

(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
07. Dezember 2017 (07.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/206979 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60G 17/015 (2006.01) **B60G 17/018** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100366

(22) Internationales Anmeldedatum:

03. Mai 2017 (03.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 209 685.0

02. Juni 2016 (02.06.2016) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **HARKORT, Christian**; Bachfeldstraße 14, 91058 Erlangen (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, DJ, 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, 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,

(54) Title: LEVEL CONTROL SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING A LEVEL ADJUSTMENT SYSTEM

(54) Bezeichnung: NIVEAUREGULIERUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES NIVEAUVERSTELLUNGSSYSTEMS

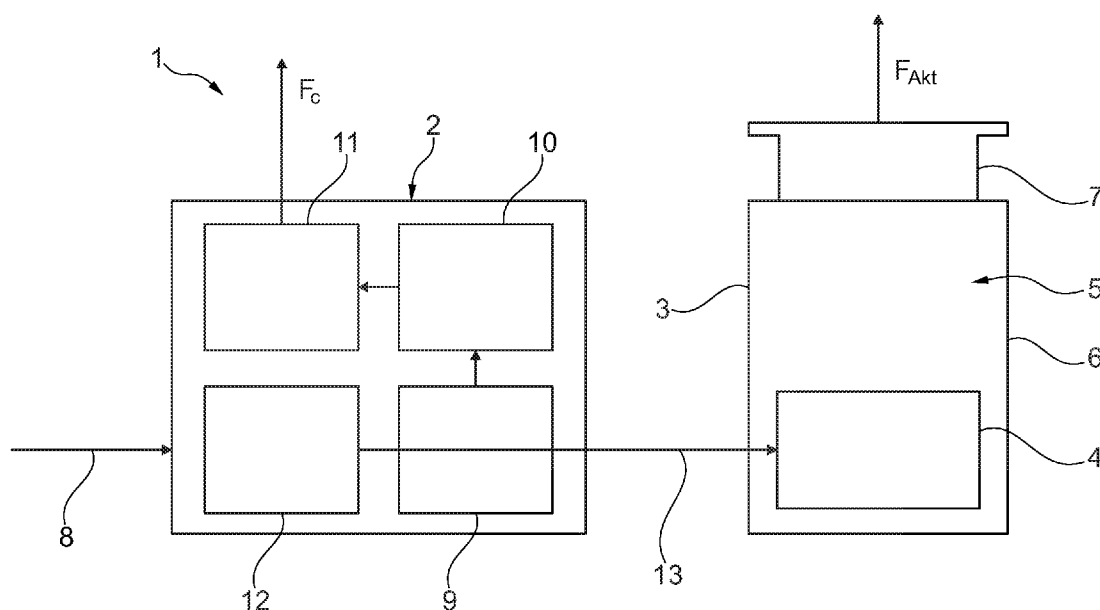


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a level adjustment system (1), in particular a level control system, for a motor vehicle, which level adjustment system has an actuator unit (3), which comprises an electric motor (4) and a transmission (5), which is driven by the electric motor and enables level adjustment of the motor vehicle. A control unit (2) is provided for actuating the actuator unit (3), wherein a computation unit (11) is designed to determine by calculation an actuator force (F_c) produced by the actuator unit (3) in interaction with a current sensor (9) that senses the motor current (I_M) fed into electric motor (4).

(57) Zusammenfassung: Ein Niveaustellungssystem (1), insbesondere Niveauregulierungssystem, für ein Kraftfahrzeug weist eine

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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Aktoreinheit (3) auf, die einen Elektromotor (4) und ein von diesem angetriebenes, eine Niveaustellung des Kraftfahrzeugs ermöglichendes Getriebe (5) umfasst. Zur Betätigung der Aktoreinheit (3) ist ein Steuergerät (2) vorgesehen, wobei eine Recheneinheit (11) in Zusammenwirkung mit einem den in den Elektromotor (4) eingespeisten Motorstrom (I_M) erfassenden Stromsensor (9) zur rechnerischen Ermittlung einer durch die Aktoreinheit (3) erzeugten Aktuatorkraft (F_c) ausgebildet ist.

Niveauregulierungssystem und Verfahren zum Betrieb eines Niveauverstellungssystems

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Niveauverstellung, insbesondere Niveauregulierung, bei einem Kraftfahrzeug, sowie eine zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Ein Verfahren zur Niveauregulierung eines Kraftfahrzeugs ist beispielsweise aus der
10 DE 10 2009 008 612 A1 bekannt. Die Niveauverstellung erfolgt hierbei mittels eines Aktors mit einem Elektromotor, welcher ein drehbewegliches Motorelement aufweist, dessen Position inkrementell erfasst wird. Die erfasste Position des Motorelements wird auf eine absolute Höhenposition eines Aktorelements transformiert. Diese bekannte Niveauregulierung arbeitet mit elektromotorischen Spindelantrieben.

