



(10) **DE 10 2022 208 878 A1** 2024.02.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 208 878.6**

(22) Anmeldetag: **26.08.2022**

(43) Offenlegungstag: **29.02.2024**

(51) Int Cl.: **G01R 27/18 (2006.01)**

G01R 31/50 (2020.01)

G01R 31/52 (2020.01)

B60L 3/00 (2019.01)

(71) Anmelder:
Siemens Mobility GmbH, 81739 München, DE

(72) Erfinder:
**Damec, Vladislav, Hlohovec, CZ; Neubauer,
Martin, 91052 Erlangen, DE; Foerth, Christian,
91056 Erlangen, DE; Kleindienst, Frank, 08371**

**Glauchau, DE; Lang, Markus, 85072 Eichstätt, DE;
Opper, Dirk, 91080 Uttenreuth, DE; Pöllot, Günter,
90491 Nürnberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

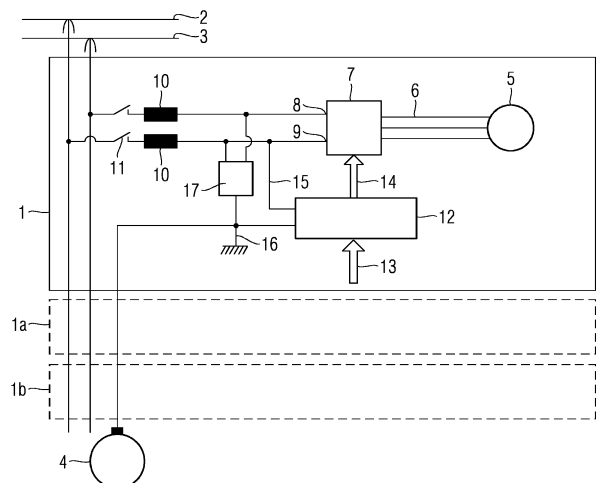
EP	3 625 863	B1
EP	4 015 281	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung zum Identifizieren eines Erdschlusses in einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Ein Erdschluss auf der Ausgangsseite eines Wechselrichters in einer Antriebseinheit erkannt, indem der zeitliche Verlauf der Eingangsspannung des Wechselrichters in einer Prüfeinrichtung ausgewertet wird und bei einer hohen zeitlichen Änderung ein Steuersignal erzeugt wird, mit dem der Wechselrichter gesteuert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren, mit dem ein Erdschluss in einem potentialfreien Netz, insbesondere in einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs identifiziert und gegebenenfalls ein solcher lokalisiert werden kann, sowie eine entsprechende Anordnung.

[0002] Bei Fahrzeugen, insbesondere Schienenfahrzeugen, wird für die elektrische Versorgung gelegentlich ein potentialfrei ausgeführtes Netz verwendet. Ein potentialfrei ausgeführtes Netz (auch als isoliertes Netz oder IT-Netz bezeichnet) zeichnet sich dadurch aus, dass alle stromführenden Leiter gegen Erde isoliert sind. Der Begriff „isoliert“ umfasst dabei auch eine resistive Verbindung gegen Erde. In einem IT-Netz ist bei einem einfachen Erdschluss (d.h. niederohmige Verbindung nur eines Leiters zur Erde) der Betrieb weiter möglich, da in der Regel kein hoher Fehlerstrom auftritt.

[0003] Bei einem Fahrzeug, insbesondere einem Schienenfahrzeug, können Erdschlüsse in der Umgebung der Motoren auftreten, beispielsweise durch Schäden an der Kabelisolierung. An einem solchen Punkt liegt eine hohe Spannungswelligkeit gegenüber dem speisenden Gleichspannungsnetz vor, da die Motoren über Wechselrichter, beispielsweise Pulswechselrichter, an das Versorgungsnetz angeschlossen sind. Bei einem Erdschluss auf der Wechselspannungsseite des Wechselrichters wird diese Welligkeit dem Versorgungsnetz (Gleichspannungsseite) aufgeprägt. Dies kann zur Überlastung von Komponenten auf der Gleichspannungsseite wie beispielsweise Entstörfiltern führen, zu unzulässigen EMV-Störungen oder Störströmen im Masse-System, zu resonanter Überspannung und/oder zu weiteren Schäden im gesamten Netz. Daher muss ein einfacher Erdschluss schnell erkannt und lokalisiert werden und anschließend nach Möglichkeit das betroffene Subsystem abgetrennt werden.

