



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 009 512 A1** 2009.09.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 009 512.5**

(22) Anmeldetag: **15.02.2008**

(43) Offenlegungstag: **03.09.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H02H 3/16** (2006.01)
B60L 1/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bombardier Transportation GmbH, 10785 Berlin,
 DE**

(72) Erfinder:

Jörg, Markus, Remigen, CH

(74) Vertreter:

Patentanwälte Bressel und Partner, 12489 Berlin

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

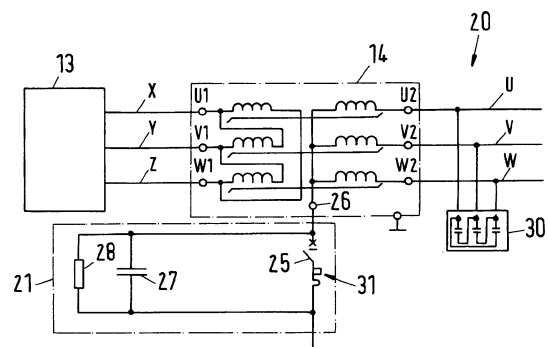
DE 4 97 815 A
GB 23 73 381 A
DE 199 62 615 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Versorgung von Hilfsbetrieben in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein System (20) zur Versorgung von Hilfsbetrieben (18) in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie, wobei das System (20) über einen Trenntransformator (14) mit einer Energiequelle, z. B. einem Gleichspannungs-Zwischenkreis (7), verbunden ist, wobei das System (20) ohne Zwischenschaltung eines den Stromfluss begrenzenden Widerstandes über einen Schutzschalter (25) mit einem elektrischen Bezugspotenzial verbunden ist, insbesondere mit Fahrzeugmasse, und wobei der Schutzschalter (25) ausgestaltet ist, beim Auftreten eines Stromflusses durch den geschlossenen Schutzschalter (25), der durch einen zusätzlichen Kontakt des Systems (20) zu dem Bezugspotenzial verursacht wird, zu öffnen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur Versorgung von Hilfsbetrieben in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Schützen eines solchen Systems bei einem unbeabsichtigten Kontakt mit einem Bezugspotential, insbesondere mit Fahrzeugmasse.

[0002] Lokomotiven oder andere Schienenfahrzeuge oder Teile von Zugverbänden, die dem Betrieb des Schienenfahrzeugs oder Zugverbandes dienen, weisen außer den unmittelbar für die Traktion erforderlichen Einrichtungen (z. B. Hochspannungsaggregat, Traktionswechselrichter und Fahrmotoren) zusätzliche Einrichtungen auf, die den Betrieb ermöglichen. Diese Hilfseinrichtungen oder Hilfsbetriebe benötigen ebenfalls elektrische Energie und sind in speziellen Fällen über einen Hilfsbetriebe-Wechselrichter an einen Traktions-Zwischenkreis angeschlossen, aus dem auch die für die Traktion benötigte Energie bezogen wird. Beispiele sind Lüfter der Fahrmotoren, Kühler der Stromrichter, Kompressoren zum Komprimieren von Gasen (z. B. zur Erzeugung von Druckluft für eine Bremsanlage), eine Feuerlöscheinrichtung der Lokomotive, elektronische Einrichtungen zur Steuerung des Betriebs der Lokomotive, Batterieladegeräte, Heizungen, z. B. Scheibenheizung, Klimageräte, Steckdosen, Lichteinrichtungen. Eine weitere Gruppe von elektrischen Einrichtungen, die in unter Umständen an die Lokomotive angekoppelten Schienenfahrzeug-Einheiten angeordnet sind, kann über einen eigenen, zusätzlichen Wechselrichter an den Traktionszwischenkreis angeschlossen sein.

