

(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
01. Februar 2024 (01.02.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/022752 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 3/00 (2019.01) B60L 15/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/068308

(22) Internationales Anmeldedatum:
04. Juli 2023 (04.07.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 119 059.5
29. Juli 2022 (29.07.2022) DE

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

(72) Erfinder: KNEZEVIC, Jovan; Eversbuschstraße 28,
80999 München (DE). NESTLINGER, Roman; Fallstraße
15, 81369 München (DE). BURMESTER, Nick; Emanu-
elstr. 20, 80796 München (DE). ALBRECHT, Johannes;
Innsbrucker Ring 165, 81669 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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MONITORING AN ELECTRIC DRIVE OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ÜBERWACHUNG EINES ELEKTRISCHEN ANTRIEBS EINES
KRAFTFAHRZEUGS

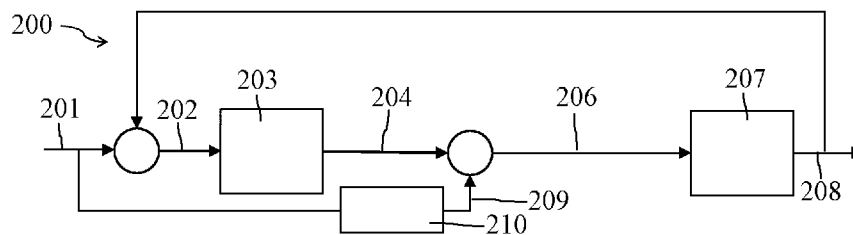


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a device for monitoring an electric drive of a motor vehicle, wherein: the drive comprises an electric drive machine and a control system for controlling the drive machine; and the control system comprises a pilot controller and a controller. The device is designed to determine, on the basis of a control component for controlling the drive machine determined by the control system, that there is a pilot control error situation related to the control of the drive machine. The device is further designed to take, in response to the identified pilot control error situation, at least one measure relating to the identified pilot control error situation.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zur Überwachung eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs beschrieben, wobei der Antrieb eine elektrische Antriebsmaschine und eine Ansteuer-Anordnung zur Ansteuerung der Antriebsmaschine umfasst, und wobei die Ansteuer-Anordnung eine Vorsteuerung und eine Regelung aufweist. Die Vorrichtung ist eingerichtet, auf Basis eines von der Ansteuer-Anordnung ermittelten Regler-Anteils zur Ansteuerung der Antriebsmaschine zu bestimmen, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung der Antriebsmaschine vorliegt. Die Vorrichtung ist ferner eingerichtet, in Reaktion auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation zumindest eine Maßnahme in Bezug auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation zu bewirken.



WO 2024/022752 A1

5

10

15 **Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines elektrischen Antriebs
eines Kraftfahrzeugs**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung, die darauf ausgerichtet sind, den Betrieb einer elektrischen Antriebsmaschine eines Kraftfahrzeugs zu überwachen.

20

Ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Fahrzeug umfasst eine elektrische Antriebsmaschine zum Antrieb des Fahrzeugs, z.B. eine stromerregte oder permanenterregte Synchronmaschine. Die Antriebsmaschine kann durch eine Ansteuer-Anordnung angesteuert werden, um zu bewirken, dass von der

25 Antriebsmaschine ein bestimmtes Antriebsmoment bereitgestellt wird.

Während des Betriebs der Antriebsmaschine kann es zu Fehlern und/oder Veränderungen der Antriebsmaschine kommen, durch die die Leistungsfähigkeit der Antriebsmaschine beeinträchtigt werden kann.

30

- 2 -

Das vorliegende Dokument befasst sich mit der technischen Aufgabe, ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung bereitzustellen, durch die eine effiziente und zuverlässige Überwachung und/oder Diagnose einer elektrischen Antriebsmaschine eines Fahrzeugs ermöglicht wird, insbesondere um eine
5 dauerhaft hohe Leistungsfähigkeit der Antriebsmaschine zu gewährleisten.

Die Aufgabe wird durch jeden der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen werden u.a. in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass zusätzliche Merkmale eines von einem
10 unabhängigen Patentanspruch abhängigen Patentanspruchs ohne die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs oder nur in Kombination mit einer Teilmenge der Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs eine eigene und von der Kombination sämtlicher Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs
unabhängige Erfindung bilden können, die zum Gegenstand eines unabhängigen
15 Anspruchs, einer Teilungsanmeldung oder einer Nachanmeldung gemacht werden kann. Dies gilt in gleicher Weise für in der Beschreibung beschriebene technische Lehren, die eine von den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche
unabhängige Erfindung bilden können.

20 Gemäß einem Aspekt wird eine Vorrichtung zur Überwachung eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs beschrieben. Der Antrieb umfasst eine elektrische Antriebsmaschine und eine Ansteuer-Anordnung zur Ansteuerung der Antriebsmaschine. Die Ansteuer-Anordnung (die z.B. in einem Steuergerät des Fahrzeugs angeordnet ist) weist eine Vorsteuerung und eine Regelung auf.

25

Die Ansteuer-Anordnung kann eine Vorsteuereinheit zur Ermittlung eines Vorsteuer-Anteils eines Wertes einer Stellgröße (insbesondere der Statorspannung) für den Stator der Antriebsmaschine umfassen. Die Vorsteuereinheit kann zur Ermittlung des Vorsteuer-Anteils ein Modell des
30 Antriebs mit ein oder mehreren Modellparametern verwenden. Die Parameterwerte der ein oder mehreren Modellparameter können im Vorfeld des

Nutzbetriebs des Antriebs ermittelt und gespeichert worden sein (etwa bei einem End-of-Line Test im Rahmen der Montage des Kraftfahrzeugs).

Die ein oder mehreren Modellparameter können umfassen: einen Winkeloffset θ_{off} eines Winkelpositionssensors des Rotors der Antriebsmaschine; einen von dem Rotor bewirkten magnetischen Fluss Ψ_{PM} ; und/oder einen Verstärkungsfaktor eines Stromsensors zur Erfassung des Istwertes des Statorstroms der Antriebsmaschine (wobei der Statorstrom die Steuergröße der Ansteuer-Anordnung darstellt).

