

(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
9. Januar 2014 (09.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/005752 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H03K 17/18 (2006.01) **G01R 31/40** (2006.01)
H03K 17/0814 (2006.01) **H02H 7/08** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/060070

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Mai 2013 (15.05.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 211 577.3 4. Juli 2012 (04.07.2012) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **SCHULZE-ICKING-KONERT, Georg**;
Hindenburgstr. 83, 77830 Buehlertal (DE). **RUMMEL, Michael**;
Wagshurster Str. 23, 77855 Achern-Oensbach (DE). **FORSCHT, Michael**;
Im See 11, 77767 Appenweiler (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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER OUTPUT STAGE, METHOD FOR OPERATION

(54) Bezeichnung : LEISTUNGSENDSTUFE, VERFAHREN ZUM BETREIBEN

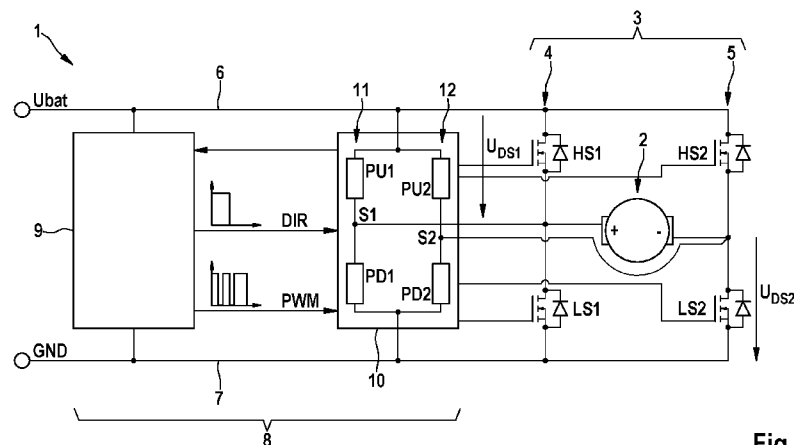


Fig.

(57) Abstract: The invention relates to a power output stage (1), in particular for a controller of an electrical machine (2) for a motor vehicle, comprising at least one control unit (8) and comprising at least four semiconductor switches (HS1, HS2, LS1, LS2) which can be individually actuated by the control unit (8) and which are connected to at least two half-bridges (4, 5) for operating the electrical machine (2) in order to form a bridge circuit (3), and are connected to a supply line (6) and an earth line (7) of the power output stage (1). Provision is made for the control unit (8) to have a controllable first pull-up apparatus (PU1) and a controllable first pull-down apparatus (PD1) for a first of the half-bridges (4) and a controllable second pull-up apparatus (PU2) and a controllable second pull-down apparatus (PD2) for a second of the half-bridges (5), the control unit (8) actuating the semiconductor switches (HS1, HS2, LS1, LS2), the pull-up apparatuses (PU1, PU2) and the pull-down apparatuses (PD1, PD2) in a short-circuit test mode in order to detect a short-circuit current.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/005752 A1



-
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Die Erfindung betrifft eine Leistungsendstufe (1), insbesondere für ein Steuergerät einer elektrischen Maschine (2) für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einer Steuereinheit (8) und mit wenigstens vier durch die Steuereinheit (8) einzeln ansteuerbaren Halbleiterschaltern (HS1,HS2,LS1,LS2), die zu einer Brückenschaltung (3) mit mindestens zwei Halbbrücken (4,5) zum Betreiben der elektrischen Maschine (2) zusammengeschaltet und mit einer Versorgungsleitung (6) und einer Masseleitung (7) der Leistungsendstufe (1) verbunden sind. Es ist vorgesehen, dass die Steuereinheit (8) eine steuerbare erste Pull-Up-Vorrichtung (PU1) und eine steuerbare erste Pull-Down-Vorrichtung (PD1) für eine erste der Halbbrücken (4) und eine steuerbare zweite Pull-Up-Vorrichtung (PU2) und eine steuerbare zweite Pull-Down-Vorrichtung (PD2) für eine zweite der Halbbrücken (5) aufweist, wobei die Steuereinheit (8) in einem Kurzschlussbetrieb die Halbleiterschalter (HS1,HS2,LS1,LS2), die Pull-Up-Vorrichtungen (PU1,PU2) und die Pull-Down-Vorrichtungen (PD1,PD2) zum Erfassen eines Kurzschlussstroms ansteuert.

