



(10) **DE 10 2010 006 108 A1** 2011.08.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 006 108.5**

(22) Anmeldetag: **29.01.2010**

(43) Offenlegungstag: **04.08.2011**

(51) Int Cl.: **G01R 31/02 (2006.01)**

**B60L 3/00 (2006.01)**

**B60R 16/023 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,  
80809, München, DE**

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

**DD 2 56 925 A1**

**US 62 08 149 B1**

(72) Erfinder:

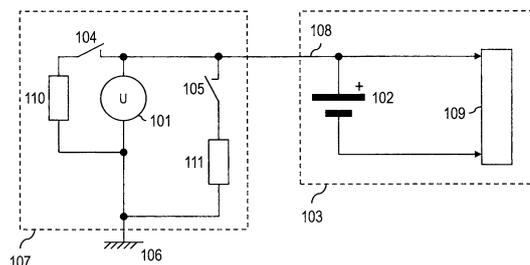
**Tigges, Michael, 85406, Zolling, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Bestimmung einer Isolation in einem IT-System**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Isolation in einem IT-System angegeben, mit einem Widerstand, der über einen Schalter mit einer Versorgungsleitung des IT-Systems verbindbar ist, wobei bei geschlossenem Schalter anhand eines Signalverlaufs in dem IT-System die Isolation, insbesondere ein Isolationsfehler, bestimmbar ist. Weiterhin werden ein entsprechendes Verfahren sowie ein Fahrzeug mit mindestens einer derartigen Vorrichtung vorgeschlagen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Bestimmung einer Isolation in einem IT-System. Weiterhin wird ein Fahrzeug mit mindestens einer derartigen Vorrichtung vorgeschlagen.

**[0002]** Bei einem IT-System (IT: Isolated Terra, ungeerdetes Netz) handelt es sich um ein Stromnetz, bei dem alle aktiven Leiter von Erde getrennt sind oder bei dem ein Punkt über eine Impedanz mit Erde verbunden ist. Damit hat im fehlerfreien Zustand kein aktiver Leiter des IT-Systems eine niederohmige Verbindung zum Potentialausgleich, d. h. zur Erde.

**[0003]** Hierbei ist es von Vorteil, dass bei dem IT-System ein erster Isolationsfehler noch nicht die Funktion des IT-Systems beeinträchtigt. Allerdings entsprechen zwei Isolationsfehler an unterschiedlichen Leitungen einem Kurzschluss. Damit gewährleistet das IT-System eine höhere Betriebssicherheit als ein TN-System, bei dem ein Punkt geerdet ist und die Komponenten des Systems über Schutzleiter mit diesem Punkt verbunden sind.

**[0004]** Tritt in dem IT-System ein Isolationsfehler auf, so bleibt die Funktion des IT-Systems erhalten, eine Betriebsunterbrechung ist zunächst nicht nötig. Der Leckstrom kann detektiert werden. Somit kann vorteilhaft frühzeitig eine Gegenmaßnahme, z. B. Wartung des IT-Systems, initiiert werden ohne dass es zu einer unerwarteten oder ungünstigen Abschaltung des IT-Systems kommt.

**[0005]** Insbesondere kann ein IT-System in einem Hochvoltnetz eines Hybrid- oder Elektrofahrzeugs eingesetzt werden. In dem IT-System wird eine Isolationsmessung durchgeführt, um rechtzeitig festzustellen, ob sich ein Isolator verschlechtert oder ob gar ein Isolationsfehler vorliegt.

**[0006]** Die Isolationsmessung kann passiv oder aktiv durchgeführt werden.

**[0007]** Bei einer passiven Isolationsmessung wird an beiden Anschlüssen der Versorgungsspannung jeweils ein Widerstand aufgeschaltet. Hierdurch erfolgen eine Spannungsverschiebung der positiven Versorgungsspannung (DC-Rail Plus) im Verhältnis zur Masse sowie eine Spannungsverschiebung der negativen Versorgungsspannung (DC-Rail Minus) im Verhältnis zur Masse. Diese Spannungsverschiebungen dienen als Maß für den Zustand der Isolation. Hierbei ist es von Nachteil, dass lediglich asymmetrisch auftretende Isolationsfehler detektiert werden können. Symmetrische Isolationsfehler sind auf diese Art nicht feststellbar.

