

(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
05. April 2018 (05.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/059810 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02B 33/44 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)
F02B 37/007 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)
F02B 37/12 (2006.01) *F02D 41/22* (2006.01)
F02D 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/070075

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. August 2017 (08.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 218 605.1
27. September 2016 (27.09.2016) DE

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

(72) Erfinder: SCHWARZ, Roland; Brunnleite 3, 93152 Nittendorf (DE). BURKHARDT, Thomas; Rainstallweg 6f, 93073 Neutraubling (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, DJ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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).

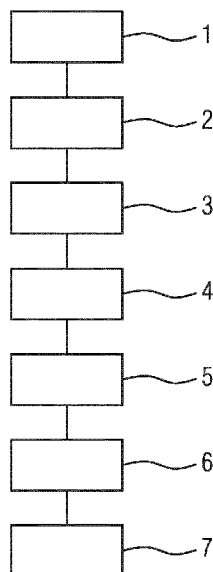
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A BI-TURBO SYSTEM, AND ENGINE CONTROL UNIT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BI-TURBOANLAGE UND MOTORSTEUEREINHEIT

FIG 1



(57) Abstract: A method for operating a bi-turbo system is described. The two actuators of the turbochargers are actuated so as to realize a position of the actuators which is identical for both actuators. Then, both actuators are trimmed relative to one another, and the resulting change in the charge pressure controller output required for achieving the setpoint charge pressure is observed. After performing reverse trimming of the two actuators relative to one another, the resulting change in the charge pressure controller output is likewise observed. The performance of the charge pressure controller during the trimming operations is compared. Defective performance of a turbocharger can be identified from the corresponding evaluation. Also described is an engine control unit for carrying out said method.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Bi-Turboanlage beschrieben. Die beiden Aktuatoren der Turbolader werden angesteuert, um eine Position der Aktuatoren zu erreichen, die für beide Aktuatoren gleich ist. Es werden dann beide Aktuatoren zueinander vertrimmt, wobei die dadurch bewirkte Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs beobachtet wird. Nach Durchführen einer Vertrimmung der beiden Aktuatoren zueinander in umgekehrter Weise erfolgt ebenfalls eine Beobachtung der dadurch bewirkten Änderung des Ladedruckreglerausgangs. Das Verhalten des Ladedruckreglers bei den Vertrimmungen wird verglichen. Aus der entsprechenden Auswertung kann ein fehlerhaftes Verhalten eines Turboladers festgestellt werden. Ferner wird eine Motorsteuereinheit zur Durchführung dieses Verfahrens beschrieben.

WO 2018/059810 A1

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben einer Bi-Turboanlage und Motorsteuer-
einheit

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben
einer Bi-Turboanlage, die zwei Turbolader jeweils mit Verdichter
und Turbine umfasst und bei der die Luftführungen jeweils nach
dem Verdichter und vor der Drosselklappe einer Brennkraftma-
schine zusammengeführt sind.

Bei Brennkraftmaschinen mit Turbolader wird die Drehzahl des
Turboladers im Wesentlichen durch den Abgasmassenstrom durch die
Turbine, die Temperatur vor Turbine und das Druckverhältnis über
die Turbine bestimmt. In jedem durch Motordrehzahl und Mo-
tordrehmoment sowie Umgebungstemperatur und Umgebungsdruck
bestimmten Betriebspunkt des Motors bewirkt eine bestimmte
Laderdrehzahl eine bestimmte Kombination aus Druckverhältnissen
über den Turboladerverdichter und Volumenstrom durch den
Turboladerverdichter, die für diese Laderdrehzahl charakte-
ristisch ist. Für den jeweilig verwendeten Turbolader ist eine
Maximaldrehzahl festgelegt, die im Fahrzeugbetrieb nicht
überschritten werden darf, da es ansonsten zur Schädigung des
Turboladers kommen kann. Turbolader sind in der Regel so
ausgelegt, dass unter Normbedingung (Druck vor Verdichter nahe
1.000 hPa, Temperatur vor Verdichter nahe 300 K) in allen
Motorbetriebszuständen diese Grenze nicht überschritten wird.
Unter besonderen Randbedingungen bzw. Umgebungsbedingungen, wie
beispielsweise in der Höhe und/oder Hitze, kann es jedoch ohne
entsprechende Gegenmaßnahme innerhalb der Motorsteuerung zu
einem Überschreiten der Turboladergrenzdrehzahl kommen. Da in
der Regel aus Kostengründen keine Turboladerdrehzahlsensoren in
der Serienproduktion von Brennkraftmaschinen eingesetzt werden,
wird in der Motorsteuerung die Laderdrehzahl modelliert.

