

(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
16. Juli 2020 (16.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/143978 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 15/20 (2006.01) *B60W 50/00* (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/084536

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Dezember 2019 (11.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 100 324.5
08. Januar 2019 (08.01.2019) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **GUSYEV, Igor**; Hans-Pfann-Str. 50, 81825
München (DE). **ZUEV, Boris**; Caracciolastr. 8, 80935
München (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,

(54) Title: DEVICE FOR CALIBRATING TWO ELECTRIC MOTORS MOUNTED ON ONE AXLE IN TWO-AXLE MOTOR
VEHICLES

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR KALIBRIERUNG ZWEIER AUF EINER ACHSE ANGEORDNETER ELEKTROMOTO-
REN IN ZWEIACHSIGEN KRAFTFAHRZEUGEN

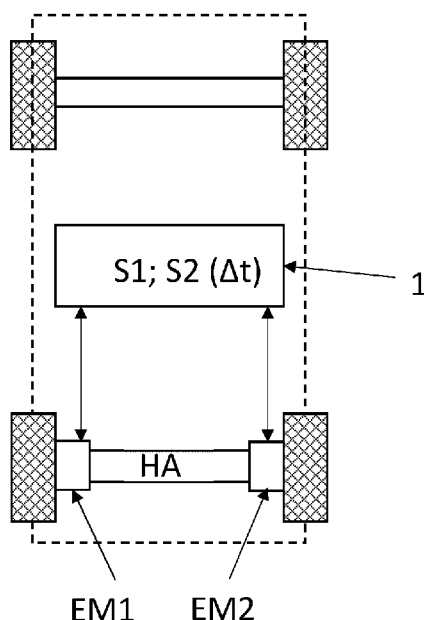


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for calibrating two electric motors mounted on one axle in two-axle motor vehicles having at least one electronic control unit, the following steps being performed while the vehicle is in motion. In a first step, a check is performed to ascertain whether predefined conditions for a switch over from torque regulation to rotational speed regulation are met, and if this is the case, a switch to rotational speed regulation takes place for a predetermined period. A second step is performed during the predetermined period in which the rotational speed regulation is active, in which step the target torques of the two electric motors are acquired and saved and a difference between the acquired target torques of the two electric motors is formed, a torque-dependent characteristic map with correction values being created on the basis of this difference. The target torques are corrected with the correction values during torque regulation after rotational speed regulation is deactivated.

(57) Zusammenfassung: Bereitgestellt werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kalibrierung zweier auf einer Achse angeordneter Elektromotoren in zweiachsigen Kraftfahrzeugen mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit wird, dass, während sich das Fahrzeug bewegt, folgende Schritte ausgeführt werden. In einem ersten Schritt wird geprüft, ob vorgegebene Bedingungen für eine Umschaltung von einer Momentenregelung in eine Drehzahlregelung erfüllt sind, und wenn dies der Fall ist, wird in Drehzahlregelung für einen vorgegebenen Zeitraum umgeschaltet. Während des vorgegebenen Zeitraums erfolgt in einem zweiten Schritt, der während des Zeitraums ausgeführt wird, in

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)

dem die Drehzahlregelung aktiv ist ein Erfassen und Speichern der Soll-Momente der beiden Elektromotoren, und ein Bilden einer Differenz aus den erfassten Soll-Momenten der beiden Elektromotoren, wobei ein momentenabhängiges Kennfeld mit Korrekturwerten auf Basis dieser Differenz erstellt wird. Nach der Deaktivierung der Drehzahlregelung werden die Soll-Momente während der Momentenregelung durch die Korrekturwerte korrigiert.

Vorrichtung zur Kalibrierung zweier auf einer Achse angeordneter Elektromotoren in zweiachsigen Kraftfahrzeugen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kalibrierung zweier auf einer Achse angeordneter Elektromotoren in zweiachsigen Kraftfahrzeugen, insbesondere Elektrofahrzeugen oder Hybridfahrzeugen.

Einzelradantriebe kommen zunehmend bei Fahrzeugen mit mindestens einer elektrisch angetriebenen Achse zum Einsatz. Ein Vorteil des Einzelradantriebs ist unter anderem die Möglichkeit zur Umsetzung einer radindividuellen Verteilung des Antriebsmoments. Der Verzicht auf ein Differentialgetriebe bedeutet, dass das Drehmoment abhängig von der erwünschten Längs- und Querschleunigung des Fahrzeugs gleich oder gezielt unterschiedlich an die zwei Räder der Achse mit elektrischem Einzelradantrieb verteilt werden kann.

