

(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
20. April 2017 (20.04.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/064076 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H03K 7/08 (2006.01) H03K 5/26 (2006.01)
H03K 5/04 (2006.01) H02P 27/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/074370

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2016 (11.10.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 220 005.1
15. Oktober 2015 (15.10.2015) DE

(71) Anmelder: CONTI TEMIC MICROELECTRONIC
GMBH [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg
(DE).

(72) Erfinder: LEWANDOWSKI, Marek; Löhstraße 10b,
91054 Erlangen (DE).

(74) Anwalt: BONN, Roman; c/o Continental Automotive
GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

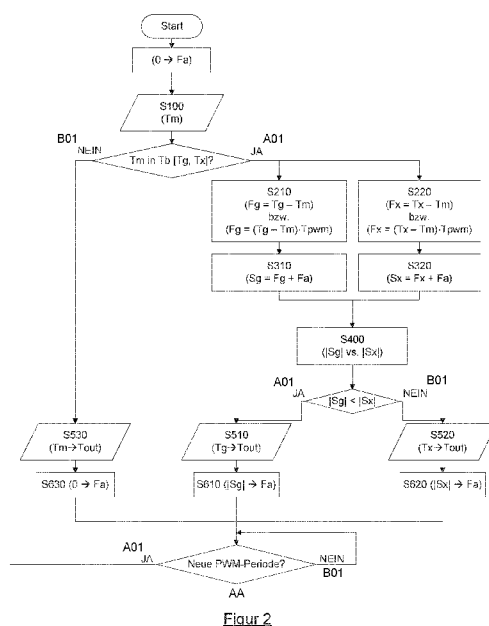
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT ARRANGEMENT FOR CONTROLLING A SEMICONDUCTOR SWITCH, AND
INVERTER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM ANSTEUERN EINES
HALBLEITERSCHALTERS, WECHSELRICHTER



Figur 2

AA... New PWM period?
A01... Yes
B01... No
bzw. = or

(57) Abstract: Disclosed is a method for controlling a semiconductor switch (HS) using a pulse-width-modulated control signal (PWM). A check is made (S100) to determine whether a current duty cycle (Tm) of the control signal (PWM) lies within a duty cycle range of values (Tb) between a limit duty cycle (Tg) and an extreme duty cycle (Tx). If the current duty cycle (Tm) lies within the duty cycle range of values (Tb), a limit error value (Fg) is calculated (S210) for an output current of the semiconductor switch (HS) in the event that the semiconductor switch (HS) is controlled using the limit duty cycle (Tg). An extreme error value (Fx) is also calculated (S220) for the output current of the semiconductor switch (HS) in the event that said semiconductor switch (HS) is controlled using the extreme duty cycle (Tx). A limit-error sum value (|Sg|) that is dependent on the limit error value (Fg) is compared (S400) to an extreme-error sum value (|Sx|) that is dependent on the extreme error value (Fx). The semiconductor switch (HS) is controlled (S510) using the limit duty cycle (Tg), if the limit-error sum value (|Sg|) is less than the extreme-error sum value (|Sx|), or controlled (S520) using the extreme duty cycle (Tx), if the limit-error sum value (|Sg|) is greater than the extreme-error sum value (|Sx|).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/064076 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

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

Offenbart wird ein Verfahren zum Ansteuern eines Halbleiterschalters (HS) mittels eines pulswertenmodulierten Steuersignals (PWM). Es wird überprüft (S100), ob ein momentaner Tastgrad (T_m) des Steuersignals (PWM) in einem Tastgradwertebereich (T_b) zwischen einem Grenztastgrad (T_g) und einem Extremtastgrad (T_x) liegt. Liegt der momentane Tastgrad (T_m) in dem Tastgradwertebereich (T_b), so wird ein Grenzfelerwert (F_g) bei einem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters (HS) berechnet (S210), für den Fall, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Grenztastgrad (T_g) angesteuert wird. Ferner wird ein Extremfelerwert (F_x) bei dem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters (HS) berechnet, für den Fall, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Extremtastgrad (T_x) angesteuert wird (S220). Ein von dem Grenzfelerwert (F_g) abhängiger Grenzfelersummenbetrag ($|S_g|$) wird mit einem von dem Extremfelerwert (F_x) abhängigen Extremfelersummenbetrag ($|S_x|$) verglichen (S400). Der Halbleiterschalter (HS) wird mit dem Grenztastgrad (T_g) gesteuert (S510), falls der Grenzfelersummenbetrag ($|S_g|$) kleiner als der Extremfelersummenbetrag ($|S_x|$) ist, oder mit dem Extremtastgrad (T_x) gesteuert (S520), falls der Grenzfelersummenbetrag ($|S_g|$) größer als der Extremfelersummenbetrag ($|S_x|$) ist.

Beschreibung

Verfahren und Schaltungsanordnung zum Ansteuern eines Halbleiterschalters, Wechselrichter

5

Technisches Gebiet:

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Ansteuern eines Halbleiterschalters, insbesondere einer Brückenschaltung, mittels eines pulsweitenmodulierten Steuersignals. Ferner betrifft die Erfindung einen Wechselrichter mit einer genannten Schaltungsanordnung sowie einen computerlesbaren Datenträger, in dem Programmcodes zum Durchführen des genannten Verfahrens gespeichert sind.

15

Stand der Technik:

Die Halbleiterschalter einer Leistungsstufe, bspw. einer Halbbrücke, werden mit pulsweitenmodulierten Steuersignalen angesteuert, wobei die pulsweitenmodulierten Steuersignale die positivspannungsseitigen Halbleiterschalter und die negativspannungsseitigen Halbleiterschalter der Leistungsstufe abwechselnd ein-/ausschalten.

25

Im idealen Fall erfolgt das Ein-/Ausschalten der Halbleiterschalter ohne zeitliche Verzögerungen. Dadurch können die Tastgrade der pulsweitenmodulierten Steuersignale im idealen Fall zwischen 0 und 100% der jeweiligen Signalperioden der Steuersignale eingestellt werden.

30

Im realen Fall können die Tastgrade der pulsweitenmodulierten Steuersignale jedoch aufgrund der einzuhaltenden Totzeiten zwischen den aufeinanderfolgenden Einschaltphasen der positivspannungsseitigen und der negativspannungsseitigen Halbleiterschalter, sowie der Mindesteinschaltzeiten der jeweiligen Halbleiterschalter nicht zwischen 0 und 100% der jeweiligen Signalperioden der Steuersignale eingestellt werden. Dies führt

35

zu „Lücken“ in der Ansteuerung der Halbleiterschalter, was wiederum zu Abweichungen und Verzerrungen in Ausgangsströmen der Leistungsendstufe führt. Wird eine elektrische Maschine von einer derartigen Leistungsendstufe mit Phasenströmen versorgt, so können die Abweichungen und Verzerrungen in Ausgangsströmen bzw. Phasenströmen zu unruhiges Laufverhalten der elektrischen Maschine führen.