Grundlage dieser Modelle ist in der Regel die Berechnung der Laderdrehzahl über das Verdichter kennfeld des Turboladers auf Basis von Druckverhältnis über den Verdichter und Luftvolumenstrom durch den Verdichter. Damit können innerhalb der Motorsteuerung in der Regel eine ausreichend genaue Laderdrehzahl modelliert und bei Erreichen der erlaubten Grenzdrehzahl zuverlässig entsprechende motorische Maßnahmen über die Motorsteuerung eingeleitet werden (z. B. Leistungsreduktion), um ein Überschreiten der maximalen Laderdrehzahl zu verhindern.

Die eine zur Modellierung der Laderdrehzahl notwendige physikalische Modellgröße, der Luftvolumenstrom durch den Verdichter, liegt in der Motorsteuerung in der Regel mit hoher Genauigkeit vor, da er direkt aus der angesaugten Luftmasse der Brennkraftmaschine errechnet werden kann und diese aufgrund ihrer Wichtigkeit für die restliche Steuerung der Brennkraftmaschine mit hoher Genauigkeit berechnet wird.

Die zweite zur Modellierung der Laderdrehzahl zentrale Größe, das Druckverhältnis über Verdichter, wird innerhalb der Motorsteuerung aus dem Quotienten von Druck nach Verdichter zu Druck vor Verdichter berechnet. Der Druck nach Verdichter wird in der Regel aus dem Messwert eines auch im Serieneinsatz (z. B. vor Drosselklappe) vorhandenen Drucksensors nach Verdichter und dem modellierten Druckabfall über einen eventuell zwischen Turboladeverdichter und Druckmessstelle angeordneten Ladeluftkühler berechnet. Der Druck vor Verdichter wird in der Regel berechnet aus dem Messwert eines auch im Serieneinsatz vorhandenen Umgebungsdrucksensors und dem modellierten Druckabfall über den Luftfilter.

Bei Bi-Turboanlagen, deren Luftführungen jeweils nach dem Verdichter vor der Drosselklappe eventuell vor einem für beide Turbolader gemeinsamen Ladeluftkühler oder eventuell nach den

für beide Turbolader separaten Ladeluftkühlern zusammengeführt werden, sogenannten Parallelturboanlagen oder Turbolader im Parallelbetrieb, herrscht in jedem Betriebspunkt nach jedem der beiden Verdichter der gleiche Druck, da über die gemeinsame
5 Luftführung ein Druckausgleich stattfindet. Damit herrscht unter der Annahme baugleicher Luftfilter oder eines gemeinsamen Luftfilters sowie unter der Annahme baugleicher Ladeluftkühler oder eines gemeinsamen Ladeluftkühlers über beide Verdichter das gleiche Druckverhältnis. Bei gängigen „druckgeführten“ (d. h.
10 nur mit Saugrohrdrucksensor, nicht jedoch mit Luftmassenmesser ausgestatteten) Systemen wird die vom Motor angesaugte Luftmasse in der Motorsteuerung auf Basis eines Drucksensorsignals nach Drosselklappe berechnet. Aufgrund des Fehlens von für einzelne Turbolader spezifischen Messwerten (gleicher Druck nach beiden
15 Verdichtern) kann bei gemeinsamer Ansteuerung der beiden Turbinenaktuatoren (z. B. Wastegates) die tatsächliche Verteilung des Ansaugluftstromes auf die beiden Turbolader nur angenommen werden. Hierbei wird in der Regel davon ausgegangen, dass sich das System symmetrisch verhält und damit über beide
20 Verdichter der gleiche Volumenstrom gefördert wird. Daraus folgt, dass in der Motorsteuerung für beide Turbolader in allen Betriebszuständen die gleiche Laderdrehzahl berechnet wird. Somit können die beiden Turbolader in der Modellbildung in der Motorsteuerung als gleichwertig mit einem Turbolader betrachtet
25 werden (halber Luftvolumenstrom, gleiches Druckverhältnis, gleiche Laderdrehzahl). Voraussetzung für ein System mit einer solchen Modellbildung ist hiermit, dass die beiden Turbolader sich innerhalb systembedingt möglicher Toleranzen gleich verhalten.

