

(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
28. Januar 2016 (28.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/012178 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/064183

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juni 2015 (24.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 214 452.3 23. Juli 2014 (23.07.2014) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **RIEPL, Hans**; Jurastr. 22, 93155 Hemau (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, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA,
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.

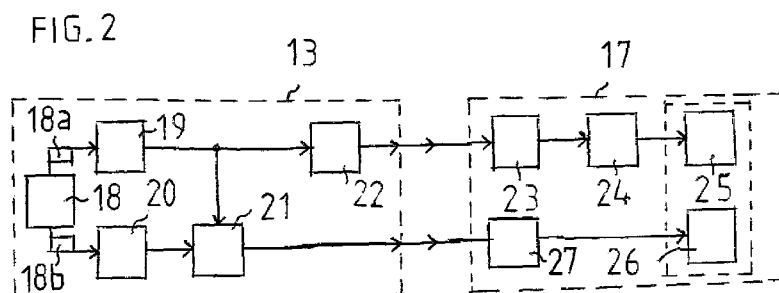
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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)

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING A MALFUNCTIONING RAIL PRESSURE SENSOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DETEKTION EINES FEHLERHAFTEN
RAILDRUCKSENSORS



(57) Abstract: The invention relates to a method and an apparatus for detecting a malfunctioning rail pressure sensor. The rail pressure sensor supplies an analog output signal characterizing the rail pressure and a digital output signal which are fed to a control device and are evaluated in the control device. The digital signal output by the rail pressure sensor is a differential rail pressure signal which is determined in the rail pressure sensor and on the basis of which the control device detects whether or not the rail pressure sensor malfunctions.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors. Der Raildrucksensor stellt ein den Raildruck charakterisierendes analoges Ausgangssignal sowie ein digitales Ausgangssignal zur Verfügung, welche einem Steuergerät zugeführt und im Steuergerät ausgewertet werden. Bei dem vom Raildrucksensor ausgegebenen digitalen Signal handelt es sich um ein im Raildrucksensor ermitteltes Raildruckdifferenzsignal, anhand dessen im Steuergerät detektiert wird, ob ein fehlerhafter Raildrucksensor vorliegt oder nicht.



WO 2016/012178 A1

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors.

10

Common-Rail-Einspritzsysteme sind zur Ermittlung des Einspritzdruckes und zur Regelung des Einspritzdruckes mit einem Raildrucksensor ausgestattet. Dieser Raildrucksensor ist ein wesentliches Bauteil eines Common-Rail-Einspritzsystems, welches unter anderem dazu beiträgt, maximal zulässige Werte für entstehende Emissionen und den Kraftstoffverbrauch einzuhalten.

15

Eine Fehlfunktion dieses Raildrucksensors würde zu einer signifikanten Emissions- und Fahrbarkeitsverschlechterung führen und zudem ein Sicherheitsrisiko darstellen. Bei einer Sensorfehlfunktion, bei welcher ein zu niedriger Druck gemessen wird, würde ein vorhandener Druckregelkreis den Einspritz- und damit den Raildruck auf ein kritisches Druckniveau erhöhen. Dadurch würden mechanische Bauteile des Common-Rail-Einspritzsystems überlastet, so dass es beispielsweise zu einer Kraftstoffleckage kommen kann.

25

Folglich besteht die Notwendigkeit, das Vorliegen eines Defekts des Raildrucksensors zu detektieren und ein zugehöriges Fehlersignal in einem Fehlerspeicher zu hinterlegen, um dem Servicepersonal die Fehlerquelle aufzuzeigen und geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

30

Es ist bereits bekannt, zur Detektion eines Defekts eines Raildrucksensors im drucklosen Zustand des Common-Rail-Einspritzsystems einen Druckabgleich mit dem Umgebungsdruck durchzuführen. Diese Art der Detektion kann jedoch nur vor dem Start des jeweiligen Motors durchgeführt werden und liefert keine Aussage darüber, ob der vom Raildrucksensor bereitgestellte Druckmesswert im gesamten Messbereich, bei-

35

spielsweise auch bei einem Systemdruck von 1500 bar, korrekt ist oder nicht. Auch liefert diese Art der Detektion keine Informationen über ein eventuelles Driften der vom Sensor bereitgestellten Messwerte und auch keine Informationen über eventuelle Kennliniensteigungsfehler.