10

Das von der Vorsteuereinheit verwendete Modell kann ein Modell im d-q Koordinatensystem umfassen. Dabei kann bei der Transformation von ein oder mehreren Modellparametern und/oder von ein oder mehreren (Spannungs- und/oder Strom-) Signalen (etwa der Statorspannung und/oder des Statorstroms) in das d-q Koordinatensystem der Winkeloffset θ_{off} des Winkelpositionssensors des Rotors der Antriebsmaschine verwendet werden. Somit kann ein fehlerhafter Winkeloffset θ_{off} zu einem fehlerhaften Vorsteuer-Anteil führen.

Ein beispielhaftes Modell zur Ermittlung des Vorsteuer-Anteils des Wertes der Stellgröße (insbesondere der Statorspannung) ist,

20

$$u_{d_FF} = Ri_d - \omega_e \cdot L_q \cdot i_q$$

$$u_{q_FF} = Ri_q + \omega_e \cdot (\Psi_{PM} + L_d \cdot i_d)$$

Dabei sind

- 25
- u_{d_FF} und u_{q_FF} die Vorsteuer-Anteile der Statorspannungen im d-q-Koordinatensystem (als Stellgrößen);
 - i_q und i_d die Werte der Statorströme im d-q-Koordinatensystem (als Steuergrößen);
 - ω_e die Winkelgeschwindigkeit des Rotors;

- 4 -

- L_q und L_d die Induktivitäten der Statorwicklungen im d-q-Koordinatensystem; und
 - R der ohmsche Widerstand der Statorwicklungen.
- 5 Die Ansteuer-Anordnung kann ferner einen Regler (insbesondere einen PI-Regler) umfassen, der eingerichtet ist, auf Basis eines Regelfehlers zwischen dem (durch den Stromsensor gemessenen) Istwert der Steuergröße (insbesondere des Statorstroms des Stators der Antriebsmaschine) und dem Sollwert der Steuergröße (insbesondere des Statorstroms) den Regler-Anteil des Wertes der Stellgröße
- 10 (insbesondere der Statorspannung) für den Stator der Antriebsmaschine zu ermitteln. Der Sollwert kann z.B. von dem Fahrer oder von einer automatisierten Fahrfunktion des Fahrzeugs vorgegeben werden.

Der Vorsteuer-Anteil und der Regler-Anteil können addiert werden, um den Wert

15 der Stellgröße zu ermitteln. Die Antriebsmaschine kann dann mit dem ermittelten Wert der Stellgröße betrieben werden.

Die Vorrichtung ist eingerichtet, (während des Nutzbetriebs des Fahrzeugs) auf Basis des von der Ansteuer-Anordnung ermittelten Regler-Anteils zur

20 Ansteuerung der Antriebsmaschine zu bestimmen, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung (insbesondere bei der Vorsteuerung) der Antriebsmaschine vorliegt. Es kann somit während des Nutzbetriebs des Fahrzeugs auf Basis des Regler-Anteils erkannt werden, dass eine Fehlersituation bei der Vorsteuerung der Antriebsmaschine vorliegt.

25 Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, zu bestimmen, dass die Antriebsmaschine während eines Beobachtungszeitraums (durchgehend) in einem stationären Betrieb betrieben wurde. Der Beobachtungszeitraum kann z.B. eine Dauer von einer Sekunde oder mehr, insbesondere von 5 Sekunden oder mehr, aufweisen. Es

30 kann somit ein Beobachtungszeitraum erkannt werden, in dem die Antriebsmaschine im stationären Betrieb betrieben wird (sodass der Regler-Anteil

- 5 -

zumindest im zeitlichen Mittel Null sein sollte, wenn das von der Vorsteuerung verwendete Modell korrekt ist).

Die Vorrichtung kann ferner eingerichtet sein, zu erkennen, dass der Regler-Anteil, insbesondere im zeitlichen Mittel, während des Beobachtungszeitraums betraglich größer als ein vordefinierter Regler-Schwellenwert war. Es kann dann in effizienter und zuverlässiger Weise basierend darauf bestimmt werden, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung der Antriebsmaschine vorliegt.

10

Die Vorrichtung ist ferner eingerichtet, in Reaktion auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation zumindest eine Maßnahme in Bezug auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation und/oder in Bezug auf den elektrischen Antrieb zu bewirken. Als Maßnahme kann z.B. bewirkt werden, dass (über die Benutzerschnittstelle des Fahrzeugs) ein Hinweis an den Nutzer des Fahrzeugs dahingehend ausgegeben wird, dass das Fahrzeug gewartet werden sollte. Im Rahmen der Wartung kann dann eine Menge von Tests zur Überprüfung des elektrischen Antriebs durchgeführt werden.

20 Alternativ oder ergänzend kann als Maßnahmen bewirkt werden, dass direkt eine Menge, insbesondere eine Abfolge bzw. Sequenz, von Tests zur Überprüfung des elektrischen Antriebs, insbesondere zur Überprüfung des von der Vorsteuereinheit verwendeten Modells, durchgeführt werden (direkt von dem Fahrzeug). Die Menge von Tests kann darauf ausgelegt sein, Parameterwerte von ein oder mehreren Modellparametern des von der Vorsteuereinheit verwendeten Modells zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren. Die Menge von Tests kann in effizienter und komfortabler Weise während des Nutzbetriebs des Fahrzeugs durchgeführt werden.

30 Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, den Nutzer des Fahrzeugs über eine Benutzerschnittstelle (des Fahrzeugs) darüber zu informieren, dass (während des

- 6 -

Nutzbetriebs des Fahrzeugs) die Menge von Tests bewirkt wird. Ggf. kann der Nutzer aufgefordert werden, das Fahrzeug für die Durchführung der Menge von Tests in einen definierten Zustand, z.B. in den Stillstand, zu überführen.