5 Leistungsendstufe, Verfahren zum Betreiben

Die Erfindung betrifft eine Leistungsendstufe, insbesondere für ein Steuergerät einer elektrischen Maschine eines Kraftfahrzeug, mit wenigstens einer Steuereinheit und mit wenigstens vier durch die Steuereinheit einzeln
10 ansteuerbaren Halbleiterschaltern, die zu einer Brückenschaltung mit mindestens zwei Halbbrücken zum Betreiben einer elektrischen Maschine zusammenschaltet und mit einer Versorgungsleitung und einer Masseleitung der Leistungsendstufe verbunden sind.

15 Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Leistungsendstufe.

Stand der Technik

20 Leistungsendstufen sowie Verfahren zum Betreiben dieser sind aus dem Stand der Technik bekannt. Zum Antreiben von elektrischen Maschinen werden häufig sogenannte getaktete Endstufen beziehungsweise Leistungsendstufen verwendet, die mittels in Brückenschaltung verschalteten Halbleiterschaltern die elektrische Maschine ansteuern. Durch getaktetes, einzelnes Ansteuern der
25 Halbleiterschalter kann eine konstante Versorgungsgleichspannung in eine variable Betriebsgleichspannung für die elektrische Maschine gewandelt werden. Häufig werden dabei als Halbleiterschalter sogenannte MOSFET-Schalter verwendet. Um die elektrische Maschine sowie die Leistungsendstufe vor Beschädigungen zu schützen, ist in der Regel eine Kurzschlusserkennung in die
30 Leistungsendstufe vorrichtungstechnisch und/oder verfahrenstechnisch implementiert. Die Kurzschlusserkennung bei diskreten MOSFET-Schaltern erfolgt im Allgemeinen durch eine Drain-Source-Spannungsmessung in der die Halbleiterschalter steuernden Steuereinheit. Dabei werden beispielsweise ein hochspannungsseitiger Halbleiterschalter einer ersten Brücke und ein
35 niederspannungsseitiger Halbleiterschalter einer zweiten Brücke eingeschaltet und der Spannungsabfall über den jeweiligen Halbleiterschalter erfasst und mit

5 einem Sollwert verglichen. Liegt die erfasste Spannung nicht in dem erwarteten Bereich, kann die Steuereinheit darauf reagieren und beispielsweise die Leistungsendstufe deaktivieren. Nachteilig hierbei ist, dass diese Form der Kurzschlusserkennung nur bei einer bestromten Leistungsendstufe durchführbar ist. Darüber hinaus hängt die zu messende Drain-Source-Spannung stark von dem Einschaltwiderstand des jeweiligen Halbleiterschalters sowie des Kurzschlussstroms ab. Aus der Offenlegungsschrift JP 2005 067 380 A sind darüber hinaus eine Vorrichtung sowie ein Verfahren bekannt, welche eine Kurzschlusserkennung einer Brückenschaltung, die als H-Brücke ausgebildet ist, ermöglichen, ohne dass die elektrische Maschine angetrieben werden muss.

Offenbarung der Erfindung

15 Die erfindungsgemäße Leistungsendstufe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass eine Kurzschlusserkennung auch ohne Inbetriebnahme der elektrischen Maschine und auf einfache und kostengünstige Art und Weise durchführbar ist. Die erfindungsgemäße Leistungsendstufe sieht dazu vor, dass die Steuereinheit eine steuerbare erste Pull-Up-Vorrichtung und eine steuerbare erste Pull-Down-Vorrichtung für eine erste der Halbbrücken und eine steuerbare zweite Pull-Up-Vorrichtung und eine steuerbare zweite Pull-Down-Vorrichtung für eine zweite der Halbbrücken aufweist, wobei die Steuereinheit in einem Kurzschlussbetrieb die Halbleiterschalter, die Pull-Up-Vorrichtungen und die Pull-Down-Vorrichtungen zum Erfassen eines Kurzschlussstroms ansteuert. Die Leistungsendstufe zeichnet sich somit durch Pull-Up- und Pull-Down-Vorrichtungen aus, die dazu benutzt werden können, die jeweilige Halbbrücke auf das Spannungsniveau der Versorgungsleitung oder auf das Spannungsniveau der Masseleitung zu ziehen. Durch entsprechendes Betätigen der Halbleiterschalter sowie der Pull-Up- und Pull-Down-Vorrichtungen lässt sich somit auch bei ausgeschalteter elektrischer Maschine die Leistungsendstufe auf einen möglichen Kurzschluss prüfen. Insbesondere kann hierdurch ein Kurzschluss auch bei unbestromter Leistungsendstufe erfasst werden (sogenannte Offline-Diagnose). Die erste Pull-Up-Vorrichtung und die erste Pull-Down-Vorrichtung sind zweckmäßigerweise in Reihe zwischen der Versorgungsleitung und der Masseleitung und parallel zu der zweiten Pull-Up-Vorrichtung und der zweiten Pull-Down-Vorrichtung, die ebenfalls in Reihe zueinander geschaltet sind, geschaltet/angeordnet. Dabei ist vorzugsweise