Des Weiteren ist es bereits bekannt, zur Detektion eines Defekts eines Raildrucksensors eine redundante Ausführung der Raildruckmessung mittels zweier Raildrucksensoren vorzunehmen und die erhaltenen Messwerte im gesamten Sensormessbereich laufend miteinander zu vergleichen. Weichen die erhaltenen Messwerte voneinander ab, dann wird das Vorliegen eines Fehlers detektiert und es können notwendige Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Eine derartige redundante Ausführung der Raildruckmessung ist jedoch aus baulichen Gründen schwer zu realisieren und verursacht des Weiteren vergleichsweise hohe Kosten.

Eine Auswertung der von einem Raildrucksensor bereitgestellten Raildruckmesssignale erfolgt in der Regel in einem mit dem Raildrucksensor verbundenen Steuergerät, welchem die vom Raildrucksensor bereitgestellten Raildruckmesssignale zugeführt werden.

Eine Möglichkeit besteht darin, die vom Raildrucksensor bereitgestellten Raildruckmesssignale dem Steuergerät in digitaler Form zu übermitteln. Mittels einer derartigen digitalen Übertragung sind jedoch die hohen Datenraten, die vom Einspritzsystem zur Druckregelung benötigt werden, nicht erzielbar.

Eine alternative Möglichkeit besteht darin, die vom Raildrucksensor bereitgestellten Raildruckmesssignale dem Steuergerät in Form von analogen Signalen zu übermitteln. Diese analoge Übertragung bietet jedoch nicht die Möglichkeit einer Manipulationssperre zum Zwecke einer Erschwerung oder Verhinderung eines Tunings des Raildrucksensors zwecks Erzielung einer Leistungssteigerung des Motors.

Aus der DE 10 2008 043 413 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Plausibilisierung des Ausgangssignals eines Raildrucksensors bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird ein den Raildruck charakterisierendes analoges Signal eines
5 Raildrucksensors einem Steuergerät zugeführt und dort verarbeitet. Des Weiteren wird von dem Raildrucksensor ein zusätzliches, den Raildruck charakterisierendes digitales Signal ausgegeben und im Steuergerät zur Plausibilisierung des den Raildruck charakterisierenden analogen Signals mit dem analogen
10 Signal verglichen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors anzugeben, bei denen die Detektion zuverlässigere Ergebnisse
15 liefert.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 5 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.
20

Gemäß dem im Anspruch 1 angegebenen Verfahren werden zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors ein den Raildruck charakterisierendes analoges Signal des Raildrucksensors und ein
25 digitales Ausgangssignal des Raildrucksensors einem Steuergerät zugeführt und im Steuergerät ausgewertet. Bei dem vom Raildrucksensor ausgegebenen digitalen Signal handelt es sich um ein im Raildrucksensor ermitteltes Raildruckdifferenzsignal.
30 Dieses wird dem Steuergerät zugeführt und dort zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors verwendet.

Die im Anspruch 5 angegebene Vorrichtung zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors weist einen Raildrucksensor und
35 ein mit dem Raildrucksensor verbundenes Steuergerät auf. Der Raildrucksensor enthält eine erste und eine zweite Raildruckmessvorrichtung und ist zur Ausgabe eines den Raildruck charakterisierenden analogen Signales und eines digitalen

Signales ausgebildet. Das Steuergerät ist zum Empfang und zur Auswertung des vom Raildrucksensor ausgegebenen analogen Signales und des vom Raildrucksensor ausgegebenen digitalen Signales ausgebildet. Der Raildrucksensor weist des Weiteren
5 einen Raildruckdifferenzbildner auf, der aus dem Ausgangssignal der ersten Raildruckmessvorrichtung und dem Ausgangssignal der zweiten Raildruckmessvorrichtung ein Raildruckdifferenzsignal bildet. Der Raildrucksensor gibt das Raildruckdifferenzsignal als digitales Signal aus. Das Steuergerät ist zur Auswertung des
10 Raildruckdifferenzsignals ausgebildet.