**[0008]** Bei einer aktiven Isolationsmessung wird das IT-System mit einer niedrigen Frequenz gegen Fahr-

zeugmasse moduliert. Die Dämpfung des eingespeisten Signals ist proportional zum Isolationswiderstand. Dieser Ansatz ist aufwändig und verhältnismäßig teuer.

**[0009]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden und insbesondere einen effizienten Ansatz zur Isolationsmessung anzugeben, bei dem symmetrische als auch asymmetrische Isolationsfehler feststellbar sind.

**[0010]** Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0011]** Zur Lösung der Aufgabe wird eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Isolation in einem IT-System angegeben,

- mit einem Widerstand, der über einen Schalter mit einer Versorgungsleitung des IT-Systems verbindbar ist;
- wobei bei geschlossenem Schalter anhand eines Signalverlaufs in dem IT-System die Isolation, insbesondere ein Isolationsfehler, bestimmbar ist.

**[0012]** Die Isolation ist z. B. eine Isolation einer Leitung des IT-Systems oder eine Isolation des IT-Systems.

**[0013]** Bei der Vorrichtung handelt es sich insbesondere um eine Messvorrichtung zur Bestimmung eines Isolationsfehlers, die mit einer Versorgungsleitung (Rail) des IT-Systems verbunden werden kann.

**[0014]** Aufgrund des einen schaltbaren Widerstands kann mittels der Vorrichtung sowohl ein asymmetrischer als auch ein symmetrischer Isolationsfehler bestimmt werden.

**[0015]** Eine Weiterbildung ist es, dass der Signalverlauf in dem IT-System ein Signalverlauf einer Anschlussleitung der Energiequelle des IT-Systems ist.

**[0016]** Die Anschlussleitungen der Energiequelle werden auch als positive oder negative Rail bezeichnet.

**[0017]** Eine andere Weiterbildung ist es, dass die Vorrichtung an einem positiven Pol oder an einem negativen Pol des IT-Systems anschließbar ist.

**[0018]** Insbesondere ist es eine Weiterbildung, dass der Signalverlauf aufzeichnenbar ist und dass der Signalverlauf nach dem Schließen des Schalters mit einem vorgegebenen Signalverlauf vergleichbar ist.

**[0019]** Insbesondere umfasst die Vorrichtung Mittel zur Aufzeichnung bzw. Speicherung des Signalver-

laufs. Auch kann die Vorrichtung mit einer weiteren (externen) Komponente (z. B. einer Verarbeitungseinheit) verbunden sein, die eine entsprechende Aufzeichnung und/oder Speicherung des Signalverlaufs ermöglicht. Hierzu kann der Signalverlauf beispielsweise zu vorgegebenen Zeitpunkten abgetastet werden und die abgetasteten Werte können für eine bestimmte (für die Auswertung erforderliche) Zeitdauer zwischengespeichert werden.

**[0020]** So können vorab bestimmte Isolationsfehler identifiziert werden und jeweils mit mindestens einem Wert des Signalverlaufs, insbesondere mit einem Wertebereich oder Intervall des Signalverlaufs assoziiert werden. Fällt nun ein (aktuell) abgespeicherter Wert (während der Schalter geschlossen ist) in einen dieser Wertebereiche, ergibt sich der mit diesem Wertebereich assoziierte Isolationsfehler. Entsprechend kann es Werte bzw. Wertebereiche oder Intervalle für einen fehlerfreien Betrieb geben, in denen kein Isolationsfehler angezeigt wird.

