} 15 in Abhängigkeit von dem Pumpstrom IP_{MSG} 16 zu manipulieren und zu der Breitband-Lambdasonde 10 weiterzuleiten. Dabei kann der Pumpstrom IP_{Sonde} 15 größer, kleiner oder zeitlich verzögert gegenüber dem Pumpstrom IP_{MSG} 16 gewählt werden.

5 Ansprüche

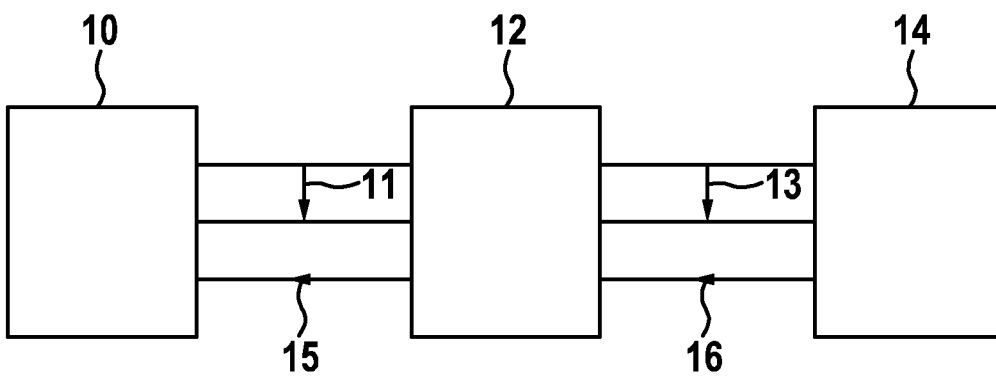
- 10 1. Verfahren zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes (14) einer Brennkraftmaschine bei einer Fehlfunktion einer angeschlossenen Breitband-Lambdasonde (10), wobei die Überprüfung mit einem zwischen der Breitband-Lambdasonde (10) und dem Steuergerät (14) angeordneten Fehlersimulator (12) durchgeführt wird und wobei der Fehlersimulator (12) zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambdasonde (10) zwischen der Breitband-Lambdasonde (10) und dem Steuergerät (14) ausgetauschte elektrische Signale gezielt verändert, dadurch gekennzeichnet, dass dem Fehlersimulator (12) eine Nernstspannung UNO_{mess} (11) der Breitband-Lambdasonde (10) und ein Pumpstrom IP_{MSG} (16) des Steuergeräts (14) zugeführt wird, dass der Fehlersimulator (12) der Breitband-Lambdasonde (10) ein Pumpstrom IP_{Sonde} (15) und dem Steuergerät (14) eine Nernstspannung UNO_{stell} (13) zuführt und dass der Fehlersimulator (12) zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambdasonde (10) die dem Steuergerät (14) zugeführte Nernstspannung UNO_{stell} (13) gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) verändert.
- 15
- 20
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fehlersimulator (12) zur Simulation eines veränderten Pumpstroms IP_{MSG} (16) die dem Steuergerät (14) zugeführte Nernstspannung UNO_{stell} (13) gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) verändert.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Fehlersimulator (12) zur Simulation von Fehlern eine vorgegebene Nernstspannung UNO_{stell} (13) oder eine in Abhängigkeit von der Zeit veränderliche Nernstspannung UNO_{stell} (13) an das Steuergerät (14) ausgibt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Fehlersimulator die vorgegebene Nernstspannung UNO_{stell} (13) oder die in Abhängigkeit von der Zeit veränderliche Nernstspannung UNO_{stell} (13) unabhängig oder abhängig von der von der Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) vorgibt.
- 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- der an die Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} (15) dem von der Motorsteuerung (14) ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} (16) entspricht oder
 - dass der an die Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} (15) von dem Fehlersimulator (12) auf Basis der von der Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) vorgegeben wird oder
 - dass der an die Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} (15) von dem Fehlersimulator (12) in Abhängigkeit von dem von dem Steuergerät (14) ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} (16) vorgegeben wird.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der in Abhängigkeit von dem Pumpstrom IP_{MSG} (16) von dem Fehlersimulator (12) vorgegebene und an die Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebene Pumpstrom IP_{Sonde} (15) größer oder kleiner und/oder zeitlich verzögert im Vergleich zum Pumpstrom IP_{MSG} (16) vorgegeben wird.
- 15
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Fehlersimulator (12) für eine Innenwiderstandsmessung gegenüber dem Steuergerät (14) eine Last simuliert und ein entsprechendes Spannungssignals zur Verfügung stellt.
- 20
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderungen der von dem Fehlersimulator (12) an das Steuergerät (14) ausgegebenen Nernstspannung UNO_{stell} (13) und des an die Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebene Pumpstroms IP_{Sonde} (15) gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) und dem von
- 25
- 30

dem Steuergerät (14) ausgegebenen Pumpstrom IP_{MSG} (16) gleichzeitig oder getrennt voneinander erfolgen.