Diese Flexibilität bedeutet auch einen hohen Anspruch an die Genauigkeit des abgegebenen Drehmoments zweier völlig oder teils unabhängigen elektrischen Antriebe bzw. Antriebsmotoren. Eine zu hohe Abweichung der Drehmomente vom jeweiligen Sollwert kann die Fahrdynamik negativ beeinflussen. Der Fahrer müsste durch deutliches Gegenlenken bei

- 2 -

Geradeausfahrt ausgleichen. Ab einer gewissen Schwelle ist das Fahrverhalten des Fahrzeugs nicht mehr akzeptabel.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfache Kalibrierung zur Kompensation von Differenzen in Drehmomenten bereitzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst, während in den abhängigen Ansprüchen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung angegeben sind.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Kalibrierung zweier auf einer Achse angeordneter Elektromotoren in zweiachsigen Kraftfahrzeugen mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit werden, während sich das Fahrzeug bewegt, folgende Schritte ausgeführt. In einem ersten Schritt wird geprüft, ob vorgegebene Bedingungen für eine Umschaltung von einer Momentenregelung in eine Drehzahlregelung erfüllt sind, und wenn dies der Fall ist, wird in Drehzahlregelung für einen vorgegebenen Zeitraum umgeschaltet. Während des vorgegebenen Zeitraums erfolgt in einem zweiten Schritt, der während des Zeitraums ausgeführt wird, in dem die Drehzahlregelung aktiv ist, ein Erfassen und Speichern der Soll-Momente der beiden Elektromotoren, und ein Bilden einer Differenz aus den erfassten Soll-Momenten der beiden Elektromotoren, wobei ein momentenabhängiges Kennfeld mit Korrekturwerten auf Basis dieser Differenz erstellt wird. Nach der Deaktivierung der Drehzahlregelung werden die Soll-Momente während der Momentenregelung durch die Korrekturwerte korrigiert.

Das Drehmoment wird üblicherweise nicht direkt gemessen und geregelt, sondern indirekt über Strom- und Rotorlagemessungen und Modelle des E-Antriebs ermittelt. Die dafür benötigte Sensorik unterliegt einer fertigungsbedingten, aber auch alterungsbedingten Streuung. Zusätzlich können weitere Parameter des elektrischen Antriebs bzw. Antriebsmotors

fertigungsbedingt variieren und zusätzlich durch Fehler im Betrieb verändert werden.

Durch die Vermeidung von unzulässigen Drehmomentdifferenzen aufgrund einer Kalibrierung der Elektromotoren während der Fahrt, genauer sobald vorgegebene Bedingungen erfüllt sind, kann ein aufgrund unterschiedlicher Drehmomente bzw. Drehzahl verursachtes instabiles Fahrverhalten verhindert werden. Das Kalibrierungsverfahren läuft bei einer Drehzahlregelung ab, deswegen ist eine temporäre Umschaltung von Momentenregelung (Standardregelung) in Drehzahlregelung erforderlich.

Erfindungsgemäße Maßnahmen:

1: Umschalten in Drehzahlregelung für einen vorgegebenen, kurzen Zeitraum unter vorgegebenen Bedingungen, während sich das Fahrzeug bewegt

Während sich das Fahrzeug bewegt, wird durch ein Steuergerät überprüft, ob bestimmte Bedingungen für ein Umschalten erfüllt werden. Die zu erfüllenden Bedingungen sind:

- die Drehzahlen beider Elektromotoren sind gleich, was z.B. bei Geradeausfahrt ohne Schlupf der Fall ist, d.h. $N_{ist\ EM1} = N_{ist\ EM2}$
- die Fahrzeuggeschwindigkeit ist unterhalb einer maximal erlaubten Fahrzeuggeschwindigkeit von z.B. 30 km/h oder weniger. Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann durch die Drehzahl der Elektromotoren N bestimmt werden. Es muss also gelten, dass $N \leq N_{max}$, wobei N_{max} in die Fahrzeuggeschwindigkeit umgerechnet werden kann. Die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit N_{max} kann abhängig von den verwendeten Elektromotoren oder anderen Bedingungen vom Fachmann festgelegt werden.
- Das Lenkrad befindet sich in einer Geradestellung oder innerhalb eines Toleranzbereichs von z.B. ± 2 Grad davon, wobei der

- 4 -

Toleranzbereich ebenfalls vom Fachmann festgelegt werden kann.

