



(10) **DE 10 2015 008 648 A1** 2017.01.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 008 648.0**
(22) Anmeldetag: **03.07.2015**
(43) Offenlegungstag: **05.01.2017**

(51) Int Cl.: **B60R 16/033** (2006.01)
H02H 7/18 (2006.01)

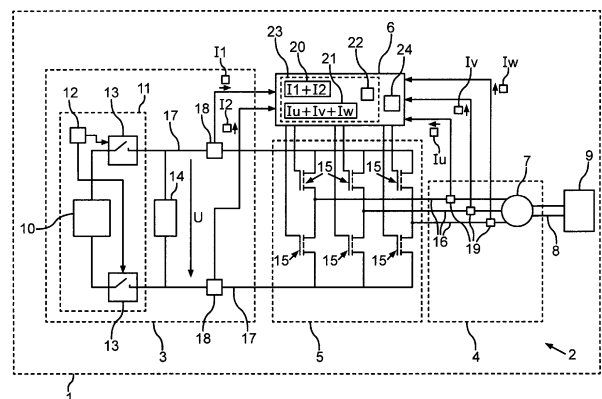
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Schäffler, Martin, Dipl.-Ing., 75391 Gechingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Absichern eines defekten Bordnetzes in einem Kraftfahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes (2) eines Kraftwagens (1), insbesondere eines Hochvoltbordnetzes, wobei zwischen einem Gleichspannungsbereich (3) des Bordnetzes (2), der einen Energiespeicher (11) aufweist, und einem Wechselspannungsbereich (4) des Bordnetzes (2), der eine Generatoreinrichtung (7) aufweist, elektrische Leistung mittels einer Wandlereinrichtung (5) ausgetauscht wird und in Abhängigkeit von einem Fehlersignal der Energiespeicher (11) in dem Gleichspannungsbereich (3) abgeschaltet wird. Die Erfindung sieht vor, dass dann durch eine Überwachungseinrichtung (23) zumindest ein Summenstromwert (20, 21) zu einem von der Generatoreinrichtung (7) erzeugten elektrischen Strom ermittelt wird und in der Wandlereinrichtung (5) die Übertragung der Leistung unterbrochen wird, falls der zumindest eine Summenstromwert (20, 21) ein vorbestimmtes Fehlerstromkriterium (22) erfüllt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes eines Kraftwagens, insbesondere eines Hochvoltbordnetzes. Zu der Erfindung gehört auch eine Bordnetzanordnung für einen Kraftwagen, die ein elektrisches Bordnetz mit einem Gleichspannungsbereich und einem Wechselspannungsbereich aufweist. Im Gleichspannungsbereich ist ein Energiespeicher bereitgestellt, der in Abhängigkeit von einem Fehlersignal abschaltbar ist. In dem Wechselspannungsbereich ist eine Generatoreinrichtung bereitgestellt. Zum Austauschen von elektrischer Leistung zwischen dem Wechselspannungsbereich und dem Gleichspannungsbereich ist eine Wandlereinrichtung bereitgestellt.

[0002] Der Energiespeicher kann beispielsweise eine Hochvoltbatterie sein. Zum Abschalten der Hochvoltbatterie kann diese beispielsweise durch Schütze vom restlichen Gleichspannungsbereich des Bordnetzes getrennt werden. Nachdem der Energiespeicher abgeschaltet ist, ist es aber nach wie vor möglich, dass elektrische Energie über eine weitere Spannungs- bzw. Stromquelle in das Bordnetz eingespeist wird. Die beschriebene Generatoreinrichtung kann nach wie vor elektrische Leistung in das Bordnetz einspeisen. Als Generatoreinrichtung kann beispielsweise eine elektrische Maschine bereitgestellt sein, die mit einem Antriebsstrang des Kraftwagens mechanisch gekoppelt ist. Die Energie wird dabei über eine Drehbewegung der Generatoreinrichtung erzeugt. Ist die Generatoreinrichtung beispielsweise im Getriebe des Kraftfahrzeugs angeordnet, so erfährt die Generatoreinrichtung die Rotation über den konventionellen Antrieb der Antriebseinrichtung. Wurde nun der Energiespeicher im Gleichspannungsbereich des Bordnetzes beispielsweise durch Öffnen von Schützen abgeschaltet und wird der Kraftwagen aber nach wie vor mittels des Antriebsstranges bewegt, so generiert die Generatoreinrichtung weiterhin Wechselspannung bzw. Wechselstrom in das Bordnetz. Wird die Wechselspannung bzw. der Wechselstrom noch durch die Wandlereinrichtung gleichgerichtet, so wird wiederum in den Gleichspannungsbereich Energie eingespeist. Im Falle eines Kurzschlusses oder im Falle eines beschädigten elektrischen Leitelements sollte aber in dem Gleichspannungsbereich die Spannungs- oder Stromversorgung unterbrochen werden.