[0003] Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Anwendung in Lokomotiven und auch nicht auf elektrische Systeme beschränkt, die einen Traktionszwischenkreis aufweisen. Vielmehr kann die für den Betrieb des Hilfsbetriebe-Systems benötigte elektrische Energie auch auf andere Weise bereitgestellt werden. In dieser Beschreibung wird allgemein der Begriff „Energiequelle“ verwendet, auch wenn es sich nicht tatsächlich um den Teil eines elektrischen Systems handelt, der elektrische Energie generiert. Vielmehr wird die elektrische Energie z. B. von einem Dieselmotor generiert oder z. B. über ein Hochspannungsnetz (z. B. mit Oberleitungs-Fahrdraht oder Stromschiene) zu dem Schienenfahrzeug übertragen. In der Terminologie dieser Beschreibung ist aber z. B. ein etwaig vorhandener Traktionszwischenkreis bzw. Gleichspannungs-Zwischenkreis, an den über einen Stromrichter auch Fahrmotoren angeschlossen sind, eine Energiequelle für das Hilfsbetriebe-System.

[0004] Üblicherweise sind alle Hilfsbetriebe-Systeme in Schienenfahrzeugen so konzipiert, dass sie ohne Bezugspotential auskommen. Dies bedeutet, dass sie gegenüber Fahrzeugmasse bzw. „Erde“ auf einem schwankenden elektrischen Potential arbeiten

können. Wenn ein Kontakt, insbesondere ein Kurzschluss, zu Fahrzeugmasse auftritt, wird der frei schwankende Zustand aufgehoben und der Kontaktpunkt liegt auf Fahrzeugmasse. Dies allein führt noch nicht zu Problemen wie hohe Kurzschlussströme. Wenn jedoch ein weiterer Kontakt zu Fahrzeugmasse auftritt, können hohe Kurzschlussströme entstehen, die Systemkomponenten zerstören können und auch Rückwirkungen auf die anderen Teile des elektrischen Gesamtsystems haben können, z. B. auf den Traktionszwischenkreis und die an ihn angeschlossenen Stromrichter.

[0005] Es ist daher bereits vorgeschlagen worden, das Hilfsbetriebe-System über eine Reihenschaltung aus einem Widerstand und einem Schutzschalter mit dem Bezugspotential zu verbinden. Tritt an einer weiteren Stelle ein Kontakt zu dem Bezugspotential auf, wird der fließende Kurzschlussstrom durch den Widerstand begrenzt und der Schutzschalter öffnet entsprechend seiner zeitlichen Ansprechcharakteristik.

[0006] Die Kosten für eine solche Lösung sind jedoch verhältnismäßig hoch. Hinzu kommt, dass in Lokomotiven und Triebzügen üblicherweise mehrere Hilfsbetriebe-Systeme vorhanden sind, so dass die Kosten sich weiter erhöhen.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein System und ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen sich ein wirksamer Schutz eines Hilfsbetriebe-Systems zuverlässig bei geringen Kosten gewährleisten lässt.

[0008] Es ist eine grundlegende Überlegung der vorliegenden Erfindung, dass der in Reihe zu dem Schutzschalter angeordnete Strombegrenzungswiderstand nicht erforderlich ist. Zwar ist es beim Auftreten eines zweiten Kurzschlusses zu Fahrzeugmasse theoretisch möglich, dass sehr hohe Kurzschlussströme über den noch geschlossenen Schutzschalter fließen. Diese Kurzschlussströme können jedoch auf andere Weise begrenzt werden.

[0009] Es wird daher ein System zur Versorgung von Hilfsbetrieben in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie vorgeschlagen, wobei

- das System über einen Trenntransformator mit einer Energiequelle, z. B. einem Gleichspannungs-Zwischenkreis, verbunden ist,
- das System ohne Zwischenschaltung eines den Stromfluss begrenzenden Widerstandes über einen Schutzschalter mit einem elektrischen Bezugspotenzial verbunden ist, insbesondere mit Fahrzeugmasse,
- der Schutzschalter ausgestaltet ist, beim Auftreten eines Stromflusses durch den geschlossenen Schutzschalter, der durch einen zusätzlichen Kontakt des Systems zu dem Bezugspotenzial verursacht wird, zu öffnen.

[0010] Unter dem Begriff System zur Versorgung von Hilfsbetrieben wird eine Anordnung mit elektrischen Leitungen verstanden, die der Versorgung der Hilfsbetriebe dient. Insbesondere kann es sich bei dem System um ein Dreiphasen-System handeln, so dass Hilfsbetriebe an einer oder mehreren Phasen einer Wechselstromversorgung angeschlossen sein können. Insbesondere kann der Schutzschalter einen Sternpunkt der drei Phasen mit dem Bezugspotential verbinden.

