



(10) **DE 10 2016 206 053 A1** 2016.11.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 206 053.8**

(22) Anmeldetag: **12.04.2016**

(43) Offenlegungstag: **24.11.2016**

(51) Int Cl.: **G01R 31/40 (2006.01)**

H02M 5/458 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2015 209 038.8 18.05.2015

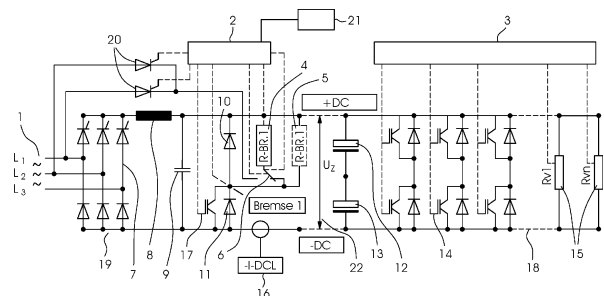
(71) Anmelder:
**Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115
Heidelberg, DE**

(72) Erfinder:
**Villhauer, Reiner, 68753 Waghäusel, DE; Reiter,
Josef, 69214 Eppelheim, DE; Koral, Kubilay,
69168 Wiesloch, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schutzschaltung für Bremswiderstand**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer elektronischen Schaltungsanordnung mit einem Gleichspannungszwischenkreis (22), welcher eingangsseitig über einen Gleichrichter (7) an eine Wechselspannungsquelle (1) anschließbar ist und welcher ausgangsseitig über einen Umrichter (14) zum Anschluss an wenigstens einen elektrischen Verbraucher (15) vorgesehen ist, wobei im Gleichspannungszwischenkreis (22) wenigstens zwei parallel schaltbare Bremswiderstände (4, 5) vorhanden sind. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass durch eine Erfassungseinheit (16) der Strom (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) erfasst wird und dass in Abhängigkeit des erfassten Stroms (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) durch eine Steuereinrichtung (2) die Funktionsfähigkeit der parallel geschalteten Bremswiderstände (4, 5) überprüft wird. Weiterhin zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass durch eine Erfassungseinheit (16) der Strom (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) erfasst wird, dass die Steuereinrichtung (2) die Kollektoremitterspannung am Choppertransistor (17) erfasst und dass bei defektem Choppertransistor (17) durch einen Schalter, insbesondere einen eingangsseitigen Gleichrichter (7), die Versorgungsspannung abgeschaltet wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer elektronischen Schaltungsanordnung mit einem Gleichspannungszwischenkreis, welcher eingangsseitig über einen Gleichrichter an einer Wechselspannungsquelle anschließbar ist und welcher ausgangsseitig über einen Umrichter zum Anschluss an wenigstens einen elektrischen Verbraucher vorgesehen ist, wobei im Gleichspannungszwischenkreis wenigstens zwei parallel schaltbare Bremswiderstände vorhanden sind.

[0002] Derartige Verfahren kommen bei der Steuerung von elektronischen Schaltungsanordnungen zum Einsatz, bei denen die Wechselspannung aus dem Stromnetz über einen eingangsseitigen Gleichrichter in eine gleichgerichtete Spannung in einem Gleichspannungszwischenkreis umgewandelt wird, an dem dann wiederum über Wechselrichter oder Umrichter gesteuert elektrische Verbraucher, wie Elektromotoren in Maschinen, angeschlossen werden. Über den Umrichter oder Wechselrichter ist es so möglich, Elektromotoren elektronisch anzusteuern und so z. B. die Drehzahl entsprechend zu regeln. Meistens ist der Gleichspannungszwischenkreis so dimensioniert und ausgelegt, dass an ihm mehrere Elektromotoren oder andere elektrische Verbraucher angeschlossen werden können. Bei modernen Maschinen sind die elektrischen Antriebsmotoren so ausgestaltet, dass sie nicht nur im Antriebsmodus sondern auch im Generatormodus betrieben werden können, so dass bei Bremsvorgängen die dabei anfallende elektrische Energie nicht direkt in Wärme umgesetzt wird sondern zunächst in den Gleichspannungszwischenkreis zurückgespeist werden können. Erst wenn im Gleichspannungszwischenkreis die zurückgespeiste Energie nicht genutzt werden kann, kommen sogenannte Bremswiderstände zum Einsatz, welche überschüssige elektrische Energie in Wärme umwandeln. Diese Bremswiderstände werden oft auch als Chopperwiderstände bezeichnet.