[0003] Aus der DE 10 2010 039 190 A1 ist hierzu eine Fehlerdetektionseinrichtung bekannt, die eine Sensoreinheit aufweist, welche einen Pulswechselrichter eines Kraftwagens und/oder eine elektrische Maschine auf Überströme und/oder Überspannungen überwacht. Des Weiteren wird ein Batteriestrom oder eine Batteriespannung eines Energiespeichers des Kraftwagens überwacht. Eine Wechselrichtersteuerung öffnet im Fall eines detektierten Fehlers alle steuerbaren Schaltelemente des Pulswech-

selrichters und schaltet dadurch die elektrische Maschine in einen Freilauf-Modus. Alternativ dazu kann vorgesehen sein, einen Kurzschluss zu erzeugen.

[0004] Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass nur Überströme und/oder Überspannungen erkannt werden. Weist ein Bordnetz eines Kraftwagens einen Defekt auf, der zwar einen Fehlerstrom, aber keinen Überstrom verursacht, so bietet diese bekannte Lösung keinen Schutz. Ein Fehler dieser Art kann beispielsweise ein Lichtbogen oder ein Kriechstrom an einer defekten Isolierung sein.

[0005] Aus der DE 10 2011 012 314 A1 ist bekannt, in einem Kraftwagen mittels einer Strommessung einen Betrag und einen Gradienten von Wechselströmen einer elektrischen Maschine des Kraftwagens zu ermitteln. Wird durch den Betrag des Phasenstroms und/oder den Gradienten ein Sicherheitskriterium verletzt, so wird ein Abschaltsignal erzeugt, durch welches ein Wechselrichter des Kraftwagens in einen elektrisch sperrenden Zustand geschaltet wird. Auch bei dieser Lösung ist ein Überstrom nötig, um die Sicherheitsmaßnahme auszulösen.

[0006] Aus der DE 10 2011 117 248 A1 ist eine Überwachung von Komponenten in einem Kraftwagen bekannt, durch welche an einzelnen Steckverbindungen Spannungswerte und Stromwerte ermittelt werden und die ermittelten Werte zu einem Steckverbindungs-Prüfergebnis zusammengefasst werden. Anhand des Prüfergebnisses wird ermittelt, ob ein Stromkreis durch die Steckverbindung ordnungsgemäß geschlossen ist. Dieses Verfahren bietet nur eine Möglichkeit, unterbrochene elektrische Verbindungen zu erkennen. Die Detektion von unplanmäßigen Stromflüssen aufgrund eines Defekts in einem Bordnetz wird hierdurch nicht ermöglicht.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, in einem Kraftwagen ein Bordnetz im Falle eines Defekts abzusichern. Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich durch die Merkmale der abhängigen Patentansprüche.

[0008] Durch die Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes eines Kraftwagens bereitgestellt. Bei dem Bordnetz handelt es sich insbesondere um ein Hochvoltbordnetz, in welchem eine elektrische Spannung bereitgestellt wird, die größer als 60 Volt ist. Zwischen einem Gleichspannungsbereich des Bordnetzes, in welchem ein Energiespeicher, beispielsweise ein Akkumulator oder eine Batterie, bereitgestellt ist, und einem Wechselspannungsbereich des Bordnetzes, in welchem eine Generatoreinrichtung, das heißt eine elektrische Maschine, bereitgestellt ist, wird elektrische Leistung durch eine Wandlereinrichtung ausgetauscht. Die Wandlerein-

richtung kann beispielsweise als Stromrichter, insbesondere aktiver Stromrichter, bereitgestellt sein. Beispielsweise kann ein Pulswechselrichter als Wandlereinrichtung vorgesehen sein. Bei dem Verfahren wird in Abhängigkeit von einem Fehlersignal der Energiespeicher abgeschaltet. Beispielsweise werden hierzu Schütze des Energiespeichers geöffnet. Das Fehlersignal kann in an sich aus dem Stand der Technik bekannter Weise erzeugt sein, um das Abkoppeln oder Abschalten des Energiespeichers zu steuern. Ein hierzu vorgesehene Fehlerdetektionseinrichtung kann beispielsweise eine Kurzschlussdetektion umfassen.