**[0021]** Weiterhin ist es möglich, dass ein Maß für den Isolationsfehler abhängig von vorab gespeicherten Werten bestimmt wird. Beispielsweise könnte ein unterschiedlich starker Isolationsfehler klassifiziert werden und entsprechend unterschiedliche Aktionen veranlassen. So kann bei Einsatz in einem Fahrzeug abhängig von der Größe des Isolationsfehlers zunächst eine Warnung ausgegeben werden, dann kann eine deutlichere Warnung anzeigen, dass innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer oder in den nächsten n Kilometer eine Werkstatt aufgesucht werden muss. Schließlich kann ein sofortiges Anhalten des Fahrzeugs empfohlen werden. Entsprechend sind unterschiedliche (beliebige) Warnstufen mit unterschiedlichen Wertebereichen kombinierbar, wobei sich abhängig von dem ermittelten Signalverlauf eine Klassifizierung des Zustands bzw. Isolationsfehlers und ggf. die sich daraus ergebende Maßnahme ergibt.

**[0022]** Auch ist es eine Weiterbildung, dass die Isolation anhand des Vergleichs mit dem vorgegebenen Signalverlauf klassifizierbar ist.

**[0023]** Ferner ist es eine Weiterbildung, dass abhängig von der bestimmten Isolation, insbesondere dem bestimmten Isolationsfehler, eine vorgebbare Aktion ausführbar ist.

**[0024]** Bei der vorgebbaren Aktion ist z. B. eine Warnung oder eine Abschaltung des IT-Systems möglich. Entsprechend sind Zwischenstufen, z. B. Abschaltung in einem vorgesehenen Zeitintervall und/oder eine entsprechende Meldung an einen Benutzer, möglich.

**[0025]** Im Rahmen einer zusätzlichen Weiterbildung umfasst die Vorrichtung einen weiteren Widerstand,

der über einen weiteren Schalter mit einer der beiden Versorgungsleitungen des IT-Systems verbindbar ist.

**[0026]** Insbesondere kann eine Serienschaltung umfassend den weiteren Widerstand und den weiteren Schalter mit dem positiven Pol der Energiequelle oder mit dem negativen Pol der Energiequelle verbunden werden/sein.

**[0027]** Hierbei ist es eine Weiterbildung, dass anhand des weiteren Widerstands ein Funktionstest der Vorrichtung durchführbar ist, wenn der weitere Schalter geschlossen ist.

**[0028]** Beispielsweise kann ein Funktionstest oder Selbsttest der Vorrichtung wiederholt (z. B. regelmäßig bzw. automatisiert) erfolgen.

**[0029]** Eine nächste Weiterbildung besteht darin, dass anhand der Vorrichtung ein asymmetrischer Isolationsfehler oder ein symmetrischer Isolationsfehler bestimmbar ist.

**[0030]** Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch gelöst anhand eines Fahrzeugs mit mindestens einer der hierin beschriebenen Vorrichtungen.

**[0031]** Eine Weiterbildung ist es, dass das Fahrzeug ein Hybrid- oder ein Elektrofahrzeug ist.

**[0032]** Weiterhin wird die vorstehend genannte Aufgabe gelöst mittels eines Verfahrens zur Bestimmung einer Isolation in einem IT-System, bei dem ein Widerstand über einen Schalter mit einer Versorgungsleitung des IT-Systems verbunden wird und anhand eines Signalverlaufs in dem IT-System die Isolation, insbesondere ein Isolationsfehler, bestimmt wird.

**[0033]** Eine Ausgestaltung ist es, dass der Signalverlauf aufgezeichnet wird.

**[0034]** Eine alternative Ausführungsform besteht darin, dass der Signalverlauf nach dem Schließen des Schalters mit einem vorgegebenen Signalverlauf verglichen und klassifiziert wird.

**[0035]** Eine nächste Ausgestaltung ist es, dass abhängig von der Klassifizierung des Signalverlaufs eine vorgegebene Aktion durchgeführt wird.