30

Wenn die Turbolader in der Praxis durch Wirkungsgradunterschiede, z. B. infolge von Produktionstoleranzen, unterschiedlichen Alterungseffekten oder Beschädigungen, unterschiedlich fördern, kann dies bedingt durch die beschriebene

Systemkonfiguration vom Motorsteuerungssystem nicht erkannt werden. Die Ansteuerung beider Turbinenaktuatoren wird durch die Ladedruckregelung synchron so lange nachgeregelt, bis der angeforderte Soll-Ladedruck erreicht wird. Dies führt dazu, dass für das Gesamtsystem ein eventueller Wirkungsgradverlust eines Turboladers ausgeglichen wird, jedoch führt dies auch dazu, dass bedingt durch die unterschiedlichen Wirkungsgrade die beiden Turbolader unterschiedliche Laderdrehzahlen aufweisen. Die Motorsteuerung ist jedoch aufgrund der beschriebenen Aktuator- und Sensorkonfiguration nicht in der Lage (wie vorstehend beschrieben), unterschiedliche Drehzahlen für die beiden Turbolader zu modellieren. So kann es mit den derzeitigen Ansteuerstrategien in der Motorsteuerung dazu kommen, dass bei großen Wirkungsgradunterschieden zwischen den beiden Ladern bei einem der beiden Lader die zulässige Grenzdrehzahl überschritten wird und es demzufolge zur Bauteilschädigung oder -zerstörung kommt. Mit anderen Worten, ein Wirkungsgradverlust eines Turboladers, beispielsweise durch Schädigung, führt bei derartigen Systemen früher oder später zwangsweise zur Schädigung des zweiten Laders, ohne dass dies von der Motorsteuerung verhindert werden kann.

Ohne die Verwendung von zusätzlichen kostenintensiven Sensoren, beispielsweise Luftmassensensor vor jedem Verdichter, Turboladerdrehzahlsensor in zumindest einem Verdichter, ist für Systeme mit gemeinsamer Ansteuerung der Turbinenaktuatoren eine turboladerspezifische Diagnose und ein Schutz nicht möglich. Es wird in Kauf genommen, dass bei Schädigung eines Turboladers eine Schädigung des zweiten Laders auftreten kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben einer Bi-Turboanlage zur Verfügung zu stellen, mit dem eine besonders gute Betriebssicherheit erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art gelöst, das die folgenden Schritte umfasst:

5

Synchrones Ansteuern der beiden Aktuatoren der Turbolader im Normalbetrieb, in dem die Aktuatorsollposition zur Einstellung eines gewünschten Ladedrucks gewählt wird, zur Einstellung einer Position der Aktuatoren, die für beide Aktuatoren gleich ist;

10

nach Stabilisierung des Hubes des zugehörigen Ladedruckreglers Durchführen einer Vertrimmung der beiden Aktuatoren zueinander;

15

Beobachten der dadurch bewirkten Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs und Speichern derselben in der Motorsteuereinheit;

Durchführen einer Vertrimmung der beiden Aktuatoren zueinander in umgekehrter Weise;

20

wiederum Beobachten der dadurch bewirkten Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs und Speichern derselben in der Motorsteuereinheit;

25

Vergleichen des Verhaltens des Ladedruckreglers bei den Vertrimmungen; und

wenn die Differenz der bei Vertrimmung der Sollwerte für die beiden Aktuatoren nötigen Änderungen des Ladedruckreglerausgangs eine Schwelle überschreitet, Feststellen eines spezifischen Fehlers für den zugehörigen Turbolader.