[0011] „Ohne Zwischenschaltung eines Widerstandes“ bedeutet, dass der Schutzschalter eine elektrische Leitung des Hilfsbetriebe-Systems unmittelbar mit dem Bezugspotential verbindet. „Unmittelbar“ bedeutet, dass kein diskretes Bauteil in dieser Verbindung angeordnet ist, welches den Gleichstromwiderstand erhöht. Selbstverständlich haben die Verbindungsleitungen einen geringen ohmschen Widerstand. Jedoch ist dieser Widerstand so gering, dass er einen hohen Kurzschlussstrom nicht nennenswert begrenzen würde.

[0012] Als Schutzschalter kommen an sich bekannte Schalter in Frage, die in der Art von Sicherungsautomaten einen hohen Stromfluss detektieren und entsprechend der Auslösecharakteristik des Schutzschalters den Schaltkontakt öffnen, wenn ein Grenzwert überschritten wird bzw. wenn die Stromüberwachung des Schalters anspricht. In der Regel muss ein solcher Sicherungsautomat per Hand eingeschaltet werden, nachdem die Ursache für den hohen Stromfluss wieder beseitigt ist.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Transformator auf seiner Primärseite über einen Stromrichter mit der Energiequelle verbunden. Der Stromrichter wird durch Ein- und Ausschalten von Stromventilen betrieben, wobei eine Steuerung zum Steuern des Ein- und Ausschaltens vorgesehen ist, die derart ausgestaltet ist, dass beim Überschreiten eines vorgegebenen Phasen-Stromgrenzwerts in einer Phase und/oder beim Überschreiten eines Gesamt-Stromgrenzwerts durch die Summe der Ströme in mehreren Phasen, der Strom in der Phase oder in allen Phasen auf den jeweiligen Grenzwert begrenzt wird, indem das Ein- und Ausschalten der Ventile entsprechend gesteuert wird. Z. B. wird die Zeit, die eine Phase während einer Halbwelle des Wechselstroms eingeschaltet ist, reduziert und/oder es wird ein zeitlicher Versatz des Phasenstroms gegenüber dem ungestörten Fall erzeugt.

[0014] Durch die beschriebene Steuerung des Stromrichters, bei dem es sich im Fall eines Gleichspannungs-Zwischenkreises um einen DC/AC-Wandler handelt, kann der Strom auch auf der Sekundärseite wirksam begrenzt werden, da die Stromstärken auf der Primärseite und der Sekundärseite über die Induktivitäten des Trenntransformators

miteinander gekoppelt sind. Ein Beispiel für eine Stromrichter-Steuerung ist die von der Bombardier Transportation GmbH, Berlin, Deutschland angebotene Steuerung mit der Bezeichnung MITRAC DCU2. Die Beschreibung des dazugehörigen Schutzmechanismus ist in der deutschen Patentanmeldung DE 199 62 615 A1 und der europäischen Patentanmeldung EP 1 110 797 A2 beschrieben. Dem Schutzschalter kann in einer bevorzugten Ausgestaltung eine Kapazität parallel geschaltet sein, so dass das System parallel zu dem Schutzschalter über die Kapazität mit dem Bezugspotential verbunden ist. Hierdurch können so genannte „common mode“-Ströme abgeleitet werden. Unter common mode-Strömen werden Ströme verstanden, die anders als es für ein Mehrphasensystem üblich ist, in allen Phasen zeitgleich in die gleiche Richtung fließen.

[0015] Weiterhin wird es bevorzugt, dass das System über einen parallel zu dem Schutzschalter angeordneten hochohmigen Widerstand (z. B. mehr als 20 kOhm) mit dem Bezugspotential verbunden ist. Folglich fließt über diesen Widerstand permanent ein geringer Strom.