Vorzugsweise erfolgt im Steuergerät ein Vergleich des übertragenen Raildruckdifferenzsignals mit einem vorgegebenen Schwellenwert. Das Steuergerät detektiert das Vorliegen eines
15 fehlerhaften Raildrucksensors dann, wenn das übertragene Raildruckdifferenzsignal den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

In vorteilhafter Weise weist der Raildrucksensor zwei Raildruckmessvorrichtungen auf, die jeweils einen Raildruckmesswert ausgeben. Das Raildruckdifferenzsignal wird aus diesen beiden Raildruckmesswerten berechnet, welche in vorteilhafter Weise von den Raildruckmessvorrichtungen zeitgleich ermittelt werden. Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigt
25

Figur 1 ein Blockschaltbild eines Common-Rail-Einspritzsystems und

30 Figur 2 ein Blockschaltbild zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels für das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung.

Die Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Common-Rail-Einspritzsystems 1.
35

Zu diesem Common-Rail-Einspritzsystem 1 gehört ein Kraftstofftank 2, aus welchem im Betrieb des Systems Kraftstoff

gepumpt und über ein Kraftstofffilter 3 an eine in der Figur 1 gestrichelt umrandete Pumpeneinheit geliefert wird. Zwischen dem Kraftstofffilter 3 und der Pumpeneinheit ist ein Temperatursensor 4 positioniert, mittels dessen die Kraftstofftemperatur gemessen wird.

In der Pumpeneinheit wird der über das Kraftstofffilter 3 bereitgestellte Kraftstoff einem Niederdruckraum 5 zugeführt, welcher des Weiteren mit einer Kraftstoff-Rücklaufleitung 16 verbunden ist. Der vom Niederdruckraum 5 ausgegebene Kraftstoff wird über ein Pumpenfilter 6 und ein Einlassventil 7 einer Hochdruckpumpe 8 zugeführt und mittels dieser auf einen hohen Druck gebracht. Der von der Hochdruckpumpe 8 ausgegebene Kraftstoff hohen Druckes wird über ein Auslassventil 9 und eine Auslassdrossel 10 einem Rail 12 zugeführt. Alternativ zur Auslassdrossel 10 kann eine dem Rail 12 vorgeschaltete Einlassdrossel 11 verwendet werden. Das Rail 12 ist über ein Druckablassventil 14 mit der Kraftstoff-Rücklaufleitung 16 verbunden, über welche Kraftstoff in den Kraftstofftank 2 und/oder den Niederdruckraum 5 zurückgeführt werden kann.

Mit dem Rail 12 ist des Weiteren ein Raildrucksensor 13 gekoppelt, der zur Messung des im Rail 12 herrschenden Kraftstoffdruckes vorgesehen ist. Die Ausgangssignale des Raildrucksensors 13 werden einem Steuergerät 17 zugeführt, welches diese Signale auswertet und unter Berücksichtigung der ausgewerteten Ausgangssignale des Raildrucksensors 13 die Einspritzvorgänge des Common-Rail-Einspritzsystems steuert.

Beim gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Rail 12 mit insgesamt vier Einspritzventilen 15 verbunden, deren Öffnungs- und Schließvorgänge vom Steuergerät 17 mittels geeigneter Steuersignale gesteuert werden, wobei diese Steuersignale im Steuergerät 17 unter Berücksichtigung der vom Raildrucksensor 13 gelieferten Ausgangssignale und weiterer, in der Figur 1 nicht dargestellter Signale ermittelt werden.

Bei dem in der Figur 1 dargestellten Common-Rail-Einspritzsystem ist es wichtig, dass ein fehlerhaft arbeitender Raildrucksensor schnell und zuverlässig detektiert werden kann, so dass geeignete Gegenmaßnahmen in die Wege geleitet werden können.