jeweils eine Verbindungsleitung vorgesehen, die zwischen den jeweiligen Pull-Up- und Pull-Down-Vorrichtungen abzweigt und mit jeweils einer der Halbbrücken verbunden ist.

5 Vorzugsweise ist die Brückenschaltung als H-Brücke, als B6-Brücke oder als 2H-Brücke ausgebildet und weist eine entsprechende Anzahl von Halbbrücken, wie oben beschrieben, auf. Entsprechend der Anzahl der Halbbrücken ist zweckmäßigerweise auch die Anzahl der Pull-Vorrichtungen gewählt, wobei eine Pull-Vorrichtung jeweils eine Pull-Up-Vorrichtung und eine Pull-Down-
10 Vorrichtung, wie zuvor beschrieben, aufweist.

Gemäß einer vorteilhaftern Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Pull-Up-Vorrichtungen als Pull-Up-Widerstände, insbesondere hochohmig, und die Pull-Down-Vorrichtungen als Pull-Down-Widerstände, insbesondere
15 hochohmig, ausgebildet sind. Dadurch wird erreicht, dass bei einem möglichen Kurzschluss nur ein geringer Kurzschlussstrom fließt und die Kurzschlusserkennung nicht mehr von dem Einschaltwiderstand der Halbleiterschalter abhängig ist. Darüber hinaus wird durch den geringen Kurzschlussstrom sicher eine Beschädigung der Leistungsendstufe verhindert.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der oben beschriebenen Leistungsendstufe zeichnet sich durch folgende Schritte aus:

- a) Die Pull-Down-Vorrichtungen werden eingeschaltet und eine
25 Ausgangsspannung der jeweiligen Halbbrücke erfasst und mit einem ersten Sollwert verglichen.
- b) Die hochspannungsseitigen Halbleiterschalter der Halbbrücken werden nacheinander zusätzlich zu Schritt a) aktiviert und die Ausgangsspannung
30 der jeweiligen Halbbrücke erfasst und mit einem zweiten Sollwert verglichen.
- c) Die Pull-Up-Vorrichtungen werden eingeschaltet und die Ausgangsspannungen der Halbbrücken erfasst und mit dem zweiten Sollwert
35 verglichen.

d) Die niederspannungsseitigen Halbleiterschalter der Halbbrücken werden nacheinander zusätzlich zu Schritt c) aktiviert und die jeweilige Ausgangsspannung der Halbbrücken erfasst und mit dem ersten Sollwert verglichen.

5

Entsprechen die erfassten Ausgangsspannungen jeweils dem ersten beziehungsweise zweiten Sollwert, so liegt kein Kurzschluss vor und die Leistungsendstufe kann in Betrieb genommen werden. Andernfalls wird bevorzugt eine Inbetriebnahme verweigert.

10

Vorzugsweise wird als erster Sollwert die Spannung der Masseleitung für den Vergleich verwendet. Als zweiter Sollwert wird vorzugsweise die Spannung in der Versorgungsleitung für die Erfassung beziehungsweise Bestimmung eines Kurzschlussstroms verwendet. Im Schritt a) wird erwartet, dass die Ausgangsspannungen jeweils der Massespannung entsprechen. Werden gemäß Schritt b) die hochspannungsseitigen Halbleiterschalter zusätzlich aktiviert, wird erwartet, dass die jeweilige Ausgangsspannung der Versorgungsspannung entspricht, sofern keine Unterbrechung in einer der Versorgungsleitungen (open-load) oder in der Verbindung zur elektrischen Maschine vorliegt. In Schritt c) wird erwartet, dass die Ausgangsspannungen der Versorgungsspannung entsprechen und in Schritt d) der Spannung der Masseleitung, insbesondere sofern keine Unterbrechung in einer der Anschlussleitungen oder in der Verbindung zur elektrischen Maschine vorliegt (open-load).