Alternativ oder ergänzend kann während des Nutzbetriebs des Fahrzeugs erkannt werden, dass sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, der für die Durchführung der Menge von Tests geeignet ist (ohne, dass der Nutzer dazu aufgefordert wurde). So kann die Menge von Tests in besonders zuverlässiger Weise durchgeführt werden.

10 Alternativ oder ergänzend kann die Vorrichtung eingerichtet sein, auf Basis eines Ergebnisses der Menge von Tests zu bestimmen, dass eine Wartungssituation des Antriebs des Fahrzeugs vorliegt (z.B., wenn erkannt wird, dass die Vorsteuer-Fehlersituation auch durch eine Aktualisierung der Parameterwerte der ein oder mehreren Modellparameter nicht behoben werden kann). Der Nutzer des
15 Fahrzeugs kann dann über die Benutzerschnittstelle darüber informiert werden, dass eine Wartungssituation des Antriebs des Fahrzeugs vorliegt.

Es wird somit eine Vorrichtung beschrieben, die ausgebildet ist, während des Nutzbetriebs des Fahrzeugs eine Fehlersituation des Antriebs (insbesondere der
20 Vorsteuerung des Antriebs) zu erkennen, und in Reaktion darauf eine Menge von Tests zur Überprüfung des Antriebs durchzuführen, wobei es die Menge von Tests ggf. ermöglicht, die Fehlersituation in automatischer Weise zu beheben. So kann ein besonders komfortabler und zuverlässiger Betrieb eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs ermöglicht werden.

25

Wie bereits weiter oben dargelegt, kann die Vorrichtung eingerichtet sein, anhand der Menge von Tests Parameterwerte für die ein oder mehreren Modellparameter zu überprüfen und/oder ggf. zu aktualisieren. Die Vorsteuereinheit kann dann anschließend mit den ein oder mehreren aktualisierten Parameterwerten betrieben
30 werden. So kann die Zuverlässigkeit des elektrischen Antriebs weiter erhöht

werden.

Die Menge von Tests kann eine definierte Abfolge von Tests umfassen. Die Menge von Tests kann z.B. einen High Frequency Signal Injection, HFSI, Test umfassen. Alternativ oder ergänzend kann die Menge von Tests einen Fluss-Test umfassen, der insbesondere (direkt) nachfolgend zu dem HFSI Test bewirkt wird. Alternativ oder ergänzend kann die Menge von Tests einen Sensor-Test umfassen, der insbesondere (direkt) nachfolgend zu dem Fluss-Test bewirkt wird.

10 Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, im Rahmen des HFSI Tests einen Statorstrom mit einer (relativ hohen) Messfrequenz zu bewirken, und basierend auf dem injizierten Statorstrom einen Wert des Winkeloffsets θ_{off} des Winkelpositionssensors des Rotors der Antriebsmaschine zu ermitteln (und ggf. zu aktualisieren). Der HFSI Test kann optional im Stillstand des Fahrzeugs durchgeföhrt werden (z.B., wenn das Fahrzeug an einer roten Ampel steht). Die Messfrequenz kann um einen Faktor 2 oder mehr, oder 5 oder mehr, oder 10 oder mehr über der Betriebsfrequenz des Statorstroms liegen, die für den Betrieb der Antriebsmaschine verwendet wird. Die Betriebsfrequenz des Statorstroms kann dabei von der gewünschten Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder von der
15
20 gewünschten Drehzahl der Antriebsmaschine abhängen.

Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, im Rahmen des Fluss-Tests, den Statorstrom durch den Stator der Antriebsmaschine auf Null zu setzen, während die Antriebsmaschine eine von Null abweichende Drehzahl aufweist. Es kann dann ein Wert der Statorspannung an dem Stator der Antriebsmaschine erfasst werden, und es kann basierend auf dem Wert der Statorspannung der Wert des von dem Rotor der Antriebsmaschine bewirkten magnetischen Flusses Ψ_{PM} ermittelt und ggf. aktualisiert werden.

30 Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, im Rahmen des Sensor-Tests, den Statorstrom durch den Stator der Antriebsmaschine auf einen definierten

- 8 -

(konstanten) Wert ungleich Null zu setzen. Es kann dann ein Wert der Statorspannung an dem Stator der Antriebsmaschine erfasst werden. Basierend auf dem Wert der Statorspannung und basierend auf dem definierten Wert des Statorstroms kann dann der Wert eines Verstärkungsfaktors des Stromsensors zur Erfassung des Istwertes des Statorstroms ermittelt und ggf. aktualisiert werden.

Durch die o.g. Tests können die Parameterwerte von ein oder mehreren Modellparametern des Modells des Antriebs in effizienter und präziser Weise überprüft und ggf. aktualisiert werden, um die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation automatisch zu beheben.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein (Straßen-) Kraftfahrzeug (insbesondere ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen oder ein Bus oder ein Motorrad) beschrieben, das die in diesem Dokument beschriebene Vorrichtung umfasst.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zur Überwachung eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs beschrieben. Der Antrieb umfasst eine elektrische Antriebsmaschine und eine Ansteuer-Anordnung zur Ansteuerung der Antriebsmaschine. Die Ansteuer-Anordnung weist eine Vorsteuerung und eine Regelung (zur Einstellung einer Stellgröße, etwa der Statorspannung) auf.

Das Verfahren umfasst das Bestimmen, auf Basis des von der Ansteuer-Anordnung ermittelten Regler-Anteils zur Ansteuerung der Antriebsmaschine, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung (insbesondere bei der Vorsteuerung) der Antriebsmaschine vorliegt. Das Verfahren umfasst ferner das Bewirken, in Reaktion auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation, zumindest einer Maßnahme, insbesondere einer Menge von Tests, zur Überprüfung des elektrischen Antriebs.