5

Die Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zu einer derartigen schnellen und zuverlässigen Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors. Diese Vorrichtung weist einen Raildrucksensor 13 und ein mit dem Raildrucksensor verbundenes Steuergerät 17 auf.

10

Der Raildrucksensor 13 enthält eine erste Raildruckmessvorrichtung und eine zweite Raildruckmessvorrichtung. Zur ersten Raildruckmessvorrichtung gehören eine Sensormembran 18, ein erster Messwertaufnehmer 18a und ein erster Asic 19. Zur zweiten Raildruckmessvorrichtung gehören die Sensormembran 18, ein zweiter Messwertaufnehmer 18b und ein zweiter Asic 20. Am Ausgang des Asics 19 wird ein erstes Raildruckmesssignal bereitgestellt, am Ausgang des Asics 20 ein zweites Raildruckmesssignal. Bei den Messwertaufnehmern kann es sich um Wheatstonesche Messbrücken mit Dehnungsmessstreifen (DMS) handeln.

15

20

25

Mittels des Raildruckdifferenzbildners 21 wird aus diesen beiden Raildruckmesssignalen ein Raildruckdifferenzsignal berechnet.

Dieses Raildruckdifferenzsignal steht am Ausgang des Raildruckdifferenzbildners 21 zur Verfügung, wird an einem Ausgang des Raildrucksensors 13 bereitgestellt und von dort aus als digitales Signal über eine Übertragungsstrecke zum Steuergerät 17 übertragen. Dort wird das Raildruckdifferenzsignal, bei dem es sich nicht um einen Druckwert, d. h. nicht um ein den Raildruck charakterisierendes digitales Signal, sondern um eine Fehlergröße handelt, von einer Signaleingangseinheit 27 empfangen und von deren Ausgang an eine Recheneinheit 26 weitergeleitet. Diese ist zur Auswertung des Raildruckdifferenzsignals ausgebildet. Im Rahmen dieser Auswertung des Raildruckdifferenzsignals vergleicht die Recheneinheit 26 das Raildruckdifferenzsignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert und de-

30

35

tektiert das Vorliegen eines fehlerhaften Raildrucksensors, wenn das Raildruckdifferenzsignal den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

5 Das Ausgangssignal des Asics 19 wird des Weiteren auch einem Digital-Analog-Wandler 22 zugeführt und in diesem in ein analoges Signal umgesetzt. Dieses analoge Signal wird am Ausgang des Digital-Analog-Wandlers 22 und auch an einem weiteren Ausgang des Raildrucksensors 13 bereitgestellt. Von dort aus wird es über
10 eine weitere Übertragungsstrecke an das Steuergerät 17 übertragen. Im Steuergerät 17 wird das übertragene analoge Signal, bei dem es sich um ein den Raildruck charakterisierendes analoges Signal handelt, über ein Störsignalfilter 23 einem Analog-Digital-Wandler 24 zugeführt und in diesem in ein digitales
15 Signal umgesetzt. Das am Ausgang des Analog-Digital-Wandlers 24 bereitgestellte digitale Signal wird zur weiteren Auswertung einer Recheneinheit 25 zugeführt.

Bei den Recheneinheiten 24 und 25 kann es sich - wie es durch die
20 diese beiden Recheneinheiten umschließende gestrichelte Linie angedeutet ist - um eine Rechenvorrichtung handeln, welche mehrere Recheneinheiten bzw. Rechenmodule aufweist.

Ein wesentlicher Vorteil der vorstehend beschriebenen Vorge-
25 hensweise besteht darin, dass vom Raildrucksensor 13 zum Steuergerät 17 sowohl analoge Signale als auch digitale Signale übertragen werden. Diese Signale haben unterschiedliche Zeitkonstanten, wobei die analogen Signale eine kurze Zeitkonstante von beispielsweise 0,124 ms aufweisen und die digitalen
30 Signale eine lange Zeitkonstante von beispielsweise 1 ms.