15

Aus der DE 103 45 987 B4 ist eine weitere Niveauverstellung für ein Kraftfahrzeug bekannt, welche mit einem Spindeltrieb arbeitet. Hierbei ist ein Federteller in Axialrichtung einer Feder-Dämpfer-Anordnung verstellbar.

- 20 Die DE 38 26 843 C2 offenbart ein Federungssystem für Kraftfahrzeuge, welches eine fahrbahnabhängige Niveauregulierung ermöglichen soll. Im Rahmen dieses Systems wird erfasst, inwieweit Schwellwerte, welche sich auf Einfederwege beziehen, beim Fahren erreicht werden.

- 25 Vorrichtungen, die zur Bestimmung von Gewichtskräften von Fahrzeugen vorgesehen sind, sind zum Beispiel aus der DE 199 27 681 A1 sowie aus der DE 198 02 630 A1 bekannt.

- Allgemein ermöglicht eine Niveauregulierung, insbesondere mit elektromechanischer
30 Aktuatorik, in einem Kraftfahrzeug ein Anheben und Absenken des Fahrzeugaufbaus

an einer oder an mehreren Achsen. Das Absenken des Fahrzeugaufbaus kann beispielsweise zur Reduzierung des Luftwiderstandes oder zur Erleichterung des Ein- und Ausstiegs sowie des Beladens erfolgen, wogegen eine Anhebung des Fahrzeugaufbaus beispielsweise zur Anpassung an die Straßenbeschaffenheit in Betracht

5 kommt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Niveauverstellung, insbesondere Niveauregulierung, eines Kraftfahrzeugs gegenüber dem genannten Stand der Technik hinsichtlich eines besonders günstigen Verhältnisses zwischen eingesetzter Sensorik und Aktorik auf der einen Seite und Funktionsvielfalt sowie Funktionssicherheit auf der anderen Seite weiterzuentwickeln.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Niveauverstellungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zum Betrieb eines Niveauverstellungssystems gemäß Anspruch 7. Im Folgenden im Zusammenhang mit dem Betriebsverfahren erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß auch für die Vorrichtung, das heißt das Niveauverstellungssystem, und umgekehrt. Als Spezialfall eines Niveauverstellungssystems kann dieses als Niveauregulierungssystem ausgebildet sein. Die Begriffe „Niveauverstellungssystem“ und „Niveauregulierungssystem“ werden im Folgenden kurz unter dem Begriff „System“ subsumiert. Aussagen, die zum Niveauverstellungssystem getroffen werden, behalten auch in Fällen Gültigkeit, in denen es sich hierbei um ein Regulierungssystem handelt.

Das Niveauverstellungssystem umfasst eine Aktoreinheit, welche einen Elektromotor und ein von diesem angetriebenes Getriebe umfasst, wobei mit Hilfe des Getriebes ein Fahrzeugaufbau höhenverstellbar ist. Zur Betätigung der Aktoreinheit ist ein Steuergerät vorhanden, wobei eine vorzugsweise in das Steuergerät integrierte Berechnungseinheit in Zusammenwirkung mit einem Stromsensor, welcher den Motorstrom, mit welchem der Elektromotor bestromt wird, erfasst, zur rechnerischen Ermittlung einer durch die Aktoreinheit erzeugten, in Komponenten des Kraftfahrzeugs zu dessen Niveauverstellung eingeleiteten Aktuatorkraft ausgebildet ist.

Durch diese indirekte Bestimmung der Aktuatorkraft über die Motorbestromung des Elektromotors des Niveauregulierungssystems sind zusätzliche, direkt wirkende Vorrichtungen zur Kraftmessung nicht erforderlich. Im einfachsten Fall ist die Vorrichtung als Niveauverstellungssystem ausgebildet; in weiterentwickelter Ausgestaltung ist eine Rückkopplung innerhalb des Systems vorhanden, so dass dieses als Niveauregulierungssystem ausgebildet ist.

Sind innerhalb des Niveauverstellungssystems beziehungsweise -regulierungssystems mehrere Aktoren vorhanden, so kann durch Summieren der einzelnen Stellkräfte auf den Beladungszustand des Kraftfahrzeugs geschlossen werden. Unabhängig von der Anzahl der Aktoren, welche zur Niveauverstellung oder Niveauregulierung genutzt werden, kann die durch das System ermittelte Kraftinformation beispielsweise herangezogen werden, um Einstellungen an der Hinterachse des Kraftfahrzeugs an die Kofferraumbeladung anzupassen. Weiterhin ist die mittels des Systems erhaltene Information über den Beladungszustand des Kraftfahrzeugs nutzbar, um Parameter einer fahrdynamischen Fahrzeugregelung automatisch anzupassen.