Die Geradestellung kann z.B. durch im Fahrzeug vorhandene Hilfsmittel unterstützt werden, z.B. „steer by wire“.

- Die Gierrate, also die Fahrzeugdrehgeschwindigkeit um die Z-Achse, darf einen vorgegebenen Wert N_{z_max} nicht überschreiten. Auch dieser Wert kann in Abhängigkeit von der Anwendung vom dem Fachmann gewählt werden und sollte möglichst gering sein.

2: Korrektur der Drehzahldifferenz über Momentenkorrektur

Wenn die Voraussetzungen für die Einschaltung der Drehzahlregelung erfüllt sind, wird die Drehzahlregelung für eine vorgegebene, kurze Zeit Δt aktiviert. Wiederum kann diese Zeit Δt abhängig von der Anwendung vom Fachmann gewählt werden und sollte innerhalb weniger Sekunden liegen.

Als Drehzahl-Sollwert N_{soll} für die beiden Drehzahlregler der Elektromotoren EM1 und EM2 ist ein Wert nah zur aktuellen Ist-Drehzahl auszuwählen, um einen möglichst ruhigen Laufbetrieb ohne starkes Bremsen oder Beschleunigen zu gewährleisten und damit die Regelung einfach zu halten. Die mögliche Abweichung, d.h. der genaue Wert, kann wiederum abhängig von der Anwendung vom Fachmann gewählt werden. Voraussetzung für die Korrektur ist, dass die Drehzahlregler für die beiden Elektromotoren EM1 und EM2 immer aktiv sind. Aus der Drehzahl wird dann das Drehmoment bestimmt. Die Drehzahlregler stellen automatisch die Soll-Momente so, dass die Ist-Drehzahl in beiden E-Maschinen EM1 und EM2 gleich bleibt. Im Falle voller Symmetrie beider E-Maschinen EM1 und EM2, d.h. es ist keine Parameterstreuung usw. vorhanden, wären auch die Soll-Momente, d.h. die Ausgangssignale der Drehzahlregler, gleich, da die Ausgänge der Drehzahlregler die Soll-Momente für jede E-Maschine darstellen. Eine Ungleichheit von Soll-Momenten weist auf eine Asymmetrie in einer E-Maschine hin. In diesem Fall sollten die Soll-Momente korrigiert werden,

- 5 -

wenn auf die Momentenregelung umgeschaltet wird. Für die Korrektur wird die Abweichung von beiden Soll-Momenten, d.h. den Ausgangssignalen der Drehzahlregler bei aktivierter Drehzahlregelung, benutzt.

Um die Kalibrierung durchzuführen werden die Ausgänge von den beiden Drehzahlreglern der beiden Elektromotoren EM1 und EM2, also $M_{soll\_EM1\_N\_Regler}$ und $M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$, im Steuergerät 1 gespeichert.

Außerdem wird eine Differenz aus diesen Soll-Momenten aus den beiden Drehzahlreglern der Elektromotoren EM1 und EM2 gebildet:

$$\Delta M_{soll} = M_{soll\_EM1\_N\_Regler} - M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$$

Wenn eine Differenz zwischen den Drehzahlreglern vorhanden ist, weist dies auf eine Genauigkeitsstreuung der Sensorik und/oder der Baukomponenten hin, die korrigiert werden sollte.

Auf Basis von mehreren gespeicherten Sollmoment-Werten wird während der Drehzahlregelungsphase ein momentabhängiges Kennfeld bzw. eine Kennlinie mit Korrekturwerten $\Delta M_{soll}(M_{soll})$ erstellt. Hier werden Korrekturwerte für die Soll-Momente M_{soll} für jeden Elektromotor EM1 bzw. EM2 abgelegt und nach der Deaktivierung der Drehzahlregelung, d.h. während der Momentregelung, zur Korrektur verwendet.

Die im Kennfeld gespeicherten Korrekturwerte $\Delta M_{soll}(M_{soll})$ werden während der Momentregelung ständig zu den Sollmoment-Werten der Momentregelung M_{soll_EM1} und M_{soll_EM2} hinzuaddiert, um die Genauigkeitsstreuung der Hardware auszugleichen.