Damit besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Möglichkeit bereitzustellen, mit der Ausgangsströme einer Leistungsendstufe mit geringen Abweichungen und Verzerrungen erzeugt werden können.

Beschreibung der Erfindung:

Diese Aufgabe wird durch Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Ansteuern eines Halbleiterschalters, insbesondere einer Brückenschaltung, mittels eines pulsweitenmodulierten Steuersignals bereitgestellt.

Gemäß dem Verfahren wird überprüft, ob ein momentaner (aktueller) Tastgrad (Aussteuerungsgrad) des Steuersignals in einem Tastgradwertebereich zwischen einem vorgegebenen Grenztastgrad und einem vorgegebenen Extremtastgrad liegt. Die Überprüfung erfolgt bspw. durch Vergleichen des momentanen Tastgrades mit dem vorgegebenen Grenztastgrad und dem vorgegebenen Extremtastgrad.

Im Falle, dass der momentane Tastgrad in dem genannten Tastgradwertebereich liegt, wird ein Grenzfehlerwert des Ausgangsstromes (ein Spannungs- oder Stromwert des Ausgangsstromes, oder ein Messwert eines davon abhängigen Parameters) des Halbleiterschalters berechnet, unter der Annahme, dass der Halbleiterschalter mit dem Grenztastgrad angesteuert wird. Außerdem wird ein Extremfehlerwert des Ausgangsstromes (ein

Spannungs- oder Stromwert des Ausgangsstromes, oder ein davon abhängiger Messwert) des Halbleiterschalters berechnet, unter der Annahme, dass der Halbleiterschalter mit dem Extremtastgrad angesteuert wird.

5

Aus dem berechneten Grenzfehlerwert wird ein Grenzfehlersummenbetrag ermittelt. Analog wird aus dem berechneten Extremfehlerwert ein Extremfehlersummenbetrag ermittelt.

- 10 Anschließend werden der von dem Grenzfehlerwert abhängige Grenzfehlersummenbetrag und der von dem Extremfehlerwert abhängige Extremfehlersummenbetrag miteinander verglichen.

- 15 Der Halbleiterschalter wird dann in der aktuellen Signalperiode mit dem Grenztastgrad bzw. mit einem Steuersignal mit dem Grenztastgrad angesteuert, falls der Grenzfehlersummenbetrag kleiner als der Extremfehlersummenbetrag ist. Falls der Grenzfehlersummenbetrag größer als der Extremfehlersummenbetrag ist, so wird der Halbleiterschalter in der aktuellen Signal-
- 20 periode mit dem Extremtastgrad bzw. mit einem Steuersignal mit dem Extremtastgrad angesteuert.

- 25 Ein momentaner Tastgrad eines Steuersignals ist ein Tastgrad einer aktuellen Signalperiode des ursprünglich zum Ansteuern des betroffenen Halbleiterschalters bereitgestellten Steuersignals.

- 30 Ein Grenztastgrad ist vorzugsweise der maximale Tastgrad in einer Signalperiode des pulsweitenmodulierten Steuersignals, der gestellt werden kann. Mit einem Tastgrad zwischen 0% und dem Grenztastgrad ist eine normale, lineare Pulsweitenmodulation, also eine verzerrungsfreie Ansteuerung des Halbleiterschalters, möglich. In der Regel liegt der Grenztastgrad im Bereich 80-95% der Signalperiode. Beträgt der momentane Tastgrad einen Wert
- 35 zwischen 0% der Signalperiode und dem Grenztastgrad, so kann der Halbleiterschalter ohne weitere Maßnahmen basierend auf diesem momentanen Tastgrad angesteuert ein- und ausgeschaltet werden.

Ein Extremtastgrad ist vorzugsweise der effektive Tastgrad bei vollständigem Durschalten (durchgehend Schließen) eines positivspannungsseitigen Halbleiterschalters. In der Regel liegt der Extremtastgrad bei 100% der Signalperiode.

5

Ein Tastgradwertebereich ist somit ein Wertebereich zwischen dem Grenztastgrad und dem Extremtastgrad, der nicht bei einer normalen, linearen Pulsweitenmodulation gestellt werden kann. Mit einem momentanen Tastgrad aus dem Tastgradwertebereich ist eine verzerrungsfreie Ansteuerung des Halbleiterschalters nicht möglich.

Ein Grenzfehlerwert ist ein Fehlerwert bei einem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters, der durch die Laststromstrecke des Halbleiterschalters fließen würde, wenn der Halbleiterschalter in der entsprechenden Signalperiode mit dem Grenztastgrad angesteuert worden wäre. Dabei kann der Grenzfehlerwert ein Spannungs- oder Stromwert des Ausgangsstromes, oder ein Messwert eines davon proportional abhängigen Parameters sein.

20

Analog ist ein Extremfehlerwert ist ein Fehlerwert bei einem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters, der durch die Laststromstrecke des Halbleiterschalters fließen würde, wenn der Halbleiterschalter in der entsprechenden Signalperiode mit dem Extremtastgrad angesteuert worden wäre. Der Extremfehlerwert kann dabei auch ein Spannungs- oder Stromwert des Ausgangsstromes, oder ein Messwert eines davon proportional abhängigen Parameters sein.

Ein Grenzfehlersummenbetrag ist ein Wert, insb. ein Betrag eines Wertes, der von dem Grenzfehlerwert abhängig ist, bzw. basierend auf dem Grenzfehlerwert berechnet wird. Analog ist ein Extremfehlersummenbetrag ist ein Wert, insb. ein Betrag eines Wertes, der von dem Extremfehlerwert abhängig ist, bzw. basierend auf dem Extremfehlerwert berechnet wird.

35

Im Falle, dass der momentane Tastgrad in dem oben genannten Tastgradwertebereich liegt, wird ein möglicher Grenzfehlerwert

bei dem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters berechnet bzw. geschätzt, der durch die Laststromstrecke des Halbleiterschalters fließen würde, wenn der Halbleiterschalter mit dem Grenztastgrad angesteuert worden wäre. Alternativ kann ein

5 möglicher Grenzfehlerwert an einer Ausgangsspannung an dem oder um den Halbleiterschalter berechnet bzw. geschätzt werden, die von dem genannten (von dem Grenztastgrad abhängigen) Ausgangsstrom des Halbleiterschalters proportional abhängig ist. Ferner wird ein möglicher Extremfehlerwert bei dem Ausgangsstrom
10 des Halbleiterschalters berechnet bzw. geschätzt, der durch die Laststromstrecke des Halbleiterschalters fließen würde, wenn der Halbleiterschalter mit dem Extremtastgrad angesteuert worden wäre. Alternativ kann ein möglicher Extremfehlerwert an einer Ausgangsspannung an dem oder um den Halbleiterschalter berechnet
15 bzw. geschätzt werden, die von dem genannten (von dem Extremtastgrad abhängigen) Ausgangsstrom des Halbleiterschalters proportional abhängig ist.