[0009] Um nun nach dem Abschalten des Energiespeichers sicherzustellen, dass keine weitere Gefahr von dem Bordnetz ausgeht, wird gemäß dem Verfahren durch eine Überwachungseinrichtung zumindest ein Summenstromwert zu einem von der Generatoreinrichtung erzeugten elektrischen Strom ermittelt. Falls der zumindest eine Summenstromwert ein vorbestimmtes Fehlerstromkriterium erfüllt, wird in der Wandlereinrichtung die Übertragung der Leistung unterbrochen. Der Summenstromwert wird in an sich bekannter Weise aus zumindest zwei Stromstärkewerten gebildet, die jeweils eine Stromstärke eines in einem elektrischen Leitelement, beispielsweise einem Kabel oder einer Stromschiene, fließenden Stromes angeben oder beschreiben. Das Fehlerstromkriterium kann beispielsweise besagen, dass der Summenstromwert betragsmäßig kleiner als ein vorbestimmter Grenzwert sein muss. Der Grenzwert kann beispielsweise in einem Bereich von 0 Ampere bis 2 Ampere liegen.

[0010] Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass auch dann die Übertragung der elektrischen Leistung in der Wandlereinrichtung unterbrochen wird, falls ein Defekt in dem Bordnetz vorliegt, der zu einem Fehlerstrom führt, der kleiner als ein Kurzschlussstrom ist. Dies vermeidet, dass das Bordnetz mit der Generatoreinrichtung weiterbetrieben wird, obwohl ein Fehlerstrom vorliegt.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der zumindest eine Summenstromwert einen solchen Summenstromwert umfasst, der im Gleichspannungsbereich des Bordnetzes ermittelt wird. Ist die Summe dieses gleichgerichteten Stromes auf der Gleichspannungsseite oder im Gleichspannungsbereich nun nicht 0 oder übersteigt der Wert einen vorgegebenen Maximalwert, so erfolgt die beschriebene Reaktion der Leistungselektronik der Wandlereinrichtung.

[0012] Eine Weiterbildung sieht vor, dass der zumindest eine Summenstromwert auch einen solchen Summenstromwert umfasst, der im Wechselspannungsbereich aus mehrphasigen Wechselströmen der Generatoreinrichtung ermittelt wird. Handelt es

sich bei der Generatoreinrichtung um eine elektrische Maschine mit einem Drehstrom-Wicklungssystem, so kann ein Fehlerstrom auch durch einen Defekt dieses Wicklungssystems hervorgerufen werden. Durch die Weiterbildung wird auch dieser Defekt detektiert, was im Gleichspannungsbereich nicht möglich wäre.

[0013] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zumindest ein Stromstärkewert eines über die Wandlereinrichtung geführten Stromes ermittelt wird und in der Wandlereinrichtung die Übertragung der elektrischen Leistung unterbrochen wird, falls der zumindest eine Stromstärkewert größer als ein vorbestimmter Maximalwert ist. Hierdurch ist auch eine Kurzschlussdetektion innerhalb des Bordnetzes bereitgestellt.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung werden zum Unterbrechen der Übertragung der elektrischen Leistung Phasenleiterelemente der Generatoreinrichtung durch Schaltelemente der Wandlereinrichtung zu einem Sternpunkt miteinander verschaltet oder kurzgeschlossen. Die Phasenleiterelemente stellen dabei insbesondere die Anschlüsse des Wicklungssystems einer elektrischen Maschine der Generatoreinrichtung dar. Zum Kurzschließen der Phasenleiterelemente wird insbesondere ein Taktsignal zum Schalten der Schaltelemente unterbrochen und die Schaltelemente werden durchgehend in einem elektrisch leitenden Zustand gehalten.

[0015] Danach ist insbesondere vorgesehen, dass eine Blockiereinrichtung nach dem Kurzschließen der Phasenleiterelemente ein weiteres Umschalten der Schalterelemente in der Wandlereinrichtung blockiert und hierdurch das Aufheben des Kurzschlusses verhindert. Die Blockiereinrichtung kann beispielsweise durch ein Softwaremodul in einer Steuerung der Wandlereinrichtung realisiert sein.

[0016] Wie bereits ausgeführt, kann die Generatoreinrichtung mit einem Antriebsstrang des Kraftwagens mechanisch gekoppelt sein. Um nun auch die Erzeugung des generatorischen Stroms zu unterbrechen, wird gemäß einer Weiterbildung eine Drehbewegung des Antriebsstranges blockiert. Dies ist insbesondere dann vorgesehen, falls in der beschriebenen Weise der Summenstromwert im Wechselspannungsbereich das Fehlerstromkriterium erfüllt.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung wird dabei, nachdem das Fehlerstromkriterium erfüllt ist, die Drehbewegung des Antriebsstranges erst mit einer vorbestimmten Zeitverzögerung beendet. Mit anderen Worten wird die Drehbewegung erst nach einer vorbestimmten Zeitdauer gemessen ab dem Erkennen des erfüllten Fehlerstromkriteriums blockiert. Die Zeitdauer kann beispielsweise in einem Bereich von 20 Sekunden bis 120 Sekunden liegen, insbesondere kann sie beispielsweise 30 Sekunden oder 60 Se-

kunden betragen. Durch die Zeitverzögerung ergibt sich der Vorteil, dass ein Fahrer den Kraftwagen noch aktiv führen kann, um den Kraftwagen beispielsweise an einem Straßenrand zu parken.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung wird ein Hinweissignal betreffend das defekte Bordnetz an einen Fahrer ausgegeben. Hierdurch ist dem Fahrer die Möglichkeit gegeben, das Kraftfahrzeug anzuhalten oder das Kraftfahrzeug sogar danach noch zu verlassen.

