

(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
09. Juni 2022 (09.06.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/117246 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02M 1/00 (2006.01) *H02M 3/155* (2006.01)
H02M 1/32 (2007.01) *H02M 3/335* (2006.01)
H02M 1/34 (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/077571

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Oktober 2021 (06.10.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 215 123.7
01. Dezember 2020 (01.12.2020) DE

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

(72) Erfinder: **ESTEGHLAL, Gholamabas**; Kaiserslautererstr. 50, 70499 Stuttgart -Weilimdorf (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

(54) Title: CONTROLLER FOR A DC-TO-DC CONVERTER, DC-TO-DC CONVERTER DEVICE, AND METHOD FOR ACTUATING A DC-TO-DC CONVERTER

(54) Bezeichnung: STEUERVORRICHTUNG FÜR EINEN GLEICHSPANNUNGSWANDLER, GLEICHSPANNUNGSWANDLERVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINES GLEICHSPANNUNGSWANDLERS

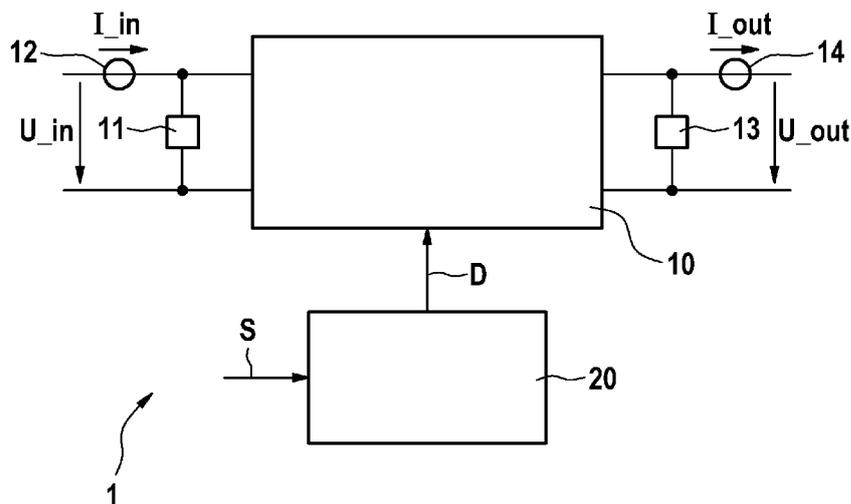


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to the verification of operating parameters, in particular input and output values of a DC-to-DC converter which are detected by a sensor. For this purpose, the ratio between the input current and the output current of a DC-to-DC converter is calculated on the basis of two different calculation methods, wherein the different calculation methods are at least partly based on different parameters. If the two calculation methods lead to the same or at least approximately the same ratio of input current to output current, a plausibility check can thus be ran on the reliability of the parameters being used.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verifizierung von Betriebsparametern, insbesondere von sensorisch



WO 2022/117246 A1

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

erfassten Eingangs- und Ausgangswerten eines Gleichspannungswandlers. Hierzu wird ein Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom eines Gleichspannungswandlers auf Grundlage von zwei unterschiedlichen Berechnungsverfahren berechnet, wobei den unterschiedlichen Berechnungsverfahren zumindest teilweise unterschiedliche Parameter zugrunde liegen. Führen die beiden Berechnungsverfahren zu einem gleichen oder zumindest annähernd gleichen Verhältnis von Eingangsstrom zu Ausgangsstrom, so kann auf diese Weise die Zuverlässigkeit der verwendeten Parameter plausibilisiert werden.

5 Beschreibung

Titel

Steuervorrichtung für einen Gleichspannungswandler,
Gleichspannungswandlervorrichtung sowie Verfahren zur Ansteuerung eines
10 Gleichspannungswandlers

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung für einen
Gleichspannungswandler sowie eine Gleichspannungswandlervorrichtung mit
einer solchen Steuervorrichtung. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein
15 Verfahren zur Ansteuerung eines Gleichspannungswandlers.

Stand der Technik

Gleichspannungswandler finden in zahlreichen Anwendungsgebieten
20 Verwendung. Beispielsweise können Gleichspannungswandler dazu eingesetzt
werden, um elektrische Energie von einem Hochvoltnetz eines Elektrofahrzeugs
zu einem Niedervoltnetz des Fahrzeugs zu übertragen. Derartige
Gleichspannungswandler können beispielsweise einen Regelkreis umfassen,
welcher die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers unter Verwendung eines
25 oder mehrerer vorgegebenen Sollwerte sowie sensorisch erfasster Messwerte
ausführt. Hierbei kommt der Zuverlässigkeit der sensorisch erfassten Messwerte
eine essentielle Bedeutung zu.

Als Gleichspannungswandler können beispielsweise sogenannte Sperrwandler
30 oder auch Fly-Back-Wandler eingesetzt werden. Die Druckschrift DE 195 07 084
A1 offenbart beispielsweise einen als Schaltregler ausgebildeten Sperrwandler.

Offenbarung der Erfindung

- 2 -

Die vorliegende Erfindung schafft eine Steuervorrichtung für einen Gleichspannungswandler, eine Gleichspannungswandlervorrichtung sowie ein Verfahren zur Ansteuerung eines Gleichspannungswandlers mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Demgemäß ist vorgesehen:

Eine Steuervorrichtung für einen Gleichspannungswandler. Der Gleichspannungswandler dient dabei dazu, eine Eingangsgleichspannung in eine Ausgangsgleichspannung zu konvertieren. Die Steuervorrichtung ist dazu ausgelegt, ein erstes Verhältnis zwischen einem Eingangsstrom und einem Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers zu berechnen. Das erste Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom kann insbesondere unter Verwendung eines für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers verwendeten Tastverhältnisses berechnet werden. Die Steuervorrichtung ist weiterhin dazu ausgelegt, ein zweites Verhältnis zwischen dem Eingangsstrom und dem Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers zu berechnen. Das zweite Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom kann insbesondere unter Verwendung einer Eingangsspannung und einer Ausgangsspannung des Gleichspannungswandlers berechnet werden. Ferner ist die Steuervorrichtung dazu ausgelegt, eine Fehlfunktion zu detektieren. Bei der Fehlfunktion kann es sich insbesondere um eine Fehlfunktion eines Spannungs- und/oder Stromsensors handeln, welcher Sensorwerte für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers bereitstellt. Darüber hinaus sind jedoch auch andere Fehlfunktionen beispielsweise im Regelkreis der Steuervorrichtung möglich. Die Fehlfunktion kann insbesondere dann detektiert werden, falls das berechnete erste Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom und das berechnete zweite Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom voneinander abweichen. Insbesondere kann eine Fehlfunktion detektiert werden, wenn die beiden Verhältnisse zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert voneinander abweichen.