[0016] Ferner gehört zum Umfang der Erfindung ein Verfahren zum Schützen eines Systems zur Versorgung von Hilfsbetrieben in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie. Ausgestaltungen und bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus der Beschreibung des Systems. Insbesondere wird Folgendes vorgeschlagen: Ein Verfahren zum Schützen eines Systems zur Versorgung von Hilfsbetrieben in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie bei einem unbeabsichtigten Kontakt mit einem Bezugspotential, insbesondere mit Fahrzeugmasse, wobei

- das System über einen Trenntransformator mit einer Energiequelle, z. B. einem Gleichspannungs-Zwischenkreis, verbunden wird,
- das System ohne Zwischenschaltung eines den Stromfluss begrenzenden Widerstandes über einen Schutzschalter mit einem elektrischen Bezugspotential verbunden wird, insbesondere mit Fahrzeugmasse,
- der Schutzschalter beim Auftreten eines Stromflusses durch den geschlossenen Schutzschalter, der durch einen zusätzlichen Kontakt des Systems zu dem Bezugspotential verursacht wird, geöffnet wird.

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) einen Gleichspannungszwischenkreis mit daran angeschlossenen Hilfsbetrieben und

[0019] [Fig. 2](#) den Hilfsbetriebe-Umrichter, den

Trenntransformator und die Schutzeinrichtung gemäß [Fig. 1](#) in vergrößerter Darstellung mit weiteren Details.

[0020] In [Fig. 1](#) zeigt einen Dieselmotor **1**, der einen Generator **3** antreibt. Der Dieselmotor **1** ist in diesem Fall der Antriebsmotor, mit dem die Lokomotive angetrieben wird, d. h. auf dem Schienenweg bewegt wird. Der Generator **3** erzeugt einen Dreiphasen-Wechselstrom, welcher über einen Gleichrichter **5** gleichgerichtet wird. Der Gleichrichter **5** ist an einen Gleichspannungs-Zwischenkreis **7** angeschlossen. Die Potentiale des Gleichspannungs-Zwischenkreises **7** sind mit P-UD+ (obere in [Fig. 1](#) dargestellte Seite des Zwischenkreises **7**) und mit P-UD- (untere in [Fig. 1](#) dargestellte Seite des Zwischenkreises **7**) bezeichnet. Das Potential P-UD- kann z. B. an der mit den Bezugszeichen **19** bezeichneten Stelle mit Fahrzeugmasse verbunden sein.

[0021] An den Zwischenkreis **7** sind ein Traktionswechselrichter **9**, der vier Antriebsmotoren **17** des Schienenfahrzeugs über eine dreiphasige Verbindung versorgt, ein Brems-Chopper **11**, an den ein Bremswiderstand **12** angeschlossen ist, ein Hilfsbetriebe-Wechselrichter **13**, der Hilfsbetriebe **18** über eine Dreiphasen-Wechselstromleitung versorgt, und ein Verbraucher-Wechselrichter **15** angeschlossen, der Verbraucher z. B. in einem angekoppelten Zugverband über eine einphasige Zugsammelschiene mit elektrischer Energie versorgt.

[0022] Der in [Fig. 1](#) dargestellte Hilfsbetriebe-Wechselrichter **13** ist über einen Trenntransformator **14**, der eine galvanische Trennung bewirkt, mit den Hilfsbetrieben **18** verbunden. In der dargestellten Ausführungsform weist das System zum Versorgen der Hilfsbetriebe **18** mit elektrischer Energie den Transformator **14**, die Dreiphasen-Leitung und die Schutzeinrichtung **21** auf. Der Hilfsbetriebe-Wechselrichter **13** wird von einer Steuerung **22** betrieben, die das Ein- und Ausschalten der Ventile (z. B. bipolare Transistoren, vorzugsweise IGBTs, oder GTOs, Gate Turn-Off Thyristoren) steuert.

[0023] Im Vergleich zu der in [Fig. 1](#) dargestellten Anordnung kann eine Vielzahl von Modifikationen vorgenommen werden. Z. B. kann anstelle des Dieselmotors und des Generators sowie des Dreiphasen-Gleichrichters **5** ein Anschluss an ein Einphasen-Hochspannungsnetz (bei einem Wechselspannungsnetz über einen Gleichrichter) vorgesehen sein. Zusätzlich zu dem einen Gleichspannungs-Zwischenkreis **7** kann ein weiterer oder können mehrere weitere Zwischenkreise vorgesehen sein, über die ein Teil der Fahrmotoren oder zusätzliche Fahrmotoren mit Energie versorgt werden. An dem Gleichspannungs-Zwischenkreis können weitere Einrichtungen angeschlossen sein und/oder in diesen integriert sein, Insbesondere Sicherungen und/oder ein

Saugkreis. An denselben Gleichspannungs-Zwischenkreis kann eine Mehrzahl von Hilfsbetriebe-Wechselrichtern angeschlossen sein.