[0019] Zu der Erfindung gehört auch eine Bordnetzanordnung für einen Kraftwagen. Die Bordnetzanordnung umfasst ein elektrisches Bordnetz, das einen Gleichspannungsbereich mit einem Energiespeicher und einen Wechselspannungsbereich mit einer Generatoreinrichtung aufweist und das zum Austauschen von elektrischer Leistung zwischen dem Gleichspannungsbereich und dem Wechselspannungsbereich eine Wandlereinrichtung aufweist. Eine Überwachungseinrichtung ist zum Ermitteln zumindest eines Summenstromwerts zu einem von der Generatoreinrichtung erzeugten elektrischen Strom und zum Unterbrechen der Übertragung der elektrischen Leistung in der Wandlereinrichtung vorgesehen. Die Bordnetzeinrichtung ist insgesamt dazu ausgebildet, eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen, um hierdurch auf der Grundlage des zumindest einen Summenstromwerts die elektrische Leistungsübertragung in der Wandlereinrichtung zu unterbrechen, falls ein vorbestimmtes Fehlerstromkriterium erfüllt ist.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in der einzigen Figur alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0021] Im Folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Hierzu zeigt:

[0022] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftwagens mit einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bordnetzanordnung; und

[0023] Fig. 2 ein Flussschaudiagramm zu einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0024] Fig. 1 zeigt einen Kraftwagen **1** mit einem elektrischen Bordnetz **2**. Dargestellt sind ein Gleichspannungsbereich **3** des Bordnetzes **2**, ein Wechselspannungsbereich **4** des Bordnetzes **2** und eine

Wandlereinrichtung **5** des Bordnetzes **2**. Die Wandlereinrichtung **5** kann z. B. durch einen aktiven Stromrichter realisiert sein. Die Wandlereinrichtung **5** kann durch eine Steuereinrichtung **6** geschaltet werden, wie noch näher erläutert wird. Die Steuereinrichtung **6** kann beispielsweise auf der Grundlage eines Mikrocontrollers realisiert sein. Der Wechselspannungsbereich **4** ist mit einer elektrischen Maschine **7** verschaltet, welche eine Generatoreinrichtung darstellt. Die elektrische Maschine **7** ist über eine mechanische Kopplung **8** mit einem Antriebsstrang **9** des Kraftfahrzeugs **1** gekoppelt. Die Kopplung **8** kann beispielsweise dadurch bereitgestellt sein, dass die elektrische Maschine im Getriebe des Antriebsstranges **9** integriert ist.

[0025] Der Gleichspannungsbereich **3** wird bei einer Gleichspannung U betrieben, die insbesondere eine Hochvoltspannung größer als 60 Volt sein kann. Der Gleichspannungsbereich **3** stellt einen DC-Zwischenkreis dar. Der Gleichspannungsbereich **3** weist einen Energiespeicher **11** auf, bei dem es sich beispielsweise um eine Hochvoltbatterie handeln kann. Der Energiespeicher **11** kann Batteriemodule **10** zum Speichern der Energie aufweisen. Des Weiteren kann die Hochvoltbatterie **11** ein Batteriemanagementsystem **12** und Trennschalter **13**, beispielsweise Schütze, aufweisen. Das Batteriemanagementsystem **12** kann bei Detektieren eines Fehlers im Gleichspannungsbereich **3** durch Erzeugen eines Fehlersignals die Trennschalter **13** öffnen.

[0026] In dem Gleichspannungsbereich **3** sind des Weiteren elektrische Verbraucher **14** verschaltet, die beispielsweise Hauptaggregate und Nebenaggregate des Bordnetzes **2** darstellen.

[0027] Die Wandlereinrichtung **5** kann als aktiver Stromrichter Schaltelemente **15** aufweisen, die zu Halbbrücken verschaltet sind und jeweils eine Phasenleitung **16** des Wechselspannungsbereichs **4** mit einer Gleichspannungsleitung **17** des Gleichspannungsbereichs **3** koppeln. Die Schaltelemente **15** stellen eine Leistungselektronik der Wandlereinrichtung **5** dar. Die Schaltelemente **15** können beispielsweise auf der Grundlage von Transistoren, insbesondere IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) oder MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) realisiert sein. Die Schaltelemente **15** können durch die Steuereinrichtung **6** geschaltet werden.