Weiterhin ist vorgesehen:

Eine Gleichspannungswandlervorrichtung mit einem Gleichspannungswandler und einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung für den Gleichspannungswandler. Der Gleichspannungswandler ist dazu ausgelegt, eine Eingangsgleichspannung in eine vorbestimmte Ausgangsgleichspannung zu konvertieren. Die Steuervorrichtung ist insbesondere dazu ausgelegt, ein Tastverhältnis für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers zu ermitteln und den Gleichspannungswandler unter Verwendung des ermittelten Tastverhältnisses anzusteuern. Entsprechend kann der Gleichspannungswandler zum Beispiel mit einer pulsbreiten modulierten Ansteuerung mit einem vorgegebenen Tastverhältnis angesteuert werden.

Schließlich ist vorgesehen:

Ein Verfahren zur Ansteuerung eines Gleichspannungswandlers. Der Gleichspannungswandler für dieses Verfahren ist dazu ausgelegt, eine Eingangsgleichspannung in eine Ausgangsgleichspannung zu konvertieren. Das Verfahren umfasst einen Schritt zum Berechnen eines ersten Verhältnisses zwischen einem Eingangsstrom und einem Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers. Das erste Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom kann insbesondere unter Verwendung eines für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers verwendeten Tastverhältnisses berechnet werden. Das Verfahren umfasst weiter einen Schritt zum Berechnen eines zweiten Verhältnisses zwischen dem Eingangsstrom und dem Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers. Das zweite Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom kann insbesondere unter Verwendung einer Eingangsspannung und einer Ausgangsspannung des Gleichspannungswandlers berechnet werden. Weiterhin umfasst das Verfahren einen Schritt zum Detektieren einer Fehlfunktion. Insbesondere kann eine Fehlfunktion detektiert werden, falls das berechnete erste Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom und das berechnete zweite Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers voneinander abweichen. Eine Fehlfunktion kann insbesondere dann detektiert werden, wenn die beiden Verhältnisse zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom um mehr als einen vorgegebenen Sollwert voneinander abweichen.

Vorteile der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass für den Betrieb eines Gleichspannungswandlers und insbesondere für eine sichere oder zuverlässige Regelung der Ausgangsparameter eines Gleichspannungswandlers, die Betriebsparameter wie zum Beispiel die elektrischen Spannungen am Eingang und/oder Ausgang des Gleichspannungswandlers zuverlässig bekannt sein müssen. Um die Zuverlässigkeit der ermittelten Messwerte während des Betriebs und insbesondere über die gesamte Lebensdauer zuverlässig bereitstellen zu können und dabei gegebenenfalls Sensorfehler frühzeitig zu detektieren, können die relevanten Messwerte gegebenenfalls mittels mehrerer redundanter Sensoren erfasst und verifiziert werden. Eine derartige redundante Auslegung des Systems ist jedoch mit höherem Aufwand und auch mit höheren Kosten verbunden.

Es ist daher eine Idee der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zu schaffen, um die Zuverlässigkeit der für die Regelung eines Gleichspannungswandlers erforderlichen Strom- und/oder Spannungswerte möglichst ohne redundante Sensoren gewährleisten zu können. Hierzu sieht die vorliegende Erfindung vor, die Zusammenhänge der für die Regelung des Gleichspannungswandlers erforderlichen Parameter auf zwei unterschiedliche Berechnungsmethoden zu bestimmen. Da für die beiden unterschiedlichen Berechnungsverfahren hierbei zum Teil unterschiedliche Betriebsparameter mit einfließen, können Unstimmigkeiten in den Sensorwerten sehr einfach erkannt werden. Führen die unterschiedlichen Berechnungsverfahren zu einer Diskrepanz, so weist dies auf eine Fehlfunktion beispielsweise eines für die Regelung des Gleichspannungswandlers relevanten Sensors hin. Somit kann die Zuverlässigkeit der eingesetzten Sensoren auch verifiziert werden, ohne dass hierzu aufwändige und kostenintensive redundante Sensorsysteme eingesetzt werden müssten.

Als Gleichspannungswandler für ein solches System sind grundsätzlich beliebige geeignete Gleichspannungswandler möglich. Insbesondere können beliebige Gleichspannungswandler eingesetzt werden, deren Regelung auf Grundlage eines Tastverhältnisses einer pulsbreitenmodulierten Ansteuerung erfolgt.

Beispielsweise kann es sich bei dem Gleichspannungswandler um einen sogenannten Sperrwandler oder Fly-Back-Wandler handeln. Bei dem Gleichspannungswandler kann es sich sowohl um einen unidirektionalen Gleichspannungswandler handeln, der eine elektrische Gleichspannung nur in eine Richtung in eine weitere elektrische Gleichspannung wandeln kann. Alternativ sind auch grundsätzlich bidirektionale Gleichspannungswandler möglich, die zwischen zwei verschiedenen Spannungsebenen in beide Richtungen eine elektrische Gleichspannung wandeln können.