**[0036]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen dargestellt und erläutert.

**[0037]** Es zeigen:

**[0038]** [Fig. 1](#) als IT-System ein Antriebsnetz umfassend eine Energiequelle, z. B. in Form einer Batterie oder mehrerer Batterien, zur Speisung eines Verbrauchers, z. B. eines Elektromotors eines Verkehrs-

mittels oder Fahrzeugs, sowie eine Messvorrichtung zur Überprüfung des IT-Systems auf Isolationsfehler;

[0039] **Fig. 2** einen beispielhaften Aufbau einer Beschaltung einer Energiequelle, insbesondere einer Hochvolt-Batterie;

[0040] **Fig. 3** mehrere zeitliche Spannungsverläufe zur Veranschaulichung der Funktionalität der vorliegenden Lösung.

[0041] Der hier vorgeschlagene Ansatz ermöglicht eine Erkennung eines symmetrischen Isolationsfehlers als auch eines asymmetrischen Isolationsfehlers in einem IT-System. Das IT-System verfügt über eine Energiequelle, z. B. eine (Hochvolt-)Batterie, deren positiver und negativer Pol mit einem Verbraucher, z. B. einem Antriebsnetz eines Fahrzeugs, verbunden sind.

[0042] Durch Messung einer beliebigen positiven oder negativen Railspannung können bereits rein asymmetrische Fehler erkannt werden. Durch Zuschalten nur eines Widerstandes kann eine Aussage auch über symmetrische Isolationsfehler gemacht werden.

[0043] **Fig. 1** zeigt als IT-System ein Antriebsnetz **103** umfassend eine Energiequelle **102**, z. B. in Form einer Batterie oder mehrerer Batterien, zur Speisung eines Verbrauchers **109**, z. B. eines Elektromotors eines Verkehrsmittels oder Fahrzeugs.

[0044] Beispielhaft ist in **Fig. 1** eine Rail bzw. Anschlussleitung **108** des Antriebsnetzes **103** mit einer Messvorrichtung **107** verbunden. Anhand der Messvorrichtung **107** ist ein (Test-)Widerstand **110** (z. B. mit einer Dimensionierung von 500 k $\Omega$ ) über einen Schalter **104** mit der Anschlussleitung **108** verbindbar. Bei geschlossenem Schalter **104** liegt der Widerstand **110** demnach zwischen der positiven Railspannung (Anschlussleitung **108**) und einer elektrischen Masse **106**. Mittels eines Spannungsmessgeräts **101** ist ein Spannung bzw. eine Spannungsveränderung abhängig von dem Schaltzustand des Schalters **104** detektierbar (aufzeichnenbar) und entsprechend, wie nachfolgend gezeigt wird, z. B. mittels einer Verarbeitungseinheit, auswertbar. Für die Dauer eines Prüfungsvorgangs kann somit der Schalter **104** der Messvorrichtung **107** geschlossen werden und Messwerte des Spannungsmessgeräts **101** können mit zuvor abgespeicherten Messwerten verglichen werden. So ist auch die Erkennung symmetrischer Isolationsfehler möglich.

[0045] Optional umfasst die Messvorrichtung **107** eine Reihenschaltung aus einem Widerstand **111** und einem Schalter **105**, die ebenfalls zwischen der Anschlussleitung **108** und der elektrischen Masse **106** angeordnet ist. Der Widerstand **111** ist vorzugsweise

deutlich niederohmiger (z. B. 50 k $\Omega$ ) ausgelegt als der Widerstand **110** und simuliert einen Isolationsfehler. Entsprechend kann die Messvorrichtung **107** getestet werden, indem es bei geschlossenem Schalter **105** einen Isolationsfehler erkennt.

[0046] Alternativ oder zusätzlich kann die Messvorrichtung anstatt mit der Anschlussleitung **108** auch mit der negativen Railspannung (d. h. dem negativen Pol der Energiequelle **102**) verbunden sein.

[0047] Weiterhin kann das Spannungsmessgerät **101** eine Verarbeitungseinheit zur Auswertung gemessener Spannungen umfassen oder gemessene Spannungswerte an eine (ggf. zentrale) Verarbeitungseinheit weiterleiten. Die Verarbeitungseinheit kann Spannungsmesswerte zwischenspeichern und zu unterschiedlichen Zeiten aufgetretene Spannungswerte vergleichen und in Abhängigkeit von den Schalterstellungen der Schalter **110**, **111** z. B. anhand vorgegebener (vorab abgespeicherter) Werte oder Intervalle feststellen, ob ein Isolationsfehler vorliegt.