[0024] Die Versorgung der Hilfsbetriebe kann lediglich einphasig ausgestaltet sein.

[0025] Bei den Hilfsbetrieben **18** kann es sich insbesondere um ein oder mehrere der eingangs in dieser Beschreibung erwähnten Hilfsbetriebe handeln. Z. B. gehört zu den Hilfsbetrieben **18** auch eine Kühleinrichtung zum Kühlen des Stromrichters **13**, des Transformators **14** und/oder für die Kühlung einer oder mehrerer der anderen Stromrichter **9**, **11**, **15** und/oder der Fahrmotoren **17**. Auch die Steuereinrichtungen zum Steuern des Betriebs der Stromrichter **9**, **11**, **13**, **15** können zu den Hilfsbetrieben **18** gehören. Im außerordentlichen Betrieb kann jedoch ein Betrieb des Stromrichters **15** für die Versorgung von angekoppelten Schienenfahrzeug-Einheiten entfallen.

[0026] [Fig. 2](#) zeigt eine dreiphasige Ausführungsform des Hilfsbetriebe-Systems **20**. Der an den Gleichspannungszwischenkreis **7** angeschlossene (nicht in [Fig. 2](#) dargestellt) Wechselrichter **13** ist an seiner Wechselspannungsseite mit den drei Phasen X, Y, Z einer Dreiphasen-Verbindungsleitung angeschlossen, die an den Klemmen U1, V1, W1 mit der Primärseite des Trenntransformators **14** verbunden ist. Die Sekundärseite des Trenntransformators **14** ist an den Klemmen U2, V2, W2 mit den drei Phasen U, V, W des Hilfsbetriebe-Systems **20** verbunden.

[0027] Zur Dämpfung und Filterung störender Oberschwingungen ist eine Filtereinrichtung **30** mit den drei Phasen U, V, W verbunden, die z. B. eine Mehrzahl von Filterkondensatoren aufweist.

[0028] Mit dem Sternpunkt **26** auf der Sekundärseite des Transformators **14** ist die Schutzeinrichtung **21** verbunden. Teile der Schutzeinrichtung **21** sind ein Schutzschalter **25**, ein parallel dazu geschalteter Kondensator **27** (es können auch mehrere in Reihe und/oder parallel zueinander geschaltete Kondensatoren vorgesehen sein) und ein wiederum parallel zu dem Schalter **25** und dem Kondensator **27** geschalteter hochohmiger Widerstand **28**, der beispielsweise einen Widerstandwert von mindestens 20 kOhm, vorzugsweise mindestens 50 kOhm hat. Der Kondensator **27** verringert hohe Stromspitzen bzw. Spannungsspitzen in dem System **20** aufgrund von common mode-Strömen. Der hochohmige Widerstand **28** dient zur Potentialfixierung des Hilfsbetriebe-Systems **20** und als Entladewiderstand für den Kondensator **27**, falls der Schutzschalter **25** geöffnet hat.

[0029] Im normalen, ungestörten Zustand ist die Sekundärseite des Transformators **14** lediglich über den geschlossenen Schutzschalter **25** mit Fahrzeugmas-

se verbunden, wie es unterhalb der Schutzeinrichtung **21** durch einen Querstrich an der dort endenden Leitung angedeutet ist. Integrierte Sensoren **31** des Schutzschalters **25** detektieren im Störfall, wenn an einer anderen Stelle ein Kurzschluss zu Fahrzeugmasse auftritt, das Auftreten von hohen Kurzschlussströmen und eine Steuerung öffnet den Schalter **25**. Die Steuerung kann in das Schalter-Bauteil integriert sein oder separat ausgeschaltet sein.