[0028] Im Gleichspannungsbereich **3** erfassen Strommesssensoren **18** jeweils einen Gleichstromwert I_1 , I_2 z. B. in jeder der Gleichspannungsleitungen **17**, die zur Wandlereinrichtung **5** führen. In den Phasenleitungen **16** des Wechselspannungsbereichs **4** erfassen Strommesssensoren **19** jeweils einen Stromstärkewert I_u , I_v , I_w einer der Phasenleitungen **16**. Die Sensoren **18**, **19** sind mit der Steuerein-

richtung **6** gekoppelt. Die Steuereinrichtung **6** kann aus den Stromstärkewerten I_1 , I_2 der Gleichströme in den Gleichspannungsleitungen **17** einen Summenstromwert **20** bilden, der beispielsweise als Summe $I_1 + I_2$ berechnet werden kann. Aus den Stromstärkewerten I_u , I_v , I_w kann die Steuereinrichtung **6** einen Summenstromwert **21** berechnen. Der Summenstromwert **21** kann beispielsweise als Summe der drei Stromstärkewerte $I_u + I_v + I_w$ berechnet sein.

[0029] In der Steuereinrichtung **6** kann ein Fehlerstromkriterium **22** vorgegeben sein, das beispielsweise besagen kann, dass der jeweilige Summenstromwert **20**, **21** kleiner als ein vorbestimmter Maximalwert sein muss, der beispielsweise in einem Bereich von 0 Ampere bis 2 Ampere liegen kann. Die Berechnung der Summenstromwerte **20**, **21** und der Vergleich mit dem Fehlerstromkriterium **22** wird durch eine Überwachungseinrichtung **23** durchgeführt, die beispielsweise als Programmmodul der Steuereinrichtung **6** realisiert sein kann. Die Steuereinrichtung **6** kann durch ein Steuergerät des Kraftwagens **1** realisiert sein. Die Steuereinrichtung **6** kann auch durch mehrere, verteilt im Kraftwagen angeordnete Komponenten realisiert sein.

[0030] Durch die Steuereinrichtung **6** kann insgesamt das im Folgenden beschriebene Verfahren durchgeführt werden, wobei hierzu auf **Fig. 2** zusätzlich verwiesen wird.

[0031] In einem Schritt S1 werden in an sich bekannter Weise durch das Batteriemanagementsystem **12** die Schalter **13** geöffnet, so dass die Batteriemodule **10** vom übrigen Gleichspannungsbereich **3** elektrisch getrennt sind. Nun kann weiterhin elektrische Energie in den Gleichspannungsbereich **3** aus der elektrischen Maschine **7** über die Wandlereinrichtung **5** gelangen. Die einzelnen Strangströme in den Phasenleitungen **16** werden hierzu anhand der Stromstärkewerte I_u , I_v , I_w überwacht. Zusätzlich werden auch die aus dem Wechselstrom in Gleichstrom gerichteten Gleichströme in den Gleichspannungsleitungen **17** im Gleichspannungsbereich **3**, das heißt in der Zwischenkreisseite, auf Grundlage der Stromstärkewerte I_1 , I_2 überwacht. In einem Schritt S2 wird überprüft, ob das Fehlerstromkriterium **22** erfüllt ist. Ist der Summenstromwert **20** des gleichgerichteten Stroms auf der Gleichspannungsseite im Gleichspannungsbereich **3** nicht 0 oder übersteigt der Wert einen beispielsweise in einem Betriebsprogramm der Steuereinrichtung **6** hinterlegten Maximalwert zu den Haupt- und Nebenaggregaten, so wird in einem Schritt S3 eine Reaktion in der Leistungselektronik der Wandlereinrichtung **5** bewirkt. Um nun zu verhindern, dass der erzeugte generatorische Strom der elektrischen Maschine **7** in den Gleichspannungsbereich **3**, das heißt in den DC-Zwischenkreis, gelangt, werden in dem Schritt S3 die Schaltelemente **15**, also beispielsweise Transistoren (IGBTs) der Leistungselektronik

der Wandlereinrichtung **5** geschaltet und nicht getaktet angesteuert. Durch die aktive ständige Beschaltung der Schaltelemente **15** wird die elektrische Maschine **7** hierbei in einen Kurzschluss gesetzt, der hier ein aktiver Kurzschluss, AKS, bezeichnet ist. Die Folge davon ist, dass die über die Drehbewegung aus dem Antriebsstrang **9** erzeugten Wechselströme der elektrischen Maschine **7** sich gegenseitig aufheben und kein Leistungseintrag im Gleichspannungsbereich **3**, d. h. im DC-Zwischenkreis, entsteht.