Zur Plausibilisierung der Strom- und Spannungswerte wird ein Verhältnis zwischen einem Eingangsstrom und einem Ausgangsstrom gebildet. Es versteht sich jedoch, dass grundsätzlich zur Plausibilisierung auch beliebige andere Beziehungen gebildet werden können. Darüber hinaus ist es ebenso möglich, einen oder mehrere vorgegebene Strom- und/oder Spannungswerte für den Gleichspannungswandler zu berechnen und diese berechneten Werte als Grundlage für die Plausibilisierung heranzuziehen. Größe, falls auch möglich, auf zwei unterschiedliche Rechenvorschriften jeweils einen einzelnen Strom- oder Spannungswert zu berechnen. Derartige Werte stehen in direktem Zusammenhang zu dem Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom und können somit direkt aus diesem Verhältnis abgeleitet werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuervorrichtung dazu ausgelegt, den Gleichspannungswandler alternativ entweder in einem lückenden Betriebsmodus (discontinuous conduction mode, DCM) oder einem nicht-lückenden Betriebsmodus (continuous conduction mode, CCM) anzusteuern. Hierbei kann die Steuervorrichtung dazu ausgelegt sein, das Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom unter Berücksichtigung des jeweils aktuellen Ansteuerungsmodus für den Gleichspannungswandler zu berechnen. Insbesondere bei der Berechnung des Verhältnisses zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom auf Grundlage des für die Regelung des Gleichspannungswandlers verwendeten Tastverhältnisses ergeben sich je nach Betriebsmodus unterschiedliche mathematische Zusammenhänge. Entsprechend kann durch die Berücksichtigung des Betriebsmodus des Gleichspannungswandlers das jeweils geeignete Berechnungsschema ausgewählt und angewendet werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu ausgelegt, das Tastverhältnis für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers unter Verwendung eines vorbestimmten Sollwertes für die Ausgangsspannung und/oder eines vorbestimmten Sollwertes für den Ausgangsstrom zu regeln. Beispielsweise kann hierzu in der Steuervorrichtung für den Gleichspannungswandler ein Regelkreis implementiert werden, welcher auf Grundlage eines Sensorwerts für die Ausgangsspannung bzw. den Ausgangsstrom das jeweilige Tastverhältnis für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers unter Verwendung eines vorgegebenen Sollwertes regelt. Hierdurch kann ein Tastverhältnis für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers ermittelt werden, um am Ausgang des Gleichspannungswandlers die gewünschten Sollwerte einzustellen. Falls an einem Sensor für die entsprechenden Ausgangswerte des Gleichspannungswandlers ein Fehler auftritt und somit die Sensorwerte fehlerbehaftet sein sollten, so ergibt sich daraus ein Tastverhältnis, welches bei der Berechnung des Verhältnisses zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom zu einer Diskrepanz führen würde. Aus dieser Diskrepanz kann daraufhin auf eine Fehlfunktion innerhalb des Gleichspannungswandlers oder der für die Regelung des Gleichspannungswandlers verwendeten Sensoren geschlossen werden.

Gemäß einer Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu ausgelegt, eine Signalisierung auszugeben, falls eine Fehlfunktion detektiert worden. Bei dieser Signalisierung kann es sich beispielsweise um ein elektronisches Signal handeln, welches an eine oder mehrere weitere Komponenten ausgegeben werden kann. Beispielsweise kann einer übergeordneten Kontrollinstanz auf diese Weise eine Fehlfunktion signalisiert werden. Darüber hinaus kann beispielsweise auch ein optisches oder akustisches Signal ausgegeben werden, um einem Benutzer die Fehlfunktion anzuzeigen. Ferner ist es auch möglich, bei der Detektion einer Fehlfunktion die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers bzw. den gesamten Gleichspannungswandler abzuschalten und gegebenenfalls gefährliche Betriebszustände zu vermeiden.

Gemäß einer Ausführungsform kann der Gleichspannungswandler einen Sperrwandler umfassen. Sperrwandler sind auch unter dem Begriff „Fly-Back-Wandler“ bekannt. Darüber hinaus sind selbstverständlich auch beliebige andere geeignete Gleichspannungswandler möglich. Insbesondere kann es sich bei dem Gleichspannungswandler um einen Gleichspannungswandler handeln, dessen Regelung auf Basis eines pulsbreitenmodulierten Signals erfolgen kann.

Gemäß einer Ausführungsform kann der Gleichspannungswandler einen ersten Stromsensor umfassen, der dazu ausgelegt ist, einen Eingangsstrom des Gleichspannungswandlers zu erfassen. Der Gleichspannungswandler kann auch einen ersten Spannungssensor umfassen, der dazu ausgelegt ist, eine Eingangsspannung des Gleichspannungswandlers zu erfassen. Weiterhin kann der Gleichspannungswandler einen zweiten Stromsensor umfassen, der dazu ausgelegt ist, einen Ausgangsstrom des Gleichspannungswandlers zu erfassen. Schließlich kann der Gleichspannungswandler auch einen zweiten Spannungssensor umfassen, der dazu ausgelegt ist, eine Ausgangsspannung des Gleichspannungswandlers zu erfassen. Entsprechend kann die Steuervorrichtung dazu ausgelegt sein, mindestens einen der Sensorwerte unter Verwendung des Erstverhältnisses zwischen Eingangsstrom und Ausgangsspannung zu überprüfen. Da für die Berechnung des ersten Verhältnisses zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom das aktuell verwendete Tastverhältnis für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers miteinfließt, und dieses Tastverhältnis beispielsweise auf Basis eines Regelkreises ermittelt wird, kann überprüft werden, ob das Tastverhältnis des Regelkreises in Übereinstimmung mit den von den Sensoren bereitgestellten Werten und somit auch in Übereinstimmung mit dem zweiten Verhältnis zwischen Eingangsspannung und Ausgangsspannung steht.

Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, soweit sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich den Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmalen der Erfindung. Insbesondere wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu den jeweiligen Grundformen der Erfindung hinzufügen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der
5 Figuren erläutert. Dabei zeigen:

Fig 1: eine schematische Darstellung eines Blockschaubilds einer
Gleichspannungswandleranordnung mit einer Steuervorrichtung für
einen Gleichspannungswandler gemäß einer Ausführungsform;

10

Fig. 2: eine schematische Darstellung eines Prinzipschaltbilds eines
Sperrwandlers; und

Fig. 3: ein Ablaufdiagramm, wie es einem Verfahren zur Ansteuerung eines
15 Gleichspannungswandlers gemäß einer Ausführungsform zugrunde
liegt.