[0003] Eine derartige elektronische Schaltungsanordnung zur Steuerung von elektrischen Antriebsmotoren ist aus der Patentanmeldung DE 10 2006 032 476 A1 bekannt. Die dort offenbarte elektronische Schaltungsanordnung wird auf Grundlage der vorliegenden Erfindung mit einer verbesserten Steuerungseinrichtung ausgerüstet. Bei dieser elektronischen Schaltungsanordnung geht es darum, einen Gleichspannungszwischenkreis zu schaffen, welcher es zum einen ermöglicht, mit einem kombinierten Widerstand sowohl elektrische Energie beim generatorischen Betrieb von Elektromotoren zu absorbieren als auch beim Einschalten des Gleichspannungszwischenkreises den Einschaltstrom auf ein zulässiges Maß zu begrenzen. Des Weiteren bietet die elektronische Schaltungsanordnung den Vorteil, die elektrischen Verluste beim Betrieb von an-

geschlossenen Elektromotoren im motorischen Betrieb auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Um einen zuverlässigen Bremsbetrieb zu gewährleisten, weist die elektronische Schaltungsanordnung zusätzlich zu dem ohmschen Widerstand zur Begrenzung der Zwischenkreisspannung einen parallel schaltbaren Bremswiderstand auf, welcher den elektrischen Widerstand im Bremsbetrieb verringert, so dass schneller eine größere Rückspeiseleistung in Wärme umgewandelt werden kann.

[0004] Aus der Gebrauchsmusterschrift DE 20 2009 018 791 U1 ist ein Umrichter mit verschiedenen Überwachungsfunktionen bekannt, welcher die Funktionsfähigkeit des Umrichters in einer Windkraftanlage sicherstellt. Dabei sind Überwachungsfunktionen vorgesehen, wie z. B. die Überwachung des Drehzahl-Istwerts des Elektromotors der Windkraftanlage, die Überwachung der Ausgangstransistoren des Umrichters auf Überlastung, die Überwachung des den Umrichter versorgenden Netzes auf einen Netzphasenausfall und auch die Überwachung der Zwischenkreisspannung des Umrichters. Zusätzlich wird auch der Bremswiderstand auf Überlastung überwacht.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein weiteres Verfahren zur Steuerung einer elektronischen Schaltungsanordnung mit einem Gleichspannungszwischenkreis zu schaffen, bei dem die Funktionsfähigkeit wichtiger elektrischer Bauteile im Gleichspannungszwischenkreis überwacht wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass im Gleichspannungszwischenkreis eine Erfassungseinheit vorgesehen ist, welche den zurückfließenden Strom im Gleichspannungszwischenkreis erfasst. Diese Erfassungseinheit kann z. B. ein Strommessgerät sein, welches den Stromfluss induktiv erfasst. In Abhängigkeit des erfassten Stroms im Gleichspannungszwischenkreis kann dann eine Steuereinrichtung, welche ansonsten die elektronischen Bauteile in der Schaltungsanordnung steuert und hier zusätzlich Überwachungsfunktionen wahrnimmt, auf die Funktionsfähigkeit der im Gleichspannungszwischenkreis parallel geschalteten Bremswiderstände schließen. Dieses Verfahren kann insbesondere bei der Inbetriebnahme der elektronischen Schaltungsanordnung durch die Steuereinrichtung der Schaltungsanordnung ausgelöst werden, indem die parallel geschalteten Bremswiderstände und ein zugehöriger Choppertransistor wenigstens kurzzeitig angesteuert werden und der dabei fließende Strom im Gleichspannungszwischenkreis in der Steuereinrichtung ausgewertet wird. Da

die Zwischenkreisspannung im Gleichspannungszwischenkreis bekannt ist, kann die elektronische Schaltungsanordnung mit der Formel zur Berechnung des elektrischen Widerstands $R = U/I$ den tatsächlichen elektrischen Widerstand im Gleichspannungszwischenkreis berechnen.

[0008] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass der Gesamtwiderstand der parallel geschalteten Bremswiderstände in der Steuereinrichtung abgespeichert ist. Nachdem die Steuereinrichtung den tatsächlichen Widerstand aus dem Wert des positiven Spannungsabfalls an den parallel geschalteten Bremswiderständen und dem erfassten Zwischenkreisstrom berechnet hat, kann die Steuereinrichtung diesen tatsächlichen Bremswiderstand nun mit dem abgespeicherten Gesamtwiderstand aller parallel geschalteten Bremswiderstände vergleichen. Wenn hier eine zu große Abweichung nach oben oder unten stattfindet, so ist davon auszugehen, dass wenigstens einer der parallel geschalteten Bremswiderstände defekt ist.