[0004] Allerdings ist das sichere Erkennen eines einfachen Erdschlusses schwierig und das Auffinden der Fehlerursache aufwändig, insbesondere bei einem ausgedehnten Netz mit einer großen Anzahl von Lasten, oder bei nicht-dauerhaften oder unregelmäßig wiederkehrenden Erdschlüssen. Es ist bekannt, Isolationswächter einzusetzen, die die Impedanz zwischen dem spannungsführenden System und dem Erdpotential messen. Ferner ist bekannt, bei einem Erdschluss auftretende Spannungsspitzen oder eine Potentialverschiebung des potentialfreien Netzes auszuwerten. Oft wird die Ursache des Erdschlusses durch sukzessives Zuschalten der Lasten in einem langwierigen Prozess gesucht, oder es wird ein Fehlerstromdetektor eingesetzt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem ein Erdschluss in einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs zuverlässig erkannt und lokalisiert werden kann.

Eine weitere Aufgabe ist die Angabe einer entsprechenden Anordnung.

Diese Aufgaben werden gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Anordnung gemäß Patentanspruch 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass ein Erdschluss auf der Wechselspannungsseite (Ausgang) eines Wechselrichters in einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs zu starken Änderungen auf der Gleichspannungsseite (Eingang) des Wechselrichters führt, d.h. die zeitliche Änderung dU/dt der Eingangsspannung des Wechselrichters gegen Masse (Gleichtakt) ist deutlich größer als im störungsfreien Betrieb. Im störungsfreien Betrieb ist die eingangsseitige Spannung am Wechselrichter zwar in der Regel nicht absolut konstant, sondern weist Spektralanteile auf, die aus dem Versorgungsnetz kommen, wie beispielsweise harmonische Frequenzen, die bei der Umformung in Unterstationen entstehen. Diese sind aber durch eine deutlich niedrigere zeitliche Änderung dU/dt gekennzeichnet als die Spektralanteile aufgrund eines Erdschlusses. Die zeitliche Änderung dU/dt wird durch eine an den Eingang angeschlossene Prüfeinheit geprüft und mit einem vorgegebenen Wert verglichen. Wird dieser Wert überschritten, erzeugt die Prüfeinheit ein Steuersignal und gibt dieses an eine Steuereinheit zur Steuerung des Wechselrichters.

[0007] Es kann vorgesehen sein, dass die Prüfeinheit das Steuersignal erst bei mehrmaliger Überschreitung des Werts innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls erzeugt.

[0008] Das Steuersignal bewirkt vorzugsweise eine Beendigung des Betriebs des Wechselrichters. Die Steuereinheit kann so ausgebildet sein, dass sie Betriebsbefehle, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb benötigt werden, nur dann an den Wechselrichter leitet, wenn ein Freigabesignal anliegt, und das Steuersignal bewirkt eine Sperrung des Freigabesignals. Alternativ oder zusätzlich kann die Prüfeinheit im Fehlerfall (wenn also dU/dt höher ist als im störungsfreien Fall) ein Steuersignal an die Steuereinheit senden, das bewirkt, dass die Steuereinheit bzw. die Steuereinrichtung einen Abschaltbefehl an den Wechselrichter sendet und/oder keine Betriebsbefehle, die für einen ordnungsgemäßen Betrieb benötigt werden, an den Wechselrichter sendet. Durch eine geeignete Parametrierung der Komponenten wird erreicht, dass nur der Wechselrichter der betroffenen Antriebseinheit abgeschaltet wird.

[0009] Die Prüfeinheit erfasst die am Wechselrichter anliegende Eingangsspannung des Antriebssystems gegen Masse. In einer Ausführungsform weist die Prüfeinheit einen Filter in Form eines Hochpasses auf, der die hohen Frequenzen, also die Spektralanteile des Signals, die typischerweise bei einem Erdschlussfehler vorkommen, durchlässt und die niedrigeren Frequenzen, also die Spektralanteile des normalen Betriebs, unterdrückt. Die durchgelassenen Spektralanteile der Spannung werden an eine Auswerteeinheit geleitet, die die zeitliche Änderung dU/dt ermittelt. Diese Auswertung kann analog oder digital erfolgen.

[0010] Die Prüfeinheit kann zusätzlich einen Tiefpass aufweisen, der zusammen mit dem Hochpass einen Bandpassfilter darstellt. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn die anschließende Auswertung in der Auswerteeinheit digital erfolgt, die Auswerteeinheit also einen A/D-Wandler umfasst. Der Bandpass wirkt dann auch als Antialiasingfilter für die digitale Verarbeitung.