15

Ausführungsformen der Erfindung

20 Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer
Gleichspannungswandleranordnung 1 gemäß einer Ausführungsform. Die
Gleichspannungswandleranordnung 1 umfasst einen Gleichspannungswandler
10, der mittels Ansteuersignalen von einer Steuervorrichtung 20 angesteuert
werden kann. Am Eingang des Gleichspannungswandlers 10 kann
25 beispielsweise eine Eingangsgleichspannung U_{in} bereitgestellt werden. Wird
elektrische Energie von der Eingangsseite des Gleichspannungswandlers 10 zu
einer Ausgangsseite übertragen, so fließt hierbei ein elektrischer Strom I_{in} in
den Gleichspannungswandler 10. Der Gleichspannungswandler 10 wandelt die
am Eingang bereitgestellte elektrische Gleichspannung U_{in} in eine elektrische
30 Ausgangsgleichspannung mit der elektrischen Spannung U_{out} . Wird elektrische
Energie von der Eingangsseite zur Ausgangsseite des Gleichspannungswandlers
10 übertragen, so fließt an der Ausgangsseite ein elektrischer Strom I_{out} aus
dem Gleichspannungswandler 10 heraus. Für die Erfassung des Eingangsstroms
 I_{in} in den Gleichspannungswandler 10 kann beispielsweise ein Stromsensor 12
35 vorgesehen sein. Die Eingangsspannung U_{in} kann beispielsweise mittels eines

20

25

30

35

geeigneten Spannungssensors 11 überwacht werden. Analog kann der Ausgangsstrom I_{out} aus dem Gleichspannungswandler 10 heraus mittels eines geeigneten Stromsensors 14 erfasst werden, und die Ausgangsspannung U_{out} kann mittels eines entsprechenden Spannungssensors 13 überwacht werden.

5

Die von den Sensoren 11 bis 14 erfassten Sensorwerte können an einer Steuervorrichtung 20 bereitgestellt werden. Die Steuervorrichtung 20 kann daraufhin unter Verwendung der erfassten Sensorwerte den Gleichspannungswandler 10 derart ansteuern, dass beispielsweise am Ausgang des Gleichspannungswandlers 10 eine vorbestimmte Sollspannung bereitgestellt wird. Alternativ kann gegebenenfalls auch der Ausgangsstrom I_{out} auf einen vorgegebenen Sollwert eingestellt werden. Hierzu können zum Beispiel an der Steuervorrichtung 20 ein oder mehrere Sollwerte S bereitgestellt werden.

10

15

Beispielsweise kann durch Anpassen eines Tastverhältnisses bei einer pulsweitenmodulierten Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 10 die Ausgabe des Gleichspannungswandlers 10 auf den oder die vorgegebenen Sollwerte eingestellt werden. Hierzu kann beispielsweise in der Steuervorrichtung 20 eine Regelschleife vorgesehen sein, welche unter Verwendung des vorgegebenen Sollwerts S und einem oder mehreren Sensorwerte von den Spannungs- und/oder Stromsensoren 11 bis 14 ein entsprechendes Tastverhältnis D ermittelt.

20

25

Da für eine solche Regelung des Gleichspannungswandlers 10 hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der von den Spannungs- und Stromsensoren 11 bis 14 bereitgestellten Sensorwerte gestellt werden, müssen die Sensorwerte gegebenenfalls zumindest teilweise plausibilisiert werden.

30

Hierzu kann die Steuervorrichtung beispielsweise mittels mehrerer unterschiedlicher Verfahren Zusammenhänge zwischen Eingangsgrößen und Ausgangsgrößen berechnen. Werden den unterschiedlichen Berechnungsverfahren dabei unterschiedliche Größen zugrunde gelegt, und führen die unterschiedlichen Verfahren dabei zu gleichen oder zumindest annähernd gleichen Werten, so können die zugrunde liegenden Sensorwerte als plausibel angesehen werden. Wird dagegen bei der Berechnung mittels

35

unterschiedlicher Berechnungsverfahren eine signifikante Abweichung, beispielsweise eine Abweichung um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert, festgestellt, so kann dies auf einen Fehler innerhalb des Regelkreises oder bei mindestens einem der Spannungs- oder Stromsensoren 11 bis 14 hinweisen.

5

Wird ein solcher Fehler detektiert, so kann eine entsprechende Signalisierung ausgegeben werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Funktion des Gleichspannungswandlers 10 eingeschränkt oder der Gleichspannungswandler kann gegebenenfalls komplett deaktiviert werden.

10

Um die von den Strom- und Spannungssensoren 11 bis 14 bereitgestellten Sensorwerte zu plausibilisieren kann beispielsweise in einem ersten Schritt ein Zusammenhang, beispielsweise ein Quotient, zwischen dem Eingangsstrom I_{in} und dem Ausgangsstrom I_{out} berechnet werden, wobei in dem ersten Schritt dieses Verhältnis unter Verwendung des aktuell eingestellten Tastverhältnisses D für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 10 berechnet wird. Die hierbei anzusetzenden Beziehungen zwischen dem Tastverhältnis D und den weiteren Sensorwerten kann dabei von dem individuellen Aufbau des Gleichspannungswandlers 10 und dem aktuell eingestellten Betriebsmodus des Gleichspannungswandlers 10 abhängen. Konkrete Beispiele für eine solche Berechnung werden weiter unten noch detailliert ausgeführt.