In Abhängigkeit von einem Ergebnis der Menge von Tests können dann ein oder mehrere Maßnahmen bewirkt werden, insbesondere um die Vorsteuer-

Fehlersituation zu beheben. Beispielsweise können die Parameterwerte von ein oder mehreren Modellparametern des bei der Vorsteuerung verwendeten Modells auf Basis des Ergebnisses der Menge von Tests aktualisiert werden, um die Vorsteuer-Fehlersituation zu beheben.

5

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Software (SW) Programm beschrieben. Das SW Programm kann eingerichtet werden, um auf einem Prozessor (z.B. auf einem Steuergerät eines Fahrzeugs) ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

10

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Speichermedium beschrieben. Das Speichermedium kann ein SW Programm umfassen, welches eingerichtet ist, um auf einem Prozessor ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

15

Es ist zu beachten, dass die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme sowohl alleine, als auch in Kombination mit anderen in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen verwendet werden können. Des Weiteren können jegliche Aspekte der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale der Ansprüche in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden. Ferner sind in Klammern aufgeführte Merkmale als optionale Merkmale zu verstehen.

20

25

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Dabei zeigen

Figur 1 beispielhafte Komponenten eines Fahrzeugs;

Figur 2 eine beispielhafte Ansteuer-Anordnung zur Steuerung und/oder Regelung einer elektrischen Antriebsmaschine; und

30

Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Überwachung einer elektrischen Antriebsmaschine eines Fahrzeugs.

Wie eingangs dargelegt, befasst sich das vorliegende Dokument mit der effizienten und zuverlässigen Überwachung einer elektrischen Antriebsmaschine eines Kraftfahrzeugs. In diesem Zusammenhang zeigt Fig. 1 ein beispielhaftes Fahrzeug 100 mit einer elektrischen Antriebsmaschine 103, die eingerichtet ist, das Fahrzeug 100 anzutreiben. Das Fahrzeug 100 umfasst ferner eine (Steuer-) Vorrichtung 101, die eingerichtet ist, die Antriebsmaschine 103 anzusteuern, z.B. um zu bewirken, dass von der Antriebsmaschine 103 ein von dem Fahrer des Fahrzeugs 100 über das Fahrpedal (nicht dargestellt) des Fahrzeugs 100 angefordertes Antriebsmoment bereitgestellt wird.

Das Fahrzeug 100 umfasst ferner ein oder mehrere Sensoren 102, die eingerichtet sind, Sensordaten in Bezug auf die elektrische Antriebsmaschine 103, insbesondere in Bezug auf den Statorstrom des Stators der Antriebsmaschine 103, zu erfassen. Des Weiteren kann das Fahrzeug 100 eine Benutzerschnittstelle 104 zur Interaktion mit dem Fahrer des Fahrzeugs 100 umfassen.

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Ansteuer-Anordnung 200 zur Ansteuerung der Antriebsmaschine 103 (die z.B. Teil der Steuer-Vorrichtung 101 sein kann). Die Ansteuer-Anordnung 200 umfasst einen Regelkreis mit einem Regler 203 und mit einer Vorsteuereinheit 210. Es können Sollwerte 201 für ein oder mehrere Steuergrößen vorgegeben werden. Beispielsweise kann von dem Fahrer des Fahrzeugs 100 ein bestimmter Wert des zu stellenden Antriebsmoments vorgegeben werden, und es können basierend darauf Sollwerte 201 für die ein oder mehreren Steuergrößen (z.B. für den Statorstrom durch die ein oder mehreren Windungen des Stators der Antriebsmaschine 103) ermittelt werden.

Die Vorsteuereinheit 210 kann eingerichtet sein, auf Basis der Sollwerte 201 für die ein oder mehreren Steuergrößen Vorsteuerwerte 209 für ein oder mehreren Stellgrößen (z.B. für die Statorspannung an den ein oder mehreren Statorwindungen des Stators) zu ermitteln. Zu diesem Zweck kann von der

Vorsteuereinheit 210 ein Modell der Antriebsmaschine 103 verwendet werden, wobei das Modell ein oder mehrere Modellparameter aufweist. Die Parameterwerte der ein oder mehreren Modellparameter können im Vorfeld (z.B. im Rahmen eines End-of-Line (EOL) Tests) ermittelt werden.

5

Die Ansteuerung der Antriebsmaschine 103 kann im d-q-Koordinatensystem anhand des folgenden Modells erfolgen:

$$u_d = Ri_d + L_d \frac{di_d}{dt} - \omega_e \cdot L_q \cdot i_q$$

$$u_q = Ri_q + L_q \frac{di_q}{dt} + \omega_e (\Psi_{PM} + L_d \cdot i_d)$$

10

Dabei sind

- u_d und u_q die -Statorspannungen im d-q-Koordinatensystem (als Stellgrößen);
- i_q und i_d der Statorströme im d-q-Koordinatensystem (als Steuergrößen);
- L_q und L_d die Induktivitäten der Statorwicklungen im d-q-Koordinatensystem;
- R der ohmsche Widerstand der Statorwicklungen;
- ω_e die Winkelgeschwindigkeit des Rotors; und/oder
- Ψ_{PM} der von dem Rotor bewirkte magnetische Fluss.

20

Die Stromsteuerung der Antriebsmaschine 103 kann sich aus einem Regler-Anteil 204 und einem Vorsteuer-Anteil 209 zusammensetzen, sodass für die Statorspannungen u_d und u_q gilt:

25

$$u_d = u_{d_FF} + u_{d_PI}$$

$$u_q = u_{q_FF} + u_{q_PI}$$

wobei

- u_{d_FF} und u_{q_FF} die Vorsteuer-Anteile 209 der Statorspannungen sind;
- und

- u_{d_PI} und u_{q_PI} die Regler-Anteile 204 der Statorspannungen sind.