15

20

25

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die einzelnen Schritte a) bis d) jeweils durchgeführt werden, ausgehend von einer Ausgangssituation, bei welcher sämtliche Pull-Vorrichtungen und Halbleiterschalter deaktiviert sind. Vorzugsweise werden die Schritte a) und b) durchgeführt, während die Pull-Up-Vorrichtungen und die niederohmigen Halbleiterschalter deaktiviert sind. Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass die Schritte c) und d) durchgeführt werden, während die Pull-Down-Vorrichtungen und die hochspannungsseitigen Halbleiterschalter deaktiviert sind.

30

35

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schritte a) und b) oder die Schritte c) und d) zuerst durchgeführt werden, so dass zuerst die Schritte a) und b) und anschließend die Schritte c) und d) oder zuerst

die Schritte c) und d) und anschließend die Schritte a) und b) durchgeführt werden. Natürlich ist aber auch eine beliebige andere Reihenfolge der Schritte a) bis d) möglich, wobei für die Schritte b) und d) vorausgesetzt wird, dass gemäß der Schritte a) beziehungsweise b) zuvor die Pull-Down-Vorrichtungen beziehungsweise die Pull-Up-Vorrichtungen eingeschaltet/aktiviert wurden.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigt die einzige

Figur eine vereinfachte Darstellung einer Leistungsendstufe.

Die Figur zeigt in einer vereinfachten Darstellung ein Schaltbild einer Leistungsendstufe 1, die zum Antreiben einer elektrischen Maschine 2 ausgebildet ist. Hierzu weist die Leistungsendstufe 1 eine Brückenschaltung 3 auf, die vorliegend als H-Brückenschaltung ausgebildet ist und entsprechend zwei Halbbrücken 4 und 5 aufweist. Die Halbbrücken 4 und 5 sind zwischen einer Versorgungsleitung 6, die mit einer Energiequelle verbunden/verbindbar ist und somit eine Spannung U_{bat} aufweist, und einer Masseleitung 7 geschaltet. Jede der Halbbrücken 4 weist zwei Halbleiterschalter HS1 und LS1 beziehungsweise HS2 und LS2 auf, von denen jeweils einer als hochspannungsseitiger Halbleiterschalter HS1, HS2 und der andere als niederspannungsseitiger Halbleiterschalter LS1, LS2 vorgesehen ist. Die Halbleiterschalter HS1, HS2, LS1, LS2 sind jeweils als MOSFET-Schaltelemente ausgebildet und mit einer Steuereinheit 8 verbunden, die die Halbleiterschalter HS1, HS2, LS1, LS2 zum Betreiben der elektrischen Maschine 2 getaktet mittels Pulsweitenmodulation PWM und in Abhängigkeit einer Drehrichtungsvorgabe DIR ansteuert.

Die Steuereinheit 8 weist einen Mikroprozessor 9 sowie eine Brückenkontrollvorrichtung 10 auf, wobei die Brückenkontrollvorrichtung 10 die Halbleiterschalter HS1, HS2, LS1 und LS2 ansteuert und die entsprechenden Befehle dazu von dem Mikroprozessor 9 erhält.

Die Brückenkontrollvorrichtung 10 weist zwei Pull-Vorrichtungen 11 und 12 auf. Die Pull-Vorrichtungen 11 und 12 dienen zur Kurzschlussstromerkennung in dem Leistungsmodul 1. Die erste Pull-Vorrichtung 11 weist eine erste Pull-Up-Vorrichtung PU1 sowie eine erste Pull-Down-Vorrichtung PD1 auf, die in Reihe