15

20

Weiter kann parallel hierzu das Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} auch unter Verwendung der aktuellen Eingangsspannung U_{in} und der aktuellen Ausgangsspannung U_{out} berechnet werden. Hierzu können beispielsweise jeweils die Strom- und Spannungswerte der entsprechenden Strom- und Spannungssensoren 11 bis 14 verwendet werden. Beispielsweise kann bei einem entsprechenden Gleichspannungswandler das Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} aus der Eigenschaft abgeleitet werden, dass der Quotient aus Eingangsstrom und Ausgangsstrom (I_{in}/I_{out}) umgekehrt proportional zu den Quotienten aus Eingangsspannung (U_{in}/U_{out}) ist:

25

30

$$I_{out} / I_{in} = U_{in} / U_{out}$$

35

Die Steuervorrichtung 20 kann beispielsweise einerseits das Verhältnis aus Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} unter Berücksichtigung des aktuell eingestellten Tastverhältnisses D berechnen und andererseits das Verhältnis aus Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} auf Grundlage der Eingangsspannung U_{in} und der Ausgangsspannung U_{out} berechnen. Insbesondere erfolgt die Berechnung des dieses zweiten Verhältnisses ohne Berücksichtigung des aktuell eingestellten Tastverhältnisses in dem Gleichspannungswandler 10. Sind die beiden Verhältnisse aus Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} gleich oder zumindest annähernd gleich, so kann dies als ein Hinweis auf korrekte Sensorwerte betrachtet werden. Weichen dagegen die beiden Verhältnisse aus Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} signifikant, das heißt um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert voneinander ab, so kann daraus auf eine Fehlfunktion des Gleichspannungswandlers 10 oder mindestens eines der Strom- bzw. Spannungssensoren 11 bis 14 geschlossen werden.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Prinzipschaltbilds eines Sperrwandlers, wie er beispielsweise als Gleichspannungswandler 10 in der Gleichspannungswandleranordnung 1 gemäß einer Ausführungsform eingesetzt werden kann. Der Gleichspannungswandler 10 in diesem Ausführungsbeispiel umfasst einen Transformator Tr . Dieser Transformator kann beispielsweise auf der Primärseite eine Windungsanzahl N_p und auf der Sekundärseite eine Windungszahl von N_s aufweisen. Die Streuinduktivität dieses Transformators Tr ist exemplarisch durch die zusätzliche Induktivität L_s dargestellt. Die Primärseite des Transformators Tr ist in Serie mit einem ersten Schaltelement $T1$ an den Eingangsanschlüssen des Gleichspannungswandlers 10 angeschlossen. Parallel zu den primärseitigen Anschlüssen des Transformators Tr ist ein zweites Schaltelement $T2$ in Serie mit einem ersten Kondensator $C1$ angeordnet. Die Sekundärseite des Transformators Tr ist in Serie mit einem dritten Schaltelement $T3$ an die Ausgangsanschlüsse des Gleichspannungswandlers 10 angeschlossen. Parallel dazu ist ein zweiter Kondensator $C2$ vorgesehen. Der detaillierte Aufbau sowie der prinzipielle Betrieb und die Ansteuerung eines solchen Sperrwandlers in den unterschiedlichen Betriebsmodi ist grundsätzlich bekannt und wird daher nicht im Detail erläutert.

In einem nicht-lückenden Betriebsmodus (Continuous Conduction Mode, CCM) ergibt sich für das Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} der folgende Zusammenhang.

$$\frac{I_{in}}{I_{out}} = \frac{D}{1-D} \cdot \frac{N_s}{N_p}$$

Für einen lückenden Betrieb des Sperrwandlers (Discontinuous Conduction Mode, DCM) ergibt sich dagegen für das Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} der folgende Zusammenhang:

$$\frac{I_{in}}{I_{out}} = \sqrt{\frac{R \cdot D^2}{2 \cdot L \cdot f}}$$

Hierbei steht L für die Hauptinduktivität des Sperrwandlers, f für die Schaltfrequenz mit der der Sperrwandler betrieben wird und R für die Ohmschen Verluste des Sperrwandlers.

Somit kann je nach Betriebsmodus eines solchen Sperrwandlers aus dem Tastverhältnis D und den bekannten weiteren Eigenschaften des Sperrwandlers jeweils ein aktuelles Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} berechnet werden. Dieses Verhältnis kann mit dem weiter oben bereits beschriebenen Verhältnis des Eingangsstroms I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} auf Grundlage der entsprechenden Eingangsspannung U_{in} und Ausgangsspannung U_{out} verglichen werden, welches ohne die Verwendung des Tastverhältnisses D berechnet worden ist.

Selbstverständlich können auch für andere Gleichspannungswandleranordnungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Eigenschaften der Ansteuerungsparameter, insbesondere eines Tastverhältnisses für eine pulsbreitenmodulierte Ansteuerung analoge Zusammenhänge gebildet werden, um das Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom einerseits auf Grundlage der korrespondierenden Spannungen und andererseits auf Grundlage der jeweils eingestellten Ansteuerparameter zu vergleichen.

Durch die Plausibilisierung der Sensorwerte kann auf eine redundante Ausführung der einzelnen Sensoren verzichtet werden.

5 Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm, wie es einem Verfahren zur Ansteuerung eines Gleichspannungswandlers gemäß einer Ausführungsform zugrunde liegt. Das Verfahren kann grundsätzlich beliebige Schritte umfassen, wie sie zuvor bereits im Zusammenhang mit der Gleichspannungswandleranordnung 1 beschrieben worden sind. Analog kann auch die oben beschriebene Gleichspannungswandleranordnung 1 und insbesondere die Steuervorrichtung 10
10 20 auch beliebige Komponenten umfassen, wie sie zur Realisierung des nachfolgenden beschriebenen Verfahrens erforderlich sind.

15 In einem Schritt S1 wird ein erstes Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} des Gleichspannungswandlers 10 berechnet. Dieses erste Verhältnis wird insbesondere unter Verwendung eines für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers erforderlichen Steuerparameters, wie beispielsweise eines Tastverhältnisses D berechnet.

20 In Schritt S2 wird parallel dazu ein zweites Verhältnis zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} des Gleichspannungswandlers 10 berechnet. Dieses zweite Verhältnis wird insbesondere unter Verwendung einer Eingangsspannung U_{in} und einer Ausgangsspannung U_{out} des Gleichspannungswandlers berechnet. Wie oben bereits angeführt, wird das zweite Verhältnis hierbei ohne Berücksichtigung des Tastverhältnisses D
25 berechnet.