Die Übertragung der analogen Signale stellt sicher, dass im Steuergerät 17 zeitlich hoch auflösende Druckwerte sehr zeitnah vorliegen, die insbesondere bei Diesel-Anwendungen zur Regelung
35 des Einspritzsystems benötigt werden.

Durch eine Auswertung der digital übertragenen Raildruckdifferenzsignale, die ebenfalls im Steuergerät 17 erfolgt, kann in

vorteilhafter Weise das Vorliegen eines fehlerhaften Raildrucksensors detektiert werden. Da diese Raildruckdifferenzsignale bereits im Raildrucksensor ermittelt werden, kannes sich bei den Raildruckmesswerten, die zur Bildung des Raildruckdifferenzsignals verwendet werden, um Raildruckmesssignale handeln, die im Raildrucksensor zeitgleich zur Verfügung stehen bzw. um Raildruckmesswerte, die unter Verwendung der beiden Raildruckmessvorrichtungen zeitgleich ermittelt werden. Zwischen den zur Raildruckdifferenzbildung verwendeten Raildruckmesswerten liegt folglich keine Zeitverschiebung vor. Dadurch ist die Sicherheit bzw. Zuverlässigkeit der Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors im Vergleich zum Stand der Technik, bei dem ein Signalvergleich erst im Steuergerät und somit, durch die unterschiedliche Signallaufzeit von analogem und digitalem Signal bedingt, also für zeitlich versetzt aufgenommene Druckwerte erfolgt, erhöht.

Insbesondere wird bei der vorliegenden Erfindung verhindert, dass bei der Auswertung zweier miteinander zu vergleichender Raildruckmesssignale aufgrund unterschiedlicher Übertragungszeiten von Analog- und Digitalsignalen ein Fehler detektiert wird, obwohl dieser gar nicht vorliegt. Insbesondere würden bei einem Vergleich der miteinander zu vergleichenden Signale im Steuergerät je nach Dynamik der Signaländerung zeitlich nicht synchrone Druckmesswerte miteinander verglichen, was zu unerwünschten Fehlern bei der Detektion führen kann. Zudem müssten dann, wenn der genannte Vergleich im Steuergerät erfolgt, die unterschiedlichen Signalstrecken der beiden miteinander zu vergleichenden Signale berücksichtigt werden, was wiederum prinzipiell zu einer Messwertverschiebung führt. Beispielsweise treten bei der analogen Übertragung elektromagnetische Störungen, durch Leitungswiderstände verursachte Fehler, durch die notwendige A/D-Wandlung bedingte Fehler und durch eine Signalfilterung verursachte Fehler auf, die eine Messwertverfälschung verursachen können.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass es die verwendete digitale Signalübertragung ermöglicht, auf dem

digitalen Übertragungsweg zusätzlich weitere Signale vom Raildrucksensor 13 zum Steuergerät 17 zu übertragen. Dadurch kann beispielsweise die Möglichkeit einer Manipulationssperre angeboten werden, mittels welcher ein Tuning des Raildrucksensors zum Zwecke einer unzulässigen Leistungssteigerung des Motors verhindert oder zumindest erkannt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors, bei welchem ein den Raildruck charakterisierendes analoges Ausgangssignal des Raildrucksensors und ein digitales Ausgangssignal des Raildrucksensors einem Steuergerät zugeführt und im Steuergerät ausgewertet werden, dadurch gekennzeichnet, dass vom Raildrucksensor (13) als digitales Ausgangssignal ein Raildruckdifferenzsignal ausgegeben und dem Steuergerät (17) zugeführt wird und dass im Steuergerät (17) das Raildruckdifferenzsignal zur Detektion des fehlerhaften Raildrucksensors verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Steuergerät (17) ein Vergleich des übertragenen Raildruckdifferenzsignals mit einem vorgegebenen Schwellenwert vorgenommen wird und dass das Steuergerät das Vorliegen eines fehlerhaften Raildrucksensors detektiert, wenn das übertragene Raildruckdifferenzsignal den vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Raildrucksensor (13) eine Differenzbildung der Ausgangssignale zweier jeweils von einer Raildruckmessvorrichtung (18, 18a, 19; 18, 18b, 20) ausgegebener Raildruckmesswerte erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Raildrucksensor (13) eine Differenzbildung der Ausgangssignale zweier zeitgleich ermittelter Raildruckmesswerte erfolgt.
5. Vorrichtung zur Detektion eines fehlerhaften Raildrucksensors, welche einen Raildrucksensor (13) und ein mit dem Raildrucksensor verbundenes Steuergerät (17) aufweist, wobei - der Raildrucksensor (13) eine erste und eine zweite Raildruckmessvorrichtung aufweist und zur Ausgabe eines den Raildruck charakterisierenden analogen Signales und eines digitalen Signales ausgebildet ist und