5 zueinander geschaltet sind und jeweils als schaltbarer Pull-Widerstand
ausgebildet sind. Die zweite Pull-Vorrichtung 12 weist entsprechend eine zweite
Pull-Up-Vorrichtung PU2 sowie eine zweite Pull-Down-Vorrichtung PD2 auf, die
ebenfalls in Reihe geschaltet und als schaltbare Pull-Widerstände ausgebildet
10 sind. Die Pull-Vorrichtungen 11 und 12 sind parallel zueinander und zwischen der
Versorgungsleitung 6 und der Masseleitung 7 geschaltet. Jede der Pull-
Vorrichtungen 11 und 12 weist darüber hinaus einen Sensoranschluss S1, S2
auf, der jeweils zwischen der entsprechenden Pull-Up-Vorrichtung PU1, PU2 und
der entsprechenden Pull-Down-Vorrichtung PD1 und PD2 geschaltet und über
15 eine Verbindungsleitung mit der Brückenschaltung 3 verbunden ist. Dabei ist der
Sensoranschluss S1 mit der Halbbrücke 4, der Sensoranschluss 2 mit der
Halbbrücke 5 verbunden, so dass an den Sensoranschlüssen S1
beziehungsweise S2 die Ausgangsspannungen der Halbbrücken 4
beziehungsweise 5 anliegen.

20 Zum Erfassen eines Kurzschlussstroms oder einer Unterbrechung einer der
Versorgungsleitungen oder einer Verbindungsleitung zur elektrischen Maschine 2
(open-load-detection) wird nunmehr wie folgt vorgegangen:

25 Die Steuereinheit 8 steuert die Halbleiterschalter HS1, HS2, LS1, LS2 sowie die
Pull-Vorrichtungen 11 und 12 derart an, dass die Ausgangsspannungen der
Halbbrücken 4 und 5 mit vorgebbaren Soll-Werten verglichen werden, um einen
Kurzschlussstrom zu bestimmen. Dazu werden vier unterschiedliche Zustände
ausgehend von einem insgesamt deaktivierten Zustand eingestellt:

- 30 a) Zunächst werden die Pull-Down-Vorrichtungen PD1 und PD2 aktiviert,
während die übrigen Elemente deaktiviert sind. Mittels der Sensoranschlüsse
S1 und S2 werden die Ausgangsspannungen der Halbbrücken 4 und 5
erfasst und mit einem ersten Soll-Wert, der dem Potential GND auf der
35 Masseleitung 7 entspricht, verglichen. Stimmen die Ausgangsspannungen mit
dem ersten Soll-Wert überein, so liegt kein Kurzschluss vor. Weichen die
Ausgangsspannungen von dem ersten Soll-Wert ab, wird ein Kurzschluss
detektiert und die Leistungsendstufe 1 deaktiviert beziehungsweise eine
Aktivierung unterbunden.

b) Zusätzlich werden nacheinander die hochspannungsseitigen Halbleiterschalter HS1 und HS2 aktiviert und die dadurch resultierenden Ausgangsspannungen der Halbbrücken 4 und 5 mit einem zweiten Soll-Wert, der der Versorgungsspannung Ubat der Spannungsquelle entspricht, verglichen. Stimmen die Ausgangsspannungen nun mit der Spannung der Versorgungsleitung 6 überein, liegt kein Kurzschluss und auch keine Unterbrechung in einer der Anschlussleitungen oder der Verbindungsleitungen zur elektrischen Maschine 2 vor. Andernfalls wird die Leistungsendstufe 1 deaktiviert.

c) Als nächstes werden, ausgehend von einem insgesamt deaktivierten Zustand der Leistungsendstufe 1, wenn also alle Halbleiterschalter HS1, HS2, LS1, LS2 und Pull-Vorrichtungen 11 und 12 deaktiviert sind, die Pull-Up-Vorrichtungen PU1 und PU 2 aktiviert und die Ausgangsspannungen der Halbbrücken 4 und 5 mit dem zweiten Soll-Wert Ubat verglichen. Liegt kein Kurzschluss vor, so entsprechen die Ausgangsspannungen dem Soll-Wert. Andernfalls wird die Leistungsendstufe 1 deaktiviert.

d) Anschließend werden zusätzlich nacheinander die Halbleiterschalter LS1 und LS2 aktiviert und die daraus resultierende Ausgangsspannung mit den Sensoranschlüssen S1 und S2 erfasst und mit dem ersten Soll-Wert GND verglichen. Entsprechen die Ausgangsspannungen dem ersten Soll-Wert, so liegt kein Kurzschluss vor und auch keine Unterbrechung in den Anschlussleitungen oder den Verbindungsleitungen zur elektrischen Maschine 2. Die Leistungsendstufe 1 beziehungsweise die elektrische Maschine 2 können somit in Betrieb genommen werden. Andernfalls wird die Leistungsendstufe 1 deaktiviert.