[0030] Da zwischen dem Sternpunkt **26** und Fahrzeugmasse bei geschlossenem Schutzschalter **25** theoretisch ein sehr hoher Strom fließen kann, solange der Schutzschalter **25** noch nicht geöffnet ist, ist die Steuerung **22** des Hilfsbetriebe-Umrichters **13** vorzugsweise so ausgestaltet, dass solche extrem hohen Ströme durch geeignete Steuerung des Umrichters **13** vermieden werden. Hierzu werden beispielsweise die Ströme durch die Phasen X, Y, Z gemessen und die Messergebnisse der Steuerung **22** zugeleitet. Die Steuerung **22** wertet aus, ob Grenzwerte in den einzelnen Phasen und/oder ein Summengrenzwert für alle Phasen überschritten ist. Wenn dies der Fall ist, wird die einzelne Phase oder werden alle drei Phasen X, Y, Z so betrieben, dass die Ströme wieder begrenzt sind auf den jeweiligen Grenzwert. Ein derartiges Konzept zur entsprechenden Ansteuerung der Ventile des Umrichters **13** ist an sich bekannt. Die Erfindung wendet dieses Prinzip nun auf die Situation in dem Fall des Hilfsbetriebe-Systems **20** an. Über die induktive Kopplung der Primärseite und Sekundärseite des Transformators **14** werden auf diese Weise auch die Ströme auf der Sekundärseite begrenzt und extrem hohe Ströme über den geschlossenen Schutzschalter **25** können nicht auftreten, bis dieser geöffnet hat.

[0031] Als Schutzschalter können an sich bekannte Bauelemente verwendet werden, die (wie erwähnt) eine entsprechende Sensorik aufweisen, um bei einem hohen Strom entsprechend der zeitlichen Auslösecharakteristik den Schutzschalter zu öffnen. Ein anderer Begriff für den Schutzschalter ist daher Sicherungsautomat.

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 19962615 A1 [\[0014\]](#)
- EP 1110797 A2 [\[0014\]](#)

Patentansprüche

1. System (20) zur Versorgung von Hilfsbetrieben (18) in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie, wobei

- das System (20) über einen Trenntransformator (14) mit einer Energiequelle, z. B. einem Gleichspannungs-Zwischenkreis (7), verbunden ist,
- das System (20) ohne Zwischenschaltung eines den Stromfluss begrenzenden Widerstandes über einen Schutzschalter (25) mit einem elektrischen Bezugspotenzial verbunden ist, insbesondere mit Fahrzeugmasse,
- der Schutzschalter (25) ausgestaltet ist, beim Auftreten eines Stromflusses durch den geschlossenen Schutzschalter (25), der durch einen zusätzlichen Kontakt des Systems (20) zu dem Bezugspotenzial verursacht wird, zu öffnen.

2. System nach Anspruch 1, wobei das System (20) ein Dreiphasen-System ist und der Schutzschalter (25) im geschlossenen Zustand einen Sternpunkt (26) der drei Phasen (U, V, W) mit dem Bezugspotenzial verbindet.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei das System (20) über eine parallel zu dem Schutzschalter (25) angeordnete Kapazität (27) mit dem Bezugspotenzial verbunden ist.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das System (20) über einen parallel zu dem Schutzschalter (25) angeordneten hochohmigen Widerstand (28) mit dem Bezugspotenzial verbunden ist.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Transformator (14) auf seiner Primärseite über einen Stromrichter (13) mit der Energiequelle (7) verbunden ist, wobei der Stromrichter (13) durch Ein- und Ausschalten von Stromventilen betrieben wird, wobei eine Steuerung (22) zum Steuern des Ein- und Ausschaltens vorgesehen ist, die derart ausgestaltet ist, dass beim Überschreiten eines vorgegebenen Phasen-Stromgrenzwerts in einer Phase (X, Y, Z) und/oder beim Überschreiten eines Gesamt-Stromgrenzwerts durch die Summe der Ströme in mehreren Phasen (X, Y, Z), der Strom in der Phase (X, Y, Z) oder in allen Phasen (X, Y, Z) auf den jeweiligen Grenzwert begrenzt wird, indem das Ein- und Ausschalten der Ventile entsprechend gesteuert wird.