30

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die beiden Turbinenaktuatoren der beiden Turbolader von der Motorsteuereinheit

unabhängig voneinander angesteuert. Erfindungsgemäß wird eine separate Diagnose der beiden Turbolader nach dem folgenden Verfahren ausgeführt.

5 Im Normalbetrieb werden die beiden Aktuatoren aufgrund der vorstehend beschriebenen Randbedingungen gleich (synchron) angesteuert. In geeigneten Fahrzuständen im Aufladebereich der Brennkraftmaschine, die von der Motorsteuereinheit aufgrund von hinterlegten Algorithmen erkannt werden (z. B. Stationärfahrt),
10 wird eine Diagnoseroutine ausgeführt, um die Turbolader spezifisch zu diagnostizieren. Im jeweiligen Betriebszustand stellt sich aufgrund der synchronen Ansteuerung (Vorsteuerung) und Ladedruckregelung eine Position der Turbinenaktuatoren (z. B. eine Wastegateposition) ein, die für beide Aktuatoren gleich ist.
15 Nachdem sich der Hub des Ladedruckreglers in dem betrachteten Betriebspunkt stabilisiert hat (Stationärbetrieb), wird als nächster Schritt eine Vertrimmung der beiden Turbinenaktuatoren zueinander vorgenommen. Dazu wird die Position eines Aktuators relativ zur Position des anderen Aktuators entsprechend verändert.
20 Einzelheiten der entsprechenden Vorgehensweise werden nachfolgend beschrieben.

Während dieser Vertrimmung wird die dadurch bewirkte Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckregler-
25 ausgangs beobachtet und in der Motorsteuereinheit gespeichert. Im Anschluss daran wird die Vertrimmung der Aktuatoren in Umkehrung ausgeführt. Wiederum wird nun die dadurch bewirkte Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs beobachtet und in der Motorsteuereinheit
30 abgelegt.

Als nächster Schritt wird nunmehr das Verhalten des Ladedruckreglers bei den Vertrimmungen verglichen. Bei einem intakten System, d. h. wenn beide Turbolader innerhalb der Toleranz

identisch sind, verhält sich der Hub des Ladedruckreglers bei beiden Vertrimmvorgängen gleich. Bei unterschiedlichen Wirkungsgraden der beiden Lader ist ein Unterschied im Verhalten des Ladedruckreglers bei den beiden Vertrimmvorgängen zu beobachten.

5

Beispielsweise ist bei einer bestimmten Vertrimmung der Sollposition des Turbinenaktuators eines Turboladers mit schlechterem Wirkungsgrad in Richtung geringere Turboladerleistung der dadurch bewirkte Anstieg des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs größer als bei gleicher Vertrimmung der Sollposition des Aktuators eines Turboladers mit besserem Wirkungsgrad. Dadurch kann der Turbolader mit schlechterem Wirkungsgrad, d. h. der wahrscheinlich geschädigte Turbolader, erkannt werden.

15

Wesentlich ist dabei, dass der Ladedruckregler auf eine Vertrimmung der Ansteuerung verschieden guter Lader verschieden reagiert. Wenn die Differenz der bei Vertrimmung der Sollwerte für die beiden Aktuatoren nötigen Änderungen des Ladedruckreglerausgangs eine applizierbare Schwelle überschreitet, kann die Motorsteuereinheit einen für den Turbolader mit schlechterem Wirkungsgrad spezifischen Fehler feststellen bzw. eintragen.

20

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist daher eine turboladerindividuelle Diagnose ohne zusätzliche Sensorik möglich. Es ist eine frühzeitige Erkennung der Verschlechterung des Wirkungsgrades eines Laders möglich. Damit kann die Folgeschädigung eines zweiten Laders verhindert werden. Die Folge ist eine deutliche Erhöhung der Betriebssicherheit und Reduktion der Reparaturkosten.