[0011] Eine digital arbeitende Auswerteeinheit umfasst neben einem A/D-Wandler vorzugsweise eine Prozessoreinheit zur Bestimmung von dU/dt und zur Bildung des Steuersignals. Die Prozessoreinheit kann beispielsweise die digitalisierten Werte der Spannung $U(t)$ zu unterschiedlichen Zeiten t_1 , t_2 erfassen, deren Differenz bilden und diese Differenz mit einem vorgegebenen Schwellwert vergleichen. Bei Überschreitung des Schwellwerts kann das Steuersignal erzeugt werden. Es kann aber auch jede Überschreitung des Schwellwerts in einem Zähler gezählt werden und das Steuersignal erzeugt werden, wenn die Anzahl der Überschreitungen in einem vorgegebenen Zeitraum einen vorgegebenen Wert überschreitet. Alternativ oder zusätzlich zu einer Prozessoreinheit kann die digital arbeitende Auswerteeinheit eine Logikschaltung, ein FPGA, einen p-Controller oder ähnliches aufweisen.

[0012] Eine analog arbeitende Auswerteeinheit kann einen Gleichrichter und einen Komparator umfassen. Der Komparator vergleicht die gleichgerichtete Spannung mit einem vorgegebenen Schwellwert und erzeugt direkt oder indirekt das Steuersignal. Die analog arbeitende Auswerteeinheit kann zusätzlich eine Einrichtung zur Glättung der gleichgerichteten Spannung umfassen, so dass eine ausreichend geglättete Spannung am Eingang des Komparators anliegt. Dabei liegt im störungsfreien Betrieb aufgrund des Hochpasses keine oder nur eine niedrige Spannung an.

[0013] Gemäß einer anderen Ausführungsform findet am Eingang der Prüfeinheit keine Frequenzfilterung statt. Die von der Prüfeinrichtung erfasste Spannung am Eingang des Wechselrichters wird digitalisiert, und es wird deren zeitliche Änderung

dU/dt durch die Prüfeinheit bestimmt. Die Prüfeinrichtung kann eine digitale Auswerteeinheit wie oben beschrieben aufweisen. Die Ausführungsform kann rein softwaremäßig realisiert werden.

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Steuereinrichtung

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel der Prozessoreinheit

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Steuereinrichtung

[0015] **Fig. 1** zeigt ein Beispiel für ein Antriebssystem eines Schienenfahrzeugs. Es umfasst eine Antriebseinheit 1, optionale weitere Antriebseinheiten sind mit 1a, 1b bezeichnet und können gleichartig aufgebaut sein. Die Antriebseinheiten sind über Stromschienen oder Oberleitungen vom Bahnnetz 2, 3 gespeist, die Gehäuse von Komponenten sind über Räder 4 des Fahrzeugs geerdet. Das Bahnnetz 2, 3 ist als isoliertes Netz betrieben und stellt eine Gleichspannung als Versorgungsspannung (DC-Versorgungsspannung) zur Verfügung. Dabei liegen die beiden Leitungen 2, 3 auf einem Potential von bspw. +400V bzw. -250V.

[0016] Die Antriebseinheit 1 umfasst einen Motor 5, der über Leitungen 6 mit einem Wechselrichter 7 verbunden ist. Die Eingänge 8,9 des Wechselrichters sind mit der DC-Versorgungsspannung 2, 3 verbunden, wobei in beiden Verbindungsleitungen eine Induktivität 10 für eine Entkopplung zu den weiteren Antriebseinheiten 1a, 1b vorhanden ist. Über Schalter 11 ist die Antriebseinheit 1 von der DC-Versorgungsspannung trennbar.

[0017] Die Antriebseinheit 1, insbesondere der Wechselrichter 7, wird von einer Steuereinrichtung 12 gesteuert, deren Aufbau und Arbeitsweise in den folgenden Figuren näher erläutert wird. Die Steuereinrichtung 12 empfängt über eine erste Schnittstelle Befehle 13 von einem übergeordneten System und sendet über zweite Schnittstelle Betriebsbefehle 14 an den Wechselrichter 7, wodurch der Wechselrichter gesteuert wird. Die Steuereinrichtung 12 weist ferner einen Anschluss 15 an das Versorgungspotential, insbesondere das positive Versorgungspotential 2, und einen Anschluss an Masse 16 auf.

[0018] Ferner ist ein Entstörfilter 17 vorhanden, der zwischen die das positive Versorgungspotential 2, das negative Versorgungspotential 3 und Masse, also Gehäuse, geschaltet ist. Der Entstörfilter 17 dient dazu, im störungsfreien Betrieb auftretende

taktfrequente Ströme (d.h. im Takt des Wechselrichters, beispielsweise 1450 kHz) zurück zum Umrichter 7 zu führen, damit sie nicht in das Versorgungsnetz gelangen. Solche taktfrequenten Ströme können durch parasitäre Kapazitäten von Komponenten auf der Wechselstromseite entstehen, insbesondere durch Motorkabel. Der Entstörfilter 15 kann auf übliche Weise gebildet sein und insbesondere Kondensatoren und Widerstände aufweisen.