[0032] Gleichzeitig oder danach wird in einem Schritt S4 der Fahrer des Kraftwagens **1** über eine Ausgabe-einrichtung im Kraftwagen **1** gewarnt. Zusätzlich kann in dem Schritt S4 vorgesehen sein, dem Fahrer eine Höchstnutzdauer anzugeben, für die er den Kraftwagen **1** noch benutzen darf, bevor ein Abschalten erzwungen wird.

[0033] Die AKS-Ströme werden in einem Schritt S5 ebenfalls über die Stromstärkewerte I_u , I_v , I_w überwacht. Sind diese ebenfalls ungleich 0 oder zumindest größer als der beschriebene Maximalwert, so deutet dies auf ein schwerwichtiges Problem im Bordnetz **2** hin. Dies gibt nämlich an, dass auch bei Vorliegen des AKS immer noch ein Fehlerstrom im Wechselspannungsbereich **4** fließt.

[0034] In einem Schritt S6 kann daher der Warnhinweis für den Fahrer in einer Hierarchie für Nachrichten, die an den Fahrer ausgegeben werden, steigen. So kann der Fahrer darauf hingewiesen werden, dass dringend eine Werkstatt aufgesucht werden muss oder etwa, dass es nur noch möglich ist, mit dem Kraftwagen innerhalb einer vorbestimmten Zeitdauer zu fahren, beispielsweise für die nächsten 30 Sekunden oder 60 Sekunden, wobei die Angaben nur beispielhaft sind. Welche Zeitverzögerung zwischen dem Setzen des aktiven Kurzschlusses und dem Öffnen des Antriebsstranges **9** eingestellt wird, muss der Fachmann in Abhängigkeit von den vorliegenden technischen Gegebenheiten betreffend beispielsweise Brandsicherheit und Kurzschlussstrom-Tragfähigkeit einstellen. Danach kann vorgesehen sein, in einem Schritt S7 den Antriebsstrang **9** zu öffnen, das heißt ein Weiterfahren des Kraftfahrzeugs **1** unmöglich zu machen.

[0035] Nach dem Einstellen des AKS darf dieser während der darauffolgenden Zeit nicht geöffnet werden. Hierzu ist eine Blockiereinrichtung **24** vorgesehen, die beispielsweise durch ein weiteres Programmmodul der Steuereinrichtung **6** bereitgestellt sein kann.

[0036] Folgende Eigenschaften hat der aktive Kurzschlussstrom während des AKS über das Drehzahlband der elektrischen Maschine **7**. Der Kurzschlussstrom ist sehr hoch, das heißt er liegt die meiste Zeit über 200 Ampere pro Phasenleitung **16**. Der AKS-

Strom liegt schon bei sehr niedrigen Drehzahlen, beispielsweise bei 50 U/min und ist annähernd konstant über das komplette Drehzahlband, zum Beispiel von 50 U/min bis 6000 U/min.

[0037] Nachdem im Schritt S7 durch die Blockiereinrichtung **24** der Schaltzustand der Schaltelemente **15** festgelegt ist, kann der Fahrer mit dem Kraftwagen in eine Werkstatt fahren oder, falls der Antriebsstrang **9** geöffnet wird, einen Reparaturservice rufen.

[0038] Insgesamt wird also durch das Verfahren über die Summenstromerkennung ein Fehler im Bordnetz **2** detektiert und verhindert, dass über die elektrische Maschine **7** weiterhin elektrische Leistung in den Gleichspannungsbereich **3** gelangen kann, um einer weiteren Schädigung entgegenzuwirken. Hierbei wird ein aktiver Kurzschluss in der Leistungselektronik der Wandlereinrichtung **5** gesetzt. Der aktive Kurzschluss wird nicht mehr aufgehoben bis zum Werkstattbesuch. Des Weiteren ist vorgesehen, die Drehbewegung des Antriebsstranges **9** zu verhindern und den Fahrer über einen Warnhinweis zu warnen.

[0039] Durch das Beispiel ist gezeigt, wie eine Summenstrombetrachtung zum Schutz des Hochvolt-Antriebssystems inklusive Leistungseintrag der E-Maschine in den DC-Hochvoltzwischenkreis bereitgestellt werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Kraftwagen
2	Bordnetz
3	Gleichspannungsbereich
4	Wechselspannungsbereich
5	Wandlereinrichtung
6	Steuereinrichtung
7	Elektrische Maschine
8	Mechanische Kopplung
9	Antriebsstrang
10	Energiespeicher
11	Batterie
12	Batteriemanagement
13	Trennschalter
14	Elektrische Verbraucher
15	Schaltelemente
16	Phasenleitungen
17	Gleichspannungsleitung
18	Strommesssensor
19	Strommesssensor
20	Summenstromwert
21	Summenstromwert
22	Fehlerstromkriterium
23	Überwachungseinrichtung
24	Blockiereinrichtung
I1, I2	Gleichstrom
Iu, Iv, Iw	Wechselstrom
S1–S7	Verfahrensschritt
U	Gleichspannung