[0048] Alternativ kann die Reihenschaltung aus Widerstand **111** und Schalter **105** auch mit dem negativen Pol der Energiequelle **102** verbunden sein. Auch auf diese Art kann durch Betätigung des Schalters **105** ein Selbsttest der Messvorrichtung **107** durchgeführt werden.

[0049] **Fig. 2** zeigt einen beispielhaften Aufbau einer Beschaltung einer Energiequelle **201**, insbesondere einer Hochvolt-Batterie, die z. B. eine elektrische Spannung in Höhe von 300 V bereitstellt. Anhand der **Fig. 2** wird symbolisch die Funktion der vorliegenden Lösung veranschaulicht.

[0050] Ein Block **202** umfassend eine Parallelschaltung aus einem Widerstand R1 und einem Kondensator C1 stellt den Y-Kondensator sowie den Leckwiderstand des realen Systems, verbunden mit dem positiven Pol der Energiequelle **201**, dar. Entsprechend umfasst ein Block **203** eine Parallelschaltung aus einem Widerstand R2 und einem Kondensator C2 und stellt den Y-Kondensator sowie den Leckwiderstand des realen Systems, verbunden mit dem negativen Pol der Energiequelle **201**, dar.

[0051] Ein Widerstand R3 ist mit dem positiven Pol der Energiequelle **201** verbunden (siehe Block **204**) und über einen Schalter **206** schaltbar ausgeführt. Der Widerstand R3 stellt einen (schaltbaren) Isolationsfehler auf der positiven Seite des IT-Systems dar. Ein Widerstand R4 ist mit dem negativen Pol der Energiequelle **201** verbunden (siehe Block **205**) und über einen Schalter **207** schaltbar ausgeführt. Der Widerstand R4 stellt einen (schaltbaren) Isolationsfehler auf der negativen Seite des IT-Systems dar.

**[0052]** Weiterhin ist eine Messvorrichtung **206** gezeigt umfassend einen mittels eines Schalters **208** zu- bzw. abschaltbaren (Test-)Widerstand R5. Die Messvorrichtung **206** ist mit dem positiven Pol der Energiequelle **201** und mit der elektrischen Masse verbunden. Die Messvorrichtung **206** kann analog der in **Fig. 1** gezeigten Messvorrichtung ausgeführt sein, also optional auch einen Testwiderstand entsprechend dem schaltbaren Widerstand **111** aufweisen. Alternativ kann die Messvorrichtung **206** auch mit dem negativen Pol der Energiequelle **201** verbunden sein.

**[0053]** Beispielsweise können die in **Fig. 2** gezeigten Widerstände und Kondensatoren wie folgt dimensioniert sein:  $R5 = 500 \text{ k}\Omega$ ,  $R3 = 200 \text{ k}\Omega$ ,  $R1 = R2 = 2 \text{ M}\Omega$ ,  $C1 = C1 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $R4 = 252 \text{ k}\Omega$ .

**[0054]** Der Vorteil der vorliegenden Lösung besteht insbesondere darin, dass nur ein einzelner Testwiderstand benötigt wird, um auch symmetrische Isolationsfehler detektieren zu können.

**[0055]** **Fig. 3** zeigt mehrere zeitliche Spannungsverläufe zur Veranschaulichung der Funktionalität der vorliegenden Lösung.

**[0056]** Ein Spannungsverlauf **301** zeigt die positive Railspannung, also die Spannung zwischen dem positiven Pol der Batterie **201** und der elektrischen Masse in Abhängigkeit von den nachfolgenden Spannungsverläufen:

- Ein Spannungsverlauf **303** zeigt an, wann der Widerstand R5 (Testwiderstand) zu- bzw. abgeschaltet ist.
- Ein Spannungsverlauf **302** zeigt an, wann ein Isolationsfehler auf der positiven Seite des IT-Systems vorliegt (also wann der Widerstand R3 zu- bzw. abgeschaltet ist).
- Ein Spannungsverlauf **304** zeigt an, wann ein Isolationsfehler auf der negativen Seite des IT-Systems vorliegt (also wann der Widerstand R4 zu- bzw. abgeschaltet ist).