Zusätzlich zu einer Motor-Phasenstrommessung ist innerhalb des Systems vorzugsweise auch die Erfassung von Motordrehzahl und/oder -drehrichtung, bezogen auf den mindestens einen Elektromotor der Aktoreinheit, vorgesehen. Neben einer Stellgeschwindigkeit der Niveauverstellung ist somit vorzugsweise auch die Stellrichtung detektierbar.

Eine Weiterentwicklung des Systems trägt der Tatsache Rechnung, dass – abhängig von der Ausgestaltung der Aktorik – die in der Aktorik wirkenden Reibkräfte und -momente typischerweise von verschiedenen Umgebungsbedingungen abhängen und letztlich nur unvollständig bekannt sind. Es hat sich gezeigt, dass trotz Unzulänglichkeiten, was Informationen über die Betriebseigenschaften des Getriebes der Aktoreinheit betrifft, aussagekräftige und zuverlässige Daten zu Aktorkräften und damit zum Beladungszustand des Kraftfahrzeugs gewonnen werden können, indem Kräfte über

einen vollen Verstellzyklus, welcher eine Aufwärts-Verstellphase und eine Abwärts-Verstellphase umfasst, erfasst und gemittelt werden. Zu diesem Zweck ist die Berechnungseinheit mit einem Datenspeicher koppelbar, welcher ebenfalls integraler Bestandteil des Steuergerätes sein kann. Der Datenspeicher ist zur Speicherung von
5 den Elektromotor betreffenden Daten während mindestens einer Aufwärts-Verstellphase und mindestens einer Abwärts-Verstellphase ausgebildet. Sowohl bei der Aufwärtsverstellung als auch bei der Abwärtsverstellung des Fahrzeugaufbaus ist typischerweise eine Proportionalität zwischen dem effektiven Motor-Phasenstrom I_M , mit welchem der Elektromotor der Aktoreinheit bestromt wird, und dem erzeugten Mo-
10 tormoment M_M gegeben:

$$M_M = c_M I_M$$

Hierbei ist c_M eine Motorkonstante. Am Abtrieb des Getriebes der Aktoreinheit ergibt
15 sich unter Einbeziehung der Getriebeuntersetzung i eine Stellkraft F_{Akt} von

$$F_{Akt} = i (M_M - M_R) = i (c_M I_M - M_R),$$

wobei M_R die Summe der in der Aktoreinheit auftretenden, durch Reibung verursach-
20 ten Momentenverluste ist. Das Reibmoment M_R wirkt beim Anheben des Fahrzeugaufbaus dem vom Elektromotor erzeugten Motormoment M_M entgegen. Beim Absenken des Fahrzeugaufbaus wird dagegen durch das Reibmoment M_R ein vom Elektromotor aufzubringendes Bremsmoment verringert. Ist das Getriebe, welches innerhalb des Niveauregulierungssystems zum Anheben und Absenken des Fahrzeugaufbaus
25 genutzt wird, als selbsthemmendes Getriebe ausgelegt, so ist auch beim Absenkvorgang ein antreibendes Drehmoment durch den Elektromotor aufzubringen.

Die Größe des Reibmoments M_R sowie die Relation zwischen dem Reibmoment M_R und dem Motormoment M_M ist stark von der Bauart des Getriebes der Aktoreinheit
30 abhängig. Vorzugsweise kommt ein Getriebe zum Einsatz, bei welchem das Reibmoment M_R signifikant davon abhängt, ob eine Aufwärts- oder eine Abwärtsverstellung

des Fahrzeugaufbaus erfolgt. Dementsprechend bezeichnet M_{Ra} das bei der Aufwärtsverstellung zu überwindende Reibmoment und M_{Ru} das bei der Abwärtsverstellung wirkende Reibmoment. Damit ergeben sich voneinander abweichende Aktorkräfte bei Auf- beziehungsweise Abwärtsbewegung des Fahrzeugaufbaus:

5

$$F_{Akt,a} = i (C_M I_{Ma} - M_{Ra})$$

$$F_{Akt,u} = i (C_M I_{Mu} + M_{Ru}),$$

10 wobei I_{Ma} den Motorstrom bei Aufwärtsverstellung und I_{Mu} den Motorstrom bei Abwärtsverstellung bezeichnet. Mit guter Näherung kann angenommen werden, dass sich die Reibmomente M_{Ra} und M_{Ru} um einen konstanten Wert unterscheiden:

$$M_{Ru} = M_{Ra} + \Delta M_R$$

15 Dieser Zusammenhang gilt zumindest in Fällen, in denen bei der Aufwärtsverstellung und bei der Abwärtsverstellung durch das System einander entsprechende Drehzahlprofile realisiert sind. Die Abhängigkeit des Differenzreibmoments ΔM_R ist bei Bedarf experimentell bestimmbar. Wird bei gleichbleibendem Beladungszustand eine Aufwärtsverstellung und eine Abwärtsverstellung des Fahrzeugaufbaus durchgeführt, so
20 kann mit guter Näherung weiterhin angenommen werden, dass die für die Aufwärtsverstellung geltende Stellkraft $F_{Akt,a}$ der für die Abwärtsverstellung geltenden Stellkraft $F_{Akt,u}$ entspricht. Somit kann die vom System erzeugte Aktuatorkraft F_{Akt} folgendermaßen ausgedrückt werden:

25
$$F_{Akt} = \frac{1}{2} (F_{Akt,a} + F_{Akt,u})$$

Werden die für die Aufwärts- beziehungsweise Abwärtsverstellung geltenden Kräfte $F_{Akt,a}$ und $F_{Akt,u}$ eingesetzt, so ergibt sich

$$F_{\text{Akt}} = \frac{1}{2} i (c_M I_{\text{Ma}} + c_M I_{\text{Mu}} + M_{\text{Ru}} - M_{\text{Ra}})$$

und damit

5
$$F_{\text{Akt}} = \frac{1}{2} i (c_M (I_{\text{Ma}} + I_{\text{Mu}}) + \Delta M_{\text{R}})$$

Hieraus ist ersichtlich, dass das Reibmoment M_{R} für die Bestimmung der Aktuatorkraft F_{Akt} nicht benötigt wird. Stattdessen verarbeitet die Berechnungseinheit neben den Parametern c_M und ΔM_{R} , welche als konstant angenommen werden können, lediglich
10 die Motorströme I_{Ma} und I_{Mu} , aus welchen ein Mittelwert über mindestens einen Verstellzyklus gebildet wird.

Als Getriebe der Aktoreinheit eignet sich insbesondere ein Gewindetrieb. Besonders kommt hierfür ein Gewindetrieb mit ausgeprägt asymmetrischen Reibungseigenschaft
15 in Betracht, wie er beispielsweise in der DE-Patentanmeldung 10 2016 207 615.9 (Anmeldetag: 03. Mai 2016) offenbart ist.

Das Getriebe ist hierbei derart in das System einfügbar sowie auslegbar, dass bei einem Anheben des Fahrzeugaufbaus lediglich ein geringes Bremsmoment wirkt, wogegen beim Absenken des Fahrzeugaufbaus ein mehrfaches Bremsmoment wirkt,
20 welches das zusätzlich vom Elektromotor zu erzeugende Bremsmoment stark reduziert oder sogar ein Antriebsmoment während des Absenkens erforderlich macht. Im letztgenannten Fall ist das Getriebe der Aktoreinheit als einseitig selbsthemmendes Getriebe gestaltet. Dies bedeutet, dass eine auf der Ausgangsseite des Getriebes
25 eingeleitete Stellkraft in einer ersten Richtung zu einer eingangsseitigen Bewegung führt, wogegen eine ausgangsseitige Einleitung einer Stellkraft in der entgegengesetzten Richtung eine Sperrung des Getriebes bewirkt.

Der Vorteil der Erfindung liegt in jedem Fall darin, dass eine typischerweise ohnehin bei einem elektromechanischen Niveauregulierungssystem vorhandene Ansteuer-elektronik genutzt wird, um auf den Beladungszustand des Fahrzeugs zu schließen.

- 5 Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

Fig. 1 ein Niveauregulierungssystem für ein Kraftfahrzeug in einer schematischen Darstellung,

10

Fig. 2 in einem Flussdiagramm ein mit dem System nach Fig. 1 durchführbares Verfahren.

Ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnetes Niveauverstellungssystem, nämlich ein Niveauregulierungssystem, ist zum Einbau in ein nicht dargestelltes Kraftfahrzeug, nämlich einen Personenkraftwagen oder ein Nutzfahrzeug, bestimmt. Das Niveauregulierungssystem 1 ist aufgebaut aus einem Steuergerät 2 und einer Aktoreinheit 3. In nicht dargestellter Weise können innerhalb des Kraftfahrzeugs mehrere Aktoreinheiten 3 vorhanden sein, welche mit Hilfe eines einzigen Steuergerätes 2 oder
20 mehrerer Steuergeräte betätigt werden. Hierbei dient das Niveauregulierungssystem 1 entweder der Niveauregulierung an einer einzigen Achse oder an mehreren Achsen des Kraftfahrzeugs.