25

30

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die 201604125 der beiden Aktuatoren durchgeführt, indem die Position eines Aktuators weiter geschlossen,

die Position des anderen Aktuators in entsprechendem Maße weiter geöffnet wird. Eine Variante besteht darin, die Position des eines Aktuators vorzusteuern und die Position des anderen Aktuators über hinterlegte Turboladermodelle so zu ermitteln,
5 dass der Ladedruck für ein nominelles System mit sich gleich verhaltenden Turboladern konstant bleibt.

Es können jedoch auch beide Aktuatoren synchron vorgesteuert werden oder nur ein Aktuator vorgesteuert und der andere konstant
10 gehalten werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die Vertrimmungen in einzelnen Betriebspunkten durchgeführt werden. Bevorzugt wird eine Vertrimmung, die sich auf mehrere Betriebspunkte bezieht.
15

Die Erfindung betrifft ferner eine Steuereinheit eines mit einer Bi-Turboanlage ausgestatteten Motors, die zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist.

20 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

25 Im vorliegenden Fall geht es um das Betreiben einer Bi-Turboanlage einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges. Eine derartige Anlage umfasst zwei Turbolader jeweils mit Verdichter und Turbine, wobei deren Luftführungen jeweils nach dem Verdichter und vor der Drosselklappe der Brennkraftmaschine zusammengeführt sind. Jeder Turbolader besitzt einen geeigneten
30 Aktuator, bei dem es sich beispielsweise um ein Wastegate handeln kann.

In einem ersten Schritt 1 des Verfahrens werden beide Aktuatoren synchron angesteuert. Im jeweiligen Betriebszustand stellt sich aufgrund dieser synchronen Vorsteuerung und Ladedruckregelung eine Position der Aktuatoren ein, die für beide Aktuatoren gleich ist.

Nachdem sich der Hub des Ladedruckreglers in dem betrachteten Betriebspunkt stabilisiert hat, wird gemäß Schritt 2 eine Vertrimmung der beiden Aktuatoren zueinander vorgenommen. Dazu wird die Position eines Aktuators weiter geschlossen und im entsprechenden Maße die Lage des anderen weiter geöffnet. Während dieser Vertrimmung wird in Schritt 3 die dadurch bewirkte Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs beobachtet und in der Motorsteuereinheit gespeichert.

Im Anschluss daran wird in Schritt 4 die Vertrimmung der Aktuatoren in Umkehrung ausgeführt. Wiederum wird nun die dadurch bewirkte Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs beobachtet und in der Motorsteuereinheit abgelegt (Schritt 5).

Daraufhin wird das Verhalten des Ladedruckreglers bei den Vertrimmungen verglichen (Schritt 6). Wenn beide Turbolader innerhalb eines Toleranzbereiches identisch sind, verhält sich der Hub des Ladedruckreglers bei beiden Vertrimmvorgängen gleich. Bei unterschiedlichen Wirkungsgraden der beiden Lader wird ein Unterschied im Verhalten des Ladedruckreglers bei den beiden Vertrimmvorgängen beobachtet.

Der entsprechende Auswertungsvorgang wird in Schritt 7 durchgeführt. Wenn die Differenz der bei Vertrimmung der Sollwerte für die beiden Aktuatoren nötigen Änderungen des

Ladedruckreglerausgangs eine Schwelle überschreitet, wird ein spezifischer Fehler für den zugehörigen Turbolader festgestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Bi-Turboanlage, die zwei Turbolader jeweils mit Verdichter und Turbine umfasst und bei der die Luftführungen jeweils nach dem Verdichter und vor der Drosselklappe einer Brennkraftmaschine zusammengeführt sind, mit den folgenden Schritten:

(1) Synchrones Ansteuern der beiden Aktuatoren der Turbolader im Normalbetrieb, in dem die Aktuatorposition zur Einstellung eines gewünschten Ladedrucks gewählt wird, zur Einstellung einer Position der Aktuatoren, die für beide Aktuatoren gleich ist;