- 5 9. Fehlersimulator (12) zur Überprüfung der Fehlererkennung eines Steuergerätes (14) einer Brennkraftmaschine bei einer Fehlfunktion einer angeschlossenen Breitband-Lambdasonde (10), wobei der Fehlersimulator (12) zur Simulation von Fehlern der Breitband-Lambdasonde (10) zwischen der Breitband-Lambdasonde (10) und dem Steuergerät (14) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass dem Fehlersimulator (12) eine Nernstspannung UNO_{mess} (11) der Breitband-Lambdasonde (10) und ein Pumpstrom IP_{MSG} (16) des Steuergeräts (14) zugeführt ist, dass der Breitband-Lambdasonde (10) ein Pumpstrom IP_{Sonde} (15) und dem Steuergerät (14) eine Nernstspannung UNO_{stell} (13) von dem Fehlersimulator (12) zugeführt ist und dass der Fehlersimulator (12) dazu ausgelegt ist, die dem Steuergerät (14) zugeführte Nernstspannung UNO_{stell} (13) gegenüber der von der Breitband-Lambdasonde (10) ausgegebenen Nernstspannung UNO_{mess} (11) zu verändern.
- 10
- 15

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R31/00 F02D41/14 G05B23/02
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N G01R F02D G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Stefan Krauss: "Steuergeräte-Tests mit Fehlersimulation", 1 August 2008 (2008-08-01), pages 48-51, XP055088373, Retrieved from the Internet: URL:http://vector.com/portal/medien/cmc/press/PND/Test_VT_ElektronikAutomotive_200811_PressArticle_DE.pdf [retrieved on 2013-11-14] the whole document	1-9
X	DE 10 2006 008539 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 August 2007 (2007-08-30) the whole document ----- -/--	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 15 November 2013	Date of mailing of the international search report 27/11/2013
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Mineau, Christophe
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064454

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2008 027895 A1 (IAV GMBH [DE]) 25 February 2010 (2010-02-25) the whole document -----	1-9
Y	WO 01/90734 A1 (SIEMENS AG [DE]; BOLZ STEPHAN [DE]; AKHAVAN DARIUSCH [DE]) 29 November 2001 (2001-11-29) the whole document -----	1-9
Y	DE 10 2008 027896 A1 (IAV GMBH [DE]) 4 February 2010 (2010-02-04) the whole document -----	1-9
A	EP 1 860 565 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 28 November 2007 (2007-11-28) abstract; figure 1 -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/064454

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006008539 A1	30-08-2007	CN 101389969 A	18-03-2009
		DE 102006008539 A1	30-08-2007
		EP 1989560 A1	12-11-2008
		JP 4763807 B2	31-08-2011
		JP 2009527732 A	30-07-2009
		US 2011078526 A1	31-03-2011
		WO 2007096210 A1	30-08-2007

DE 102008027895 A1	25-02-2010	NONE	

WO 0190734 A1	29-11-2001	AU 6731901 A	03-12-2001
		DE 10025578 A1	06-12-2001
		US 2003080003 A1	01-05-2003
		WO 0190734 A1	29-11-2001

DE 102008027896 A1	04-02-2010	NONE	

EP 1860565 A1	28-11-2007	DE 102006024606 A1	29-11-2007
		EP 1860565 A1	28-11-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/064454

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R31/00 F02D41/14 G05B23/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N G01R F02D G05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Stefan Krauss: "Steuergeräte-Tests mit Fehlersimulation", 1. August 2008 (2008-08-01), Seiten 48-51, XP055088373, Gefunden im Internet: URL:http://vector.com/portal/medien/cmc/press/PND/Test_VT_ElektronikAutomotive_200811_PressArticle_DE.pdf [gefunden am 2013-11-14] das ganze Dokument	1-9
X	DE 10 2006 008539 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. August 2007 (2007-08-30) das ganze Dokument ----- -/--	1-9

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. November 2013	27/11/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Mineau, Christophe
--	---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2008 027895 A1 (IAV GMBH [DE]) 25. Februar 2010 (2010-02-25) das ganze Dokument -----	1-9
Y	WO 01/90734 A1 (SIEMENS AG [DE]; BOLZ STEPHAN [DE]; AKHAVAN DARIUSCH [DE]) 29. November 2001 (2001-11-29) das ganze Dokument -----	1-9
Y	DE 10 2008 027896 A1 (IAV GMBH [DE]) 4. Februar 2010 (2010-02-04) das ganze Dokument -----	1-9
A	EP 1 860 565 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 28. November 2007 (2007-11-28) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064454

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006008539 A1	30-08-2007	CN 101389969 A	18-03-2009
		DE 102006008539 A1	30-08-2007
		EP 1989560 A1	12-11-2008
		JP 4763807 B2	31-08-2011
		JP 2009527732 A	30-07-2009
		US 2011078526 A1	31-03-2011
		WO 2007096210 A1	30-08-2007

DE 102008027895 A1	25-02-2010	KEINE	

WO 0190734 A1	29-11-2001	AU 6731901 A	03-12-2001
		DE 10025578 A1	06-12-2001
		US 2003080003 A1	01-05-2003
		WO 0190734 A1	29-11-2001

DE 102008027896 A1	04-02-2010	KEINE	

EP 1860565 A1	28-11-2007	DE 102006024606 A1	29-11-2007
		EP 1860565 A1	28-11-2007