Die Vorsteuereinheit 210 kann einrichtet sein, auf Basis der Sollwerte 201 für die Statorströme i_q und i_d die Vorsteuer-Anteile 209 der Statorspannungen zu
 5 ermitteln. Dabei kann das o.g. Modell für die Antriebsmaschine 103 verwendet werden, z.B.

$$u_{d_FF} = Ri_d - \omega_e \cdot L_q \cdot i_q$$

$$u_{q_FF} = Ri_q + \omega_e \cdot (\Psi_{PM} + L_d \cdot i_d)$$

10

Die Regler-Anteile 204 können anhand eines Reglers 203, z.B. anhand eines PI-Reglers, aus dem Regelfehler 202 ermittelt werden, wobei der Regelfehler 202 der Differenz aus dem Sollwert 201 der ein oder mehreren Steuergrößen und dem Istwert 208 der ein oder mehreren Steuergrößen (z.B. der Statorströme) entspricht.
 15 Aus der Summe des jeweiligen Regler-Anteils 204 und des jeweiligen Vorsteuer-Anteils 209 ergeben sich dann die Werte 206 der ein oder mehreren Stellgrößen (z.B. der Statorspannungen). Diese werden durch das zu regelnde System 207 (d.h. durch die Antriebsmaschine 103) in die Istwerte 208 der ein oder mehreren Steuergrößen überführt.

20

Im stationären Betrieb der Antriebsmaschine 103, d.h. bei konstantem Sollwert 201 der ein oder mehreren Steuergrößen, sollte der Regler-Anteil 204 zumindest im zeitlichen Mittel über einen Beobachtungszeitraum null sein. Wenn sich andererseits im stationären Betrieb ein Regler-Anteil 204 ergibt, der systematisch
 25 von Null abweicht, so kann dies ein Hinweis auf eine Beeinträchtigung der elektrischen Antriebsmaschine 103 und/oder der Ansteuer-Anordnung 200 sein. Beispielhafte Beeinträchtigung sind

- eine Abweichung des Winkeloffsets θ_{off} des Winkelpositionssensors des Rotors von dem ursprünglich gemessenen Winkeloffset;

- ein ungenauer oder fehlerhafte Parameterwert eines Modellparameters des für die Vorsteuerung verwendeten Modells der Antriebsmaschine 103; und/oder
- eine Beeinträchtigung der Stromsensoren 102 zur Erfassung der Statorströme (z.B. eine Abweichung in Bezug auf einen von einem Stromsensor 102 verwendeten Verstärkungsfaktor).

Die (Steuer-) Vorrichtung 101 kann somit eingerichtet sein, auf Basis des Regler-Anteils 204 der Ansteuer-Anordnung 200 eine Vorsteuer-Fehlersituation zu detektieren, bei der der Vorsteuer-Anteil 209 der Ansteuer-Anordnung 200 einen systematischen Fehler aufweist (der ggf. durch den Regler-Anteil 204 kompensiert wird). In Reaktion darauf kann eine Menge von Tests bewirkt werden, um die Antriebsmaschine 103 zu überprüfen und um ggf. die Vorsteuer-Fehlersituation zu beheben.

Die Menge von Tests kann einen sogenannten HFSI (High Frequency Signal Injection) Test umfassen, bei dem ein Strom mit einer relativ hohen (Mess-) Frequenz in eine oder beide Achsen des d-q-Koordinatensystems injiziert wird. Basierend auf dem HFSI Test kann der korrekte Wert des Winkeloffsets ω_e des Winkelpositionssensors des Rotors ermittelt werden. Der HFSI Test kann durchgeführt werden, wenn sich die Antriebsmaschine 103 in einem stationären Betriebszustand, insbesondere bei Stillstand des Fahrzeugs 100, befindet. Zu diesem Zweck kann z.B. zur Durchführung des HFSI Tests abgewartet werden, dass das Fahrzeug 100 zum Stillstand kommt (etwa an einer roten Ampel).

Es kann somit in einem ersten Test der korrekte Wert des Winkeloffsets θ_{off} des Winkelpositionssensors des Rotors ermittelt werden. Dieser Wert kann dann in das Modell für die Antriebsmaschine 103 übernommen werden. Insbesondere kann die Transformation von ein oder mehreren Modellparametern und/oder von ein oder mehreren (Spannungs- und/oder Strom-) Signalen (etwa der

Statorspannung und/oder des Statorstroms) in das d-q-Koordinatensystem auf Basis des korrekten Wertes des Winkeloffsets θ_{off} durchgeführt werden.

In einem weiteren (nachfolgenden) Test kann der magnetische Fluss Ψ_{PM} des Rotors ermittelt werden. Zu diesem Zweck können die Statorströme i_q und i_d auf Null gesetzt und/oder unterbrochen werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Inverter zur Erzeugung der Statorströme in einen sogenannten „Freewheeling“-Zustand überführt wird.

Es können dann die sich dabei ergebenden Statorspannungen gemessen werden, um basierend auf

$$u_q = \omega_e \Psi_{PM}$$

den magnetischen Fluss Ψ_{PM} zu ermitteln. Wenn sich eine Abweichung zu dem gespeicherten Wert des magnetischen Flusses ergibt, so kann der korrigierte Wert des magnetischen Flusses in das Modell der Antriebsmaschine 103 aufgenommen werden.

In einem weiteren (nachfolgenden) Test kann überprüft werden, ob die Stromsensoren 102 zur Messung des Istwertes 208 der Statorströme beeinträchtigt sind (z.B. einen geänderten Verstärkungswert bzw. Verstärkungsfaktor aufweisen). Zu diesem Zweck können die Statorströme jeweils auf einen definierten Wert eingestellt werden (bei Stillstand oder bei einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit). Es können dann die Werte der Statorspannungen ermittelt, insbesondere gemessen oder auf Basis eines Modells geschätzt, werden. Bei konstanten Strömen ergibt sich

$$u_d = R i_d - \omega_e \cdot L_q \cdot i_q$$

$$u_q = R i_q + \omega_e (\Psi_{PM} + L_d \cdot i_d)$$

Wenn angenommen wird, dass sich die Parameter der elektrischen Antriebsmaschine 103 R , L_q und L_d nicht verändert haben, so können auf Basis

der o.g. Gleichungen Verstärkungsfaktoren für die Stromsensoren 102 zur Messung der Ströme i_q und i_d ermittelt und aktualisiert werden.