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 102010039190 A1 [0003]
- DE 102011012314 A1 [0005]
- DE 102011117248 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Bordnetzes (2) eines Kraftwagens (1), insbesondere eines Hochvoltbordnetzes, wobei zwischen einem Gleichspannungsbereich (3) des Bordnetzes (2), der einen Energiespeicher (11) aufweist, und einem Wechselspannungsbereich (4) des Bordnetzes (2), der eine Generatoreinrichtung (7) aufweist, elektrische Leistung mittels einer Wandlereinrichtung (5) ausgetauscht wird und in Abhängigkeit von einem Fehlersignal der Energiespeicher (11) in dem Gleichspannungsbereich (3) abgeschaltet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch eine Überwachungseinrichtung (23) zumindest ein Summenstromwert (20, 21) zu einem von der Generatoreinrichtung (7) erzeugten elektrischen Strom ermittelt wird und in der Wandlereinrichtung (5) die Übertragung der Leistung unterbrochen wird, falls der zumindest eine Summenstromwert (20, 21) ein vorbestimmtes Fehlerstromkriterium (22) erfüllt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Summenstromwert einen Summenstromwert (20) umfasst, der im Gleichspannungsbereich (3) der Bordnetzes (2) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Summenstromwert einen Summenstromwert (21) umfasst, der im Wechselspannungsbereich (4) aus mehrphasigen Wechselströmen der Generatoreinrichtung (7) ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Unterbrechen der Übertragung der Leistung Phasenleiterelemente (16) der Generatoreinrichtung (7) miteinander durch Schaltelemente (15) der Wandlereinrichtung (5) zu einem Sternpunkt kurzgeschlossen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Blockiereinrichtung (24) nach dem Kurzschließen der Phasenleiterelemente (16) ein weiteres Umschalten der Schalterelemente (15) blockiert und hierdurch das Aufheben des Kurzschlusses verhindert.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Generatoreinrichtung (7) zum Erzeugen des elektrischen Stroms mit einem Antriebsstrang (9) des Kraftwagens (1) mechanisch gekoppelt ist und nach dem Unterbrechen der Übertragung der Leistung eine Drehbewegung eines Antriebsstranges (9) beendet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass nachdem das Fehlerstromkriterium

(22) erfüllt ist, die Drehbewegung mit einer vorbestimmten Zeitverzögerung blockiert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Hinweissignal betreffend das defekte Bordnetz (2) an einen Fahrer ausgegeben wird.

9. Bordnetzanordnung für einen Kraftwagen (1), aufweisend:

– ein elektrisches Bordnetz (2), das einen Gleichspannungsbereich (3), der einen Energiespeicher (11) aufweist, und einen Wechselspannungsbereich (4), der eine Generatoreinrichtung (7) aufweist, und eine Wandlereinrichtung (5) zum Austauschen von elektrischer Leistung zwischen dem Gleichspannungsbereich (3) und dem Wechselspannungsbereich (5) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Überwachungseinrichtung (23) zum Ermitteln zumindest eines Summenstromwerts (20, 21) zu einem von der Generatoreinrichtung (7) erzeugten elektrischen Strom und zum Unterbrechen der Übertragung der Leistung in der Wandlereinrichtung (5) bereitgestellt ist, wobei die Bordnetzanordnung dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