Die Reihenfolge der oben genannten Schritte kann selbstverständlich auch verändert werden. Ein Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens ist es, dass die Kurzschlusserkennung auch bei unbestromter Leistungsendstufe 1 in Form einer Offline-Diagnose erfolgen kann. Die Pull-Up- und Pull-Down-Widerstände werden vorzugsweise hochohmig ausgebildet, so dass bei einem Kurzschluss ein möglichst niedriger Kurzschlussstrom in den Zuständen a) und c) fließt. Die Kurzschlusserkennung ist dann nicht mehr von einem Einschaltwiderstand der Halbleiterschalter abhängig. Darüber hinaus ist, wie bereits erwähnt, eine open-

load-detection, also das Erfassen von Unterbrechungen in den Anschlussleitungen 6, 7 oder in der Verbindung zur elektrischen Maschine 2 möglich. Die Diagnostiefe der Leistungsstufe 1 wird signifikant erhöht und bietet mehr Möglichkeiten auf die gestiegenen Sicherheitsanforderungen moderner Steuergeräte beziehungsweise Leistungsstufen zu reagieren.

5

Ansprüche

- 10 1. Leistungsendstufe (1), insbesondere für ein Steuergerät einer elektrischen Maschine (2) für ein Kraftfahrzeug, mit wenigstens einer Steuereinheit (8) und mit wenigstens vier durch die Steuereinheit (8) einzeln ansteuerbaren Halbleiterschaltern (HS1,HS2,LS1,LS2), die zu einer Brückenschaltung (3) mit mindestens zwei Halbbrücken (4,5) zum Betreiben der elektrischen Maschine (2) zusammengeschaltet und mit einer Versorgungsleitung (6) und
15 einer Masseleitung (7) der Leistungsendstufe (1) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (8) eine steuerbare erste Pull-Up-Vorrichtung (PU1) und eine steuerbare erste Pull-Down-Vorrichtung (PD1) für eine erste der Halbbrücken (4) und eine steuerbare zweite Pull-Up-Vorrichtung (PU2) und eine steuerbare zweite Pull-Down-Vorrichtung (PD2)
20 für eine zweite der Halbbrücken (5) aufweist, wobei die Steuereinheit (8) in einem Kurzschlussbetrieb die Halbleiterschalter (HS1,HS2,LS1,LS2), die Pull-Up-Vorrichtungen (PU1,PU2) und die Pull-Down-Vorrichtungen (PD1,PD2) zum Erfassen eines Kurzschlussstroms ansteuert.
- 25 2. Leistungsendstufe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brückenschaltung (3) als H-Brücke, als B6-Brücke oder als 2H-Brücke ausgebildet ist.
- 30 3. Leistungsendstufe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pull-Up-Vorrichtungen (PD1,PD2) als Pull-Up-Widerstände, insbesondere hochohmig, und die Pull-Down-Vorrichtungen (PD1,PD2) als Pull-Down-Widerstände, insbesondere hochohmig, ausgebildet sind.