**[0057]** Anhand des sich abhängig von den Schaltzuständen der Widerstände R3 bis R5 ergebenden Spannungsverlaufs **301** ist erkennbar, dass sich sowohl asymmetrische als auch symmetrische Fehler detektieren bzw. klassifizieren lassen. So kann jeder Fehler anhand eines Spannungswerts (oder Wertebereichs) des Spannungsverlaufs **301** erkannt werden bzw. ergeben unterschiedliche Fehler auch unterschiedliche Spannungswerte (oder Wertebereiche) des Spannungsverlaufs **301**.

**[0058]** Wären die Widerstände R3 und R4 gleich groß, würde bei der unbelasteten Messung (siehe Zeitraum von ca. 9 s bis 9,5 s in **Fig. 3**) der Spannungsverlauf **301** den Wert von ca. 150 V annehmen und ein scheinbar fehlerloses IT-System anzeigen. Somit könnte ein symmetrischer Isolationsfehler

nicht detektiert werden. Allerdings ermöglicht das Umschalten des Widerstands R5, also eine Aktivierung der Messvorrichtung **206**, auch eine deutlich messbare Spannungsabweichung für den Fall des symmetrischen Isolationsfehlers.

**[0059]** Der Spannungsverlauf könnte z. B. von der Messvorrichtung **206** oder einer separaten Verarbeitungseinheit aufgezeichnet werden und abhängig von dem Zustand des Schalters **208** können sowohl asymmetrische als auch symmetrische Isolationsfehler erkannt werden. Diese Erkennung erfolgt insbesondere durch einen Vergleich mit entsprechenden vorab gespeicherten Messwerten. Beispielsweise können Werte oder Wertebereiche hinterlegt sein, die abhängig von der Stellung des Schalters **208** eine Klassifikation bestimmter Isolationsfehler (symmetrisch, asymmetrisch, im positiven oder im negativen Versorgungszweig der Energiequelle **201**) ermöglichen.

**[0060]** Der hier vorgeschlagene Ansatz ermöglicht eine schnelle Erfassung der Messergebnisse, z. B. nach ca. 0,5 s. Damit ist eine entsprechend zeitnahe Auswertung bzw. Klassifikation des Fehlers als auch ist eine entsprechende schnelle vorgebbare Reaktion je nach Art des Fehlers möglich.

**[0061]** Optional kann ein weiterer Testwiderstand (nicht in **Fig. 2** dargestellt) schaltbar mit dem negativen Pol der Energiequelle **201** verbunden werden. Dieser weitere Testwiderstand ist niederohmiger (z. B. mit 50 k $\Omega$ ) als der Widerstand R5 ausgelegt. Die Messvorrichtung **206** umfasst vorzugsweise den Schalter zur Verbindung des weiteren Testwiderstands mit dem negativen Pol der Energiequelle **201**. Vorzugsweise kann in bestimmten (z. B. regelmäßigen) Abständen ein Funktionstest der Messvorrichtung **206** erfolgen, indem der weitere Widerstand über den Schalter mit dem negativen Pol der Energiequelle **201** verbunden wird. Gemäß der Funktionsprüfung der Messvorrichtung **206** muss bei verbundenem weiterem Testwiderstand ein Fehler erkannt werden. Dieser Fehler kann jedoch der Funktionsprüfung zugeordnet werden und wird somit von einem tatsächlichen Isolationsfehler unterschieden.