30 Daraufhin kann in Schritt S3 eine Fehlfunktion detektiert werden, falls die beiden berechneten Verhältnisse voneinander abweichen. Insbesondere kann eine Fehlfunktion detektiert werden, wenn die beiden berechneten Verhältnisse um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert voneinander abweichen.

35 Das Verfahren zur Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 10 kann insbesondere einen Schritt zum Erfassen der Ausgangsspannung U_{out} des Gleichspannungswandlers 10 umfassen. Auf Grundlage dieses erfassten Spannungswertes der Ausgangsspannung U_{out} kann daraufhin ein

Ansteuerparameter, beispielsweise ein Tastverhältnis D für eine pulsbreitenmodulierte Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 10 ermittelt werden. Auf diese Weise kann ein Regelkreis zur Einstellung eines vorgegebenen Sollwertes für die Ausgangsspannung U_{out} des Gleichspannungswandlers 10 realisiert werden. Somit kann das durch diese Regelschleife ermittelte Tastverhältnis D für die Bestimmung des Verhältnisses zwischen Eingangsstrom I_{in} und Ausgangsstrom I_{out} des Gleichspannungswandlers 10 zur Berechnung des ersten Verhältnisses in Schritt S1 verwendet werden.

Wird in Schritt S3 eine Fehlfunktion detektiert, so kann daraufhin beispielsweise die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 10 gestoppt werden. Alternativ kann die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 10 auch nur eingeschränkt werden, oder nur eine Signalisierung für eine Fehlfunktion an eine weitere Instanz ausgegeben werden.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine Plausibilisierung von Betriebsparametern, insbesondere von sensorisch erfassten Eingangs- und Ausgangswerten eines Gleichspannungswandlers. Hierzu wird ein Verhältnis zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom eines Gleichspannungswandlers auf Grundlage von zwei unterschiedlichen Berechnungsverfahren berechnet, wobei den unterschiedlichen Berechnungsverfahren zumindest teilweise unterschiedliche Parameter zugrunde liegen. Führen die beiden Berechnungsverfahren zu einem gleichen oder zumindest annähernd gleichen Verhältnis von Eingangsstrom zu Ausgangsstrom, so kann auf diese Weise die Zuverlässigkeit der verwendeten Parameter plausibilisiert werden.

Ansprüche

5

1. Steuervorrichtung (20) für einen Gleichspannungswandler (10), der dazu ausgelegt ist, eine Eingangsgleichspannung (U_{in}) und eine Ausgangsgleichspannung (U_{out}) zu konvertieren, wobei die Steuervorrichtung (20) dazu ausgelegt ist:

10

ein erstes Verhältnis zwischen einem Eingangsstrom (I_{in}) und einem Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung eines für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers (10) verwendeten Tastverhältnis (D) zu berechnen,

15

ein zweites Verhältnis zwischen dem Eingangsstrom (I_{in}) und dem Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung einer Eingangsspannung (U_{in}) und einer Ausgangsspannung (U_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) zu berechnen, und

20

eine Fehlfunktion zu detektieren, falls das berechnete erste Verhältnis und das berechnete zweite Verhältnis zwischen Eingangsstrom (I_{in}) und Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert voneinander abweichen.

25

2. Steuervorrichtung (20) nach Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, den Gleichspannungswandler (10) entweder in einem lückenden Betriebsmodus oder einem nicht-lückenden Betriebsmodus anzusteuern, und

30

wobei die Steuervorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, das erste Verhältnis zwischen Eingangsstrom (I_{in}) und Ausgangsstrom (I_{out}) unter Berücksichtigung des jeweils aktuellen Ansteuermodus für den Gleichspannungswandler (10) zu berechnen.

35

3. Steuervorrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
Steuereinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, das Tastverhältnis für die Ansteuerung
des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung eines vorbestimmten
Sollwerts (S) für die Ausgangsspannung (U_{out}) und/oder den Ausgangsstrom
5 (I_{out}) zu regeln.

4. Steuervorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die
Steuereinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, eine Signalisierung auszugeben, falls
eine Fehlfunktion detektiert worden ist.

5. Gleichspannungswandlervorrichtung (1), mit:

einem Gleichspannungswandler (10), der dazu ausgelegt ist, eine
Eingangsgleichspannung (U_{in}) in eine vorbestimmte Ausgangsgleichspannung
15 (U_{out}) zu konvertieren; und

einer Steuervorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

wobei die Steuervorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, ein Tastverhältnis (D) für die
Ansteuerung des Gleichspannungswandlers (10) zu ermitteln und den
20 Gleichspannungswandler (10) unter Verwendung des ermittelten
Tastverhältnisses (D) anzusteuern.

6. Gleichspannungswandlervorrichtung (1) nach Anspruch 5, wobei der
Gleichspannungswandler (10) einen Sperrwandler umfasst.

7. Gleichspannungswandlervorrichtung (1) nach Anspruch 6 oder 7, mit
einem ersten Stromsensor (12), der dazu ausgelegt ist, einen Eingangsstrom
30 (I_{in}) des Gleichspannungswandlers (10) zu erfassen,

einem ersten Spannungssensor (11), der dazu ausgelegt ist, eine
Eingangsspannung (U_{in}) an dem Gleichspannungswandler zu (10) erfassen,

einem zweiten Stromsensor (14), der dazu ausgelegt ist, einen Ausgangsstrom
35 (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) zu erfassen, und

einem zweiten Spannungssensor (13), der dazu ausgelegt ist, eine Ausgangsspannung (U_{out}) an dem Gleichspannungswandler (10) zu erfassen,

5 wobei die Steuervorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, mindestens einen der Sensorwerte unter Verwendung des ersten Verhältnisses zwischen Eingangsstrom (I_{in}) und Ausgangsstrom (I_{out}) zu überprüfen.