Die Aktoreinheit 3 umfasst einen Elektromotor 4 sowie ein von diesem betätigtes Getriebe 5, welches ein- oder mehrstufig aufgebaut sein kann, und Kraft in ein Hubelement 7 einleitet, welches mit nicht dargestellten Fahrwerkskomponenten gekoppelt ist. Der Elektromotor 4 und das Getriebe 5 befinden sich im Ausführungsbeispiel in einem gemeinsamen Gehäuse 6; das Hubelement 7 ist aus dem Gehäuse 6 ausfahrbar.
25 Durch das Hubelement 7 wird eine Aktuatorkraft F_{AKT} auf eine Fahrwerkskomponente
30 übertragen, um das Niveau des Fahrzeugaufbaus des Kraftfahrzeugs zu verstellen.

Das Steuergerät 2 wird über eine Anschlussleitung 8 mit elektrischer Energie versorgt. Komponenten des Steuergerätes 2 sind ein Stromsensor 9, ein Datenspeicher 10, eine Berechnungseinheit 11, sowie eine Leistungsendstufe 12. Die Komponenten 9, 10, 11, 12 befinden sich nicht notwendigerweise, wie in Fig. 1 angedeutet, innerhalb einer gemeinsamen Baueinheit. Über eine Leitung 13 wird elektrischer Strom von der Leistungsendstufe 12 zum Elektromotor 4 geleitet. Die Messung dieses Stroms erfolgt mit Hilfe des Stromsensors 9. Gemessene Stromwerte werden, wie nachfolgend noch näher erläutert, im Datenspeicher 10 gespeichert und der Berechnungseinheit 11 zugeführt, welche eine berechnete Kraft F_c ausgibt, die zumindest näherungsweise der Aktuatorkraft F_{Akt} entspricht.

Ein in Fig. 2 veranschaulichtes, mit dem Niveauregulierungssystem 1 nach Fig. 1 durchführbares Verfahren beginnt mit einem ersten Verfahrensschritt S1, welcher im vorliegenden Fall als Aufwärts-Verstellung des Niveauregulierungssystem 1 – kurz: als Rauffahrt – angenommen wird. Während dieser Rauffahrt wird der Motorstrom I_M in der Leitung 13 mit Hilfe des Stromsensors 9 gemessen. Im zweiten Schritt S2 erfolgt eine Speicherung und erste Mittelwertbildung, woraus sich ein mittlerer Aufwärts-Stromwert I_{Ma} ergibt.

Nach der Aufwärtsverstellung und einer eventuellen Betätigungspause des Niveauregulierungssystems 1 erfolgt im Schritt S3 eine Abwärtsverstellung, kurz als Runterfahrt des Niveauregulierungssystems 1 bezeichnet. Auch hierbei wird der Motorstrom I_M analog zum ersten Schritt S1 gemessen. Ebenso erfolgt in analoger Weise eine Speicherung und Mittelwertbildung, woraus sich in diesem Fall im Schritt S4 ein auf die Runterfahrt bezogener mittlerer Motorstrom I_{Mu} ergibt.

Aus den mittleren Motorstromwerten I_{Ma} und I_{Mu} wird schließlich im Schritt S5 die Kraft F_c berechnet, welche, sofern das Modell realitätsgetreu arbeitet, der Aktuatorkraft F_{Akt} entspricht. Eine direkte Kraftmessung an der Aktoreinheit 3 oder an anderen Fahr-

werkskomponenten ist somit zur Ermittlung des Beladungszustandes des Kraftfahrzeugs nicht erforderlich.

Bezugszeichenliste

- 1 Niveauverstellungssystem, Niveauregulierungssystem
- 2 Steuergerät
- 3 Aktoreinheit
- 4 Motor
- 5 Getriebe
- 6 Gehäuse
- 7 Hubelement
- 8 Anschlussleitung
- 9 Stromsensor
- 10 Datenspeicher
- 11 Berechnungseinheit
- 12 Leistungsendstufe
- 13 Leitung