[0009] Vorteilhafterweise ist außerdem vorgesehen, dass die Steuereinrichtung bei dem Vergleich eine maximal zulässige Toleranz miteinberechnet. Diese Toleranz ist vorzugsweise so gewählt, dass sie kleiner ist als die Widerstandsveränderung, welche sich bei einem Defekt eines der parallel geschalteten Bremswiderstände ergibt. Zugleich stellt die Verwendung einer zulässigen Toleranz sicher, dass bei einer wesentlichen Erhöhung oder Erniedrigung des positiven Spannungsabfalls an den parallel geschalteten Bremswiderständen und/oder einer Erhöhung oder Erniedrigung des erfassten Zwischenkreisstroms zuverlässig aber frühzeitig auf einen defekten Bremswiderstand geschlossen wird.

[0010] Vorteilhafterweise ist außerdem vorgesehen, dass die Steuereinrichtung die Kollektoremitterspannung am Choppertransistor erfasst. Diese Erfassung der Kollektoremitterspannung am Choppertransistor wird während des dynamischen Betriebs vorgenommen, um den Betriebszustand des Choppertransistors zu kontrollieren. Wenn z. B. der Choppertransistor im dynamischen Zustand defekt ist, weil er kurzgeschlossen ist oder die Ansteuerung defekt ist, so kann durch die oben erfassten Werte der Kollektoremitterspannung und des Zwischenkreisstroms durch die Steuereinrichtung ein derartiger Defekt zuverlässig erkannt werden. In diesem Fall kann z. B. eine von den elektrischen Antriebsmotoren angetriebene Maschine in einen sicheren Zustand überführt werden, indem die Energiezufuhr der Maschine abgeschaltet wird.

[0011] Vorteilhafterweise geschieht das dadurch, dass bei defektem Choppertransistor durch einen Schalter, insbesondere einen eingangsseitigen Gleichrichter, die Versorgungsspannung abgeschaltet wird. In diesem Fall wird durch das Abschalten

des Gleichrichters der Gleichspannungszwischenkreis vom Stromnetz getrennt, so dass die Maschine nicht weiter mit Strom versorgt wird. Anstelle der Abschaltung des eingangsseitigen Gleichrichters können auch elektromechanische bzw. elektromagnetische Schalter vorgesehen sein, welche ein Abschalten des Gleichspannungszwischenkreises vom Stromnetz bewirken. Mit dieser Vorgehensweise wird erhöhten Sicherheitsforderungen an elektrisch betriebene Maschinen Rechnung getragen.

[0012] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei wenigstens einem durch Unterbrechung defekten parallel verschalteten Bremswiderstand auf einer Anzeigeeinrichtung eine Fehlermeldung angezeigt wird. Grundsätzlich muss man bei ohmschen Widerständen zwischen zwei Defektarten unterscheiden. Ein ohmscher Widerstand kann dann defekt sein, wenn er bricht und somit einen unendlichen hohen elektrischen Widerstand aufnimmt. Eine andere Möglichkeit ist, dass der ohmsche Widerstand kurzgeschlossen wird und somit praktisch keinen elektrischen Widerstand mehr aufweist. In beiden Fällen verändert sich der resultierende elektrische Widerstand der parallel geschalteten Bremswiderstände, so dass beide Fehler zuverlässig erkannt und voneinander unterschieden werden können. Im Fall der Unterbrechung ist dabei erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Fehlermeldung auf einer Anzeigeeinrichtung der Maschine, wie einem Bildschirm, angezeigt wird. Auf diese Art und Weise wird der Betreiber der Maschine darüber informiert, dass ein Bremswiderstand an seiner Maschine defekt ist. Zusätzlich oder alternativ ist es auch möglich, diesen Defekt über ein Fernwartungssystem über das Internet an einen Kontrollrechner beim Hersteller der Maschine zu übertragen, so dass dort automatisch ein Service- und Wartungsticket erstellt wird und der Defekt zumindest registriert wird.