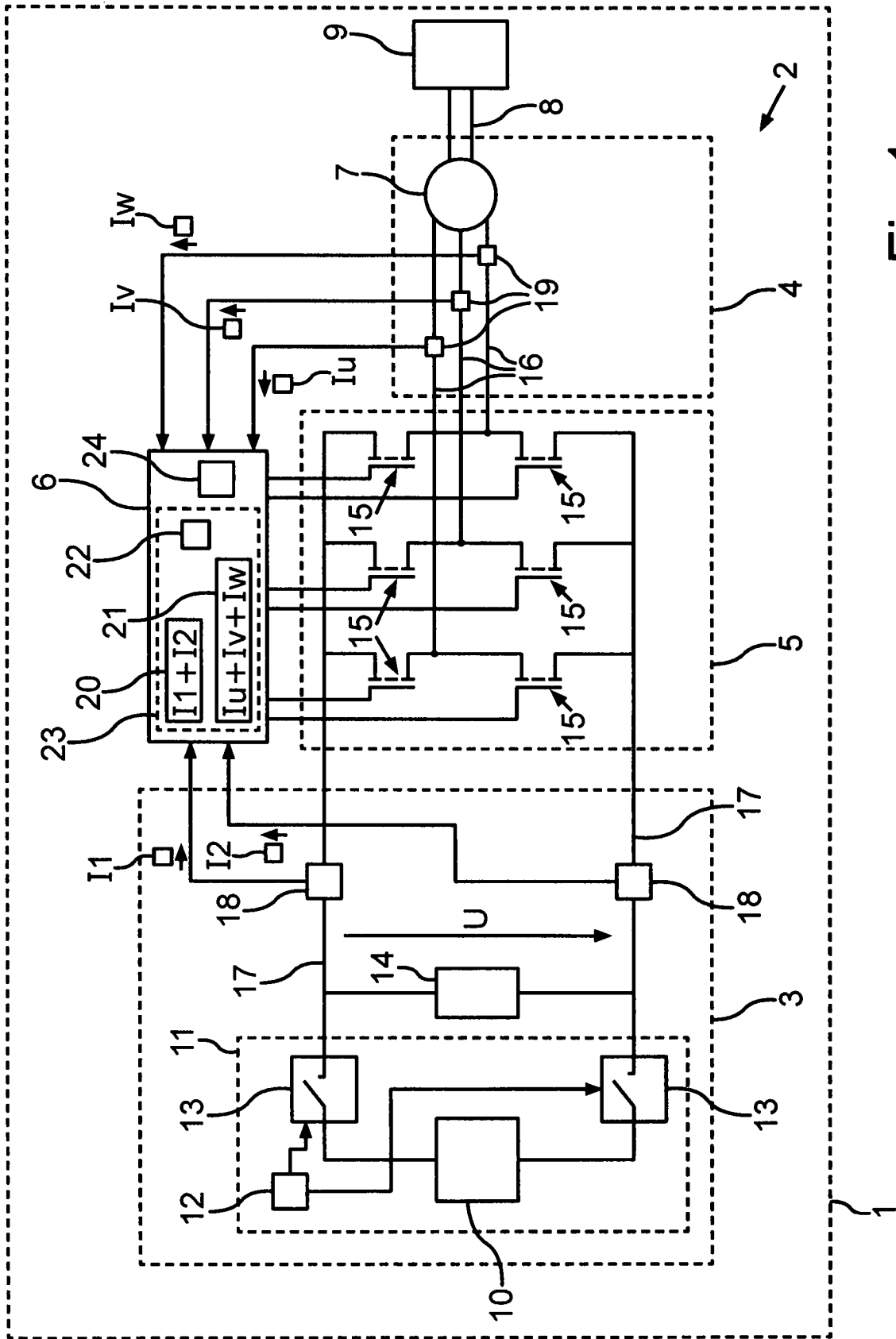


Fig.1

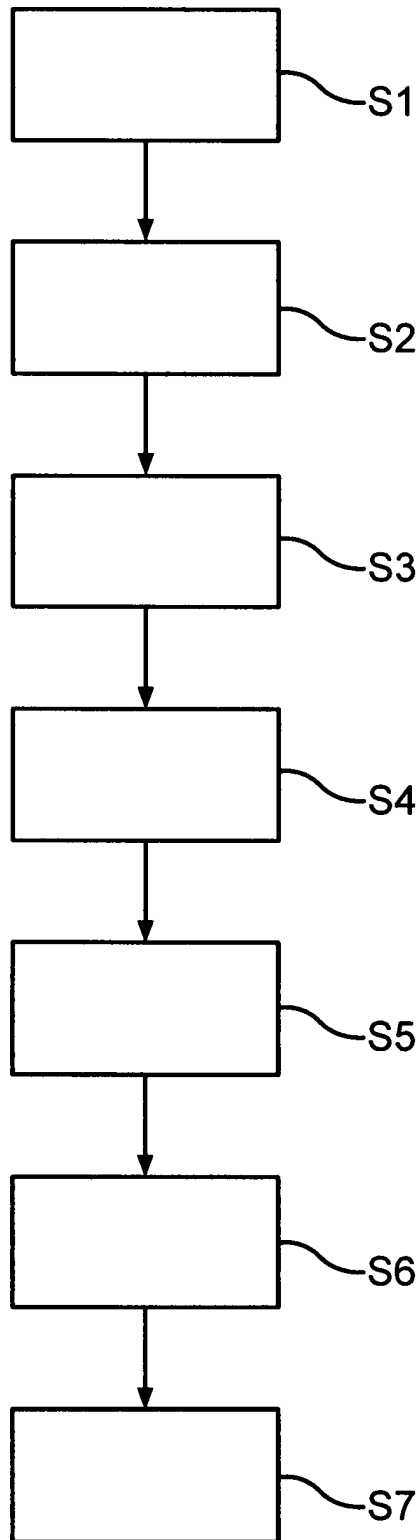


Fig.2