6. Verfahren zum Schützen eines Systems (20) zur Versorgung von Hilfsbetrieben (18) in einem Schienenfahrzeug mit elektrischer Energie bei einem unbeabsichtigten Kontakt mit einem Bezugspotenzial, insbesondere mit Fahrzeugmasse, wobei

- das System (20) über einen Trenntransformator (14) mit einer Energiequelle (7), z. B. einem Gleichspannungs-Zwischenkreis, verbunden wird,

- das System (20) ohne Zwischenschaltung eines den Stromfluss begrenzenden Widerstandes über einen Schutzschalter (25) mit einem elektrischen Bezugspotenzial verbunden wird, insbesondere mit Fahrzeugmasse,

- der Schutzschalter (25) beim Auftreten eines Stromflusses durch den geschlossenen Schutzschalter (25), der durch einen zusätzlichen Kontakt des Systems (20) zu dem Bezugspotenzial verursacht wird, geöffnet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das System (20) ein Dreiphasen-System (U, V, W) ist und der Schutzschalter (25) im geschlossenen Zustand einen Sternpunkt (26) der drei Phasen mit dem Bezugspotenzial verbindet.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei das System über eine parallel zu dem Schutzschalter (25) angeordnete Kapazität (27) mit dem Bezugspotenzial verbunden wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das System (20) über einen parallel zu dem Schutzschalter angeordneten hochohmigen Widerstand (28) mit dem Bezugspotenzial verbunden wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei der Transformator (14) auf seiner Primärseite über einen Stromrichter (13) mit der Energiequelle (7) verbunden wird, wobei der Stromrichter (13) durch Ein- und Ausschalten von Stromventilen betrieben wird, wobei beim Überschreiten eines vorgegebenen Phasen-Stromgrenzwerts in einer Phase (X, Y, Z) und/oder beim Überschreiten eines Gesamt-Stromgrenzwerts durch die Summe der Ströme in mehreren Phasen (X, Y, Z), der Strom in der Phase (X, Y, Z) oder in allen Phasen (X, Y, Z) auf den jeweiligen Grenzwert begrenzt wird, indem das Ein- und Ausschalten der Ventile entsprechend gesteuert wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