[0019] Fig. 2 zeigt die Steuereinrichtung 12 im Einzelnen. Über die beiden Anschlüsse 15 und 16 wird die (positive) Eingangsspannung des Wechselrichters gegen Masse erfasst. Die Steuereinrichtung 12 beinhaltet eine Prüfeinheit 20 und eine Steuereinheit 21.

In der Prüfeinheit 20 wird die Eingangsspannung durch einen Bandpass 22 gefiltert, der passend dimensionierte Kondensatoren 22a, 22b und Widerstände 22c, 22d aufweist, so dass Spektralanteile der Spannung, die bei einem störungsfreien Betrieb auftreten, ausreichend stark gedämpft werden. Dagegen lässt der Bandpassfilter Frequenzen, die typischerweise bei einer Störung in Form eines wechsellspannungsseitigen Erdschlusses auftreten, im Wesentlichen ungeschwächt passieren. Bei Verwendung eines Bandpasses anstelle eines einfachen Hochpasses wird im Fall einer nachfolgenden digitalen Verarbeitung gleichzeitig ein Aliasing-Effekt vermieden, da sehr hohe Frequenzen nicht weitergeleitet werden.

[0020] Die entsprechend gefilterte Eingangsspannung wird über einen Anschluss 23 an eine Auswerteeinheit 24 geleitet. Die Auswerteeinheit 24 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel einen A/D-Wandler 25, der die Eingangsspannung $U(t)$ digitalisiert und die digitalen Werte 26 an eine Prozessoreinheit 27 in der Auswerteeinheit 24 weiterleitet. Die Prozessoreinheit ermittelt die zeitliche Änderung dU/dt und vergleicht diese mit einem vorgegebenen Schwellwert. Bei Überschreiten oder bei zu häufigem Überschreiten des Schwellwerts wird ein Steuersignal 28 an die Steuereinheit gesendet. Das Steuersignal bewirkt eine Steuerung des Wechselrichters. Beispielsweise kann das Steuersignal das Senden eines Abschaltbefehls an den Wechselrichter bewirken. In einer anderen Ausführungsform kann bei Überschreiten oder bei zu häufigem Überschreiten des Schwellwerts ein Freigabesignal, das im störungsfreien Betrieb an der Steuereinheit 21 anliegt, gesperrt werden.

[0021] Fig. 3 zeigt ein Beispiel für die Auswertung des digitalisierten $U(t)$ -Signals 26 durch die Prozessoreinheit 27. Die Werte $U(t)$ werden in einen Speicher, insbesondere in ein FIFO-Schieberegister 30 geschoben, wobei die Taktung beispielsweise 20 us beträgt. Es werden zu geeigneten Zeitpunkten t_1 , t_2 mindestens die zugehörigen Werte $U(t_1)$, $U(t_2)$ ent-

nommen (symbolisiert durch 31); im gezeigten Beispiel werden insgesamt vier Werte $U(t_{1a})$, $U(t_{1b})$, $U(t_{2a})$, $U(t_{2b})$ entnommen, wobei jeweils zwei Werte direkt aufeinanderfolgend sind und ihr Mittelwert (32, 33) gebildet wird. Es wird also aus $U(t_{1a})$ und $U(t_{1b})$ der Mittelwert $U(t_1)$ gebildet, wobei die Zeitdifferenz zwischen $U(t_{1a})$ und $U(t_{1b})$ 20 μ s beträgt. Entsprechendes gilt für $U(t_{2a})$ und $U(t_{2b})$ und ihren Mittelwert $U(t_2)$. Die Mittelwertbildung ist optional und dient einer Glättung. Die Zeitpunkte t_1 und t_2 werden vorzugsweise so gewählt, dass ihre Differenz in etwa der erwarteten halben Periodendauer von $U(t)$ im Störfall entspricht. Im betrachteten Beispiel beträgt diese zeitliche Differenz 80us.

Anschließend wird die Differenz zwischen $U(t_1)$ und $U(t_2)$ ermittelt (34) und mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen (35). Eine Überschreitung des Schwellwerts wird in einem Zähler 36 gezählt, der nach einer bestimmten Zeit wieder auf Null gestellt wird. Wenn in diesem Zeitintervall eine vorgegebene Anzahl von Schwellwertüberschreitungen gezählt wird, wird das Steuersignal an die Steuereinheit gesendet. Der zu wählende Schwellwert ist abhängig von der Zusammensetzung und Dimensionierung des Antriebssystems und der Antriebseinheit, sowie von der Taktung des Schieberegisters. In diesem Ausführungsbeispiel kann der Schwellwert 20 A/ μ s betragen und das Steuersignal erzeugt werden, wenn der Schwellwert 20 mal innerhalb eines Zeitintervalls von 50 msec überschritten wird.