Wenn der Zeitraum Δt verstrichen ist, d.h. wenn wieder von Drehzahlregelung auf Momentregelung umgeschaltet wird, wird auch die

- 6 -

beschriebene Zusammenstellung von Korrekturwerten beendet, da damit auch die Kalibrierung beendet ist.

Ferner kann eine Beschränkung der Häufigkeit der Aktivierung der Kalibrierung erfolgen. Die Aktivierung kann beispielsweise auf eine Aktivierung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums, z.B. ein Tag, beschränkt werden. Da das Korrekturkennfeld auch momentabhängig sein sollte, muss die Drehzahlregelung bei verschiedenen Soll-Momenten aktiviert werden. Eine Aktivierung einmal pro Tag, z.B. bei kaltem und bei heißem Motor, wäre in einem ersten Schritt ausreichend. Die Aktivierung kann aber nur stattfinden, wenn die Aktivierungsbedingungen erfüllt sind.

Diese Erfindung in Form eines Konzepts zur Kalibrierung der Soll-Momentabweichung zwischen zwei einzeln angetriebenen Rädern im Kraftfahrzeug, d.h. mit zwei Elektromotoren auf einer Achse, bietet eine Möglichkeit für einen kostengünstigen Umgang mit Drehmomentdifferenzen in Fahrzeugen mit elektrischem Einzelradantrieb ohne teure Sensorik und Fertigungsverfahren. Sie bietet die Möglichkeit, die erfindungsgemäße definierte Kalibrierung während des Betriebs des Fahrzeugs durchzuführen und damit eine Destabilisierung des Fahrverhaltens aufgrund von Abweichungen der Soll-Momente der beiden Elektromotoren zu verhindern.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung veranschaulicht und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Übersicht über die wesentlichen Komponenten der Erfindung bei einem einachsigen Antrieb gemäß einer Ausführung der Erfindung,
- Fig. 2 ein Ablaufdiagramm der Kalibrierung gemäß einer Ausführung der Erfindung.

- 7 -

In Fig. 1 ist ein einachsig angetriebenes Kraftfahrzeug mit einem ersten linken Elektromotor EM1 zum Einzelradantrieb an der Hinterachse HA, mit einem zweiten rechten Elektromotor EM2 zum Einzelradantrieb an der Hinterachse HA dargestellt. Alternativ können auch ein über die Vorderachse betriebenes Fahrzeug oder ein Allradfahrzeug mit der Erfindung versehen werden, da diese auf zwei auf einer Achse angeordnete Elektromotoren EM1 und EM2 unabhängig von der Platzierung am Fahrzeug abzielt. Das Fahrzeug gemäß Fig. 1 stellt ein straßengekoppeltes Hybrid- oder Elektro-Fahrzeug dar. Das Fahrzeug weist mindestens eine elektronische Steuereinheit 1, insbesondere als oder in einem Motorsteuergerät, auf. Die Steuereinheit 1 ist beispielsweise durch ein entsprechend programmiertes Funktions-Modul (Computer-Programm-Produkt) derart ausgestaltet, dass damit folgendes erfindungsgemäßes Verfahren, welches in Figur 2 als Ablaufdiagramm dargestellt ist, während der Fahrt durchführbar ist:

In einem ersten Schritt S1 erfolgt ein Überprüfen durch das Steuergerät 1, ob ein Umschalten in Drehzahlregelung für einen vorgegebenen, kurzen Zeitraum unter vorgegebenen Bedingungen, während sich das Fahrzeug bewegt, möglich ist.

Die zu erfüllenden Bedingungen sind:

- S11: die aktuell erfassten Drehzahlen beider Elektromotoren EM1 und EM2 sind gleich, was bei Geradeausfahrt ohne Schlupf der Fall ist, d.h. $N_{ist\_EM1} = N_{ist\_EM2}$
- S12: die Fahrzeuggeschwindigkeit ist unterhalb einer maximal erlaubten Fahrzeuggeschwindigkeit von z.B. 30 km/h oder weniger. Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann durch die Drehzahl N der Elektromotoren EM1 und EM2 bestimmt werden. Es muss also gelten, dass $N \leq N_{max}$, wobei N_{max} aus der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt werden kann und umgekehrt. Die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit kann abhängig von den verwendeten

- 8 -

Elektromotoren EM1 und EM2 oder anderen Bedingungen vom Fachmann festgelegt werden.