(2) nach Stabilisierung des Hubes des zugehörigen Ladedruckreglers Durchführen einer Vertrimmung der beiden Aktuatoren zueinander;

(3) Beobachten der dadurch bewirkten Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs und Speichern derselben in der Motorsteuereinheit;

(4) Durchführen einer Vertrimmung der beiden Aktuatoren zueinander in umgekehrter Weise;

(5) wiederum Beobachten der dadurch bewirkten Änderung des zum Erreichen des Soll-Ladedrucks nötigen Ladedruckreglerausgangs und Speichern derselben in der Motorsteuereinheit;

(6) Vergleichen des Verhaltens des Ladedruckreglers bei den Vertrimmungen; und

(7) wenn die Differenz der bei Vertrimmung der Sollwerte für die beiden Aktuatoren nötigen Änderungen des Ladedruckreglerausgangs eine Schwelle überschreitet, Feststellen eines spezifischen Fehler für den zugehörigen Turbolader.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertrimmung der beiden Aktuatoren durchgeführt wird, indem die Position eines Aktuators weiter geschlossen und die Position des anderen Aktuators in entsprechendem Maße weiter geöffnet wird.

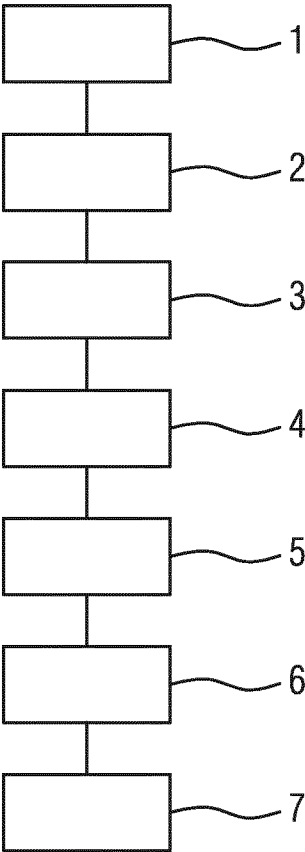
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des einen Aktuators vorgesteuert und die Position des anderen Aktuators über hinterlegte Turboladermodelle so ermittelt wird, dass der Ladedruck für ein nominelles System mit sich gleich verhaltenden Turboladern konstant bleibt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Vertrimmung beide Aktuatoren synchron vorgesteuert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Vertrimmung ein Aktuator vorgesteuert und der andere Aktuator konstant gehalten wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertrimmungen für mehrere Betriebspunkte durchgeführt werden.

FIG 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/070075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02B33/44 F02B37/007 F02B37/12 F02D23/00 F02D41/00
F02D41/14 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)

F02B 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.
Y	US 6 338 250 B1 (MACKAY STEWART ALEXANDER [GB]) 15 January 2002 (2002-01-15) column 1, lines 3-23, 39-67; figure 1 column 2, lines 35-62; figure 2 -----	1,3-6
Y	US 2007/234984 A1 (KOLMANOVSKY ILYA [US] ET AL) 11 October 2007 (2007-10-11) paragraphs [0001], [0005] - [0007], [0044], [0123] -----	1,3-6
A	US 2009/077965 A1 (PURSIFULL ROSS DYKSTRA [US]) 26 March 2009 (2009-03-26) paragraphs [0001], [0003] - [0005], [0043] - [0045]; figures 1, 5 ----- -/--	1,2,4,5



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

27 October 2017

Date of mailing of the international search report

07/11/2017

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

Ducloyer, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/070075

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2013 200420 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17 July 2014 (2014-07-17) paragraphs [0001], [0003] - [0004], [0010] - [0012], [0029]; figure 1 -----	1
A	DE 199 01 069 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27 July 2000 (2000-07-27) column 1, lines 3-12; figure 1 column 1, line 44 - column 2, line 23 column 2, lines 45-58 -----	1
A	DE 10 2008 031941 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12 March 2009 (2009-03-12) paragraphs [0001], [0003] - [0004], [0034]; figure 3 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/070075