[0022] Fig. 4 zeigt eine andere Ausführungsform der Steuereinrichtung 12, die ggf. auch rein analog aufgebaut werden kann. Über die beiden Anschlüsse 15 und 16 wird die (positive) Eingangsspannung des Wechselrichters 7 gegen Masse erfasst. Die Steuereinrichtung 12 beinhaltet eine Prüfeinheit 20 und eine Steuereinheit 21.

In diesem Beispiel umfasst die Prüfeinheit 20 einen Hochpass mit geeignet dimensionierten Komponenten (Widerstand 22e, Kondensator 22f). Die Eingangsspannung wird durch den Hochpass 22e, gefiltert, so dass Spektralanteile der Spannung, die bei einem störungsfreien Betrieb auftreten, ausreichend stark gedämpft werden, und Frequenzen, die typischerweise bei einer Störung in Form eines Erdschlusses auftreten, im Wesentlichen ungeschwächt passieren. Wenn die Signalverarbeitung analog erfolgt, ist ein zusätzlicher Tiefpass oder ein Bandpasses nicht notwendig.

[0023] Die Auswerteeinheit 24 weist Gleichrichter 40a, 40b auf, der die Schaltflanken gleichrichtet. Vorteilhaft ist ferner eine Schaltung 41 zur Glättung, dies wird durch einen Kondensator 41a und einen Widerstand 41b erreicht. Die geglättete Spannung wird in einem Komparator 42 mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen. Hierzu kann ggf. auch ein Relais, ein Spannungswandler bzw. ein A/D-Wandler eingesetzt werden. Wenn die am Komparatorein-

gang anliegende Spannung größer als der vorgegebene Schwellwert ist, wird ein Steuersignal 28 erzeugt und an die Steuereinheit 21 gesendet. Wie oben beschrieben bewirkt dies eine Steuerung des Wechselrichters, beispielsweise wird ein an der Steuereinheit anliegendes Freigabesignal gesperrt.

[0024] Die Erfindung basiert auf der Auswertung der Schaltflanken, d.h. der Spannungsänderung der DC-Versorgungsspannung eines Wechselrichters. Wenn ausgangsseitig ein Erdschluss aufgetreten ist, ist diese Änderung sehr stark und dU/dt sehr groß. Durch eine passende Parametrierung und ggf. geeignete Filterung sowie durch eine ausreichende Entkopplung von Antriebseinheiten untereinander und vom Versorgungsnetz durch die Induktivitäten 10 kann eine gute Selektivität erreicht werden, d.h. ein wechsellspannungsseitiger Erdschluss ist von anderen Störungen im Versorgungsnetz oder von einem Erdschluss an anderer Stelle gut unterscheidbar. Durch die Entkopplung verschiedener Antriebseinheiten voneinander kann der Erdschluss lokalisiert werden, da nur der Wechselrichter der betroffenen Einheit entsprechend gesteuert, vorzugsweise abgeschaltet wird.

[0025] Zur Durchführung des Verfahrens sind keine aufwändigen zusätzlichen Komponenten notwendig, so dass die Kosten gering sind. Bei rein digitaler Auswertung sind nur entsprechende Softwarekomponenten notwendig, d.h. die Prozessoreinheit muss die entsprechenden Software-Schritte ausführen können. Bei anderen Ausführungsformen sind lediglich wenige und kostengünstige passive Elemente wie die Komponenten 22 zur Frequenzfilterung vorzusehen. Die Induktivitäten 10 zur Entkopplung sind in der Regel bereits vorhanden, ebenso der Entstörfilter 17, der der Glättung von Harmonischen in der DC-Versorgungsspannung dient. In diesem Entstörfilter können beispielsweise die Filterkomponenten 22 mit untergebracht werden.

[0026] Die in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmale und Aspekte der Erfindung können selbstverständlich miteinander in unterschiedlicher Weise kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale nicht nur in den beschriebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder für sich genommen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen eines Erdschlusses in einer Antriebseinheit (1) eines Fahrzeugs, wobei

- die Antriebseinheit (1) einen Wechselrichter (7) umfasst,
- der Wechselrichter (7) eingangsseitig an eine potentialfrei ausgeführte DC-Versorgungsspannung (2, 3) angeschlossen ist und durch eine Steuereinrichtung (12) gesteuert wird,