Aus dem (wie oben beschrieben) geschätzten Grenzfehlerwert wird
20 ein von diesem Grenzfehlerwert abhängiger Grenzfehlersummenbetrag berechnet. Analog wird aus dem (wie oben beschrieben) geschätzten Extremfehlerwert ein vom diesem Extremfehlerwert abhängiger Extremfehlersummenbetrag berechnet. Anschließend werden der Grenzfehlersummenbetrag und der Extremfehlersummenbetrag
25 miteinander verglichen.

Der Halbleiterschalter wird mit dem Grenztastgrad angesteuert, falls der Grenzfehlersummenbetrag kleiner als der Extremfehlersummenbetrag ist. Falls der Grenzfehlersummenbetrag größer
30 als der Extremfehlersummenbetrag ist, so wird der Halbleiterschalter mit dem Extremtastgrad angesteuert.

Der Erfindung liegen die Erkenntnisse zugrunde, dass die Ansteuerung des Halbleiterschalters, bei der der Halbleiterschalter entweder immer mit einem Extremtastgrad oder immer mit
35 einem Grenztastgrad geschaltet wird, sobald der momentane Tastgrad innerhalb des Tastgradwertebereichs der einstellbaren

Tastgrade befindet, zu störenden Spannungsspitzen bzw. Verzerrungen in dem Ausgangsstrom führt.

Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass durch eine gezielte Ansteuerung des Halbleiterschalters mit einem von dem Extremtastgrad und dem Grenztastgrad abhängigen Tastgrad in der momentanen (aktuellen) Signalperiode im Zusammenhang mit den vorausgegangenen Signalperioden die störenden Spannungsspitzen bzw. Verzerrungen in dem Ausgangsstrom reduzieren lassen.

Ferner wurde erkannt, dass die störenden Spannungsspitzen bzw. Verzerrungen in dem Ausgangsstrom zwischen der momentanen Signalperiode und den vorausgegangenen Signalperioden mithilfe von Fehlerwerten bei dem Ausgangsstrom, bei der Ausgangsspannung des Halbleiterschalters oder bei einem davon proportional abhängigen Parameter darstellen lassen. Dabei sind die Fehlerwerte aus den vorausgegangenen Signalperioden berechenbar.

Der derart berechnete bzw. geschätzte Grenzfehlerwert für den Grenztastgrad und der derart berechnete bzw. geschätzte Extremfehlerwert für den Extremtastgrad geben Auskunft darüber, welcher der beiden Tastgrade (der Grenztastgrad und der Extremtastgrad) zu mehr störenden Spannungsspitzen bzw. Verzerrungen in dem Ausgangsstrom führen würde.

Basierend auf diesen Erkenntnissen kann dann für einen der beiden Tastgrade (der Grenztastgrad und der Extremtastgrad) entschieden werden, mit dem der Halbleiterschalter in der momentanen Signalperiode gesteuert geschaltet werden, dessen Ausgangsstrom vergleichsweise weniger Spannungsspitzen bzw. Verzerrungen aufweist. Dadurch können die störenden Spannungsspitzen bzw. Verzerrungen in dem Ausgangsstrom reduziert werden.

Damit ist eine Möglichkeit geschaffen, Ausgangsströme einer Leistungsendstufe mit geringen Abweichungen und Verzerrungen zu erzeugen.

Vorzugsweise wird der Grenzfehlersummenbetrag durch Addieren des für die momentane Signalperiode geschätzten Grenzfehlerwertes mit einem vorgegebenen alten Fehlerwert bestimmt. Analog wird der Extremfehlersummenbetrag vorzugsweise durch Addieren des für die momentane Signalperiode geschätzten Extremfehlerwertes mit dem alten Fehlerwert bestimmt.

Dabei ist der alte Fehlerwert ein Fehlerwert, der in der letzten Signalperiode ermittelt bzw. in den vergangenen Signalperioden iterativ aktualisiert wurde.

Durch Addieren des Grenzfehlerwertes mit dem alten Fehlerwert wird ein Grenzfehlersummenwert bestimmt, wobei der Betrag dieses Grenzfehlersummenwertes vorzugsweise der zuvor genannte Grenzfehlersummenbetrag ist.

Analog wird ein Extremfehlersummenwert durch Addieren des Extremfehlerwertes mit dem alten Fehlerwert bestimmt, wobei der Betrag dieses Extremfehlersummenwertes vorzugsweise der zuvor genannte Extremfehlersummenbetrag ist.

Im Falle, dass der Halbleiterschalter mit dem Grenztastgrad angesteuert wird, wird der alte Fehlerwert vorzugsweise mit dem Grenzfehlersummenwert aktualisiert. Der derart aktualisierte Fehlerwert dient in der nachfolgenden Signalperiode als der alte Fehlerwert zur Ermittlung des Grenzfehlersummenwertes bzw. des Grenzfehlersummenbetrags sowie des Extremfehlersummenwertes bzw. des Extremfehlersummenbetrags, sollte der momentane Tastgrad in der nachfolgenden Signalperiode weiterhin innerhalb des Tastgradwertebereichs liegen.

Im Falle, dass der Halbleiterschalter mit dem Extremtastgrad angesteuert wird, wird der alte Fehlerwert vorzugsweise mit dem Extremfehlersummenbetrag aktualisiert. Der derart aktualisierte Fehlerwert dient in der nachfolgenden Signalperiode als der alte Fehlerwert zur Ermittlung des Grenzfehlersummenwertes bzw. des Grenzfehlersummenbetrags sowie des Extremfehlersummenwertes bzw. des Extremfehlersummenbetrags, sollte der momentane

Tastgrad in der nachfolgenden Signalperiode weiterhin innerhalb des Tastgradwertebereichs liegen.

Im Falle, dass der momentane Tastgrad außerhalb des Tastgradwertebereichs liegt, wird der Halbleiterschalter vorzugsweise mit dem momentanen Tastgrad angesteuert.

Im Falle, dass der Halbleiterschalter mit dem momentanen Tastgrad angesteuert wird, wird der alte Fehlerwert vorzugsweise mit dem Wert 0 (Null) aktualisiert. Der derart aktualisierte Fehlerwert dient in der nachfolgenden Signalperiode als der alte Fehlerwert zur Ermittlung des Grenzfehlersummenwertes bzw. des Grenzfehlersummenbetrags sowie des Extremfehlersummenwertes bzw. des Extremfehlersummenbetrags, sollte der momentane Tastgrad in der in der nachfolgenden Signalperiode innerhalb des Tastgradwertebereichs liegen.