**[0062]** Die hier vorgestellte Lösung hat den Vorteil, dass aufgrund des vorgesehenen Testwiderstands der Messaufwand zur Erkennung eines symmetrischen Fehlers deutlich reduziert werden kann. Auch kann der Isolationsfehler aufgrund kurzer Messzeiten frühzeitig erkannt werden und es können ggf. geeignete Maßnahmen eingeleitet werden. Die Messvorrichtung kann zumindest teilweise integriert ausgeführt sein und kann weitgehend automatisiert betrieben werden.

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Bestimmung einer Isolation in einem IT-System,

– mit einem Widerstand, der über einen Schalter mit einer Versorgungsleitung des IT-Systems verbindbar ist;

– wobei bei geschlossenem Schalter anhand eines Signalverlaufs in dem IT-System die Isolation, insbesondere ein Isolationsfehler, bestimmbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Signalverlauf in dem IT-System ein Signalverlauf einer Anschlussleitung der Energiequelle des IT-Systems ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Vorrichtung an einem positiven Pol oder an einem negativen Pol des IT-Systems anschließbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Signalverlauf aufzeichnenbar ist und bei der der Signalverlauf nach dem Schließen des Schalters mit einem vorgegebenen Signalverlauf vergleichbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die Isolation anhand des Vergleichs mit dem vorgegebenen Signalverlauf klassifizierbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der abhängig von der bestimmten Isolation, insbesondere dem bestimmten Isolationsfehler, eine vorgebbare Aktion ausführbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen weiteren Widerstand, der über einen weiteren Schalter mit einer der beiden Versorgungsleitungen des IT-Systems verbindbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der anhand des weiteren Widerstands ein Funktionstest der Vorrichtung durchführbar ist, wenn der weitere Schalter geschlossen ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein asymmetrischer Isolationsfehler oder ein symmetrischer Isolationsfehler bestimmbar ist.

10. Fahrzeug umfassend mindestens eine Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Fahrzeug nach Anspruch 10, bei dem das Fahrzeug ein Hybrid- oder ein Elektrofahrzeug ist.

12. Verfahren zur Bestimmung einer Isolation in einem IT-System,

– bei dem ein Widerstand über einen Schalter mit einer Versorgungsleitung des IT-Systems verbunden

wird und anhand eines Signalverlaufs in dem IT-System die Isolation, insbesondere ein Isolationsfehler, bestimmt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der Signalverlauf aufgezeichnet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, bei dem der Signalverlauf nach dem Schließen des Schalters mit einem vorgegebenen Signalverlauf verglichen und klassifiziert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem abhängig von der Klassifizierung des Signalverlaufs eine vorgegebene Aktion durchgeführt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