Die Menge von Tests kann somit dazu verwendet werden, die Kalibrierung der Parameterwerte von ein oder mehreren Modellparametern des Modells für die Vorsteuerung der elektrischen Maschine 103 zu aktualisieren. So kann die Güte der Ansteuerung der elektrischen Maschine 103 erhöht werden.

Wenn sich aus der Menge von Tests ergibt, dass keine Aktualisierung der Parameterwerte möglich ist, so kann ggf. über die Benutzerschnittstelle 104 ein Hinweis an den Fahrer des Fahrzeugs 100 ausgegeben werden, um den Fahrer zu veranlassen, das Fahrzeug 100 zu einer Wertstatt zu fahren.

Die Menge von Tests kann während des Betriebs des Fahrzeugs 100 durchgeführt werden. Dabei kann der Fahrer ggf. über die Benutzerschnittstelle 104 darauf hingewiesen werden, dass eine Menge von Tests durchgeführt wird. Ggf. kann der Fahrer aufgefordert werden, das Fahrzeug 100 für die Durchführung der Menge von Tests in einen definierten Zustand (z.B. Stillstand) zu überführen. So kann eine komfortable und sichere Überprüfung der Ansteuerung der elektrischen Antriebsmaschine 103 ermöglicht werden.

Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines (ggf. Computer-implementierten) Verfahrens 300 zur Überwachung eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs 100. Der Antrieb umfasst eine elektrische Antriebsmaschine 103 und eine Ansteuer-Anordnung 200 zur Ansteuerung der Antriebsmaschine 200. Dabei weist die Ansteuer-Anordnung 200 eine Vorsteuerung und eine Regelung auf. Insbesondere kann die Ansteuer-Anordnung 200 eine Vorsteuereinheit 210 umfassen, die eingerichtet ist, (auf Basis des Sollwertes 201 einer Steuergröße, etwa des Statorstroms) einen Vorsteuer-Anteil 209 des Wertes 206 der Stellgröße (etwa der Statorspannung) zu ermitteln. Des Weiteren kann die Ansteuer-Anordnung 200 einen Regler 203 umfassen, der eingerichtet ist, auf Basis des

Sollwertes 201 und auf Basis des gemessenen Istwertes 208 der Steuergröße einen Regler-Anteil 204 des Wertes 206 der Stellgröße zu ermitteln.

Das Verfahren 300 umfasst das Bestimmen 301, auf Basis des von der Ansteuer-
5 Anordnung 200 ermittelten Regler-Anteils 204 zur Ansteuerung der
Antriebsmaschine 200, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung
(insbesondere bei der Vorsteuerung) der Antriebsmaschine 200 vorliegt. Mit
anderen Worten, der Regler-Anteil 204 kann analysiert werden, um zu erkennen,
dass die Vorsteuerung der Antriebsmaschine 200 fehlerhaft ist. Zu diesem Zweck
10 kann der (ggf. kumulierte) Regler-Anteil 204 während eines
Beobachtungszeitraums ermittelt werden, in dem sich die Antriebsmaschine 200
(durchgehend) in einem stationären Zustand befunden hat. Bei einer fehlerfreien
Vorsteuerung sollte der Regel-Anteil 204 während des Beobachtungszeitraums
(zumindest im zeitlichen Mittel) Null sein. Ein von Null abweichender Regler-
15 Anteil 204 ist ein Hinweis auf eine fehlerhafte Vorsteuerung, d.h. auf eine
Vorsteuer-Fehlersituation.

Das Verfahren 300 umfasst ferner das Bewirken 302, in Reaktion auf die erkannte
Vorsteuer-Fehlersituation, zumindest einer Maßnahme zur Überprüfung des
20 elektrischen Antriebs. Insbesondere kann als Maßnahme eine Menge von Tests
zur Überprüfung des elektrischen Antriebs bewirkt werden. Dabei kann
insbesondere eine Abfolge von Tests, etwa ein HSFI Test, gefolgt von einem
Fluss-Test und ggf. gefolgt durch einen Sensor-Test, durchgeführt werden. Auf
Basis der Menge von Tests können die Parameterwerte von ein oder mehreren
25 Modellparametern der Vorsteuereinheit 210 überprüft und ggf. aktualisiert
werden, um die Vorsteuer-Fehlersituation zu beheben. Wenn die Vorsteuer-
Fehlersituation behoben werden kann, kann der elektrische Antrieb direkt
weiterbetrieben werden. Andererseits kann der Fahrer des Fahrzeugs 100
aufgefordert werden, das Fahrzeug 100 warten zu lassen.

Durch die in diesem Dokument beschriebenen Maßnahmen wird eine komfortable, effiziente und zuverlässige Diagnose eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs 100 ermöglicht.

- 5 Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere ist zu beachten, dass die Beschreibung und die Figuren nur beispielhaft das Prinzip der vorgeschlagenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme veranschaulichen sollen.