F_{Akt} Aktuatorkraft, durch die Aktoreinheit erzeugt

F_C berechnete Aktuatorkraft

I_M Motorstrom

I_{Ma} mittlerer Motorstrom, Rauffahrt

I_{Mu} mittlerer Motorstrom, Runterfahrt

S1 ... S5 Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Niveauverstellungssystem (1) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Aktoreinheit (3),
5 welche einen Elektromotor (4) und ein von diesem angetriebenes, eine Niveau-
verstellung des Kraftfahrzeugs ermöglichendes Getriebe (5) umfasst, sowie mit
einem zur Betätigung der Aktoreinheit (3) vorgesehenen Steuergerät (2), wobei
eine Berechnungseinheit (11) in Zusammenwirkung mit einem den in den Elekt-
romotor (4) eingespeisten Motorstrom (I_M) erfassenden Stromsensor (9) zur
10 rechnerischen Ermittlung einer durch die Aktoreinheit (3) erzeugten Aktua-
torkraft (F_{Akt}) ausgebildet ist.
2. Niveauverstellungssystem (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Berechnungseinheit (11) in das Steuergerät (2) integriert ist.
3. Niveauverstellungssystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekenn-**
15 **zeichnet, dass** die Berechnungseinheit (11) zusätzlich zur Verarbeitung einer
Information über die Motordrehzahl sowie –drehrichtung des Elektromotors (4)
ausgebildet ist.
4. Niveauverstellungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch ge-**
kennzeichnet, dass die Berechnungseinheit (11) mit einem Datenspeicher
20 (10) gekoppelt ist, welcher zur Speicherung von den Elektromotor (4) betref-
fenden Daten während mindestens einer Aufwärts-Verstellphase und mindes-
tens einer Abwärts-Verstellphase der Aktoreinheit (3) vorgesehen ist, wobei die
Berechnungseinheit (11) zur Verarbeitung mittlerer Motorströme (I_{Ma} , I_{Mu}), wel-
che sich auf einen eine Aufwärts-Verstellphase und eine Abwärts-Verstellphase
25 umfassenden Verstellzyklus beziehen, ausgebildet ist.
5. Niveauverstellungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch ge-**
kennzeichnet, dass das Getriebe (5) richtungsabhängige Reibmomente (M_{Ra} ,
 M_{Ru}) aufweist.
6. Niveauverstellungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch ge-**
30 **kennzeichnet, dass** dieses als Niveauregulierungssystem ausgebildet ist.
7. Verfahren zum Betrieb eines mindestens einen Elektromotor (4) sowie ein die-
sem nachgeschaltetes Getriebe (5) umfassenden Niveauverstellungssys-

tems (1), insbesondere Niveauregulierungssystem, eines Kraftfahrzeugs, mit folgenden Schritten:

- Mittels eines Steuergerätes (2) wird der Elektromotor (4) bestromt, wobei der Motorstrom (I_M) bei einem Verstellvorgang messtechnisch erfasst wird,
- 5 - der erfasste Motorstrom (I_M) wird gespeichert,
- aus dem während des Verstellvorgangs gespeicherten Motorstrom (I_M) wird eine im Niveauverstellungssystem (1) wirkende Aktuatorkraft (F_{Akt}) rechnerisch ermittelt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motorstrom (I_M) während eines Verstellzyklus, welcher eine Aufwärts-Verstellphase und eine Abwärts-Verstellphase umfasst, erfasst und zur Berechnung der Aktuatorkraft (F_{Akt}) gemittelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Berechnung der Aktuatorkraft (F_{Akt}) eine von Null abweichende Differenz (ΔM_R) zwischen einem auf eine erste Verstellrichtung bezogenen Reibmoment (M_{Ra}) und einem auf eine zweite Verstellrichtung bezogenen Reibmoment (M_{Ru}) des Getriebes (5) einbezogen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehzahlabhängigkeit der Differenz (ΔM_R) der von der Verstellrichtung abhängigen Reibmomente (M_{Ra} , M_{Ru}) in die Berechnung der Aktuatorkraft (F_{Akt}) einbezogen wird.