[0013] Bei einem Kurzschluss wenigstens eines Bremswiderstandes kann dieser Defekt in Verbindung mit der erfassten Kollektoremitterspannung am Choppertransistor ebenfalls durch die Steuereinrichtung erfasst werden und die Steuereinrichtung kann aus Sicherheitsgründen eine Abschaltung der Versorgungsspannung durch einen Schalter, insbesondere den eingangsseitigen Gleichrichter, durchführen. Zusätzlich oder alternativ kann auch hier auf dem Bildschirm der Maschine angezeigt werden, dass ein Fehler im Bremswiderstand vorliegt. Ein kurzgeschlossener Widerstand ist aber insofern gefährlicher, da damit alle parallel angeordneten Widerstände kurzgeschlossen sind und somit faktisch kein Bremswiderstand mehr vorhanden ist. Es ist daher in diesem Fall zu bevorzugen, neben der Anzeige einer Fehlermeldung die Maschine sicherheitshalber stillzusetzen.

[0014] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand einer Figur näher beschrieben und erläutert. Die Figur zeigt:

[0015] Figur eine elektronische Schaltungsanordnung mit einem Strommeselement im Gleichspannungszwischenkreis zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Die Schaltungsanordnung in der Figur ist an ihrer Eingangsseite **19** an ein Drehstromnetz **1** angeschlossen. Prinzipiell ist aber auch ein Anschluss an ein Zweiphasenwechselspannungsnetz möglich. Über den Anschluss an das Drehstromnetz **1** ist sichergestellt, dass die Schaltungsanordnung auch Elektromotoren in einer Leistungsklasse von 100 kW und mehr z. B. in Druckmaschinen ausreichend mit elektrischer Energie versorgen kann. Die Wechselspannung des Drehstromnetzes **1** wird an der Eingangsseite **19** mittels einer halbgesteuerten oder vollgesteuerten Gleichrichterbrücke **7** in eine pulsierende Gleichspannung umgewandelt. Die Gleichrichterbrücke **7** ist in der Figur unidirektional ausgestaltet, d. h. es ist nur ein Energiefluss vom Drehstromnetz **1** in Richtung des Gleichspannungszwischenkreises **22** möglich aber nicht umgekehrt. Sonst müsste die Gleichrichterbrücke **7** bidirektional ausgeführt sein, was jedoch mit entsprechend höheren Kosten verbunden ist. Die gleichgerichtete Wechselspannung wird im Gleichspannungszwischenkreis **22** mittels einer Glättungsinduktivität **8** und eines Filterkondensators **9** geglättet. Die Netzthyristoren **20** führen während der Aufladephase der Zwischenkreiskondensatoren **9, 12, 13** den Ladestrom. Nach Beendigung dieses Vorgangs werden die Netzthyristoren **20** abgeschaltet. Der Chopper, gebildet aus der Diode **11** und dem Choppertransistor **17**, ermöglicht es, im generatorischen Betrieb von an der Ausgangsseite **18** geschlossene Elektromotoren **M** den Bremsstrom über einen kombinierten Brems- und Anlaufwiderstand **4** zu führen. Mittels eines elektrischen Schalters **6** kann der kombinierte Brems- und Anlaufwiderstand **4** zum einen über eine Netzdiode **20** mit dem Drehstromnetz **1** verbunden werden als auch im anderen Schaltzustand mit dem Bremstransistor **17**. Beim Einschalten des Gleichspannungszwischenkreises **22** ist der kombinierte Brems- und Anlaufwiderstand **4** über den elektrischen Schalter **6** mit dem Drehstromnetz **1** verbunden, so dass sich im Gleichspannungszwischenkreis **22** die Zwischenkreisspannung U_Z aufbaut. Die Netzdiode **20** dient dazu, nur positive Halbwellen der Spannung der Drehstromnetzes **1** durchzulassen. Um den Sanftanlauf zu beschleunigen können auch an allen Phasen L1, L2, L3 des Drehstromnetzes **1** Dioden **20** vorgesehen sein.

[0017] Falls jedoch ein Energiefluss im generatorischen Betrieb von der Ausgangsseite **18** zur Eingangsseite **19** erfolgt, wird der kombinierte Anlauf- und Bremswiderstand **4** mittels des Schalters **6** vom

Drehstromnetz **1** getrennt und stattdessen als Bremswiderstand benutzt.