- die Steuereinrichtung (12) an die Versorgungsspannung angeschlossen ist und eine Prüfeinheit (20) sowie eine Steuereinheit (21) umfasst, bei dem
- die Prüfeinheit (20) die zeitliche Änderung der Spannung an einem Eingang des Wechselrichters (7) prüft,
- die Prüfeinheit (20) bei einer zeitlichen Änderung dU/dt oberhalb eines vorgegebenen Werts ein Steuersignal (28) an die Steuereinheit (12) gibt,
- und die Steuereinrichtung (12) in Abhängigkeit vom Steuersignal (28) den Wechselrichter (7) steuert.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuersignal (28) ein Abschalten des Wechselrichters (7) bewirkt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prüfeinheit (20) einen Hochpass (22 e-f) oder einen Bandpass (22 a-d) und eine daran angeschlossene Auswerteeinheit (24) umfasst, und die Auswerteeinheit das Steuersignal (28) erzeugt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinheit (24) einen A/D-Wandler (25) sowie eine Prozessoreinheit (27) umfasst, die die zeitliche Änderung der Spannung auswertet.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuersignal (28) erzeugt wird, wenn der vorgegebene Wert mehrmals innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls überschritten wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinheit (24) die an ihrem Eingang anliegende Spannung gleichrichtet und gegebenenfalls glättet und anschließend mit dem vorgegebenen Wert vergleicht, und die Auswerteeinheit (24) bei Überschreiten des Schwellwerts das Steuersignal (28) erzeugt.

7. Vorrichtung zum Erkennen eines Erdschlusses in einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs, mit

- einer Antriebseinheit (1) mit einem Wechselrichter (7), der eingangsseitig an eine potentialfrei ausgeführte DC-Versorgungsspannung (2, 3) angeschlossen ist,
- einer Steuereinrichtung (12) zur Steuerung des Wechselrichters (7), die an die Versorgungsspannung angeschlossen ist und eine Prüfeinheit (20) sowie eine Steuereinheit (21) umfasst,
- wobei die Prüfeinheit (20) ausgelegt ist, die zeitliche Änderung der Spannung an einem Eingang des Wechselrichters zu prüfen und bei einer zeitlichen

Änderung dU/dt oberhalb eines vorgegebenen Werts ein Steuersignal (28) an die Steuereinheit (21) zu geben,
- und die Steuereinrichtung (12) ausgelegt ist, in Abhängigkeit vom Steuersignal (28) den Wechselrichter (7) zu steuern.

8. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prüfeinheit (20) einen Hochpass (22 e-f) oder einen Bandpass (22 a-d) und eine daran angeschlossene Auswerteeinheit umfasst.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinheit (24) einen A/D-Wandler (25) sowie eine Prozessoreinheit (27) umfasst, die die zeitliche Änderung der Spannung auswertet.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prozessoreinheit (27) ausgebildet ist, ein Steuersignal (28) zu erzeugen, wenn der vorgegebene Wert mehrmals innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls überschritten wird.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteeinheit (24) einen Gleichrichter (40 a-b) und optional eine Schaltung zur Glättung (41 a-b) der gleichgerichteten Spannung umfasst, und einen Spannungskomparator (42) umfasst.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