- S13: Das Lenkrad befindet sich in einer Geradestellung oder innerhalb eines Toleranzbereichs von z.B. ± 2 Grad, wobei der Toleranzbereich ebenfalls vom Fachmann festgelegt werden kann. Die Geradestellung kann z.B. durch im Fahrzeug vorhandene Hilfsmittel unterstützt werden, z.B. „steer by wire“.
- S14: Die Gierrate, also die Fahrzeugdrehgeschwindigkeit um die Z-Achse, darf einen vorgegebenen Wert N_z_{max} nicht überschreiten. Auch dieser Wert kann in Abhängigkeit von der Anwendung von dem Fachmann gewählt werden und sollte möglichst gering sein.

Wenn alle Bedingungen erfüllt sind (ja), wird der zweite Schritt S2 durchgeführt, nämlich die tatsächliche Kalibrierung. Hierzu wird die Drehzahlregelung für eine vorgegebene, kurze Zeit Δt aktiviert. Während dieser Zeit Δt wird die Differenz zwischen Soll-Moment des ersten Elektromotors und Soll-Moment des zweiten Elektromotors ermittelt:

$$\Delta M_{soll} = M_{soll\_EM1\_N\_Regler} - M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$$

Auf Basis der Differenzwerte wird ein Kennfeld bzw. eine Kennlinie erstellt, welche Korrekturwerte $\Delta M_{soll}(M_{soll})$ basierend auf aktuellen Soll-Momenten vorgibt. Danach ist die Kalibrierung abgeschlossen und es kann wieder zur Momentregelung übergegangen werden. Während der Momentregelung werden die Korrekturwerte $\Delta M_{soll}(M_{soll})$ jeweils auf die Soll-Momente der beiden Elektromotoren M_{soll_EM1} und M_{soll_EM2} addiert.

Wenn eine der Bedingungen nicht erfüllt ist (nein), dann wird Schritt S1 erneut durchgeführt, d.h. die Drehzahlregelung und damit die Kalibrierung wird so lange nicht aktiviert, bis wieder alle Bedingungen S11-S14 erfüllt sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kalibrierung zweier auf einer Achse angeordneter Elektromotoren (EM1; EM2) in zweiachsigen Kraftfahrzeugen mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit (1), wobei die Steuereinheit (1) derart ausgestaltet ist, dass, während sich das Fahrzeug bewegt, folgende Schritte ausgeführt werden:
 - erster Schritt (S1):
 - Prüfen, ob vorgegebene Bedingungen (S11-S14) für eine Umschaltung von einer Momentenregelung in eine Drehzahlregelung erfüllt sind, und wenn dies der Fall ist:
 - Umschalten in die Drehzahlregelung für einen vorgegebenen Zeitraum (Δt),
 - zweiter Schritt (S2), der während des Zeitraums (Δt) ausgeführt wird, in dem die Drehzahlregelung aktiv ist:
 - Erfassen und Speichern der Soll-Momente ($M_{soll\_EM1\_N\_Regler}$; $M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$) der beiden Elektromotoren (EM1; EM2), und
 - Bilden einer Differenz aus den erfassten Soll-Momenten ($M_{soll\_EM1\_N\_Regler}$; $M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$) der beiden Elektromotoren (EM1; EM2), wobei ein momentenabhängiges Kennfeld mit Korrekturwerten ($\Delta M_{soll}(M_{soll})$) auf Basis dieser Differenz erstellt wird, wobei nach der Deaktivierung der Drehzahlregelung die Soll-Momente (M_{soll_EM1} ; M_{soll_EM2}) während der Momentenregelung durch die Korrekturwerte ($\Delta M_{soll}(M_{soll})$) korrigiert werden.