Vorzugsweise werden die oben beschriebenen Schritte des Verfahrens für jede aufeinanderfolgende Signalperiode interaktiv durchgeführt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Schaltungsanordnung zum Ansteuern eines Halbleiterschalters, insbesondere einer Brückenschaltung, mittels eines pulsweitenmodulierten Steuersignals bereitgestellt.

Die Schaltungsanordnung umfasst mindestens eine erste Vergleichseinheit, die eingerichtet ist, zu überprüfen, ob ein momentaner Tastgrad des Steuersignals in einem Tastgradwertebereich zwischen einem vorgegebenen Grenztastgrad und einem vorgegebenen Extremtastgrad liegt.

Die Schaltungsanordnung umfasst ferner mindestens eine Berechnungseinheit, die eingerichtet ist, im Falle, dass der momentane Tastgrad in dem Tastgradwertebereich liegt, einen Grenzfehlerwert bei einem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters zu berechnen, unter der Annahme, dass der Halbleiterschalter mit dem Grenztastgrad angesteuert wird. Ferner ist die Berech-

nungseinheit eingerichtet, im Falle, dass der momentane Tastgrad in dem Tastgradwertebereich liegt, auch einen Extremfehlerwert bei dem Ausgangsstrom zu berechnen, unter der Annahme, dass der Halbleiterschalter mit dem Extremtastgrad angesteuert wird.

5

Die Schaltungsanordnung umfasst ferner mindestens eine zweite Vergleichseinheit, die eingerichtet ist, einen von dem Grenzfehlerwert abhängigen Grenzfehlersummenbetrag mit einem von dem Extremfehlerwert abhängigen Extremfehlersummenbetrag zu

10

vergleichen.

Die Schaltungsanordnung umfasst ferner mindestens eine Steuereinheit, die eingerichtet ist, den Halbleiterschalter mit dem Grenztastgrad zu steuern, falls der Grenzfehlersummenbetrag

15

kleiner als der Extremfehlersummenbetrag ist, den Halbleiterschalter mit dem Extremtastgrad zu steuern, falls der Grenzfehlersummenbetrag größer als der Extremfehlersummenbetrag ist.

20

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Wechselrichter bereitgestellt, der mindestens einen Halbleiterschalter, insbesondere mindestens einer Brückenschaltung, und mindestens eine zuvor beschriebene Schaltungsanordnung zum Ansteuern des mindestens einen Halbleiterschalters umfasst,

25

wobei die mindestens eine Steuereinheit der mindestens einen Schaltungsanordnung über einen Signalausgangsanschluss mit einem Steueranschluss des mindestens einen Halbleiterschalters elektrisch leitend verbunden ist.

30

Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein computerlesbarer Datenträger bereitgestellt, in dem Programmcodes gespeichert sind, unter deren Anwendung ein zuvor beschriebenes Verfahren durchführbar ist.

35

Vorteilhafte Ausgestaltungen des oben beschriebenen Verfahrens sind, soweit im Übrigen auf die oben genannte Schaltungsanordnung, den oben genannten Wechselrichter sowie den oben genannten Datenträger übertragbar, auch als vorteilhafte

Ausgestaltung der Schaltungsanordnung, des Wechselrichters bzw. des Datenträgers anzusehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung:

5

Im Folgenden wird eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung bezugnehmend auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

10 Figur 1 in einer schematischen Darstellung ein Wechselrichter mit einer Schaltungsanordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

15 Figur 2 in einem schematischen Ablaufdiagramm ein Verfahren zum Ansteuern eines Halbleiterschalters einer Brückenschaltung des in Figur 1 dargestellten Wechselrichters.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnung:

20

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine elektrische Antriebsvorrichtung EV mit einem Wechselrichter WR gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

25 Die elektrische Antriebsvorrichtung EV ist bspw. Teil eines Antriebs eines Hybridelektrofahrzeugs.

Die elektrische Antriebsvorrichtung EV umfasst eine elektrische Maschine EM zum Antrieb des Hybridelektrofahrzeugs sowie einen Wechselrichter WR zum Bereitstellen von Phasenströmen für die elektrische Maschine EM.

30

Der Wechselrichter WR umfasst eine Brückenschaltung BS als Leistungsendstufe zum Bereitstellen von Phasenströmen für die elektrische Maschine EM sowie eine Schaltungsanordnung SA zum Ansteuern der Brückenschaltung BS.

35

Die Brückenschaltung BS umfasst drei Halbbrücken HB, die zueinander parallel und zwischen einer positivspannungsseitigen Versorgungsstromleitung V+ und einer negativspannungsseitigen Versorgungsstromleitung V- elektrisch angeschlossen sind. Jede
5 der drei Halbbrücken HB umfasst jeweils einen positivspannungsseitigen Halbleiterschalter HS1 und einen negativspannungsseitigen Halbleiterschalter HS2, die in den jeweiligen Halbbrücken HB zueinander in Reihe geschaltet sind. Die Brückenschaltung BS umfasst ferner drei Phasenstromleitungen PL,
10 die jeweils einen elektrischen Verbindungspunkt VP zwischen dem positivspannungsseitigen und dem negativspannungsseitigen Halbleiterschalter HS1, HS2 der jeweiligen Halbbrücken HB mit einer der drei Starterphasen der elektrischen Maschine EM elektrisch leitend verbinden.

15 Die Schaltungsanordnung SA umfasst sechs Steuerblöcke SB zum Ansteuern von jeweils einem der sechs Halbleiterschalter HS1, HS2, wobei in der Figur 1 nur ein Steuerblock SB beispielhaft detailliert abgebildet ist.

20 Jeder der sechs Steuerblöcke SB umfasst jeweils eine erste Vergleichseinheit VE1, eine Berechnungseinheit BE, eine Datenspeichereinheit DE, eine zweite Vergleichseinheit VE2 sowie eine Steuereinheit SE.

25 Die erste Vergleichseinheit VE1 ist über einen Signaleingang mit einem externen in der Figur 1 nicht dargestellten Steuersignalgenerator signaltechnisch verbunden und erhält über diesen Signaleingang von dem Steuersignalgenerator ein pulsweitmoduliertes Steuersignal PWM zum Ansteuern des korrespondierenden
30 Halbleiterschalters HS1 bzw. HS2. Über einen weiteren Signaleingang und einen Signalausgang ist die erste Vergleichseinheit VE1 ferner jeweils mit einem Signalausgang und einem Signaleingang der Datenspeichereinheit DE signaltechnisch
35 verbunden. Über einen weiteren Signalausgang ist die erste Vergleichseinheit VE1 mit einem Signaleingang der Berechnungseinheit BE signaltechnisch verbunden.