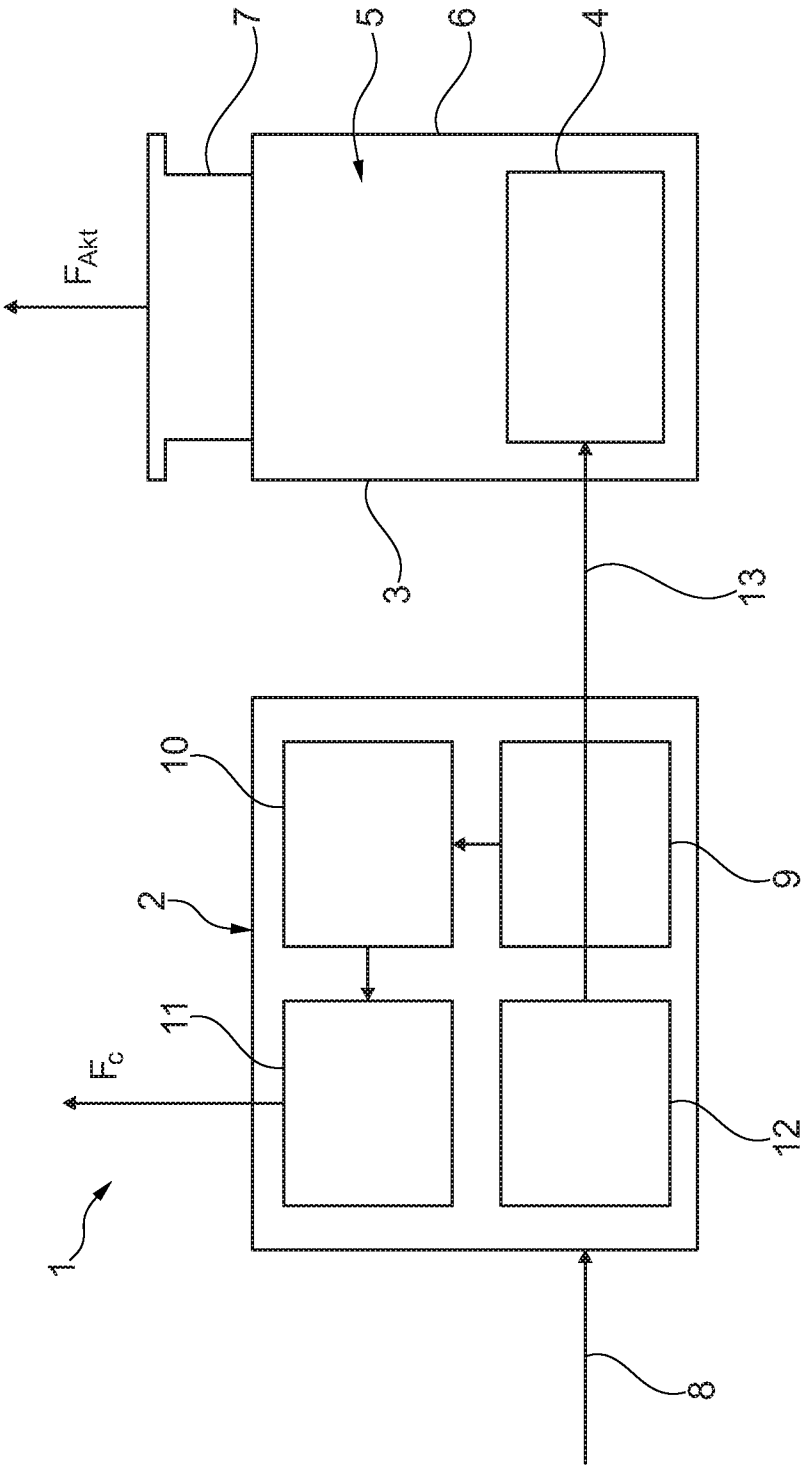


Fig. 1

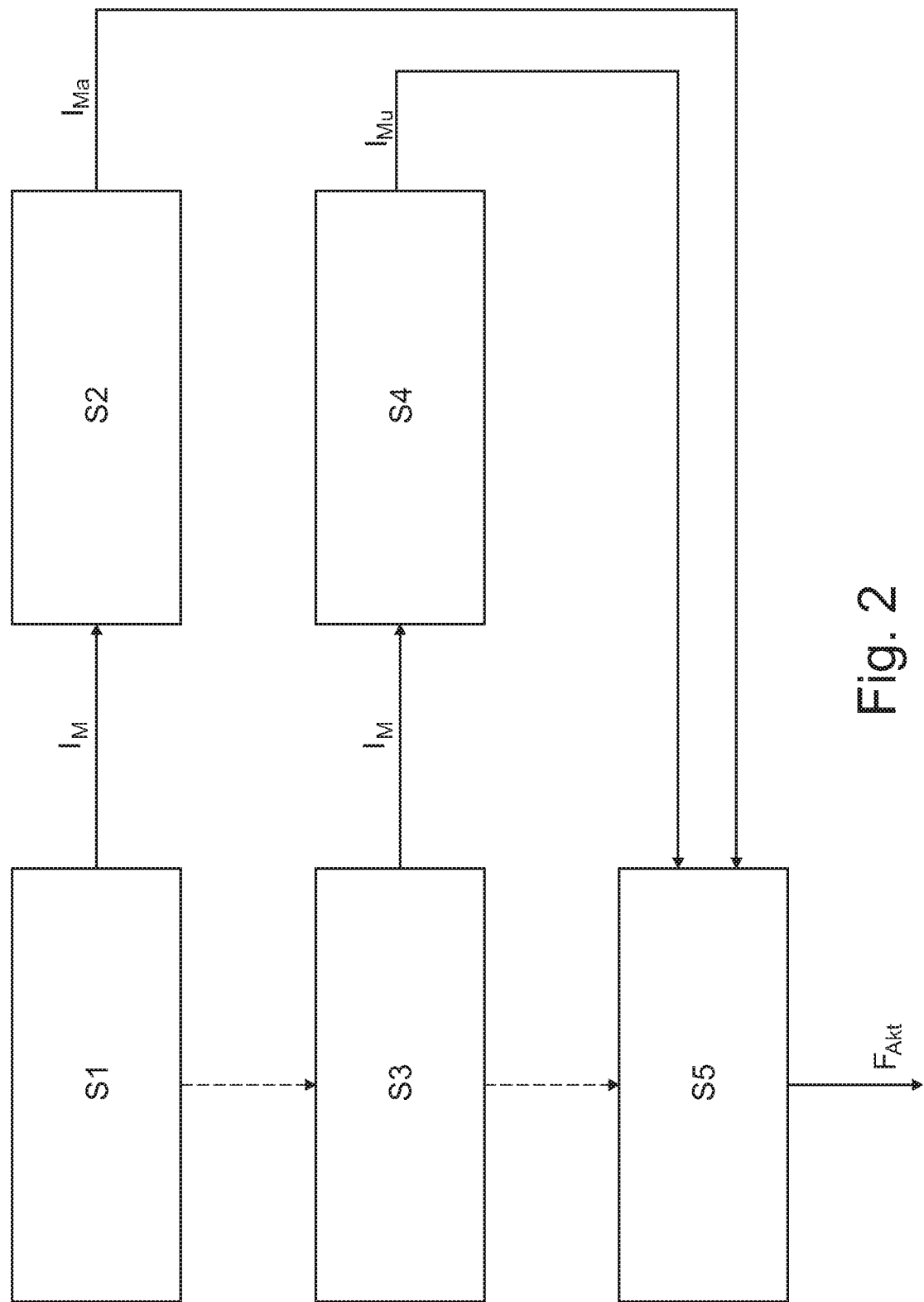


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2017/100366

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60G17/015 B60G17/018
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)

B60G

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	DE 10 2006 003068 B3 (THYSSEN KRUPP AUTOMOTIVE AG [DE]) 1 March 2007 (2007-03-01) abstract claims 1, 2, 4 paragraphs [0031] - [0033] -----	1-10
A	US 2012/074660 A1 (THOMAS GEORGES [CA]) 29 March 2012 (2012-03-29) paragraph [0043] -----	3
A	US 2014/175763 A1 (KIM JONG MIN [KR] ET AL) 26 June 2014 (2014-06-26) paragraph [0038] -----	3



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

22 August 2017

Date of mailing of the international search report

29/08/2017

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

Schmidt, Nico

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100366

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006003068 B3	01-03-2007	DE 102006003068 B3 WO 2007087944 A1	01-03-2007 09-08-2007
US 2012074660 A1	29-03-2012	AU 2011308040 A1 CA 2754222 A1 EP 2621742 A1 US 2012074660 A1 WO 2012040831 A1	23-05-2013 28-03-2012 07-08-2013 29-03-2012 05-04-2012