- 10 -

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zu erfüllenden Bedingungen mindestens eine aus nachfolgenden Bedingungen sind:
 - a. die aktuellen Drehzahlen (Nist EM1; Nist EM2) beider Elektromotoren (EM1; EM2) sind gleich,
 - b. die Fahrzeuggeschwindigkeit ist kleiner als eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit,
 - c. das Lenkrad befindet sich in einer Geradestellung oder innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs,
 - d. die Gierrate des Fahrzeugs ist innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs.
3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit durch die Drehzahl (Nist EM1; Nist EM2) der Elektromotoren (EM1; EM2) bestimmt wird.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Drehzahl-Sollwert (Nsoll) für die beiden Drehzahlregler der Elektromotoren (EM1; EM2) ein Wert nah zur aktuellen Ist-Drehzahl gewählt wird.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Soll-Momente der Elektromotoren (EM1; EM2) aus den Drehzahlreglern (Msoll_EM1_N_Regler; Msoll_EM2_N_Regler) der Elektromotoren (EM1; EM2) ausgegeben werden.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus vorab gespeicherten Sollmoment-Werten ein momentabhängiges Kennfeld bzw. eine Kennlinie mit Korrekturwerten ($\Delta Msoll(Msoll)$) erstellt wird, wobei die Korrekturwerte ($\Delta Msoll(Msoll)$)

während des Zeitraums der Momentregelung zu den Sollmoment-Werten (M_{soll_EM1} ; M_{soll_EM2}) der Momentregelung hinzuaddiert werden.

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Häufigkeit der Durchführung des zweiten Schritts (S2) auf eine Aktivierung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums beschränkt ist.
8. Verfahren zur Kalibrierung zweier auf einer Achse angeordneter Elektromotoren (EM1; EM2) in zweiachsigen Kraftfahrzeugen mit mindestens einer elektronischen Steuereinheit (1), wobei während sich das Fahrzeug bewegt, folgende Schritte ausgeführt werden:
 - erster Schritt (S1):
 - Prüfen, ob vorgegebene Bedingungen (S11-S14) für eine Umschaltung von einer Momentenregelung in eine Drehzahlregelung erfüllt sind, und wenn dies der Fall ist:
 - Umschalten in die Drehzahlregelung für einen vorgegebenen Zeitraum (Δt),
 - zweiter Schritt (S2), der während des Zeitraums (Δt) ausgeführt wird, in dem die Drehzahlregelung aktiv ist:
 - Erfassen und Speichern der Soll-Momente ($M_{soll\_EM1\_N\_Regler}$; $M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$) der beiden Elektromotoren (EM1; EM2), und
 - Bilden einer Differenz aus den erfassten Soll-Momenten ($M_{soll\_EM1\_N\_Regler}$; $M_{soll\_EM2\_N\_Regler}$) der beiden Elektromotoren (EM1; EM2), wobei ein momentenabhängiges Kennfeld mit Korrekturwerten ($\Delta M_{soll}(M_{soll})$) auf Basis dieser Differenz erstellt wird, wobei nach der Deaktivierung der Drehzahlregelung die Soll-Momente (M_{soll_EM1} ; M_{soll_EM2}) während der Momentenregelung durch die Korrekturwerte ($\Delta M_{soll}(M_{soll})$) korrigiert werden.

- 12 -

9. Computer-Programmprodukt für die mindestens eine elektronische Steuereinheit (1) zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der vorstehenden Ansprüche.