Die Berechnungseinheit BE ist wiederum über einen weiteren Signaleingang mit einem weiteren Signalausgang der Datenspeichereinheit DE signaltechnisch verbunden. Über einen Signalausgang ist die Berechnungseinheit BE ferner mit einem
5 Signaleingang der zweiten Vergleichseinheit VE2 signaltechnisch verbunden.

Die zweite Vergleichseinheit VE2 ist wiederum über einen Signalausgang mit einem Signaleingang der Steuereinheit SE
10 signaltechnisch verbunden. Über einen weiteren Signalausgang ist die zweite Vergleichseinheit VE2 mit einem weiteren Signaleingang der Datenspeichereinheit DE signaltechnisch verbunden.

Die Steuereinheit ist SE wiederum über einen Signalausgang AS mit
15 einem Steueranschluss SS des Halbleiterschalters HS1 signaltechnisch verbunden.

Die Schaltungsanordnung SA bzw. die sechs Steuerblöcke SB sind bspw. allersamt in einem einzigen Mikrokontroller oder verteilt
20 mehreren Mikrocontrollern ausgeführt, wobei die ersten Vergleichseinheiten VE1, die Berechnungseinheiten BE, die zweiten Vergleichseinheiten VE2, die Steuereinheiten SE sowie die Datenspeichereinheiten DE als Funktionen des Mikrokontrollers bzw. der Mikrokontroller ausgeführt sind und durch weiteren
25 Signalverbindungen miteinander vernetzt sein können.

Nachdem die Topologie der elektrischen Antriebsvorrichtung EV anhand Figur 1 beschrieben wurde, wird nachfolgend das Verfahren zum Ansteuern der Halbleiterschalter HS1, HS2 anhand Figur 2
30 detailliert beschrieben.

Zum Ansteuern der Halbleiterschalter HS1, HS2 erhält die erste Vergleichseinheit VE1 jedes einzelnen Steuerblocks SB der Schaltungsanordnung SA von dem externen Steuersignalgenerator
35 ein pulsweitenmoduliertes Steuersignal PWM, mit dem einer der Halbleiterschalter HS1, HS2 angesteuert wird.

Beim Starten der Ansteuerung der Halbleiterschalter HS1, HS2 wird ein Fehlerwert Fa mit einem Wert 0 (Wert Null) gesetzt.

5 Die erste Vergleichseinheit VE1 überprüft gemäß einem Verfahrensschritt S100, ob der Tastgrad Tm jeder einzelnen Signalperiode des Steuersignals PWM in einem Tastgradwertebereich Tb liegt, der Tastgradwerte zwischen einem vorgegebenen Grenztastgrad Tg (bspw. 80% der Signalperiode) und einem
10 vorgegebenen Extremtastgrad Tx (100% der Signalperiode) umfasst.

Hierzu ermittelt die erste Vergleichseinheit VE1 aus dem erhaltenen Steuersignal PWM den Tastgrad Tm jeder einzelnen Signalperiode und vergleicht den ermittelten Tastgrad Tm mit dem
15 Grenztastgrad Tg und dem Extremtastgrad Tx. Den Grenztastgrad Tg und den Extremtastgrad Tx erhält die erste Vergleichseinheit VE1 von der Datenspeichereinheit DE.

Liegt der momentane Tastgrad Tm mit einem Wert von bspw. 50% der
20 Signalperiode nicht in dem Tastgradwertebereich Tb bzw. zwischen dem Grenztastgrad Tg (80% der Signalperiode) und dem Extremtastgrad Tx (100% der Signalperiode), so leitet die erste Vergleichseinheit VE1 gemäß einem Verfahrensschritt S530 den momentanen Tastgrad Tm als einen Ausgangstastgrad Tout an die
25 Steuereinheit SE weiter, die daraufhin den betroffenen Halbleiterschalter HS1 für die aktuelle Signalperiode basierend auf diesem momentanen Tastgrad Tm angesteuert ein- und ausschaltet.

Wird der Halbleiterschalter HS1 in der aktuellen Signalperiode
30 gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahrensschritt S530 mit dem momentanen Tastgrad Tg des Steuersignals angesteuert, so gibt die erste Vergleichseinheit VE1 ein entsprechendes Signal an die Datenspeichereinheit DE, die daraufhin gemäß einem Verfahrensschritt S630 den Fehlerwert Fa weiterhin auf den Wert 0 (Wert
35 Null) setzt.

Liegt dagegen der momentane Tastgrad Tm mit einem Wert von bspw. 85% der Signalperiode innerhalb des genannten Tastgradwerte-

bereichs T_b (80% bis 100% der Signalperiode), so gibt die erste Vergleichseinheit VE1 ein Ausgangssignal an die Berechnungseinheit BE, die daraufhin gemäß einem Verfahrensschritt S210 einen voraussichtlichen Grenzfehlerwert F_g des Ausgangsstromes des Halbleiterschalters HS1 und gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S220 einen voraussichtlichen Extremfehlerwert F_x des Ausgangsstromes des Halbleiterschalters HS1 berechnet.

Dabei ist der voraussichtliche Grenzfehlerwert F_g ein Fehlerwert, der sich bei dem Ausgangsstrom (Laststreckenstrom) des Halbleiterschalters HS1 ergeben wird, wenn der Halbleiterschalter HS1 mit dem vorgegebenen Grenztastgrad T_g angesteuert worden wäre. Der voraussichtliche Grenzfehlerwert F_g ergibt sich bspw. aus einer Differenz zwischen dem vorgegebenen Grenztastgrad T_g und dem Tastgrad T_m der aktuellen Signalperiode des Steuersignals PWM, wobei gilt: $F_g = T_g - T_m$. Bei variierender Signalfrequenz bzw. Signalperiodendauer des Steuersignals PWM wird der voraussichtliche Grenzfehlerwert F_g um einen von der Signalfrequenz abhängigen, vorgebbaren Faktor T_{pwm} skaliert, wobei gilt: $F_g = (T_g - T_m) \cdot T_{pwm}$.

Analog ist der voraussichtliche Extremfehlerwert F_x ein Fehlerwert, der sich bei dem Ausgangsstrom (Laststreckenstrom) des Halbleiterschalters HS1 ergeben wird, wenn der Halbleiterschalter HS1 mit dem vorgegebenen Extremtastgrad T_x angesteuert worden wäre. Der voraussichtliche Extremfehlerwert F_x ergibt sich bspw. aus einer Differenz zwischen dem vorgegebenen Extremtastgrad T_x und dem Tastgrad T_m der aktuellen Signalperiode des Steuersignals PWM, wobei gilt: $F_x = T_x - T_m$. Bei der variierenden Signalfrequenz des Steuersignals PWM wird der voraussichtliche Extremtastgrad T_x ebenfalls um den von der Signalfrequenz abhängigen Faktor T_{pwm} skaliert, wobei gilt: $F_x = (T_x - T_m) \cdot T_{pwm}$.