US 2014175763 A1	26-06-2014	CN 103895466 A KR 101393768 B1 US 2014175763 A1	02-07-2014 14-05-2014 26-06-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60G17/015 B60G17/018
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60G

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	DE 10 2006 003068 B3 (THYSSEN KRUPP AUTOMOTIVE AG [DE]) 1. März 2007 (2007-03-01) Zusammenfassung Ansprüche 1, 2, 4 Absätze [0031] - [0033] -----	1-10
A	US 2012/074660 A1 (THOMAS GEORGES [CA]) 29. März 2012 (2012-03-29) Absatz [0043] -----	3
A	US 2014/175763 A1 (KIM JONG MIN [KR] ET AL) 26. Juni 2014 (2014-06-26) Absatz [0038] -----	3



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

22. August 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/08/2017

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

Schmidt, Nico

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100366

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006003068 B3	01-03-2007	DE 102006003068 B3	01-03-2007
		WO 2007087944 A1	09-08-2007

US 2012074660 A1	29-03-2012	AU 2011308040 A1	23-05-2013
		CA 2754222 A1	28-03-2012
		EP 2621742 A1	07-08-2013
		US 2012074660 A1	29-03-2012
		WO 2012040831 A1	05-04-2012

US 2014175763 A1	26-06-2014	CN 103895466 A	02-07-2014
		KR 101393768 B1	14-05-2014
		US 2014175763 A1	26-06-2014