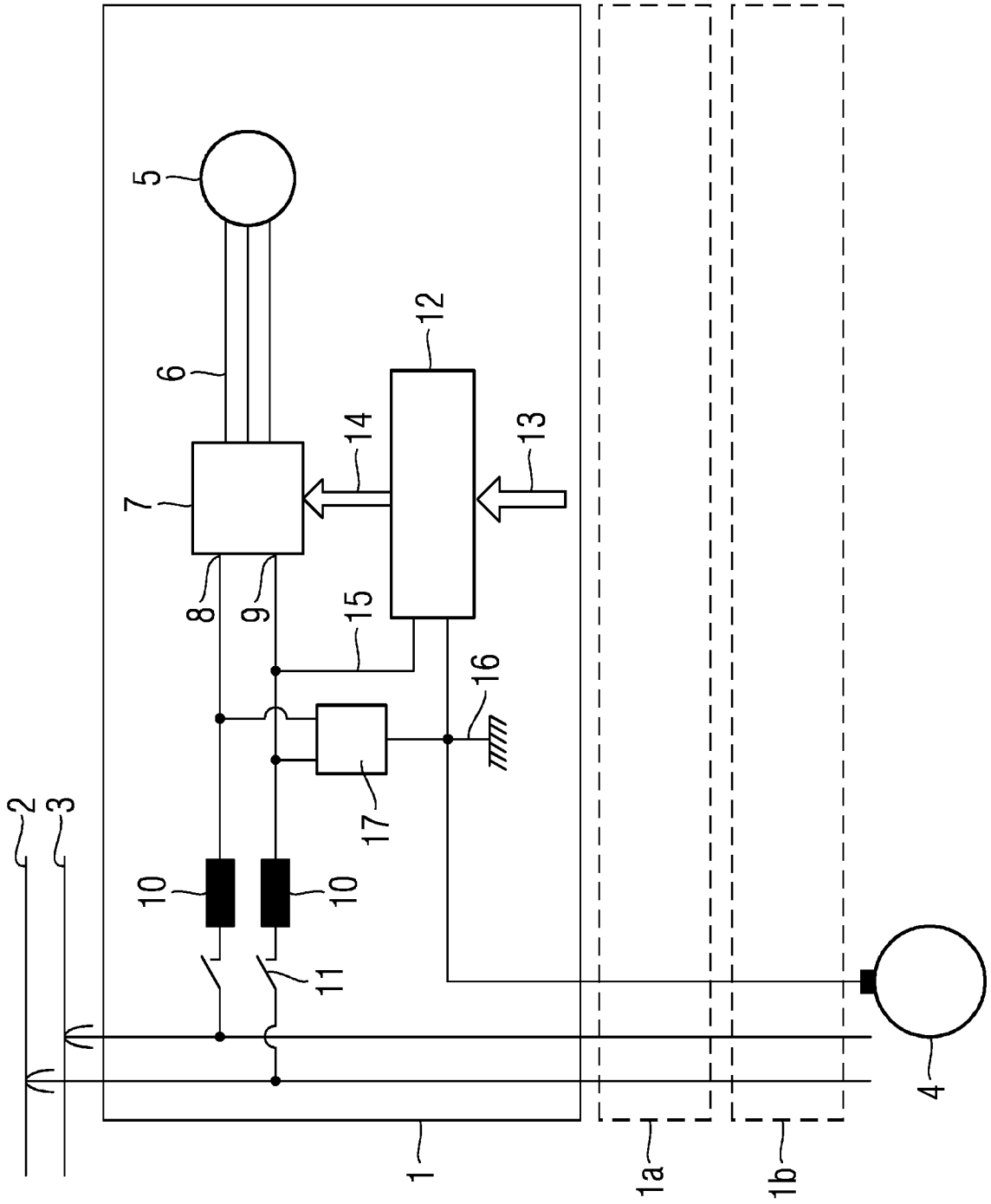


FIG 2

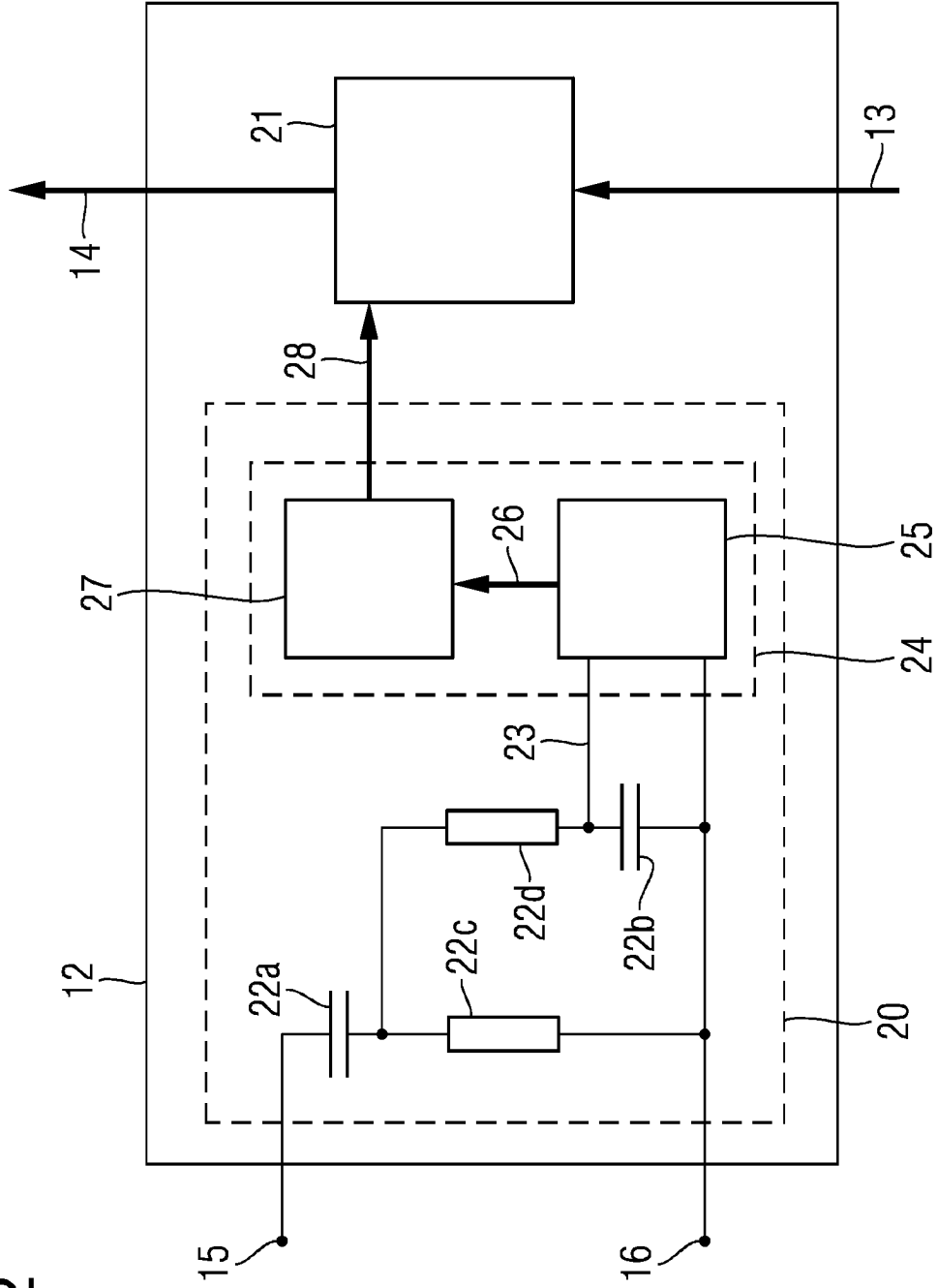