Die Berechnungseinheit BE addiert gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S310 den ermittelten Grenzfehlerwert F_g mit einem alten Fehlerwert F_a , den sie von der Datenspeichereinheit DE erhält, zu einem Grenzfehlersummenwert S_g . Der alte Fehlerwert

Fa ist in der zuletzt vorausgegangenen Signalperiode bestimmt und in der Datenspeichereinheit DE gespeichert.

5 Ferner addiert die Berechnungseinheit BE gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S320 den ermittelten Extremfehlerwert Fx mit dem alten Fehlerwert Fa zu einem Extremfehlersummenwert Sx.

10 Anschließend gibt die Berechnungseinheit BE den Grenzfehler-summenwert Sg und den Extremfehlersummenwert Sx an die nach-geschaltete zweite Vergleichseinheit VE2 weiter.

Die zweite Vergleichseinheit VE2 bildet aus dem Grenzfehler-summenwert Sg durch eine Betragsbildung einen Grenzfehler-summenbetrag |Sg| und aus dem Extremfehlersummenwert Sx durch
15 eine Betragsbildung einen Extremfehlersummenbetrag |Sx|. Danach vergleicht die zweite Vergleichseinheit VE2 gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S400 den Grenzfehlersummenbetrag |Sg| und den Extremfehlersummenbetrag |Sx| miteinander.

20 Ist der Grenzfehlersummenbetrag |Sg| kleiner als der Extremfehlersummenbetrag |Sx|, so gibt die zweite Vergleichseinheit VE2 den Grenztastgrad Tg als den Ausgangstastgrad Tout an die Steuereinheit SE und den Grenzfehlersummenwert Sg an die Datenspeichereinheit DE weiter.

25 Ist dagegen der Grenzfehlersummenbetrag |Sg| größer als der Extremfehlersummenbetrag |Sx|, so gibt die zweite Vergleichseinheit VE2 den Extremtastgrad Tx als den Ausgangstastgrad Tout an die Steuereinheit SE und den Extremfehlersummenwert Sx an die Datenspeichereinheit DE weiter.
30

Erhält die Steuereinheit SE von der zweiten Vergleichseinheit VE2 den Grenztastgrad Tg, so steuert sie den Halbleiterschalter HS1 für die aktuelle Signalperiode gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S510 mit dem Grenztastgrad Tg.
35

Erhält die Steuereinheit SE von der zweiten Vergleichseinheit VE2 dagegen den Extremtastgrad Tx, so steuert sie den Halblei-

terschalter HS1 für die aktuelle Signalperiode gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S520 mit dem Extremtastgrad Tx.

5 Erhält die Datenspeichereinheit DE von der zweiten Vergleichseinheit VE2 den Grenzfehlersummenwert Sg, so aktualisiert sie dann den alten Fehlerwert Fa gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S610 durch den Grenzfehlersummenwert Sg.

10 Erhält die Datenspeichereinheit DE von der zweiten Vergleichseinheit VE2 dagegen den Extremfehlersummenwert Sx, so aktualisiert sie dann den alten Fehlerwert Fa gemäß einem weiteren Verfahrensschritt S620 durch den Extremfehlersummenwert Sx.

15 Die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte S100, S210, S220, S310, S320, S400, S510, S520, S530, S610, S620, S630 werden iterativ durchgeführt, solange neue Signalperioden des Steuersignals mit entsprechenden neuen momentanen Tastgraden Tm dem Steuerblock SB zugeführt werden.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern eines Halbleiterschalters (HS),
insb. einer Brückenschaltung (BS), mittels eines
5 pulsweitenmodulierten Steuersignals (PWM), mit folgenden
Schritten:
- Überprüfen (S100), ob ein momentaner Tastgrad (T_m) des
Steuersignals (PWM) in einem Tastgradwertebereich (T_b)
zwischen einem vorgegebenen Grenztastgrad (T_g) und einem
10 vorgegebenen Extremtastgrad (T_x) liegt;
im Falle, dass der momentane Tastgrad (T_m) in dem Tast-
gradwertebereich (T_b) liegt:
 - Berechnen (S210) eines Grenzfehlerwertes (F_g) bei einem
Ausgangsstrom des Halbleiterschalters (HS) für den Fall,
15 dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Grenztastgrad
(T_g) angesteuert wird;
 - Berechnen (S220) eines Extremfehlerwertes (F_x) bei dem
Ausgangsstrom des Halbleiterschalters (HS) für den Fall,
dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Extremtastgrad
20 (T_x) angesteuert wird;
 - Vergleichen (S400) eines von dem Grenzfehlerwert (F_g)
abhängigen Grenzfehlersummenbetrags ($|S_g|$) mit einem
von dem Extremfehlerwert (F_x) abhängigen Extremfeh-
lersummenbetrag ($|S_x|$);
 - 25 - Ansteuern (S510) des Halbleiterschalters (HS) mit dem
Grenztastgrad (T_g), falls der Grenzfehlersummenbetrag
($|S_g|$) kleiner als der Extremfehlersummenbetrag ($|S_x|$)
ist;
 - Ansteuern (S520) des Halbleiterschalters (HS) mit dem
30 Extremtastgrad (T_x), falls der Grenzfehlersummenbetrag
($|S_g|$) größer als der Extremfehlersummenbetrag ($|S_x|$)
ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Grenztastgrad (T_g) ein
35 maximal einstellbarer Tastgrad in einer Signalperiode des
Steuersignals (PWM) ist, während der eine normale, lineare
Pulsweitenmodulation möglich ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Extremtastgrad (Tx) ein Tastgrad in einer Signalperiode des Steuersignals (PWM) ist, während der der Halbleiterschalter (HS) durchgehend geschlossen wird.
- 5
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Grenzfehlersummenbetrag ($|Sg|$) durch Addieren (S310) des Grenzfehlerwertes (Fg) mit einem vorgegebenen alten Fehlerwert (Fa) bestimmt wird.
- 10
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Extremfehlersummenbetrag ($|Sx|$) durch Addieren (S320) des Extremfehlerwertes (Fx) mit dem alten Fehlerwert (Fa) bestimmt wird.
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei, im Falle, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Grenztastgrad (Tg) angesteuert wird:
- Aktualisieren (S610) des alten Fehlerwertes (Fa) mit dem Grenzfehlersummenbetrag ($|Sg|$).
- 20
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei, im Falle, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Extremtastgrad (Tx) angesteuert wird:
- 25 - Aktualisieren (S620) des alten Fehlerwertes (Fa) mit dem Extremfehlersummenbetrag ($|Sx|$).
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei, im Falle, dass der momentane Tastgrad (Tm) nicht in dem Tastgradwertebereich (Tb) liegt:
- 30
- Ansteuern (S530) des Halbleiterschalters (HS) mit dem momentanen Tastgrad (Tm).
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei, im Falle, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem momentanen Tastgrad (Tm) angesteuert wird:
- 35
- Aktualisieren (S630) des alten Fehlerwertes (Fa) mit 0.