- das Steuergerät (17) zum Empfang und zur Auswertung des vom Raildrucksensor (13) ausgegebenen analogen Signales und des vom Raildrucksensor (13) ausgegebenen digitalen Signales ausgebildet ist,

5 dadurch gekennzeichnet, dass

- der Raildrucksensor (13) des Weiteren einen Raildruckdifferenzbildner (21) aufweist, der aus dem Ausgangssignal der ersten Raildruckmessvorrichtung (18,18a,19) und dem Ausgangssignal der zweiten Raildruckmessvorrichtung (18,18b,20) ein Raildruckdifferenzsignal bildet,

10 - der Raildrucksensor (13) das Raildruckdifferenzsignal als digitales Signal an das Steuergerät ausgibt und

- das Steuergerät (17) zur Auswertung des Raildruckdifferenzsignals ausgebildet ist.

15

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Raildruckmessvorrichtung jeweils einen Messwertaufnehmer (18a,18b) aufweist.

20

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Raildruckmessvorrichtung jeweils einen Asic (19,20) aufweist.

25

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Raildrucksensor (13) einen Digital-Analog-Wandler (22) aufweist, der mit dem Ausgang der ersten Raildruckmessvorrichtung (18,18a,19) verbunden ist und das vom Raildrucksensor ausgegebene analoge Signal bereitstellt.

30

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (17) zur Auswertung des empfangenen analogen Signals ein Filter (23), einen mit dem Ausgang des Filters verbundenen Analog-Digital-Wandler (24) und eine Recheneinheit (25) aufweist.

35

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (17) eine zur Auswertung des

Raildruckdifferenzsignals ausgebildete Recheneinheit (26) aufweist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Recheneinheit (26) dazu ausgebildet ist, das Raildruck-
differenzsignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert zu ver-
gleichen und das Vorliegen eines fehlerhaften Raildrucksensors
zu detektieren, wenn das Raildruckdifferenzsignal den vorge-
gebenen Schwellenwert überschreitet.