FIG 3

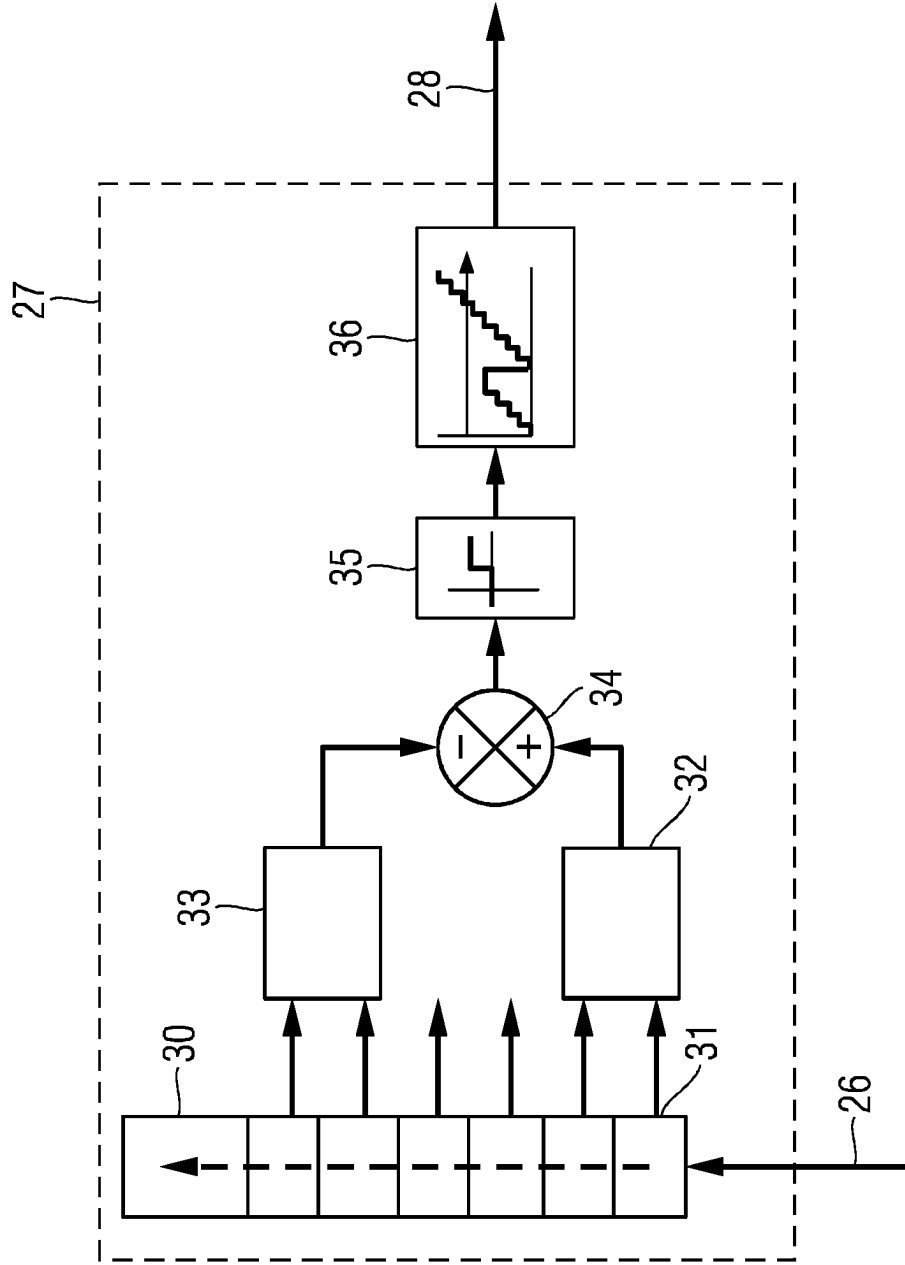


FIG 4