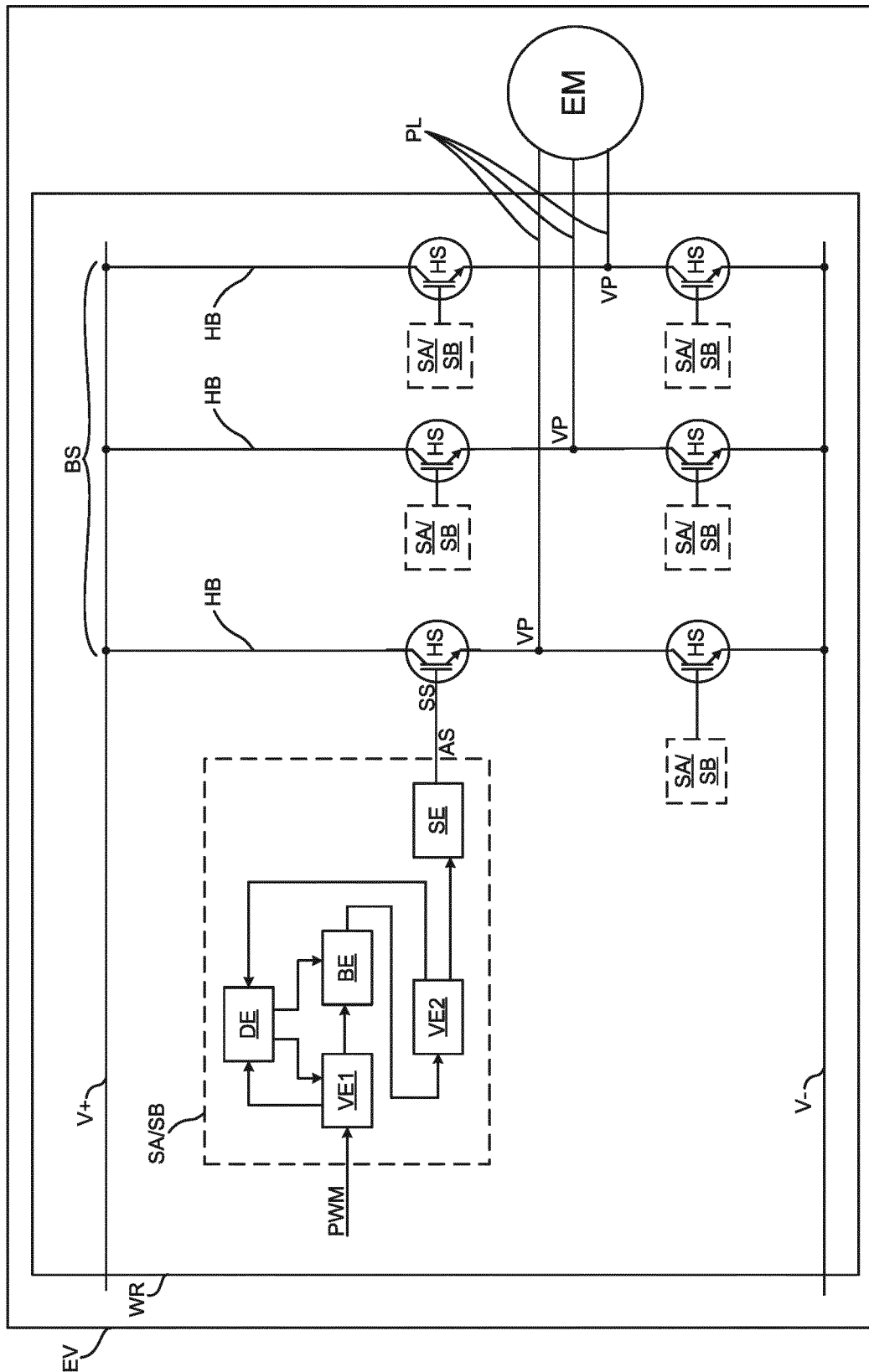
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schritte (S100, S210, S220, S310, S320, S400, S510, S520, S530, S610, S620, S630) iterativ durchgeführt werden.

- 5 11. Schaltungsanordnung (SA) zum Ansteuern eines Halbleiterschalters (HS), insb. einer Brückenschaltung (BS), mittels eines pulsweitenmodulierten Steuersignals (PWM), mit folgenden Merkmalen:
- 10 - mindestens eine erste Vergleichseinheit (VE1), die eingerichtet ist, zu überprüfen, ob ein momentaner Tastgrad (Tm) des Steuersignals (PWM) in einem Tastgradwertebereich (Tb) zwischen einem Grenztastgrad (Tg) und einem vorgegebenen Extremtastgrad (Tx) liegt;
 - 15 - mindestens eine Berechnungseinheit (BE), die eingerichtet ist, im Falle, dass der momentane Tastgrad (Tm) in dem Tastgradwertebereich (Tb) liegt,
 - 20 ▪ einen Grenzfehlerwert (Fg) bei einem Ausgangsstrom des Halbleiterschalters (HS) für den Fall, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Grenztastgrad (Tg) angesteuert wird,
 - 25 ▪ einen Extremfehlerwert (Fx) bei dem Ausgangsstrom für den Fall, dass der Halbleiterschalter (HS) mit dem Extremtastgrad (Tx) angesteuert wird,zu berechnen;
 - 25 - mindestens eine zweite Vergleichseinheit (VE2) zum Vergleichen eines von dem Grenzfehlerwert (Fg) abhängigen Grenzfehlersummenbetrags ($|S_g|$) mit einem von dem Extremfehlerwert (Fx) abhängigen Extremfehlersummenbetrag ($|S_x|$);
 - 30 - mindestens eine Steuereinheit (SE) zum Ansteuern des Halbleiterschalters (HS) mit dem Grenztastgrad (Tg), falls der Grenzfehlersummenbetrag ($|S_g|$) kleiner als der Extremfehlersummenbetrag ($|S_x|$) ist, bzw. zum Ansteuern des Halbleiterschalters (HS) mit dem Extremtastgrad
 - 35 (Tx), falls der Grenzfehlersummenbetrag ($|S_g|$) größer als der Extremfehlersummenbetrag ($|S_x|$) ist.