FIG. 1

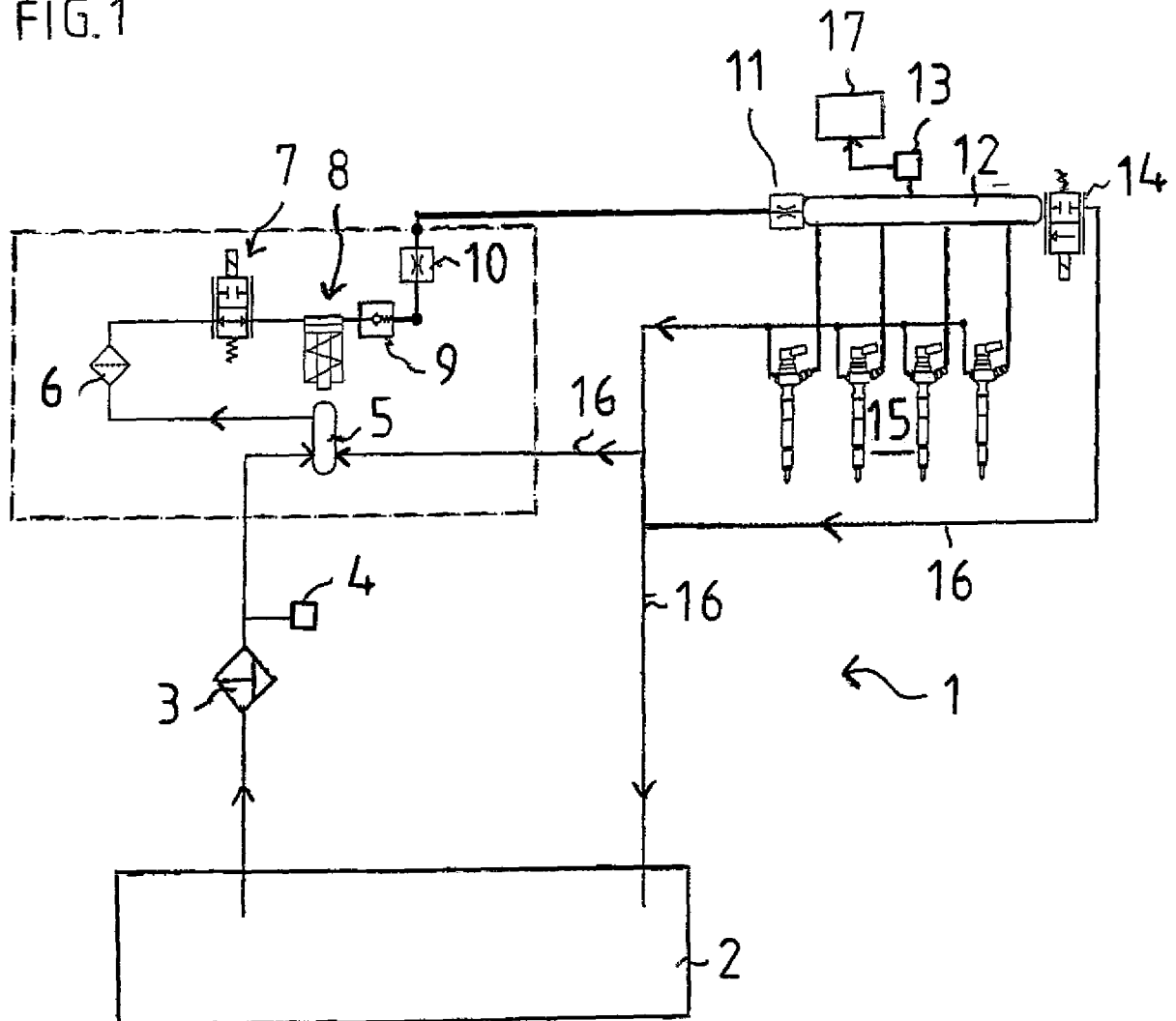
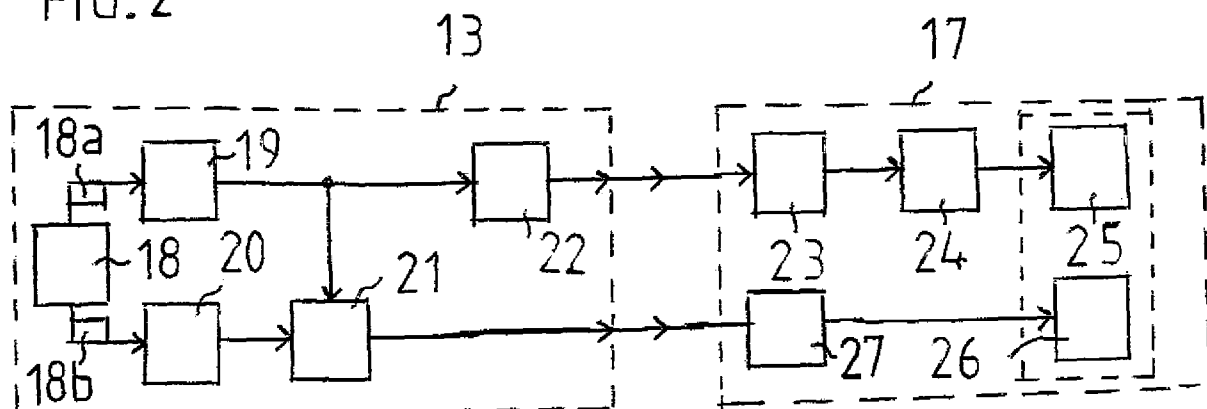