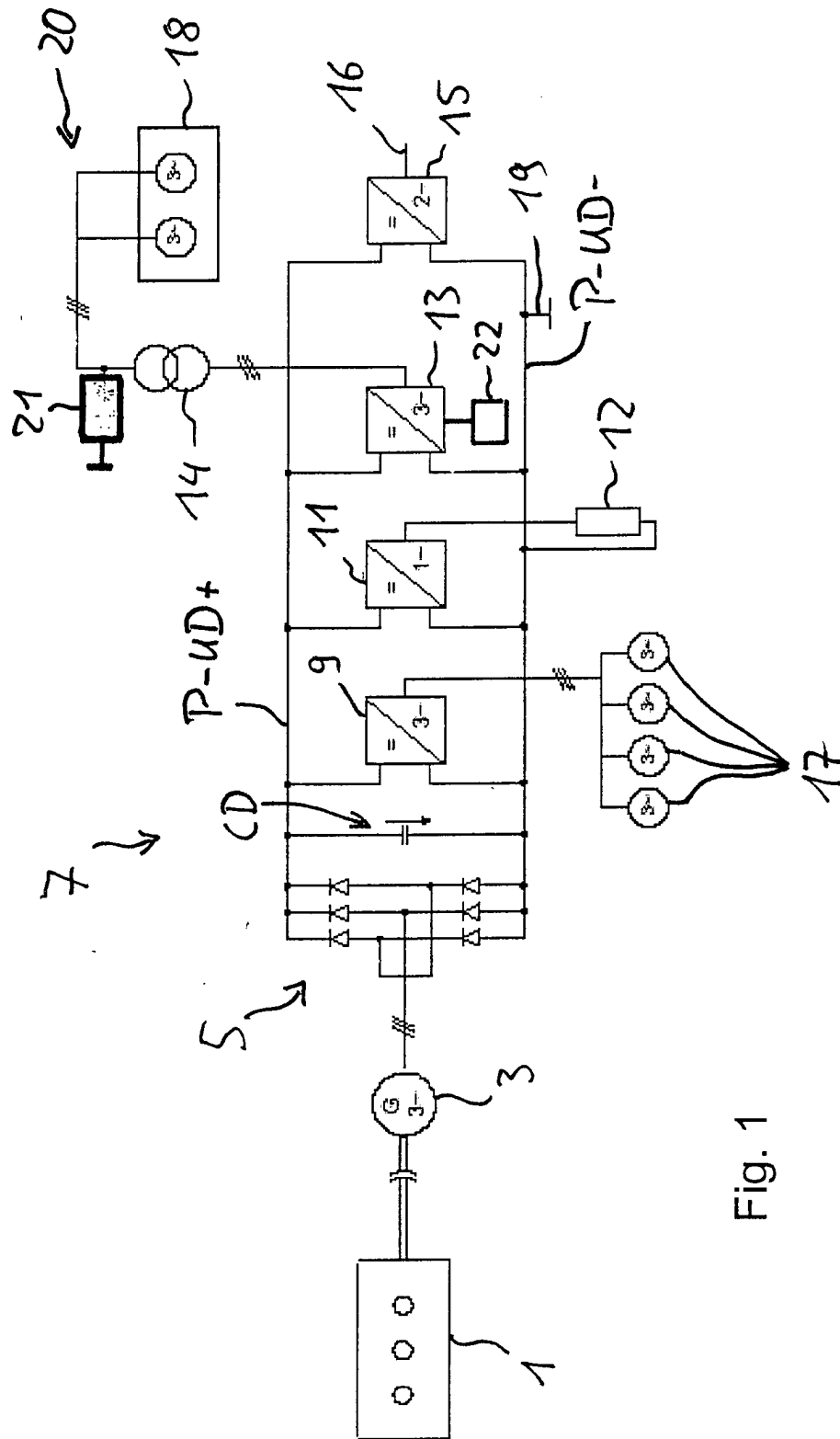


Fig. 1

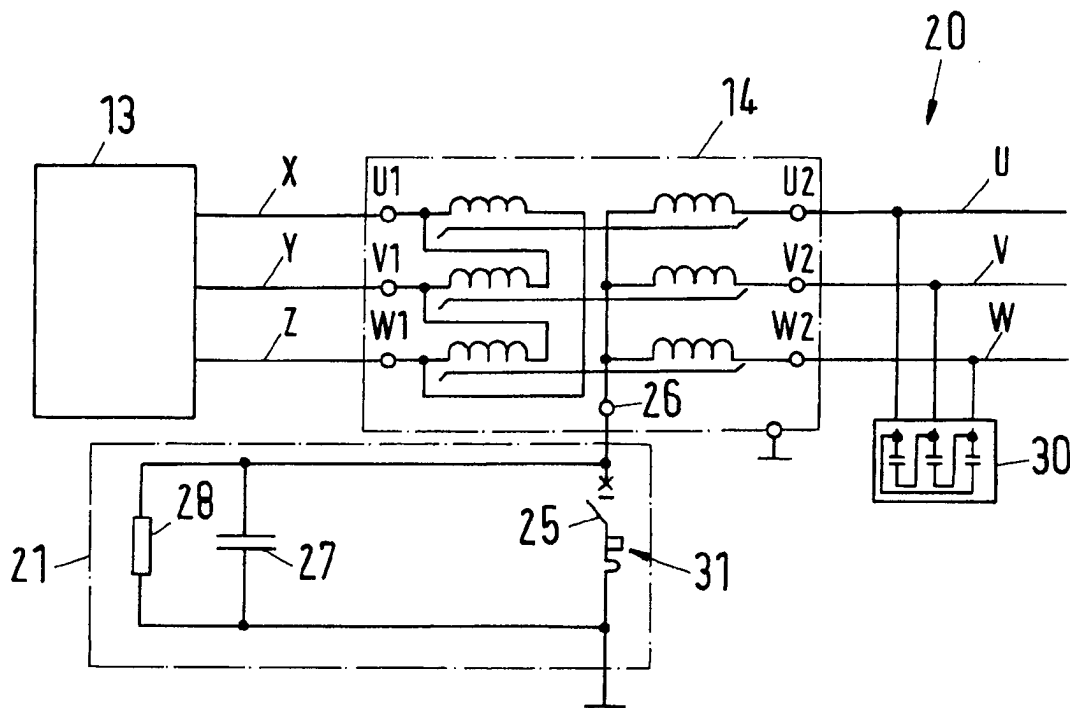


Fig.2