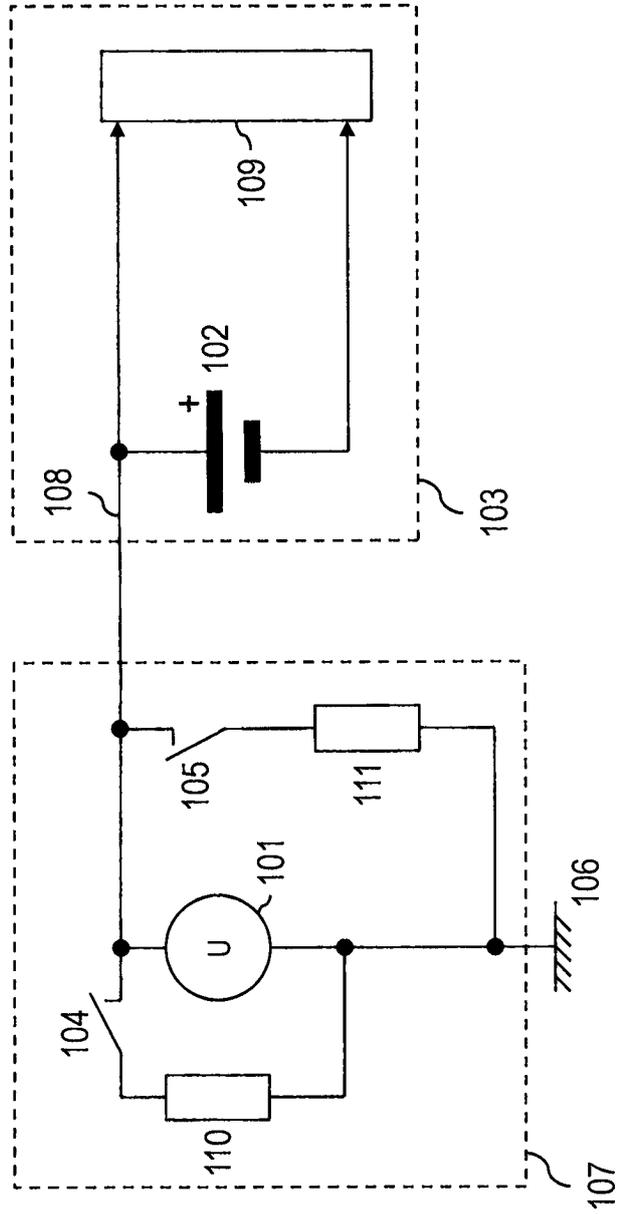


Fig.2

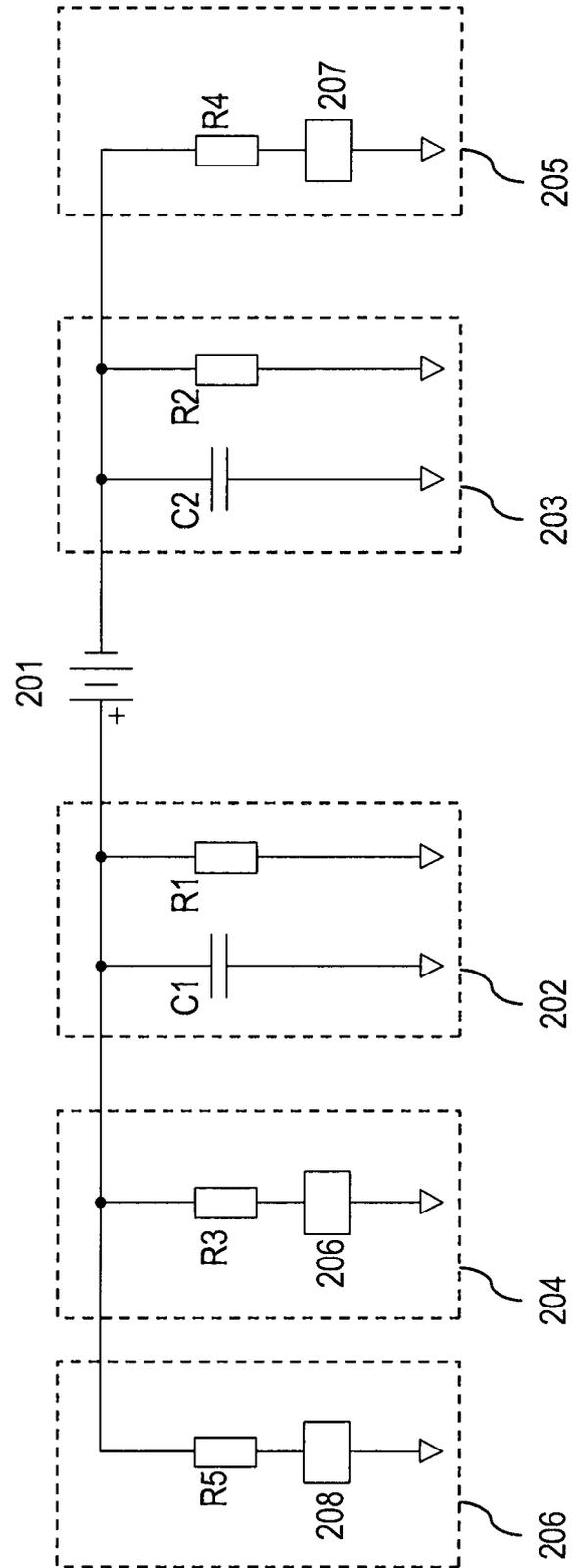


Fig.3