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6338250	B1	15-01-2002	AU 740077 B2 25-10-2001
			EP 1045962 A1 25-10-2000
			JP 4116246 B2 09-07-2008
			JP 2002500312 A 08-01-2002
			US 6338250 B1 15-01-2002
			WO 9935380 A1 15-07-1999
US 2007234984	A1	11-10-2007	US 2007234984 A1 11-10-2007
			US 2010078001 A1 01-04-2010
US 2009077965	A1	26-03-2009	CN 101397933 A 01-04-2009
			CN 102865133 A 09-01-2013
			US 2009077965 A1 26-03-2009
			US 2011296831 A1 08-12-2011
DE 102013200420	A1	17-07-2014	NONE
DE 19901069	A1	27-07-2000	DE 19901069 A1 27-07-2000
			FR 2788560 A1 21-07-2000
			FR 2792966 A1 03-11-2000
			GB 2345941 A 26-07-2000
			IT RM20000010 A1 10-07-2001
			US 6314737 B1 13-11-2001
DE 102008031941	A1	12-03-2009	CN 101382082 A 11-03-2009
			CN 102758686 A 31-10-2012
			DE 102008031941 A1 12-03-2009
			US 2009064677 A1 12-03-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02B33/44 F02D41/14	F02B37/007 F02D41/22
	F02B37/12	F02D23/00
		F02D41/00
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F02B 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.
Y	US 6 338 250 B1 (MACKAY STEWART ALEXANDER [GB]) 15. Januar 2002 (2002-01-15) Spalte 1, Zeilen 3-23, 39-67; Abbildung 1 Spalte 2, Zeilen 35-62; Abbildung 2 -----	1,3-6
Y	US 2007/234984 A1 (KOLMANOVSKY ILYA [US] ET AL) 11. Oktober 2007 (2007-10-11) Absätze [0001], [0005] - [0007], [0044], [0123] -----	1,3-6
A	US 2009/077965 A1 (PURSIFULL ROSS DYKSTRA [US]) 26. März 2009 (2009-03-26) Absätze [0001], [0003] - [0005], [0043] - [0045]; Abbildungen 1, 5 ----- -/-	1,2,4,5
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Oktober 2017		07/11/2017
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 Ducloyer, Stéphane

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2013 200420 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 17. Juli 2014 (2014-07-17) Absätze [0001], [0003] - [0004], [0010] - [0012], [0029]; Abbildung 1 -----	1
A	DE 199 01 069 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27. Juli 2000 (2000-07-27) Spalte 1, Zeilen 3-12; Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 2, Zeile 23 Spalte 2, Zeilen 45-58 -----	1
A	DE 10 2008 031941 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12. März 2009 (2009-03-12) Absätze [0001], [0003] - [0004], [0034]; Abbildung 3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/070075

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6338250 B1	15-01-2002	AU 740077 B2	25-10-2001
		EP 1045962 A1	25-10-2000
		JP 4116246 B2	09-07-2008
		JP 2002500312 A	08-01-2002
		US 6338250 B1	15-01-2002
		WO 9935380 A1	15-07-1999
US 2007234984 A1	11-10-2007	US 2007234984 A1	11-10-2007
		US 2010078001 A1	01-04-2010
US 2009077965 A1	26-03-2009	CN 101397933 A	01-04-2009
		CN 102865133 A	09-01-2013
		US 2009077965 A1	26-03-2009
		US 2011296831 A1	08-12-2011
DE 102013200420 A1	17-07-2014	KEINE	
DE 19901069 A1	27-07-2000	DE 19901069 A1	27-07-2000
		FR 2788560 A1	21-07-2000
		FR 2792966 A1	03-11-2000
		GB 2345941 A	26-07-2000
		IT RM200000010 A1	10-07-2001
		US 6314737 B1	13-11-2001
DE 102008031941 A1	12-03-2009	CN 101382082 A	11-03-2009
		CN 102758686 A	31-10-2012
		DE 102008031941 A1	12-03-2009
		US 2009064677 A1	12-03-2009