10 8. Verfahren zur Ansteuerung eines Gleichspannungswandlers (10), der dazu ausgelegt ist, eine Eingangsspannung (U_{in}) und eine Ausgangsspannung (U_{out}) zu konvertieren, mit den Schritten:

15 Berechnen (S1) eines ersten Verhältnisses zwischen einem Eingangsstrom (I_{in}) und einem Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung eines für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers (10) verwendeten Tastverhältnis (D);

20 Berechnen (S2) eines zweiten Verhältnisses zwischen dem Eingangsstrom (I_{in}) und dem Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung einer Eingangsspannung (U_{in}) und einer Ausgangsspannung (U_{out}) des Gleichspannungswandlers (10); und

25 Detektieren (S3) einer Fehlfunktion, falls das berechnete erste Verhältnis und das berechnete zweite Verhältnis zwischen Eingangsstrom (I_{in}) und Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) um mehr als einen vorgegebenen Schwellwert voneinander abweichen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, mit den Schritten

30 Erfassen einer Ausgangsspannung (U_{out}) des Gleichspannungswandlers (10); und

Einstellen des Tastverhältnisses (D) für die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung der erfassten

Ausgangsspannung (U_{out}) und eines vorbestimmten Sollwertes (S) für die Ausgangsspannung,

5 wobei das erste Verhältnis zwischen Eingangsstrom (I_{in}) und Ausgangsstrom (I_{out}) des Gleichspannungswandlers (10) unter Verwendung des eingestellten Tastverhältnisses (D) in einem stationären Regelzustand berechnet wird.

10 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, mit einem Schritt zum Stoppen der Ansteuerung für den Gleichspannungswandler (10), falls eine Fehlfunktion detektiert worden ist.