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/064183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/22
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)
F02D

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	US 2013/125862 A1 (SAHASHI TOSHIYASU [JP]) 23 May 2013 (2013-05-23)	1-11
Y	abstract figure 4 paragraph [0042] paragraph [0048] paragraph [0053]	11
X	----- WO 2004/040104 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BUCK RAINER [DE]; KRAUTTER ANDREAS [DE]; FOERS) 13 May 2004 (2004-05-13) abstract page 8, line 24 - line 29 ----- -/-	1-11



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 2015

Date of mailing of the international search report

09/09/2015

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

Kämper, Fabian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/064183

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H11 2148 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6 January 1999 (1999-01-06)	1-3
Y	abstract paragraph [0014] - paragraph [0015] vgl. automatische Übersetzung -----	11
A	DE 10 2012 219377 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SAMSUNG SDI CO [KR]) 24 April 2014 (2014-04-24) abstract paragraph [0001] claim 1 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/064183

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013125862 A1	23-05-2013	CN 103133166 A	05-06-2013
		DE 102012111162 A1	23-05-2013
		JP 5447491 B2	19-03-2014
		JP 2013108463 A	06-06-2013
		US 2013125862 A1	23-05-2013

WO 2004040104 A1	13-05-2004	EP 1561019 A1	10-08-2005
		JP 4490913 B2	30-06-2010
		JP 2006504113 A	02-02-2006
		US 2006137436 A1	29-06-2006
		WO 2004040104 A1	13-05-2004

JP H112148 A	06-01-1999	JP H112148 A	06-01-1999
		JP 3344284 B2	11-11-2002

DE 102012219377 A1	24-04-2014	DE 102012219377 A1	24-04-2014
		WO 2014063915 A1	01-05-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02D41/22
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02D

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	US 2013/125862 A1 (SAHASHI TOSHIYASU [JP]) 23. Mai 2013 (2013-05-23)	1-11
Y	Zusammenfassung Abbildung 4 Absatz [0042] Absatz [0048] Absatz [0053]	11
X	WO 2004/040104 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BUCK RAINER [DE]; KRAUTTER ANDREAS [DE]; FOERS) 13. Mai 2004 (2004-05-13) Zusammenfassung Seite 8, Zeile 24 - Zeile 29 ----- -/-	1-11



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

28. August 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/09/2015

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

Kämper, Fabian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H11 2148 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6. Januar 1999 (1999-01-06)	1-3
Y	Zusammenfassung Absatz [0014] - Absatz [0015] vgl. automatische Übersetzung -----	11
A	DE 10 2012 219377 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SAMSUNG SDI CO [KR]) 24. April 2014 (2014-04-24) Zusammenfassung Absatz [0001] Anspruch 1 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/064183

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013125862 A1	23-05-2013	CN 103133166 A	05-06-2013
		DE 102012111162 A1	23-05-2013
		JP 5447491 B2	19-03-2014
		JP 2013108463 A	06-06-2013
		US 2013125862 A1	23-05-2013

WO 2004040104 A1	13-05-2004	EP 1561019 A1	10-08-2005
		JP 4490913 B2	30-06-2010
		JP 2006504113 A	02-02-2006
		US 2006137436 A1	29-06-2006
		WO 2004040104 A1	13-05-2004

JP H112148 A	06-01-1999	JP H112148 A	06-01-1999
		JP 3344284 B2	11-11-2002

DE 102012219377 A1	24-04-2014	DE 102012219377 A1	24-04-2014
		WO 2014063915 A1	01-05-2014