Ansprüche

- 1) Vorrichtung (101) zur Überwachung eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs (100); wobei der Antrieb eine elektrische Antriebsmaschine (103) und eine Ansteuer-Anordnung (200) zur Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) umfasst; wobei die Ansteuer-Anordnung (200) eine Vorsteuerung und eine Regelung aufweist; wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- auf Basis eines von der Ansteuer-Anordnung (200) ermittelten Regler-Anteils (204) zur Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) zu bestimmen, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) vorliegt; und
 - in Reaktion auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation zumindest eine Maßnahme in Bezug auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation zu bewirken.
- 2) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- zu bestimmen, dass
 - die Antriebsmaschine (103) während eines Beobachtungszeitraums in einem stationären Betrieb betrieben wurde; und
 - der Regler-Anteil (204), insbesondere im zeitlichen Mittel, während des Beobachtungszeitraums betraglich größer als ein Regler-Schwellenwert war; und
 - basierend darauf zu bestimmen, dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) vorliegt.
- 3) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- 19 -

- die Ansteuer-Anordnung (200) eine Vorsteuereinheit (210) zur Ermittlung eines Vorsteuer-Anteils (209) zur Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) umfasst;
 - die Vorsteuereinheit (210) zur Ermittlung des Vorsteuer-Anteils (209) ein Modell des Antriebs mit ein oder mehreren Modellparametern verwendet; und
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, anhand der Menge von Tests Parameterwerte für die ein oder mehreren Modellparameter zu überprüfen und/oder zu aktualisieren.
- 10
- 4) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 3, wobei die ein oder mehreren Modellparameter umfassen,
- einen Winkeloffset θ_{off} eines Winkelpositionssensors eines Rotors der Antriebsmaschine (103);
 - einen von dem Rotor bewirkten magnetischen Fluss Ψ_{PM} ; und/oder
 - einen Verstärkungsfaktor eines Stromsensors zur Erfassung eines Istwertes (208) eines Statorstroms der Antriebsmaschine (103).
- 15
- 5) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Maßnahme umfasst,
- die Ausgabe eines Hinweises an einen Nutzer des Fahrzeugs (100); und/oder
 - das Bewirken einer Menge von Tests zur Überprüfung des elektrischen Antriebs.
- 20
- 6) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 5, wobei
- die Menge von Tests einen High Frequency Signal Injection, HFSI, Test umfasst; und
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, im Rahmen des HFSI Tests einen Statorstrom mit einer Messfrequenz zu bewirken, und basierend
- 25
- 30

- 20 -

auf dem injizierten Statorstrom einen Wert eines Winkeloffsets θ_{off} eines Winkelpositionssensors eines Rotors der Antriebsmaschine (103) zu ermitteln.

- 5 7) Vorrichtung (101) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 6, wobei
- die Menge von Tests einen Fluss-Test umfasst, der insbesondere nachfolgend zu einem HFSI Test bewirkt wird; und
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, im Rahmen des Fluss-Tests,
 - einen Statorstrom durch einen Stator der Antriebsmaschine
 - 10 (103) auf Null zu setzen, während die Antriebsmaschine (103) eine von Null abweichende Drehzahl aufweist;
 - einen Wert einer Statorspannung an dem Stator der Antriebsmaschine (103) zu ermitteln; und
 - basierend auf dem Wert der Statorspannung einen Wert eines
 - 15 von einem Rotor der Antriebsmaschine (103) bewirkten magnetischen Flusses Ψ_{PM} zu ermitteln.
- 8) Vorrichtung (101) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei
- die Menge von Tests einen Sensor-Test umfasst, der insbesondere
 - 20 nachfolgend zu einem Fluss-Test bewirkt wird; und
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, im Rahmen des Sensor-Tests,
 - einen Statorstrom durch einen Stator der Antriebsmaschine
 - (103) auf einen definierten Wert ungleich Null zu setzen;
 - einen Wert einer Statorspannung an dem Stator der
 - 25 Antriebsmaschine (103) zu ermitteln; und
 - basierend auf dem Wert der Statorspannung und basierend auf dem definierten Wert des Statorstroms einen Wert eines Verstärkungsfaktors eines Stromsensors zur Erfassung eines Istwertes (208) des Statorstroms zu ermitteln.

30

- 9) Vorrichtung (101) gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei
- die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, die Menge von Tests während eines Nutzbetriebs des Fahrzeugs (100) zu bewirken; und/oder
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, einen Nutzer des Fahrzeugs (100) über eine Benutzerschnittstelle (104)
 - darüber zu informieren, dass die Menge von Tests bewirkt wird; und/oder
 - aufzufordern, das Fahrzeug (100) für die Durchführung der Menge von Tests in einen definierten Zustand, z.B. in den Stillstand, zu überführen; und/oder
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
 - auf Basis eines Ergebnisses der Menge von Tests zu bestimmen, dass eine Wartungssituation des Antriebs des Fahrzeugs (100) vorliegt; und
 - in Reaktion auf das Bestimmen einen Nutzer des Fahrzeugs (100) über eine Benutzerschnittstelle (104) darüber zu informieren, dass eine Wartungssituation des Antriebs des Fahrzeugs (100) vorliegt.
- 10) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Ansteuer-Anordnung (200) eine Vorsteuereinheit (210) zur Ermittlung eines Vorsteuer-Anteils (209) eines Wertes (206) einer Statorspannung für einen Stator der Antriebsmaschine (103) umfasst; und
 - die Ansteuer-Anordnung (200) einen Regler (203) umfasst, der eingerichtet ist, auf Basis eines Regelfehlers (202) zwischen einem Istwert (208) eines Statorstroms des Stators der Antriebsmaschine (103) und einem Sollwert (201) des Statorstroms den Regler-Anteil (204) des Wertes (206) der Statorspannung für den Stator der Antriebsmaschine (103) zu ermitteln.

- 11) Verfahren (300) zur Überwachung eines elektrischen Antriebs eines Kraftfahrzeugs (100); wobei der Antrieb eine elektrische Antriebsmaschine (103) und eine Ansteuer-Anordnung (200) zur Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) umfasst; wobei die Ansteuer-Anordnung (200) eine Vorsteuerung und eine Regelung aufweist; wobei das Verfahren (300) umfasst,
- Bestimmen (301), auf Basis eines von der Ansteuer-Anordnung (200) ermittelten Regler-Anteils (204) zur Ansteuerung der Antriebsmaschine (200), dass eine Vorsteuer-Fehlersituation bei der Ansteuerung der Antriebsmaschine (200) vorliegt; und
 - Bewirken (302), in Reaktion auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation, zumindest einer Maßnahme in Bezug auf die erkannte Vorsteuer-Fehlersituation.