[0018] Zusätzlich kann ein weiterer Widerstand **5** vorgesehen sein. Im Zwischenkreis **22** ist in der Figur zudem eine Kondensatorenbank mit zwei Zwischenkreiskondensatoren **12, 13** angeordnet. An die Zwischenkreiskondensatoren **12, 13** schließt sich an der Ausgangsseite **18** ein Wechselrichter **14** an, welcher die Gleichspannung des Gleichspannungszwischenkreises **22** zur Steuerung von elektrischen Verbrauchern **15** umrichtet. Die elektrischen Verbraucher **15** können insbesondere kleinere elektrische Antriebsmotoren z. B. von Druckmaschinen sein. Mittels des Wechselrichters **14** können die elektrischen Verbrauch z. B. in ihrer Drehzahl variiert werden. Die Steuerung der elektrischen Verbraucher **15** erfolgt über das elektronische Steuergerät **3**. Zusätzlich ist in der Figur ein Zwischenkreissteuergerät **2** vorhanden, welches zum einen den Choppertransistor **17** steuert und zum anderen den Schalter **6** des ohmschen Widerstands **4**. Zusätzlich ist das Zwischenkreissteuergerät **2** mittels der gestrichelt eingezeichneten Verbindungen in der Lage, den kombinierten Brems- und Anlaufwiderstand **4** zu überwachen und eine Kapazitätsanalyse der Zwischenkreiskondensatoren **12, 13** vorzunehmen. Dadurch nimmt das Zwischenkreissteuergerät **2** auch Kontrollfunktionen wahr. Der Figur ist zu entnehmen, dass im motorischen Betrieb neben dem Eingangsgleichrichter **7** keine zusätzlichen elektrische Schalter vorhanden sind, welche zu elektrischen Verlusten führen könnten, da der Laststrom nicht von elektronischen Halbleiterbauelementen im motorischen Betrieb geführt werden muss.

[0019] Das Strommeselement **16** im Gleichspannungszwischenkreis **22** erfasst den rückfließenden negativen Zwischenkreisstrom $-I_{DCL}$ und steht in Kommunikationsverbindung mit dem Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2**. Das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** erfasst zudem die positive Zwischenkreisspannung $+DC$ an den parallel schaltbaren ohmschen Widerständen **4, 5**. Aus dem erfassten negativen Zwischenkreisstrom $-I_{DCL}$ und erfassten positiven Zwischenkreisspannung $+DC$ kann das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** den tatsächlichen elektrischen Widerstand der beiden Widerstände **4, 5** berechnen, wenn der Schalter **6** so in Position gebracht ist, dass die beiden Widerstände **4, 5** parallel geschaltet sind. Den so berechneten tatsächlichen elektrischen Widerstand vergleicht dann das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** mit dem hinterlegten Gesamtwiderstand der beiden Widerstände **4, 5**. Sollte die Abweichung zwischen hinterlegtem Gesamtwiderstand und dem berechneten tatsächlichen elektrischen Widerstand zu groß sein, so liegt ein Defekt vor und das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** schaltet die Gleichrichterbrücke **7** ab, um den Gleichspannungszwischenkreis **22** vom Stromnetz **1** zu trennen. Alternativ oder zu-

sätzlich gibt das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** eine entsprechende Fehler- oder Warnmeldung auf einer Anzeigevorrichtung **21** einer hier nicht gezeigten Maschine aus. Auf diese Art und Weise wird dem Bediener der Maschine der Defekt eines der Widerstände **4, 5** gemeldet.

+DC
-DC
-I-DCL
U_z

positive Zwischenkreisspannung
 negative Zwischenkreisspannung
 negativer Zwischenkreisstrom
 Zwischenkreisspannung

[0020] Zusätzlich erfasst das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** auch die Kollektoremitterspannung am Choppertransistor **17**, um die Funktionsfähigkeit des Choppertransistors **17** während des Betriebs der Maschine überprüfen zu können. Wenn z. B. der Choppertransistor **17** durchlegiert ist, so stellt er schaltungstechnisch einen Kurzschluss dar, und unabhängig von der Ansteuerung des Choppertransistors **17** wird sich der Zwischenkreisstrom **-I-DCL** nicht mehr verändern, da der Choppertransistor **17** bei einem Kurzschluss keinen Schaltvorgang mehr durchführen kann. In diesem Fall wird sich daher der negative Zwischenkreisstrom **-I-DCL** auch bei einer geänderten Ansteuerung durch das Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** nicht mehr ändern, so dass im Umkehrschluss daraus geschlossen werden kann, dass der Choppertransistor **17** offensichtlich defekt ist. Auch dieser Defekt wird von dem Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät **2** auf der Anzeigevorrichtung **21** angezeigt werden. Zusätzlich oder alternativ kann auch hier aus Sicherheitsgründen der Gleichspannungszwischenkreis **22** durch die Gleichrichterbrücke **7** vom Drehstromnetz **1** getrennt werden, so dass die Maschine mit den elektrischen Verbrauchern **15** sicher heruntergefahren wird.