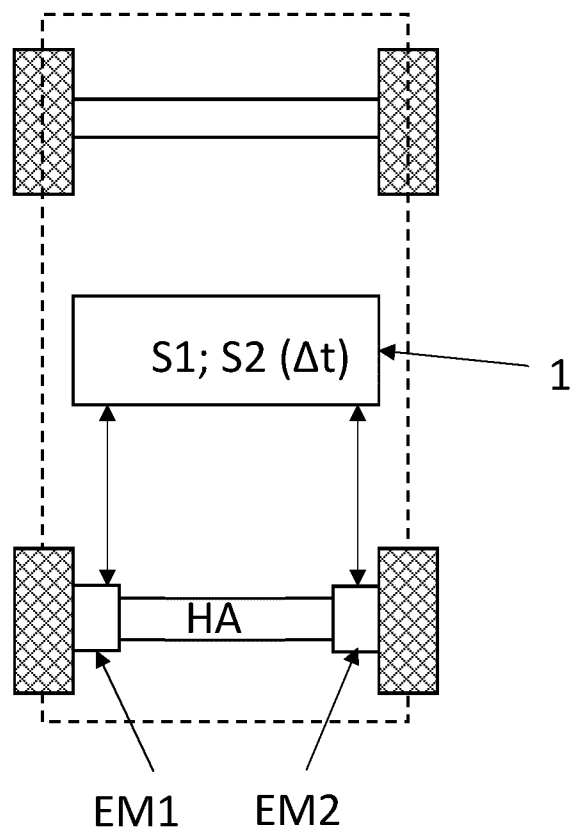


Fig. 1

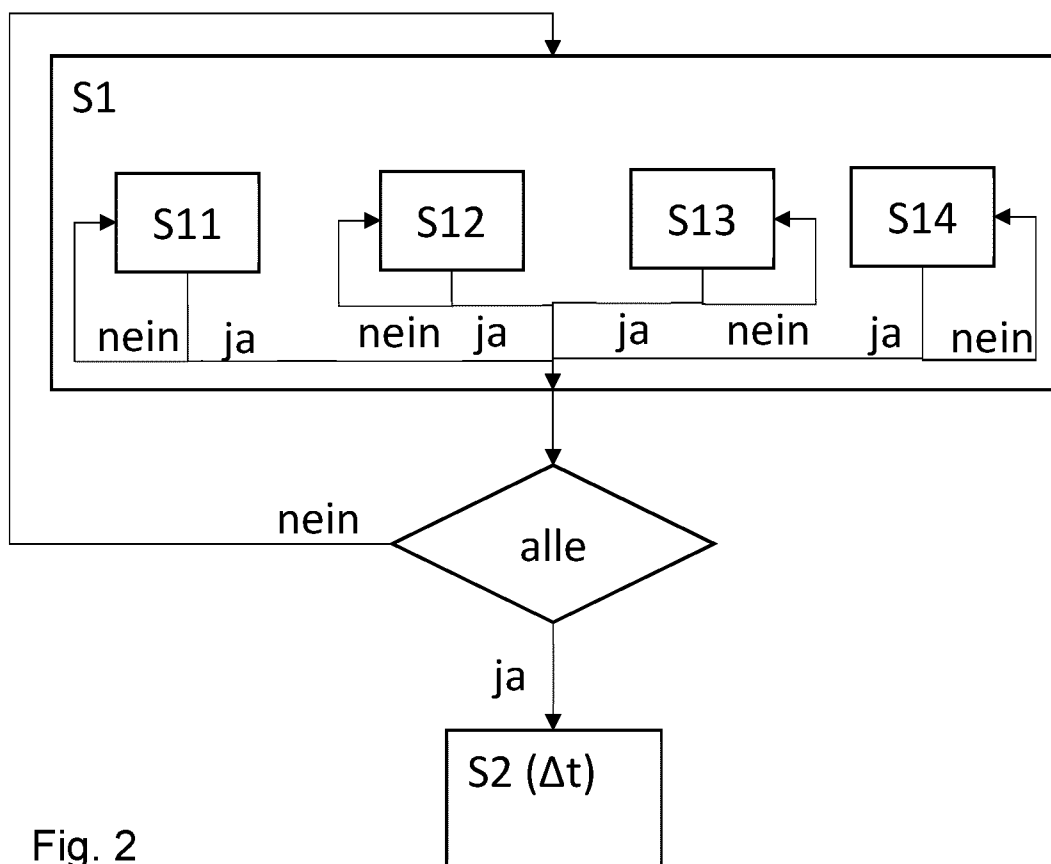


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084536

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60L 15/20**(2006.01)i; **B60W 10/08**(2006.01)i; **B60W 50/00**(2006.01)n

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)

B60L; B60W

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	EP 3042800 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 13 July 2016 (2016-07-13) the whole document	1-9
A	DE 102010012153 A1 (AUDI AG [DE]) 22 September 2011 (2011-09-22) the whole document	1-9
A	EP 2368746 A2 (PG DRIVES TECHNOLOGY LTD [GB]) 28 September 2011 (2011-09-28) paragraph [0056] figure 3	1-9
A	WO 2015002033 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 08 January 2015 (2015-01-08) the whole document	1-9
A	EP 1426222 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; RENAULT SA [FR]) 09 June 2004 (2004-06-09) figure 6 paragraphs [0049] - [0055]	1-9
A	JP 2013074769 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 22 April 2013 (2013-04-22) claim 1	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“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

13 March 2020

Date of mailing of the international search report

23 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Chevret, Anthony

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/084536**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP H09233613 A (RAILWAY TECHNICAL RES INST; TOSHIBA CORP) 05 September 1997 (1997-09-05) claim 1	1-9
A	WO 2016043077 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]; LI GUODONG [JP]) 24 March 2016 (2016-03-24) claims 1-4	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/084536