4. Verfahren zum Betreiben einer Leistungsendstufe (1) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Schritten zum Erfassen eines Kurzschlussstroms:
- 5 a) Die Pull-Down-Vorrichtungen (PD1,PD2) werden eingeschaltet und eine Ausgangsspannung der jeweiligen Halbbrücke (4,5) erfasst und mit einem ersten Soll-Wert (GND) verglichen,
- 10 b) die hochspannungsseitigen Halbleiterschalter (HS1,HS2) der Halbbrücken (3,4) werden zusätzlich zu Schritt a) nacheinander aktiviert und die Ausgangsspannung der jeweiligen Halbbrücke (4,5) erfasst und mit einem zweiten Soll-Wert (U_{bat}) verglichen,
- 15 c) die Pull-Up-Vorrichtungen (PU1,PU2) werden eingeschaltet und die Ausgangsspannung der Halbbrücken (4,5) erfasst und mit dem zweiten Soll-Wert (U_{bat}) verglichen, und
- 20 d) die niederspannungsseitigen Halbleiterschalter (LS1,LS2) der Halbbrücken (4,5) werden zusätzlich zu Schritt c) nacheinander eingeschaltet und die jeweilige Ausgangsspannung der Halbbrücken (4,5) erfasst und mit dem ersten Soll-Wert (GND) verglichen.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erster Soll-Wert (GND) die Spannung der Masseleitung (7) und als zweiter Soll-Wert (U_{bat}) die Spannung der Versorgungsleitung (6) vorgegeben wird.
- 30 6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte a) und b) durchgeführt werden, während die Pull-Up-Vorrichtungen (PU1,PU2) und die niederspannungsseitigen Halbleiterschalter (LS1,LS2) deaktiviert sind.
- 35 7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte c) und d) durchgeführt werden, während die Pull-Down-Vorrichtungen (PD1,PD2) und die hochspannungsseitigen Halbleiterschalter (HS1,HS2) deaktiviert sind.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte a) und b) oder die Schritte c) und d) zuerst durchgeführt werden.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/060070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H03K17/18 H03K17/0814 G01R31/40 H02H7/08
 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)
 H03K G01R H02H

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 2011/002073 A1 (FUKUDA DAISUKE [JP] ET AL) 6 January 2011 (2011-01-06)	1-3
A	figures 7-11	4-8
A	----- DE 103 59 236 B3 (SIEMENS AG [DE]) 25 May 2005 (2005-05-25) The Figure	1-8
A	----- JP 2005 067380 A (HONDA MOTOR CO LTD; SHOWA CORP) 17 March 2005 (2005-03-17) cited in the application abstract	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 14 November 2013	Date of mailing of the international search report 22/11/2013
---	--

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 Simon, Volker
--	---

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-3

Design of a power output stage having pull-up or pull-down devices for short-circuit detection.

2. Claims 4-8

Method for detecting interruptions in connecting lines or supply lines of a bridge circuit.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/060070

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011002073	A1	CN 101911490 A	08-12-2010
		JP 2010062737 A	18-03-2010
		US 2011002073 A1	06-01-2011
		WO 2010026676 A1	11-03-2010

DE 10359236	B3	DE 10359236 B3	25-05-2005
		EP 1704627 A2	27-09-2006
		JP 4404907 B2	27-01-2010
		JP 2007535284 A	29-11-2007
		US 2007159180 A1	12-07-2007
		WO 2005060061 A2	30-06-2005

JP 2005067380	A	JP 4065221 B2	19-03-2008
		JP 2005067380 A	17-03-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/060070

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H03K17/18 H03K17/0814 G01R31/40 H02H7/08
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H03K G01R H02H

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 2011/002073 A1 (FUKUDA DAISUKE [JP] ET AL) 6. Januar 2011 (2011-01-06)	1-3
A	Abbildungen 7-11	4-8
A	----- DE 103 59 236 B3 (SIEMENS AG [DE]) 25. Mai 2005 (2005-05-25) The Figure	1-8
A	----- JP 2005 067380 A (HONDA MOTOR CO LTD; SHOWA CORP) 17. März 2005 (2005-03-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1-8

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
14. November 2013	22/11/2013

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 Simon, Volker
--	--

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr. weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3

Ausgestaltung einer Leistungsendstufe mit Pull-Up bzw. Pull-Down Vorrichtungen zur Kurzschlussdetektion.

2. Ansprüche: 4-8

Verfahren zur Detektion von Unterbrechungen in Anschlussleitungen oder Versorgungsleitungen einer Brückenschaltung.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/060070

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011002073 A1	06-01-2011	CN 101911490 A	08-12-2010
		JP 2010062737 A	18-03-2010
		US 2011002073 A1	06-01-2011
		WO 2010026676 A1	11-03-2010

DE 10359236 B3	25-05-2005	DE 10359236 B3	25-05-2005
		EP 1704627 A2	27-09-2006
		JP 4404907 B2	27-01-2010
		JP 2007535284 A	29-11-2007
		US 2007159180 A1	12-07-2007
		WO 2005060061 A2	30-06-2005

JP 2005067380 A	17-03-2005	JP 4065221 B2	19-03-2008
		JP 2005067380 A	17-03-2005