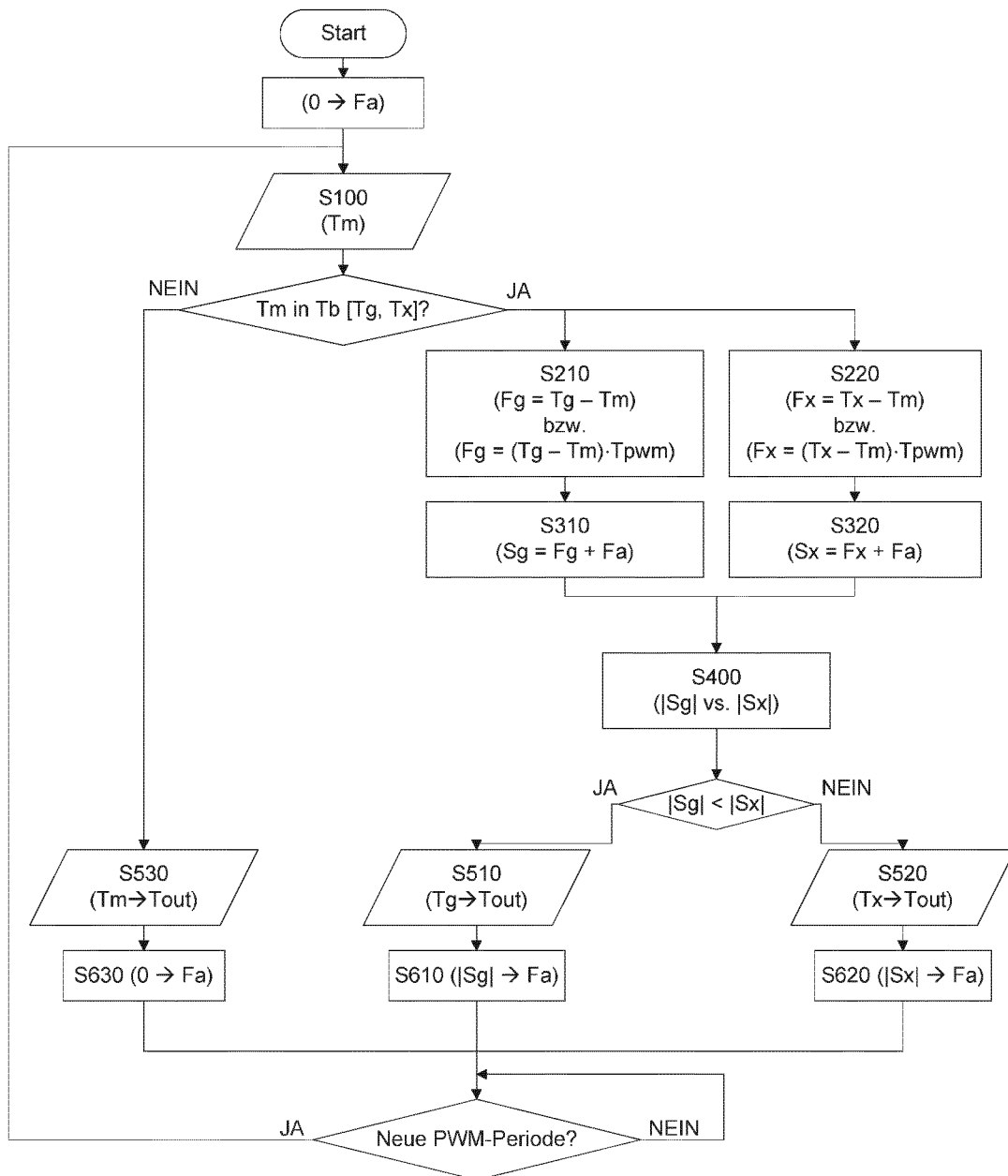
12. Wechselrichter (WR), umfassend:

- mindestens einen Halbleiterschalter (HS), insb. mindestens einer Brückenschaltung (BS);
- mindestens eine Schaltungsanordnung (SA) nach Anspruch 11, wobei die mindestens eine Steuereinheit (SE) der
5 mindestens einen Schaltungsanordnung (SA) über einen Signalausgangsanschluss (AS) mit einem Steueranschluss (SS) des mindestens einen Halbleiterschalters (HS) elektrisch leitend verbunden ist.

10 13. Computerlesbarer Datenträger, in dem Programmcodes gespeichert sind, mit denen ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchführbar ist.



Figur 1

Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/074370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H03K7/08 H03K5/04 H03K5/26 H02P27/08
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 H02P

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 2013/264974 A1 (SUZUKI TAKASHI [JP]) 10 October 2013 (2013-10-10) paragraph [0003]; figures 1,2A,21-23 paragraph [0040] paragraph [0049] paragraph [0061] paragraph [0067] paragraph [0073] paragraph [0089] - paragraph [0093] paragraph [0099] paragraph [0120]	1-13
A	----- US 2012/074888 A1 (MAEKAWA SARI [JP]) 29 March 2012 (2012-03-29) paragraph [0035] - paragraph [0049]; figures 1,6 -----	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 2017

Date of mailing of the international search report

01/03/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mesplede, Delphine

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/074370

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013264974 A1	10-10-2013	CN 103368488 A	23-10-2013
		JP 5505449 B2	28-05-2014
		JP 2013219905 A	24-10-2013
		US 2013264974 A1	10-10-2013

US 2012074888 A1	29-03-2012	CN 102420565 A	18-04-2012
		JP 5178799 B2	10-04-2013
		JP 2012070591 A	05-04-2012
		US 2012074888 A1	29-03-2012
		US 2014292241 A1	02-10-2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/074370

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H03K7/08 H03K5/04 H03K5/26 H02P27/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H03K H02P		
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 2013/264974 A1 (SUZUKI TAKASHI [JP]) 10. Oktober 2013 (2013-10-10) Absatz [0003]; Abbildungen 1,2A,21-23 Absatz [0040] Absatz [0049] Absatz [0061] Absatz [0067] Absatz [0073] Absatz [0089] - Absatz [0093] Absatz [0099] Absatz [0120]	1-13
A	----- US 2012/074888 A1 (MAEKAWA SARI [JP]) 29. März 2012 (2012-03-29) Absatz [0035] - Absatz [0049]; Abbildungen 1,6 -----	1-13
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">22. Februar 2017</div>		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">01/03/2017</div>
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 <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Mesplede, Delphine</div>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/074370

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2013264974	A1	10-10-2013	CN	103368488	A		23-10-2013	
			JP	5505449	B2		28-05-2014	
			JP	2013219905	A		24-10-2013	
			US	2013264974	A1		10-10-2013	

US 2012074888	A1	29-03-2012	CN	102420565	A		18-04-2012	
			JP	5178799	B2		10-04-2013	
			JP	2012070591	A		05-04-2012	
			US	2012074888	A1		29-03-2012	
			US	2014292241	A1		02-10-2014	