Bezugszeichenliste

1	Drehstromnetz
2	Auswerte- und Zwischenkreissteuergerät
3	Steuergerät
4	Kombinierter Brems- und Anlaufwiderstand
5	Widerstand
6	Schalter
7	Gleichrichterbrücke
8	Glättungsinduktivität
9	Filterkondensator
10, 11	Dioden
12, 13	Zwischenkreiskondensatoren
14	Wechselrichter
15	Elektrische Verbraucher
16	Strommeselement im Gleichspannungszwischenkreis
17	Choppertransistor
18	Ausgangsseite
19	Eingangsseite
20	Netzthyristor
21	Anzeigevorrichtung
22	Gleichspannungszwischenkreis
L1, L2, L3	Drehstromphasen

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006032476 A1 [0003]
- DE 202009018791 U1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer elektronischen Schaltungsanordnung mit einem Gleichspannungszwischenkreis (22), welcher eingangsseitig über einen Gleichrichter (7) an eine Wechselspannungsquelle (1) anschließbar ist und welcher ausgangssseitig über einen Umrichter (14) zum Anschluss an wenigstens einen elektrischen Verbraucher (15) vorgesehen ist, wobei im Gleichspannungszwischenkreis (22) wenigstens zwei parallel schaltbare Bremswiderstände (4, 5) vorhanden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine Erfassungseinheit (16) der Strom (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) erfasst wird und dass in Abhängigkeit des erfassten Stroms (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) durch eine Steuereinrichtung (2) die Funktionsfähigkeit der parallel geschalteten Bremswiderstände (4, 5) überprüft wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Inbetriebnahme der elektronischen Schaltungsanordnung durch die Steuereinrichtung (2) der Schaltungsanordnung die Bremswiderstände (4, 5) und ein zugehöriger Choppertransistor (17) wenigstens kurzzeitig angesteuert werden und der dabei fließende Strom (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) von der Steuereinrichtung (2) ausgewertet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gesamtwiderstand der parallel geschalteten Bremswiderstände (4, 5) in der Steuereinrichtung (2) abgespeichert ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (2) den tatsächlichen Widerstand aus dem Wert des positiven Spannungsabfalls (+DC) an den parallel geschalteten Bremswiderständen (4, 5) und dem erfassten Zwischenkreisstrom (-I-DCL) berechnet und mit dem abgespeicherten Gesamtwiderstand aller parallel geschalteten Bremswiderstände (4, 5) vergleicht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (2) bei dem Vergleich eine maximal zulässige Toleranz mit einberechnet.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (2) die Kollektoremitterspannung am Choppertransistor (17) erfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei defektem Choppertransistor (17) durch einen Schalter, insbesondere einen eingangs-

seitigen Gleichrichter (7), die Versorgungsspannung abgeschaltet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei wenigstens einem durch Unterbrechung defekten parallel geschalteten Bremswiderstand (4, 5) auf einer Anzeigeeinrichtung (21) eine Fehlermeldung angezeigt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Kurzschluss wenigstens eines Bremswiderstands (4, 5) dieser Defekt in Verbindung mit der erfassten Kollektoremitterspannung am Choppertransistor (17) durch die Steuereinrichtung (2) erfasst wird und dass die Steuereinrichtung (2) eine Abschaltung der Versorgungsspannung durch einen Schalter, insbesondere einen eingangsseitigen Gleichrichter (7), und/oder Anzeige eines Fehlers auf einer Anzeigevorrichtung (21) durchführt.

10. Verfahren zur Steuerung einer elektronischen Schaltungsanordnung mit einem Gleichspannungszwischenkreis (22), welcher eingangsseitig über einen Gleichrichter (7) an eine Wechselspannungsquelle (1) anschließbar ist und welcher ausgangssseitig über einen Umrichter (14) zum Anschluss an wenigstens einen elektrischen Verbraucher (15) vorgesehen ist, wobei im Gleichspannungszwischenkreis (22) wenigstens zwei parallel schaltbare Bremswiderstände (4, 5) vorhanden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine Erfassungseinheit (16) der Strom (-I-DCL) im Gleichspannungszwischenkreis (22) erfasst wird, dass die Steuereinrichtung (2) die Kollektoremitterspannung am Choppertransistor (17) erfasst und dass bei defektem Choppertransistor (17) durch einen Schalter, insbesondere einen eingangsseitigen Gleichrichter (7), die Versorgungsspannung abgeschaltet wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