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	3042800	A1	13 July 2016	CN	105555590	A	04 May 2016
				EP	3042800	A1	13 July 2016
				JP	6211353	B2	11 October 2017
				JP	2015050857	A	16 March 2015
				US	2016176313	A1	23 June 2016
				WO	2015033861	A1	12 March 2015
DE	102010012153	A1	22 September 2011	CN	102712247	A	03 October 2012
				DE	102010012153	A1	22 September 2011
				EP	2550171	A1	30 January 2013
				US	2013138284	A1	30 May 2013
				WO	2011116852	A1	29 September 2011
EP	2368746	A2	28 September 2011	CN	102201765	A	28 September 2011
				EP	2368746	A2	28 September 2011
				GB	2478957	A	28 September 2011
				US	2011232977	A1	29 September 2011
WO	2015002033	A1	08 January 2015	NONE			
EP	1426222	A1	09 June 2004	DE	60302127	T2	24 May 2006
				EP	1426222	A1	09 June 2004
				JP	3586697	B2	10 November 2004
				JP	2004176790	A	24 June 2004
				US	2004149501	A1	05 August 2004
JP	2013074769	A	22 April 2013	NONE			
JP	H09233613	A	05 September 1997	JP	3086409	B2	11 September 2000
				JP	H09233613	A	05 September 1997
WO	2016043077	A1	24 March 2016	JP	2016063587	A	25 April 2016
				WO	2016043077	A1	24 March 2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60L15/20 B60W10/08
 ADD. B60W50/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60L B60W

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	EP 3 042 800 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 13. Juli 2016 (2016-07-13) das ganze Dokument	1-9
A	DE 10 2010 012153 A1 (AUDI AG [DE]) 22. September 2011 (2011-09-22) das ganze Dokument	1-9
A	EP 2 368 746 A2 (PG DRIVES TECHNOLOGY LTD [GB]) 28. September 2011 (2011-09-28) Absatz [0056] Abbildung 3	1-9
A	WO 2015/002033 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 8. Januar 2015 (2015-01-08) das ganze Dokument	1-9
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. März 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/03/2020

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

Chevret, Anthony

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 426 222 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; RENAULT SA [FR]) 9. Juni 2004 (2004-06-09) Abbildung 6 Absätze [0049] - [0055] -----	1-9
A	JP 2013 074769 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 22. April 2013 (2013-04-22) Anspruch 1 -----	1-9
A	JP H09 233613 A (RAILWAY TECHNICAL RES INST; TOSHIBA CORP) 5. September 1997 (1997-09-05) Anspruch 1 -----	1-9
A	WO 2016/043077 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]; LI GUODONG [JP]) 24. März 2016 (2016-03-24) Ansprüche 1-4 -----	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/084536

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3042800	A1	13-07-2016	CN 105555590 A 04-05-2016
			EP 3042800 A1 13-07-2016
			JP 6211353 B2 11-10-2017
			JP 2015050857 A 16-03-2015
			US 2016176313 A1 23-06-2016
			WO 2015033861 A1 12-03-2015
DE 102010012153	A1	22-09-2011	CN 102712247 A 03-10-2012
			DE 102010012153 A1 22-09-2011
			EP 2550171 A1 30-01-2013
			US 2013138284 A1 30-05-2013
			WO 2011116852 A1 29-09-2011
EP 2368746	A2	28-09-2011	CN 102201765 A 28-09-2011
			EP 2368746 A2 28-09-2011
			GB 2478957 A 28-09-2011
			US 2011232977 A1 29-09-2011
WO 2015002033	A1	08-01-2015	KEINE
EP 1426222	A1	09-06-2004	DE 60302127 T2 24-05-2006
			EP 1426222 A1 09-06-2004
			JP 3586697 B2 10-11-2004
			JP 2004176790 A 24-06-2004
			US 2004149501 A1 05-08-2004
JP 2013074769	A	22-04-2013	KEINE
JP H09233613	A	05-09-1997	JP 3086409 B2 11-09-2000
			JP H09233613 A 05-09-1997
WO 2016043077	A1	24-03-2016	JP 2016063587 A 25-04-2016
			WO 2016043077 A1 24-03-2016