Zeichnungen

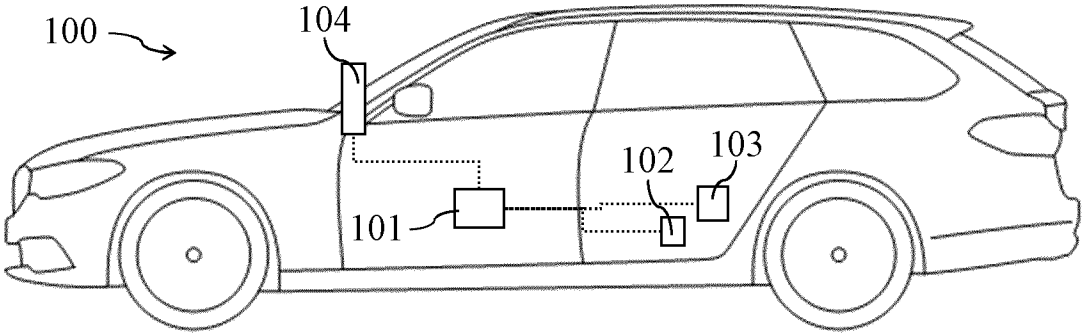


Fig. 1

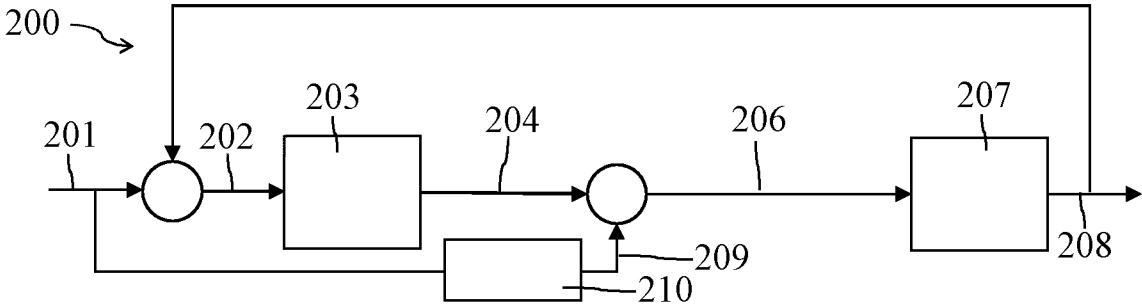


Fig. 2

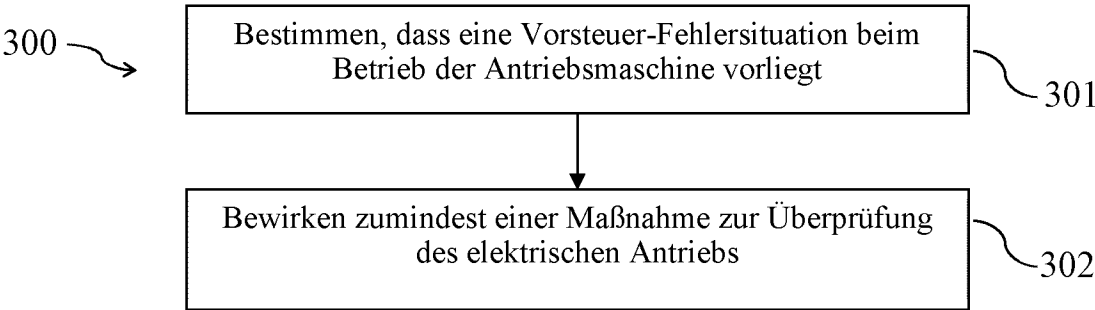


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/068308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60L 3/00**(2019.01)i; **B60L 15/20**(2006.01)i

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

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015185288 A1 (BURKE RICHARD THOMAS [GB]) 02 July 2015 (2015-07-02) abstract; figures 1-5	1-11
Y	DE 102017207536 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 08 November 2018 (2018-11-08) abstract; figure 2	1-11
Y	WO 03001653 A1 (ECICM B V [NL]; DE VRIES THEODORUS JACOBUS ADR [NL] ET AL.) 03 January 2003 (2003-01-03) abstract; figure 2	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

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

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

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 September 2023

Date of mailing of the international search report

09 October 2023

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

Arias Pérez, Jagoba

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/068308

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015185288	A1	02 July 2015	CN	104380595	A	25 February 2015
				CN	108429510	A	21 August 2018
				EP	2862270	A2	22 April 2015
				GB	2503217	A	25 December 2013
				US	2015185288	A1	02 July 2015
				WO	2013190429	A2	27 December 2013
DE	102017207536	A1	08 November 2018	NONE			
WO	03001653	A1	03 January 2003	EP	1400005	A1	24 March 2004
				NL	1018387	C2	07 January 2003
				US	2004207346	A1	21 October 2004
				WO	03001653	A1	03 January 2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L3/00 B60L15/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/185288 A1 (BURKE RICHARD THOMAS [GB]) 2. Juli 2015 (2015-07-02) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 -----	1-11
Y	DE 10 2017 207536 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 8. November 2018 (2018-11-08) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1-11
Y	WO 03/001653 A1 (ECICM B V [NL]; DE VRIES THEODORUS JACOBUS ADR [NL] ET AL.) 3. Januar 2003 (2003-01-03) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1-11
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. September 2023		09/10/2023
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 Arias Pérez, Jagoba

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/068308

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015185288 A1	02-07-2015	CN 104380595 A	25-02-2015
		CN 108429510 A	21-08-2018
		EP 2862270 A2	22-04-2015
		GB 2503217 A	25-12-2013
		US 2015185288 A1	02-07-2015
		WO 2013190429 A2	27-12-2013

DE 102017207536 A1	08-11-2018	KEINE	

WO 03001653 A1	03-01-2003	EP 1400005 A1	24-03-2004
		NL 1018387 C2	07-01-2003
		US 2004207346 A1	21-10-2004
		WO 03001653 A1	03-01-2003