1 / 2

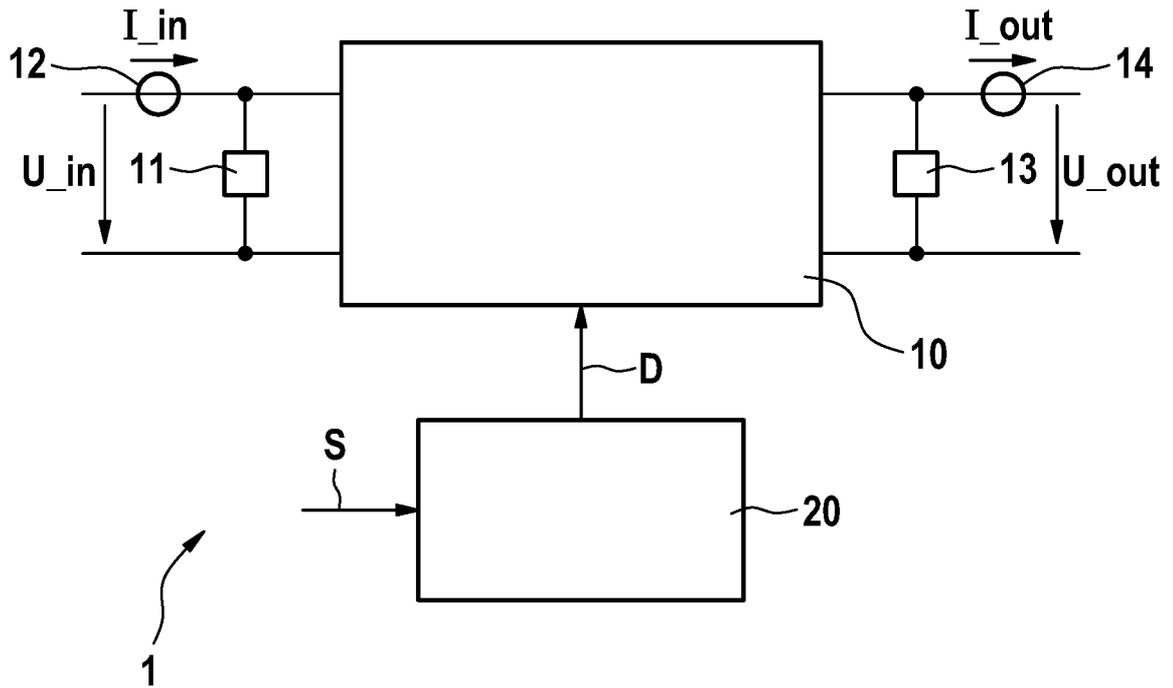


FIG. 1

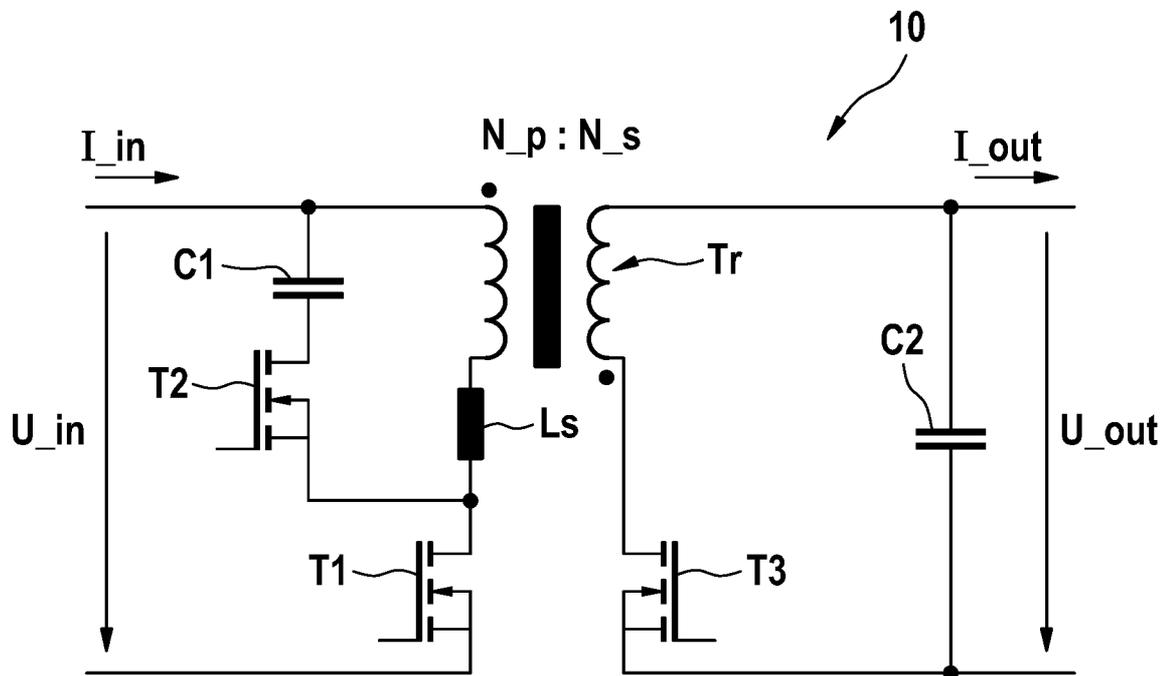


FIG. 2

2 / 2

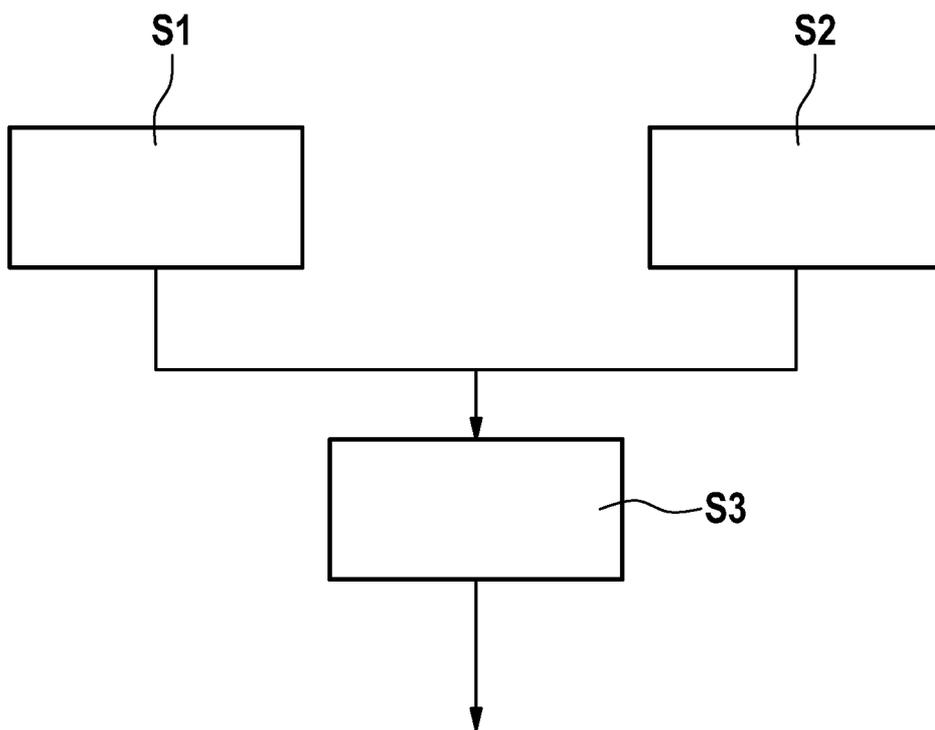


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/077571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02M 1/00 (2006.01)i; H02M 1/32 (2007.01)i; H02M 1/34 (2007.01)i; H02M 3/155 (2006.01)i; H02M 3/335 (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) H02M		
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	LI ZHOU ET AL. "Fault diagnosis and fault-tolerant control of photovoltaic micro-inverter" <i>JOURNAL OF CENTRAL SOUTH UNIVERSITY, CENTRAL SOUTH UNIVERSITY, CHANGSHA</i> , Vol. 23, No. 9, 30 September 2016 (2016-09-30), pages 2284-2295, [retrieved on 2016-09-30] DOI: 10.1007/S11771-016-3286-7 ISSN: 2095-2899, XP036066963 abstract paragraph 2: Modeling of Interleaved flyback converters; paragraph 3: Fault diagnostic method; paragraph 4: Fault tolerant control; page 285 - page 288; figures 1-3	1-10
A	US 2020007027 A1 (FUJIOKA KAZUHIRO [JP] ET AL) 02 January 2020 (2020-01-02) abstract paragraphs [0087], [0088], [0091] - [0093]; figure 13	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 January 2022		Date of mailing of the international search report 20 January 2022
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 Van der Meer, Paul Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/077571

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020007027	A1	02 January 2020	CN	110677038	A	10 January 2020
				JP	6522211	B1	29 May 2019
				JP	2020005475	A	09 January 2020
				US	2020007027	A1	02 January 2020
.....							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H02M1/00	H02M1/32
		H02M1/34
		H02M3/155
		H02M3/335
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
H02M		
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	<p>LI ZHOU ET AL: "Fault diagnosis and fault-tolerant control of photovoltaic micro-inverter", JOURNAL OF CENTRAL SOUTH UNIVERSITY, CENTRAL SOUTH UNIVERSITY, CHANGSHA, Bd. 23, Nr. 9, 30. September 2016 (2016-09-30), Seiten 2284-2295, XP036066963, ISSN: 2095-2899, DOI: 10.1007/S11771-016-3286-7 [gefunden am 2016-09-30] Zusammenfassung Absatz 2: Modeling of Interleaved flyback converters Absatz 3: Fault diagnostic method Absatz 4: Fault tolerant control; Seite 285 - Seite 288; Abbildungen 1-3</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-10
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :	"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen 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
"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)	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"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	"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	
12. Januar 2022	20/01/2022	
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 Van der Meer, Paul	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2020/007027 A1 (FUJIOKA KAZUHIRO [JP] ET AL) 2. Januar 2020 (2020-01-02) Zusammenfassung Absätze [0087], [0088], [0091] - [0093]; Abbildung 13 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/077571

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2020007027 A1	02-01-2020	CN 110677038 A	10-01-2020
		JP 6522211 B1	29-05-2019
		JP 2020005475 A	09-01-2020
		US 2020007027 A1	02-01-2020
